

콩가루 분말을 첨가하여 제조한 크림수프의 품질 특성 및 항산화 활성

김현조 · 박진주 · 이주연 · 황은선[†]

한경대학교 영양조리과학과

Quality Characteristics and Antioxidant Activity of Cream Soup prepared with Soybean Flour

Hyun Jo Kim, JinJoo Park, Joo Yeon Lee and Eun-Sun Hwang[†]

Dept. of Nutrition and Culinary Science, Hankyong National University, Anseong 17579, Korea

ABSTRACT

The study was conducted to investigate quality properties and sensory characteristics of soup prepared with 0, 30, 40, and 50% soybean flour instead of wheat flour. Total moisture contents of soup among the different groups were not significantly different, whereas the ash, crude lipid, and crude protein contents of soup increased with increasing levels of soybean flour. pH and total acidity of the test sample added with soybean flour were similar compared to the control, whereas sugar content increased with higher amounts of soybean flour. In the chromaticity determination, L, a and b values increased with increasing level of soybean flour. Total polyphenol and flavonoid contents increased with increasing levels of soybean flour. The antioxidant activity of samples measured based on DPPH and ABTS radical scavenging activities were significantly higher than the control, and proportionally increased as the amount of soybean flour increased. In the sensory evaluation, addition of 40% soybean flour resulted in the best scores for flavor, taste, thickness, and overall acceptance. Addition of 40% soybean flour increased the intensity of softness and nutty taste and reduced oily taste compared to the control. These results suggest that addition of 40% soybean flour could be applied for preparation of cream soup.

Key words : Soybean flour, soup, quality characteristics, antioxidant activity, sensory evaluation

서 론

수프는 육류, 가금류, 어류, 해조류 등을 주재료로 하고, 채소류, 향신료를 넣어 찬물에서 약한 불로 천천히 삶아 우려낸 국물을 사용하여 만들며, 서양에서는 일상적으로 섭취하는 음식이다(Oh YH 2006). 최근 식생활 전반에 웰빙 개념이 도입되면서 간편 영양식으로 부드럽고 소화가 잘 되는 수프에 대한 관심이 증가하고 있으며, 노인, 회복기 환자들을 비롯하여 일반인들의 아침식사를 대용한 소비가 증가하고 있다(Han GP 등 2005; Tae MH 등 2016). 이에 따라서 수프의 제조에 있어서도 기존의 조리법을 기본으로 하여 초석잠, 석류 외피, 들깨잎, 호박, 빵잎 등 다양한 기능성을 지닌 부재료를 분말의 형태로 첨가하여 영양 및 기능적인 효과와 관능적인 특성을 동시에 만족시키려는 연구가 진행되고 있다(Park SH & Lee JH 2007; Kim DS 2012; Moon HS 2013; Park KT 2010).

콩은 동북아시아가 원산지인 것으로 알려져 있으며, 우리나라에서는 예로부터 콩밥, 콩자반, 두유 및 된장, 간장 등과 같은 전

통발효식품의 소재로 가공 및 조리에 이용해 왔다(Chu YH & Chung KW 1999). 최근 들어 영양소뿐 아니라, 생리활성 물질의 기능성이 밝혀지면서 더 많은 주목을 받고 있다. 콩에는 다른 곡류에 비해 단백질과 지질 함량이 풍부하며, 곡류에 부족한 필수아미노산을 골고루 함유하고 있으며, lysine이 풍부하여 밀가루와 함께 사용할 경우, 밀가루에 부족한 lysine을 보완해 줄 수 있다(Jung JY 등 2006). 또한, 콩에는 아르기닌(arginine)과 글라이신(glycine)이 풍부하여 혈청 인슐린 농도를 감소시키고, 간에서의 콜레스테롤 합성을 저해하는 것으로 알려져 있다(Shin MK & Han SH 2002). 콩에는 항산화 효과를 나타내는 제니스테인(genisteine), 다이제인(daidzein) 등의 이소플라본(isoflavone), 사포닌(saponin), 클로로겐산(chlorogenic acid), 카페익산(caffeic acid) 등의 생리활성 물질이 함유되어 있어 유방암, 전립선암, 골다공증, 당뇨병, 심혈관질환 등의 예방에 효과가 우수한 것으로 알려져 있다(Tham DM 등 1998; Stephenson TJ 등 2005; Mourouti N & Panagiotakos DB 2013; Jing Z & Wei-Jie Y 2016).

식물성 단백질 급원식품으로 알려진 콩가루를 수프에 첨가할 경우 영양가와 항산화 물질 함량을 높이고, 콩 단백질의

[†] Corresponding author : Eun-Sun Hwang, Tel: +82-31-670-5182, Fax: +82-31-670-5189, E-mail: ehwang@hknu.ac.kr

보수성으로 인해 수프의 노화를 지연시키며(Lee DT 등 1992), 콩에 함유된 다양한 생리활성 물질의 효능으로 건강에도 유익할 것으로 사료된다. 현재까지 다양한 기능성 재료를 첨가하여 제조한 수프의 품질 특성에 관한 연구는 진행되어 왔으나, 콩가루를 첨가하여 제조한 수프에 대한 연구는 거의 이루어지지 않았다. 또한, 콩가루를 첨가하여 제조한 만두피, 식빵, 쿠키, 절편, 국수 등에 관한 연구(Jung JY 등 2006; Lee DT 등 1992; Pyun J 등 2001; Lee JK & Lim JK 2013; Han SM & Han JA 2011)는 일부 진행되었으나, 수프에 관한 연구는 이루어지지 않았다. 따라서 본 연구에서는 크림수프에 항산화 성분이 풍부한 것으로 알려진 콩가루를 다양한 비율로 첨가하여 수프를 제조한 후, 이화학적 품질 특성, 관능적인 특성, 항산화 물질의 함량 및 항산화 활성을 측정함으로써 수프에 대한 콩가루의 적용 가능성을 탐색하였다.

