

아가베 이눌린 분말 첨가 검은콩 두유의 총 플라보노이드 함량 및 품질 특성

정상현¹ · 송중화² · 전광진³ · 신경옥^{4*}

¹삼육식품 본부장, ²삼육식품 부장,
³삼육식품 CEO, ⁴삼육대학교 식품영양학과 교수

Total Flavonoid Content and Quality Characteristics of Black Bean Milk with Agave Inulin Powder

Sang Hyun Cheong¹, Chung-Hwa Song², Kwang-Jin Chon³ and Kyung-Ok Shin^{4*}

¹Headquarters Manager, Sahmyook Food, Chunan 31033, Republic of Korea

²Manager, Sahmyook Food, Chunan 31033, Republic of Korea

³CEO, Sahmyook Food, Chunan 31033, Republic of Korea

⁴Professor, Dept. of Food and Nutrition, Sahmyook University, Seoul 01795, Republic of Korea

ABSTRACT

This study analyzed the nutritional quality characteristics of black bean milk according to the amount of agave inulin powder added. The moisture content in the control group was $84.17 \pm 0.02\%$, which was significantly higher than in the other groups, and the moisture content decreased significantly as the amount of agave inulin powder added to black bean milk increased ($p < 0.05$). In addition, the ash, crude protein, and crude fat contents were significantly higher in the 4% agave inulin powder group than in the control group ($p < 0.05$). The dietary fiber content in the control group was $2.79 \pm 0.01\%$, but the content increased as the amount of agave inulin powder added to black bean milk increased, and was $5.25 \pm 0.01\%$ in the 4% agave inulin powder group ($p < 0.05$). In the 4% agave inulin powder group, the iron content was 170.81 ± 9.08 ppm, which was significantly higher than the control group ($p < 0.05$). The total flavonoid content increased as the amount of agave inulin powder added to black bean milk increased ($p < 0.05$). The L value increased as the amount of inulin powder added increased, but the a value decreased. The group containing 4% agave inulin powder added to black bean milk showed a high overall preference score. Therefore, to increase the utilization of agave inulin powder as a functional food, adding 4% agave inulin powder when manufacturing black bean milk will increase the preference for black bean milk.

Key words: agave inulin, black bean milk, dietary fiber, total flavonoid, quality characteristics

서 론

과잉의 영양 공급으로 인해 비만 인구가 증가하였으며, 이로 인해 당뇨병, 고지혈증, 고혈압 및 심혈관계질환 등의 합병증 유발 인구가 크게 상승하였다(Choi RY 등 2017). 따라서 식생활에서 다양한 식이요법의 요구가 강화되었으며, 음식의 과잉 섭취량을 줄이기 위해 장내 포만감을 주는 식이섬유에 대한 관심이 증가하였다(Wolk A 등 1999).

이 중 이눌린은 난소화성 식이섬유이며, 칼로리가 낮고, 과당의 중합체로써 단맛을 내는 감미료로 쓰인다(Lee EY 등 2004; Shin SH 등 2012). 이눌린은 전분을 분해하는 프티알린(ptyalin)이나 아밀라아제(amylase)와 같은 인체 내의 효소로는 분해되지 않고 소화관을 통과하므로 포만감을 주고 혈

당을 급격히 올리는 것을 지연시키는 작용이 있다(Evert AB 등 2013; Kim SH 2014). 돼지감자, 엉겅퀴, 치커리, 달리아(dahlia) 등에서 이눌린 추출물을 얻고 있고, 이들 추출물은 가격이 저렴하여 많이 사용되고 있다(Shin SH 등 2012). 이눌린은 혈청 콜레스테롤 조절, 식후 혈당 상승 억제, 배변 활동, 체중 감소 등의 효과가 알려져 있다(Wise EC & Heyl FW 1931; Brighenti F 등 1999; Lee EH 등 2007). 그러나 이눌린은 장이 민감한 경우 과잉 섭취 시 가스가 생기고 복통을 유발할 수 있으므로 처음에는 적당량 섭취해야 한다(Kim JS 2014).

검은콩(*Vigna cylindrica* Skeels)은 콩과(Leguminosae)에 속한다. 검은콩은 크기가 작고, 껍질이 까맣고 윤이 나며, 한 방에서는 '쥐눈이콩'이라고도 불린다(Kwon TW 2000; Choi JH 등 2017). 검은콩은 콩 중에서도 건강상의 이점을 가장 많이 제공하기 때문에 '콩의 왕'으로 알려져 있다. 백태(노란

* Corresponding author : Kyung-Ok Shin, Tel: +82-2-3399-1657, Fax: +82-2-3399-1655, E-mail: skorose@syu.ac.kr