재료 및 방법

1. 실험재료 및 시약

본 실험에 사용한 콩가루는 국내산 콩을 볶아 분말로 만든 것을 농업회사법인 괴산잡곡 농산에서 구매하여 사용하였다. 버터(Lotte, Cheonan, Korea), 박력분 밀가루(CJ Cheiljedang, Incheon, Korea), 흰설탕(CJ Cheiljedang, Incheon, Korea), 소금(Sajo Haepyo, Incheon, Korea)은 시판품을 구매하여 실험에 사용하였다. Folin-Ciocalteu's phenol reagent, 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl(DPPH), gallic acid, catechin과 sodium phosphate monobasic은 Sigma-Aldrich Chemical Co.(St Louis, MO, USA), 2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) diammonium salt(ABTS)는 Fluk(Heidelberg, Germany)에서 구입하였다. 그 외 품질 및 항산화 활성을 측정하기 위해 사용한 시약들은 Sigma-Aldrich Chemical Co.와 Junsei chemical Co., Ltd.(Tokyo, Japan)에서 구입하여 사용하였다.

2. 콩가루 분말 수프 제조

수차례 예비실험을 거쳐 수프를 제조하고 예비 관능평가를 실시한 결과, 맛과 점도 등을 고려할 때 콩가루를 밀가루 중량의 최대 50%까지 첨가하는 것이 적절한 것으로 결정하였다. 예비실험 결과에 따라 Table 1과 같은 비율로 수프를 제조하였다. 우선 버터를 팬에 녹인 후 각각 다른 비율의 밀가루와 콩가루를 넣고 루(Roux)를 만들어 준 후, 물을 소량씩 첨가하여 루를 물과 완전히 어우러지게 혼합하였다. 혼합된 시료에 설탕과 소금을 첨가하여 눈지 않게 저어주면서 10분 동안 끓여주었다. 완성된 수프는 실온에서 30분 동안 냉각시킨 후 각종 분석 및 관능평가의 시료로 사용하였다.

3. 일반성분 함량 측정

Table 1. Formula for cream soup prepared with different amount of soybean flour

Ingredients (g)	Soybean flour (%)			
	0	30	40	50
Soybean flour	0	12	16	20
Wheat flour	40	28	24	20
Butter	40	40	40	40
Water	500	500	500	500
Sugar	20	20	20	20
Salt	2	2	2	2

본 실험에 사용한 밀가루, 콩가루 및 콩가루 함량을 달리 하여 제조한 수프의 일반성분분석은 AOAC(1995)의 방법에 따라 측정하였다. 수분정량은 상압건조방법으로 105℃에서 건조하여 정량하였고, 조회분은 600℃ 직접회화법으로 측정하였다. 조단백질은 semimicro-Kjeldahl 법으로 자동 단백질 분석기(Kjeltec 2400 AUT, Foss Tecator, Eden Prairie, MN, USA)로 분석하였고, 조지방은 Soxhlet 추출기(Soxtec System HT 1043, Foss Tecator, Eden Prairie, MN, USA)를 사용하여 diethyl ether로 추출하여 정량하였다.

4. pH, 산도 및 당도 측정

콩가루 함량을 달리하여 제조한 수프의 pH 측정을 위해 5g의 시료에 10배의 증류수를 넣고 Vortex mixer(Vortex Genie 2, Scientific Industries Inc., Bohemia, NY, USA)로 교반한 다음 3,000 rpm에서 15분간 원심분리(Mega 17R, Hanil Co., Incheon, Korea)하였다. 원심분리한 시료의 상등액을 취하여 pH meter(420 Benchtop, Orion Research, Beverly, MA, USA)로 pH를 측정하였다. 산도는 원심분리한 상등액을 적절한 비율로 희석한 시료 10 mL를 삼각플라스크에 넣고, 1% 페놀프탈레인 용액(OCI Company, Ltd., Incheon, Korea) 3방울을 떨어뜨리고, 0.1 N NaOH 표준용액으로 적정하여 소비된 NaOH 양(mL)을 citric acid 함량(%)으로 환산하여 나타내었다.

$$\text{산도}(\%) = \{(V \times F \times A \times D) / S\} \times 100$$

V : 0.1 N NaOH 용액의 적정 소비량

F : 0.1 N NaOH 용액의 역가

A : 0.1 N NaOH 용액 1 mL에 상당하는 유기산의 양(g)

D : 희석배수

S : 시료채취량(mL)

당도는 제조한 시료를 증류수로 5배 희석하여 균질화 하

고, 3,000 rpm에서 15분간 원심분리한 후 상등액을 취하여 당도계(PR-201a, Atago Co., Tokyo, Japan)로 측정하였다.

5. 점도 측정

콩가루를 첨가하여 제조한 수프의 점도는 점도계(Brookfield DV3T, Brookfield AMETEK, Inc., Middleboro, MA, USA)를 사용하여 측정하였다. 시료 150 g을 용기에 취해 spindle No. 9를 5 rpm의 회전속도로 맞추어 10초 간격으로 2분간 작동시켜 측정하였다.

6. 색도 측정

콩가루 수프의 색도는 색차계(Chrome Meter CR-300, Minolta, Tokyo, Japan)를 사용하여 명도(L, lightness), 적색도(a, redness), 황색도(b, yellowness) 값으로 표시하였다. 표준백색 판의 L, a, b 값은 각각 97.10, +0.24, +1.75였다.

7. 총 폴리페놀 및 총 함량 분석

시료 3 g에 4배의 증류수를 넣고 40°C에서 5분 동안 sonication 한 후에 3,000 rpm에서 10분간 원심분리하여 상등액을 얻어 수프 추출물로 하였다. 수프 추출물(0.5 mL)에 2 N Folin 시약 0.5 mL를 혼합한 뒤 3분간 실온에서 반응시킨 후, 2% Na₂CO₃ 1.5 mL를 첨가한 뒤 2시간 동안 암소에서 반응시켰다. 반응물은 microplate reader(Infinite M200 Pro, Tecan Group Ltd. San Jose, CA, USA)를 이용하여 760 nm에서 흡광도를 측정하였다. 수프에 함유된 총 폴리페놀 함량은 gallic acid의 표준곡선(6.25~100 µg/mL)을 이용하여 수프 g당 gallic acid equivalent (GAE)로 표시하였다.

8. 총 플라보노이드 함량 분석

수프추출물 1 mL와 2% aluminium chloride methanolic solution 1 mL를 혼합하여 실온에서 15분 동안 반응시켰다. 반응물은 microplate reader를 이용하여 430 nm에서 흡광도를 측정하였다. 수프에 함유된 총 플라보노이드 함량은 quercetin의 표준곡선(6.25~100 µg/mL)을 이용하여 수프 g당 quercetin equivalent (QE)로 나타내었다.

9. 황산화 활성 측정

1) DPPH 라디칼 소거활성 측정

수프 추출물 100 µL를 96-well plate에 넣고, 0.2 mM DPPH 용액 100 µL를 첨가한 후 37°C에서 30분간 반응시켰다. Microplate reader를 사용하여 515 nm에서 흡광도를 측정하였다. 수프의 DPPH 라디칼 소거활성은 아래 식에 측정된 흡광도 값을 대입하여 산출하였다.

DPPH 라디칼 소거활성(%) =

$$(1 - \text{시료첨가구의 흡광도} / \text{시료 무 첨가구의 흡광도}) \times 100$$

2) ABTS 라디칼 소거활성 측정

ABTS 라디칼 소거활성은 7.0 mM ABTS와 2.45 mM potassium persulfate를 실험 24시간 전에 암소에서 반응시켜 ABTS 양이온을 형성시킨 후 735 nm에서 흡광도 값이 0.17±0.03이 되도록 에탄올로 희석하여 사용하였다. 수프 추출물 100 µL를 96-well plate에 넣고, 흡광도를 맞춘 ABTS 용액 100 µL를 첨가한 후 37°C에서 30분간 반응시켰다. Microplate reader를 사용하여 732 nm에서 흡광도를 측정하였다. 수프의 ABTS 라디칼 소거활성은 아래 식에 측정된 흡광도 값을 대입하여 산출하였다.

ABTS 라디칼 소거활성(%) =

$$(1 - \text{시료첨가구의 흡광도} / \text{시료 무 첨가구의 흡광도}) \times 100$$

10. 관능평가

콩가루 함량을 달리하여 제조한 수프의 관능평가는 영양조리과학을 전공하는 대학생 패널(20~25세) 20명을 대상으로 시료의 관능적인 특성에 대한 선호도와 강도를 평가하였다. 시료는 50 mL 용량 컵에 25 mL씩 담아 무작위로 조합된 세 자리 난수표로 구분하여 제시하였다. 시료의 제시 순서는 패널마다 랜덤하게 하였으며, 각 시료를 평가한 후에는 제공된 물로 입안을 헹구어 입에 남는 감각을 제거하고, 다음 시료를 평가하도록 하였다. 선호도 평가(preference test)는 시료의 색(color), 향(flavor), 맛(taste), 점도(thickness), 전반적인 선호도(overall acceptance)를 9점 척도로 평가하여 선호도가 높을수록 높은 점수를 기록하도록 하였다. 각 시료의 강도 평가(strength test)는 색(color), 부드러움(softness), 점도(viscosity), 느끼한 맛(oily taste) 및 고소한 맛(nutty taste)에 대해 9점 척도를 이용하였고, 시료의 특성이 강할수록 높은 점수를 기록하도록 하였다.

11. 통계분석

모든 결과는 3회 반복실험에 대한 평균(mean)±표준편차(standard deviation)로 나타내었다. 실험결과에 대한 통계처리는 SPSS software package(Version 17.0, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)를 이용하여 평균과 표준편차로 나타내었고, 각 처리군 간의 유의성에 대한 검증은 ANOVA를 이용하여 유의성을 확인한 후, $p < 0.05$ 수준에서 Duncan's multiple test를 이용하여 분석하였다.