콩)에 비해 콩피에 cyanidin-3-glucoside 9.2%, epicatechin 6.2%, procyanidin 39.8%로 함유하고 있으며(Slavin M 등 2013), 다양한 종류의 플라보노이드 색소인 안토시아닌을 다량 함유하고 있어서 항산화 활성이 높다고 보고되었다(Lee LS 등 2014; Eom SH 등 2016). 콩 속의 생리활성 물질은 펙타이드, 이소플라본, 콩단백질, 사포닌 등은 유방암, 전립선암 및 대장암 등을 예방하는 것으로 알려져 있으며, 변비 완화, 항알레르기, 항비만, 인간 면역결핍 바이러스(human immunodeficiency virus; HIV) 중식 억제, 담석증 예방, 치매 예방 항콜레스테롤혈증, 이상지질혈증 예방, 동맥경화 억제 및 항심혈관질환 예방에 효과적이라고 보고되었다(Jin HN 2013; Sung HJ 2023). 또한 Choi JH 등(2017)의 연구에 의하면, 검은콩에는 모발 성장에 필수성분인 아르기닌과 시스테인 등의 아미노산이 풍부하며, 피토크에스트로겐인 이소플라본, 불포화지방산과 비타민 E, 안토시아닌 등이 다량 함유되어 있어 모발의 성장 및 윤기, 탄력을 증진시킨다고 보고하였다. 콩은 자체로 조리해서 섭취하기도 하고, 고추장, 된장, 두부 및 두유 등과 같은 형태의 가공식품으로 개발되어 이용되고 있다(Eom SH 등 2016). 대두가공품 중 두유는 콜레스테롤함량이 낮으며, 만성질환 예방에 효과가 높은 이소플라본, 식이섬유, 올리고당, 단백질 분해효소 억제제, 피틴산, 사포닌, 대두 단백질과 그 가수분해물 및 페놀 화합물과 식물성 스테롤 등 기능성 성분이 함유되어 있어 식물성 건강음료로 인식되었다(Shon HS 등 2000; Kim CH 등 2002; Jang SY 등 2008a). 또한 두유는 가공기술이 향상됨으로써 산업적으로도 대량 생산되어 공급되고 있다(Han KY & Choi JY 2017). 두유에 관한 연구로는 발아콩을 이용한 콩우유에 대한 연구(Lee HY 등 2005), 효소 처리를 한 저분자 두유(Jang SY 등 2008b), 균의 혼합배양에 의한 두유 요구르트 제조(Yang M 등 2013), 두유에 스테비아 잎 분말(Choi SN 등 2014), 동결건조 두유 제조(Kim YS 2014), 메밀 싹(Jeong DH & Kim CJ 2015), 양파(Kwon YK & Kim CJ 2015), 연근 분말(Yu HH 2016) 등을 첨가하여 두유의 품질 특성을 향상시킨 연구들이 있다. 최근 시판되고 있는 두유는 검은콩 첨가 두유, 칼슘 강화 두유, 검은깨나 견과류(브라질너트, 아몬드 등), 렌틸콩 두유, 귀노아 두유 및 귀리 등을 첨가한 두유 등이 있다.

최근 선행연구(Sa JH 등 2003; Kim JH & Lee YT 2007)에서는 우리나라에서 생산한 쥐눈이콩의 항산화 및 항균 효과가 매우 뛰어나다고 쥐눈이콩의 생리적 기능성에 대해 보고하였다. 따라서 본 연구에서는 검은콩 추출물을 활용하여 검은콩 두유를 제조하였으며, 여기에 아가베 이눌린 분말을 첨가하여 이눌린 첨가 시 검은콩 두유에 미치는 영양학적인 품질 특성을 분석하였다.

재료 및 방법

1. 두유 제조

두유의 제조는 예비 실험을 바탕으로 콩(Canada) 200 g을 수세하고, 실온에서 24시간 동안 10배의 물에 담가둔 후, 껍질 제거, 수세 과정을 거쳐서 5배의 물을 가하여 콩을 초고속블렌더(HC-BL2000, Happycall Co., Kimhae, Korea)를 사용하여 98℃에서 8분 동안 갈아서 전두유를 제조하여 대조군으로 하였다. 검은콩 두유 구성 재료는 원액 두유(Sahmyook Foods, Cheonan, Korea), 아가베 이눌린 분말(Industrializadora Integral del Agave S.A. DE C.V., Mexico), corn oil(Lipidos Santiga, S.A, Scottsdale AZ, State of Arizona, USA), 말토올리고당(SAJO CPK, Icheon, Korea), 검은콩 추출물(MSC, Yangsan, Korea), 유기농 검은깨 페이스 트(DIPASA, Brownsville, State of Texas, USA), 설탕(TS Corporation, Incheon, Korea), 정제수를 첨가하여 제조하였으며(Table 1), 영양정보는 Table 2와 같다. 이눌린 분말 첨가군은 이미 시판되고 있는 두유의 이눌린 함량을 참고하여 콩 무게 대비 1%, 2%, 3%, 4%를 첨가하여 삼육식품(Sahmyook Foods, Cheonan, Korea)에서 제조 및 개발하였다.