결과 및 고찰

1. 일반성분 함량

수프 제조에 사용한 밀가루와 콩가루 및 콩가루 첨가량을 달리하여 제조한 수프의 일반성분 분석 결과는 Table 2와 같다. 밀가루와 콩가루에 함유되어 있는 수분 함량은 각각 11.97% 및 7.69%로 밀가루의 수분함량이 높게 나타났으며, 회분은 밀가루와 콩가루에서 각각 0.58% 및 5.25%로 콩가루의 회분 함량이 높은 것으로 나타났다. 밀가루의 조단백질 함량은 8.15%였으며, 콩가루는 밀가루보다 3.01배가 높은 24.76%의 조단백질을 함유하는 것으로 나타났다. 콩가루의 조지방 함량은 21.04%인 반면에, 밀가루는 1.44%의 조지방을 함유하는 것으로 나타났다.

콩가루 첨가량을 달리하여 제조한 수프의 수분 함량은 82.07~83.52%로 대조군과 콩가루를 30~50%까지 첨가하여 제조한 수프에서 유의적인 차이가 관찰되지 않았다. 회분 함량은 콩가루를 첨가하지 않은 대조군에서는 0.33%로 가장 낮았고, 콩가루 함량이 30~50%까지 증가함에 따라 0.43~0.73%까지 증가하는 것으로 나타났다. 조지방의 경우, 대조군에서는 6.35%의 조지방 함량을 나타냈으며, 콩가루 첨가량에 비례하여 조지방 함량도 8.98~10.03%로 1.41~1.58배까지 증가하였다. 이는 본 실험에 사용한 밀가루에는 1.44%의 조지방이 함유되어 있는데 비해, 콩가루에는 21.04%의 조지방이 함유되어 있기 때문으로 사료된다. 조단백질은 콩가루를 첨가하지 않고 제조한 대조군에서는 1.52%이었으나, 콩가루 함

량이 30~50%까지 증가함에 따라 3.53~4.47%로 점차 증가하였다. 콩가루는 밀가루에 비해 회분, 조단백질 및 조지방 함량이 월등히 높은 것으로 보고되고 있으며(Jung JY 등 2006; Lee JK & Lim JK 2013), 볶은 콩가루 및 발아콩가루를 첨가하여 제조한 식빵에서도 콩가루 함량이 증가할수록 회분, 조단백질 및 조지방 함량이 증가하여 본 연구결과와 유사한 결과를 나타냈다(Jung JY 등 2006).

2. pH, 산도 및 당도 측정

콩가루 첨가량을 달리하여 제조한 수프의 pH, 산도 및 당도를 측정한 결과는 Table 3과 같다. 콩가루를 첨가하지 않고 제조한 수프의 pH는 6.26으로 나타났으며, 콩가루 함량을 30~50%까지 달리하여 제조한 수프의 pH는 6.33~6.39로 콩가루 함량에 따른 pH의 차이는 통계적으로 유의적인 차이를 나타나지 않았다. 선행연구에서도 노루궁뎅이버섯 분말, 감자 및 양파를 첨가하여 제조한 수프에서도 각 처리군 간 pH의 변화는 없는 것으로 나타나, 본 연구결과와 유사한 경향을 보였다(Han GP 등 2005; Yang SW 등 2014).

수프의 총산도는 대조군과 실험군에서 모두 0.01%로 콩가루 첨가량에 따른 유의적인 차이는 관찰되지 않았다.

콩가루를 첨가하지 않고 제조한 수프의 당도는 1.05 °Brix로 나타났고, 콩가루 함량이 증가함에 따라 당도도 증가하는 경향을 나타냈다. 콩가루를 30% 첨가하여 제조한 수프의 당

Table 2. Proximate composition of wheat flour, soybean flour and cream soup prepared with different amount of soybean flour

Measurement (%)	Wheat flour	Soybean flour	Soybean flour (%)			
			0	30	40	50
Moisture	11.97±0.61	7.69±0.19	83.52±0.38	83.03±4.87	83.47±0.02	82.07±1.28
Ash	0.58±0.03	5.25±0.06	0.33±0.00 ^a	0.44±0.03 ^b	0.43±0.03 ^b	0.73±0.03 ^c
Crude protein	8.15±0.37	24.76±1.25	1.52±0.11 ^a	3.53±0.31 ^b	3.97±0.14 ^b	4.47±0.12 ^c
Crude lipid	1.44±0.17	21.04±1.41	6.35±0.01 ^a	8.98±0.16 ^b	9.48±0.05 ^c	10.03±0.23 ^d

Data were the mean±S.D.

^{a-d} Values with the same superscript within the same row are not significantly different at $P<0.05$.

Table 3. pH, total acidity and sugar content of cream soup prepared with different amount of soybean flour

Measurement	Soybean flour (%)			
	0	30	40	50
pH	6.26±0.01 ^a	6.33±0.01 ^a	6.39±0.02 ^a	6.35±0.01 ^a
Total acidity (%)	0.01±0.00 ^a	0.01±0.00 ^a	0.01±0.00 ^a	0.01±0.00 ^a
Sugar content (°Brix)	1.05±0.07 ^a	1.55±0.07 ^b	1.60±0.00 ^{bc}	1.75±0.07 ^c

Data were the mean±S.D. of triplicate experiment.

^{a-c} Values with the different superscript within the same row are significantly different at $P<0.05$.

도는 1.55 °Brix였고, 콩가루 함량이 40% 및 50% 첨가하여 제조한 수프의 당도는 각각 1.60 °Brix 및 1.75 °Brix를 나타냈다. 콩에는 sucrose, fructose, galactose와 같은 유리당이 함유되어 있어 있는 것으로 보고되고 있으며(Yu X 등 2016), 이에 따라 수프에 첨가하는 콩가루 함량이 증가함에 따라 당도도 같이 높아진 것으로 사료된다.

3. 점도 측정

콩가루 첨가량을 달리하여 제조한 수프의 점도 측정 결과는 Table 4와 같다. 콩가루를 첨가하지 않은 대조군의 점도가 67.40 centipoise(cP)로 가장 낮았고, 콩가루 첨가량이 30%인 수프에서는 89.60 cP로 가장 높은 점도를 나타냈으며, 콩가루 함량이 40% 및 50%인 수프에서는 77.37 및 66.23 cP로 감소하였다. 노루궁뎅이버섯 분말 함량에 따른 크림수프의 점도 측정결과, 대조군의 점도가 가장 낮은 값을 보였고, 버섯 분말 함량이 5%인 수프에서 가장 높은 점도를 나타냈으며, 노루궁뎅이버섯 함량이 3% 및 7%에서는 점도가 감소하는 경향을 보였다. 점도는 입자의 크기와 관련이 있으며, 일반적으로 입자 크기가 미세할수록 점도가 증가하는데, 이는 외부와 접촉되는 표면적의 넓이가 넓어져 점도가 증가하는 것으로 보고되고 있다(Kim JN & Shin WS 2009).

4. 색도 측정

콩가루 첨가 수프의 색도 측정 결과는 Table 5와 같다. 수프의 밝은 정도를 나타내는 L값은 콩가루를 첨가하지 않은 대조군이 50.91로 가장 낮게 나타났고, 콩가루 첨가량이 증가

함에 따라 증가하는 경향을 보였으며, 콩가루를 50% 첨가한 수프에서는 59.57로 가장 높게 나타났다($p<0.05$). 콩가루 첨가량이 증가할수록 명도가 증가하는 것은 밀가루에 비해 콩가루가 어두운 색을 나타내기 때문인 것으로 사료된다.

적색도를 나타내는 a값은 콩가루를 첨가하지 않은 수프에서는 -2.47로 가장 낮은 값을 나타냈고, 콩가루 첨가량이 30%에서 50%로 증가함에 따라 a값도 1.30에서 2.31로 증가하였다. 황색도를 나타내는 b값은 콩가루를 첨가하지 않고 제조한 대조군에서 8.58로 가장 낮았고, 콩가루 첨가량이 증가함에 따라 높은 수치를 나타냈다. 콩가루를 30~50% 첨가한 수프에서는 b값이 12.01~15.51로 증가함을 확인하였고, 이는 콩가루가 지닌 특유의 노란색 때문인 것으로 사료된다. 붉은 콩가루를 첨가하여 제조한 쌀 쿠키와 만두피에서도 콩가루의 첨가량이 증가함에 따라 적색도와 황색도가 증가함을 확인하였다(Pyun J 등 2001; Lee JK & Lim JK 2013).

5. 총 폴리페놀 및 총 플라보노이드 함량 분석

콩가루 첨가 수프의 총 폴리페놀 및 총 플라보노이드 함량 분석결과는 Table 6과 같다. 콩가루를 첨가하지 않고 제조한 수프의 총 폴리페놀 함량은 중량 1 g 당 gallic acid를 기준으로 61.28 mg이었으나, 콩가루 첨가량에 비례하여 수프에 함유된 총 폴리페놀 함량이 증가하였다. 즉, 콩가루를 30%, 40% 및 50% 첨가한 수프에서 총 폴리페놀 함량은 각각 113.94, 119.90 및 156.81 mg으로 이는 콩가루를 첨가하지 않은 수프에 비해 총 폴리페놀 함량이 1.86~2.56배까지 증가하였다.

Table 4. Viscosity(cP) of cream soup prepared with different amount of soybean flour

Measurement	Soybean flour (%)			
	0	30	40	50
Viscosity	67.40±2.26 ^a	89.60±1.41 ^c	77.37±0.85 ^b	66.23±1.84 ^a

Data were the mean±S.D. of triplicate experiment.

^{a-c} Values with the same superscript within the same row are not significantly different at $P<0.05$.

Table 5. Hunter's color values of cream soup prepared with different amount of soybean flour

Measurement	Soybean flour (%)			
	0	30	40	50
L*	50.91±1.34 ^a	51.34±0.78 ^a	56.09±1.96 ^b	59.57±1.43 ^c
a*	-2.47±0.20 ^a	1.30±0.08 ^b	2.12±0.07 ^c	2.31±0.03 ^c
b*	8.58±0.10 ^a	12.01±0.97 ^b	15.37±1.99 ^c	15.51±1.86 ^c

Data were the mean±S.D. of triplicate experiment.

^{a-c} Values with the different superscript within the same row are significantly different at $P<0.05$.

Table 6. Total polyphenol and flavonoid contents and antioxidant activities of cream soup prepared with different amount of soybean flour

Measurement	Soybean flour (%)			
	0	30	40	50
Total polyphenol (mg GAE ¹⁾ /g)	61.28±1.8 ^a	113.94±2.49 ^b	119.90±3.45 ^b	156.81±2.46 ^c
Total flavonoid (mg QE ²⁾ /g)	161.71±2.77 ^a	232.15±3.21 ^b	238.71±3.29 ^b	334.06±4.50 ^c
DPPH radical scavenging (%)	12.11±2.08 ^a	45.44±1.96 ^b	63.87±2.35 ^c	73.50±2.18 ^d
ABTS radical scavenging (%)	17.06±2.20 ^a	59.03±1.47 ^b	66.70±1.91 ^c	69.32±2.03 ^c

¹⁾ GAE = Gallic acid equivalent.

²⁾ QE = Quercetin equivalent.

Data were the mean±S.D. of triplicate experiment.

^{a-d} Values with the different superscript within the same row are significantly different at $P<0.05$.

콩가루를 첨가하지 않고 제조한 수프의 총 플라보노이드 함량은 중량 1 g 당 quercetin을 기준으로 161.71 mg이었고, 콩가루 첨가량에 비례하여 수프에 함유된 총 플라보노이드 함량도 증가함을 확인하였다. 즉, 콩가루를 30%, 40% 및 50% 첨가한 수프의 총 플라보노이드 함량은 각각 232.15 mg, 238.71 mg 및 334.06 mg으로 확인되었다. 이는 콩가루를 첨가하지 않은 수프에 비해 총 플라보노이드 함량이 1.44~2.07배까지 증가한 수치였다.

선행연구에 의하면 콩 1g에 함유되어 있는 총 폴리페놀은 gallic acid를 기준으로 6.04~26.60 mg이 함유되어 있으며, 총 플라보노이드는 catechin을 기준으로 0.89~8.63 mg 함유되어 있으며(Juan MY & Chou CC 2010), HPLC로 분석한 결과, gallic acid, *p*-hydroxybenzoic acid, caffeic acid, syringic acid, sinapic acid, ferulic acid, *p*-coumaric acid 등의 폴리페놀 화합물을 확인하였다(Alu'datt MH 등 2016).

6. 항산화 활성 측정

콩가루를 첨가하여 제조한 수프의 항산화 활성을 측정 한 결과는 Table 6에 나타내었다. DPPH 라디칼 소거활성은 콩가루를 첨가하지 않은 대조군에서 12.11%로 나타났고, 콩가루를 30%, 40% 및 50%까지 첨가한 수프에서는 DPPH 라디칼 소거활성이 각각 45.44%, 63.87% 및 73.50%로 콩가루 첨가량에 비례하여 증가하였다. 콩가루 첨가량이 증가함에 따라 ABTS 라디칼 소거활성도 높아지는 경향을 보였다. 콩가루를 첨가하지 않은 수프의 ABTS 라디칼 소거활성은 17.06%로 가장 낮은 값을 나타내었고, 콩가루를 30%와 40% 첨가하여 제조한 수프에서는 각각 59.03%와 66.70%의 ABTS 라디칼 억제활성을 나타냈다. 콩가루 함량이 50%인 수프에서는 69.32%의 ABTS 라디칼 소거활성을 나타냈으나, 콩가루 40% 첨가군과는 통계적인 유의차를 나타내지는 않았다.

식물체 중에 함유된 폴리페놀과 플라보노이드 함량과 항

산화 활성은 상관관계가 있는 것으로 보고되고 있으며(Zhao Y 등 2014), 선행연구에서도 신선초, 노루궁뎅이버섯, 단호박 등과 같이 항산화물질이 함유된 재료의 첨가량에 비례하여 제조한 수프나 죽의 항산화 효능이 높아짐을 확인하였다(Kim HY 등 2014; Yang SW 등 2014).

7. 관능평가

콩가루를 첨가하여 제조한 수프의 색, 향, 맛, 점도 및 전반적인 만족도에 대한 선호도 검사 결과는 Table 7과 같다. 색에 대한 선호도 측정 결과, 대조군과 콩가루를 30% 첨가한 수프의 선호도 값이 9점 만족도를 기준으로 6.25점으로 나타났다. 콩가루를 40% 및 50% 첨가하여 제조한 수프의 색에 대한 선호도는 각각 5.90 및 5.10으로 감소하였다. 향의 경우는 대조군(4.20점)에 비해 콩가루를 첨가하여 제조한 수프에서 5.20~6.75점으로 높았으며, 특히 콩가루를 40% 첨가한 실험군에서 6.75점으로 가장 높은 선호도를 나타냈다. 맛의 경우도 대조군(4.25점)에 비해 콩가루를 첨가하여 제조한 수프에서 4.55~7.20점으로 높았으며, 특히 콩가루를 40% 첨가한 실험군에서 7.20점으로 가장 높은 선호도 점수를 나타냈다. 점도의 경우는 대조군(3.00점)에 비해 콩가루를 첨가하여 제조한 수프에서 3.85~6.80점으로 높았으며, 특히 콩가루를 40% 첨가한 실험군에서 6.80점으로 가장 높은 점수를 나타냈다. 전반적인 선호도는 콩가루를 40% 첨가하여 제조한 수프에서 7.20점으로 가장 높은 점수를 보였다.

콩가루를 첨가하여 제조한 수프의 색, 부드러움, 점도, 느끼한 맛, 고소한 맛에 대한 강도를 측정 한 결과는 Table 7과 같다. 대조군과 콩가루 함량이 다른 3개 실험군에 대한 색의 강도를 측정 한 결과, 콩가루를 첨가하지 않고 제조한 대조군 수프의 색에 대한 강도는 2.25점이었고, 콩가루를 30~50% 첨가함에 따라 색의 강도는 5.00~8.15점까지 콩가루 함량에 비례하여 증가하였고, 이는 대조군과 대비하여 2.22~3.62배

Table 7. Sensory test of cream soup prepared with different amount of soybean flour

Measurement	Soybean flour (%)				
	0	30	40	50	
Preference test	Color	6.25±2.83 ^b	6.25±1.86 ^b	5.90±2.10 ^{ab}	5.10±2.55 ^a
	Flavor	4.20±1.85 ^a	5.20±1.11 ^b	6.75±1.83 ^c	6.00±1.81 ^{bc}
	Taste	4.25±3.09 ^a	4.55±2.52 ^a	7.20±1.94 ^c	6.90±2.13 ^{ab}
	Thickness	3.00±1.84 ^a	3.85±1.66 ^{ab}	6.80±1.64 ^b	6.40±1.79 ^b
	Overall acceptance	4.20±2.75 ^a	4.90±1.97 ^a	7.20±1.79 ^c	6.55±1.79 ^b
Intensity test	Color	2.25±1.59 ^a	5.00±1.95 ^b	6.65±1.50 ^c	8.15±1.27 ^d
	Softness	4.90±2.71 ^a	5.00±2.22 ^a	7.10±2.00 ^c	6.35±1.66 ^b
	Viscosity	7.55±1.93 ^b	6.90±1.74 ^b	4.05±1.43 ^a	4.95±1.28 ^a
	Oily taste	6.20±2.69 ^b	5.70±2.43 ^{ab}	4.65±1.84 ^a	4.85±1.76 ^a
	Nutty taste	3.80±2.21 ^a	5.35±1.81 ^b	6.75±1.74 ^c	7.75±1.41 ^d

Data were the mean±S.D. of triplicate experiment.

^{a~d} Values with the different superscript within the same row are significantly different at $P<0.05$.

증가한 수치였다. 부드러움에 대한 강도는 대조군과 콩가루를 30% 첨가하여 제조한 수프의 경우 각각 4.90점과 5.00점으로 유의성 있는 차이를 나타내지는 않았고, 콩가루 함량이 40%인 수프의 부드러움에 대한 강도가 7.10점으로 가장 높았다. 점도에 대한 강도는 대조군에서 7.55점이었고, 콩가루 함량이 증가하면서 6.90~4.05점까지 감소하는 경향을 나타냈다. 느끼한 맛의 경우, 대조군에서는 6.20점으로 가장 높았고, 콩가루를 30% 및 40% 첨가한 수프에서는 각각 5.70 및 4.65점으로 감소하였다. 콩가루를 50% 첨가한 수프에서는 4.85점으로 콩가루 함량이 40% 실험군에 비해 수치상으로는 다소 증가하였으나, 두 그룹 간의 통계적인 유의성은 없는 것으로 나타났다. 고소한 맛에 대한 강도는 대조군에서는 3.80점으로 가장 낮았으나, 콩가루 첨가량이 증가함에 따라 5.35~7.75점으로 증가하였고, 이는 대조군과 대비하여 1.41~2.04배 증가한 수치였다. 이상의 관능적인 선호도 평가 결과를 종합해 볼 때, 수프에 콩가루를 첨가할 때는 밀가루 중량의 40% 수준에서 첨가하는 것이 향, 맛, 점도 및 전반적인 만족도를 높이고, 부드러움과 고소한 맛에 대한 강도를 높이며, 느끼한 맛은 줄일 수 있을 것으로 사료된다.

요 약

본 연구에서는 콩가루의 함량을 달리하여 수프를 제조하고, 이화학적 품질 특성, 기능성 성분의 함량, 황산화 활성 및 관능적 특성을 측정하여 콩가루 첨가 수프의 최적 배합비를 선정하고, 제품화 가능성을 탐색하였다. 수프의 수분함량

은 82.07~83.52%로 대조군과 콩가루를 30~50%까지 첨가하여 제조한 수프에서 유의적인 차이가 관찰되지 않았다. 회분, 조지방 및 조단백질 함량은 콩가루를 첨가하지 않은 대조군에 비해 콩가루 첨가량에 비례하여 증가하였다. 수프의 pH와 총산도는 대조군과 실험군에서 유의적인 차이는 관찰되지 않았고, 당도는 콩가루 함량이 증가함에 따라 증가하였다. 콩가루 첨가 수프의 색도는 콩가루 첨가량이 증가할수록 L값은 높아지고, a와 b값은 증가하였다. 총 폴리페놀과 총 플라보노이드 함량은 대조군에 비해 콩가루 첨가량이 증가할수록 높게 나타났다. 또한 DPPH와 ABTS 라디칼 소거활성으로 측정된 황산화 활성도 콩가루 함량이 증가할수록 높게 나타났다. 관능적인 특성은 콩가루 첨가량이 40%일 때, 향, 맛, 점도 및 전반적인 만족도를 높이고, 부드러움과 고소한 맛에 대한 강도를 높이며, 느끼한 맛은 줄일 수 있을 것으로 사료된다. 이상의 결과로 볼 때, 콩가루를 첨가한 수프의 제품화 가능성은 긍정적이라 사료되며 수프에 콩가루를 첨가할 경우에는 밀가루 대비 40%의 콩가루를 첨가하는 것이 품질, 황산화활성 및 관능적인 측면에서 적합할 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 한국연구재단 중견연구지원사업(과제번호 20-16R1A2B4014977)의 지원에 의해 이루어진 것이며, 그 지원에 감사드립니다.

REFERENCES

- Alu'datt MH, Rababah T, Alhamad MN, Gammoh S, Ereifej K, Kubow S, Alli I (2016) Characterization and antioxidant activities of phenolic interactions identified in byproducts of soybean and flaxseed protein isolation. *Food Hydrocol* 61(1): 119-127.
- AOAC (1995) Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists. Washington DC, USA. 15th edition. pp 69-90.
- Chu YH, Chung KW (1999) A brief review of the value of cultivation and utilization in soybean. *Korean Soybean Dig* 16(2): 71-74.
- Han SM, Han JA (2011) Preparation and characterization of wet noodle containing germinated small black bean flour. *Korean J Food Sci Technol* 43(5): 597-602.
- Han GP, Han JS, Kozulkue N, Kim DS, Park ML, Lee KR (2005) Quality characteristics of potato added functional cream soup. *Korean J Food Cookery Sci* 21(1): 12-17.
- Jing Z, Wei-Jie Y (2016) Effects of soy protein containing isoflavones in patients with chronic kidney disease: A systematic review and meta-analysis. *Clin Nutr* 35(1): 117-124.
- Juan MY, Chou CC (2010) Enhancement of antioxidant activity, total phenolic and flavonoid content of black soybeans by solid state fermentation with *Bacillus subtilis* BCRC 14715. *Food Microbiol* 27(5): 586-591.
- Jung JY, Kim WJ, Chung HJ (2006) Quality characteristics of bread added with germinated soybean powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 35(9): 1260-1266.
- Kim DS (2012) The quality characteristics of powder pumpkin soup by different varieties of pumpkins and addition ratios. *Korean J Culinary Res* 18(1): 65-76.
- Kim HY, Choi SJ, Ra HN, Lee JE (2014) Antioxidant activities and quality characteristics of gruel as home meal replacement with *Angelica keiskei* powder pre-treated by various drying methods. *Korean J Food Culture* 29(1): 91-100.
- Kim JN, Shin WS (2009) Physical and sensory properties of chiffon cake made with rice flour. *Korean J Food Sci Technol* 41(1): 69-76.
- Lee DT, Chun HK, Chang CM, Park HJ (1992) Effects of soybean flour addition of the quality and storability of *jeungpyun*. *Korean Soybean Dig* 9(1): 41-52.
- Lee JK, Lim JK (2013) Effects of roasted soybean flour on textural properties of rice cookies. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 42(9): 1426-1432.
- Moon HS (2013) Quality characteristics of cream soup with freeze-dried perilla leaf. *J East Asian Soc Dietary Life* 23(5): 629-636.
- Mourouti N, Panagiotakos DB (2013) Soy food consumption and breast cancer. *Maturitas* 76(2): 118-122.
- Oh YH (2006) A survey on the recognition and preference of commercial cream soup focused on Yungnam area. *Korean J Food Culture* 21(5): 456-462.
- Park KT (2010) Quality characteristics of cream soup added with pomegranate cortex powder. *Korean J Culinary Res* 16(4): 230-237.
- Park SH, Lee JH (2007) The quality characteristics of cream soup prepared with mulberry leaf powder. *Korean J Food Cookery Sci* 23(5): 601-608.
- Pyun J, Nam H, Woo I (2001) A study on the characteristics of *Mandu-pi* differing in roasted soy flour content. *Korean J Food Nutr* 14(4): 287-292.
- Shin MK, Han SH (2002) Effects of black soybean extracts on serum lipid concentrations in fed fat diet rats. *Korean Soybean Digest* 19(1): 48-54.
- Stephenson TJ, Setchell KD, Kendall CW, Jenkins DJ, Anderson JW, Fanti P (2005) Effect of soy protein-rich diet on renal function in young adults with insulin-dependent diabetes mellitus. *Clin Nephrol* 64(1): 1-11.
- Tae MH, Kim KH, Yook HS (2016) Physicochemical and sensory properties of soup added with *Stachys sieboldii* Miq. root powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 45(4): 557-561.
- Tham DM, Gardner CD, Haskell WL (1998) Potential health benefits of dietary phytoestrogens: A review of the clinical, epidemiological, and mechanistic evidence. *J Clin Endocrinol Metab* 83(7): 2223-2235.
- Yang SW, Kim BR, Lee JW, Lee C, Moon BK (2014) Quality characteristics of cream soup with *Hericium erinaceus* powder. *J East Asian Soc Dietary Life* 24(5): 631-640.
- Yu X, Yuan F, Fu X, Zhu D (2016) Profiling and relationship of water-soluble sugar and protein compositions in soybean seeds. *Food Chem* 196(4): 776-782.
- Zhao Y, Du SK, Wang H, Cai M (2014) *In vitro* antioxidant activity of extracts from common legumes. *Food Chem* 152(6): 462-466.