2. 일반분석

수분함량은 AOAC법(AOAC 2000)을 이용하여 105℃ 건조법으로 드라이오븐(FS-620, Toyo Seisakusho Co., Ltd, Osaka, Japan)를 사용하여 함량을 측정하였으며, 조지방은 건식회화법으로 회화로(KL160, Toyo Seisakusho Co., Ltd, Osaka, Japan)를 사용하여 실험하였다. 조단백질 함량은 Kjeldahl법(Kjeltec™ 2300, FOSS, Hoganas, Sweden), 조지방 함량은 Soxhlet(SOX606, LabTech, Seoul, Korea) 추출법을 사용하여 분석하였다(Yoon JA & Shin KO 2023). pH는 두유를 50 mL 증류수에 섞은 후, 8 µm filter paper(1002 150, Whatman Co., Kent, England)로 여과하여 pH meter(pH7110, InoLab, Mexico City, Mexico)를 사용하여 측정하였다. 모든 측정은 3회 반복 측정하였다. 당도는 당도계(PAL, Atago Co., Ltd, Tokyo, Japan)를 이용하여 위의 pH 측정 방법으로 시료를 여과시킨 후, 거른 액체를 3회 반복 측정하였다.

3. 식이섬유 분석

식이섬유 함량은 AOAC법(AOAC 2000)에 의하여 분석하였다. 1 g의 검은콩 두유 시료에 MES/TRIS 완충용액(0.05 M MES, 0.05 M TRIS, 24℃에서 pH 8.2) 40 mL를 가하고 교반한 다음, 내열성 α-amylase 50 µL를 가하였다. 95℃ water bath에서 40분간 교반한 다음, 60℃ 온도에서 100 µL protease를 넣고 30분간 반응시켰다. 반응 시킨 시료에 0.561

Table 1. Formula of black bean milk with agave inulin powder

Ingredients (g)	Agave inulin powder (%)				
	0	1	2	3	4
Soy milk	85	85	85	85	85
Agave inulin powder	0	1	2	3	4
Corn oil	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6
Malto oligosaccharide	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3
Black bean extract	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85
Organic black sesame paste	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
Sugar	3.25	3.25	3.25	3.25	3.25
Water	7.6	6.6	5.6	4.6	3.6
Total			100		

Table 2. Nutrition facts of black bean milk

Per pack (190 mL/140 kcal)	Ratio of nutrient to daily recommended intake amount (%)	Per pack (190 mL/140 kcal)	Ratio of nutrient to daily recommended intake amount (%)
Na 180 mg	9	Saturated fat 2.2 g	15
Carbohydrates 16 g	5	Cholesterol 0 mg	0
Sugar 10 g	10	Protein 6 g	11
Fat 6 g	11	Vitamin D 1.95 ug	20
Trans fat 0 g	0	Ca 19.5 mg	3

N HCl 용액 5 mL를 가하여 pH를 4.0~4.7로 조정하고, 300 μ L amyloglucosidase를 넣고 30분간 교반하였다. 미리 규조토를 넣어 향량을 구해놓은 유리여과기에 효소분해 한 시료를 여과한 후 잔사는 70°C의 물 10 mL로 2회 씻은 후 세척액은 여액에 합치고, 잔사는 다시 90% 에탄올과 아세톤의 순으로 각각 15 mL씩 2회 세척한 후 무게를 측정하였다. 이 잔사량에서 잔사의 회분량과 단백질량을 감하여 불용성 식이섬유 함량을 구하였다. 앞서 얻은 여액에는 90% 에탄올 200 mL를 가하고 60°C에서 1시간 동안 방치하여 침전물을 형성시키고, 규조토를 넣어 향량을 구한 후, 유리여과기로 여과한 다음, 잔사는 90% 에탄올과 아세톤의 순으로 각각 15 mL로 2회 세척한 후 무게를 측정하였다. 이 잔사량에서 잔사의 회분량과 단백질량을 감하여 수용성 식이섬유 함량을 구하였다. 위와 같이 측정된 불용성 식이섬유 함량과 수용성 식이섬유 함량을 합하여 총 식이섬유 함량을 구하였다(Lim CW 등 2012).

4. 무기질 함량 분석

Kim HR 등(2007)이 제시한 방법에 따라 칼슘, 마그네슘,

망간, 아연, 철 칼륨, 인, 구리 및 나트륨 등의 무기질 함량을 분석하였다. 시료의 전처리는 건식 분해법에 따라 분해 및 여과하였으며, 증류수로 50 mL까지 정용한 후, 시험용액으로 사용하였다. 시료를 첨가하지 않은 공시험도 같은 방법으로 실시하였으며, 전처리된 실험 용액은 원자흡광광도계 (Analyst 700, Perkin Elmer, Norwalk, CT, USA)에 주입하여 분석하였다.

5. 총 플라보노이드 함량 분석

총 플라보노이드 함량은 Moreno MIN 등(2000)의 방법을 이용하여 측정하였다. 96 Well plat에 20 μ L 시료, 80 μ L 증류수, 5% sodium nitrite 용액 6 μ L를 혼합하여 상온에서 5분 동안 반응시켰다. 여기에 10% aluminium chloride 용액 6 μ L를 첨가하고, 실온에서 6분 동안 반응시켰다. 여기에 1 M sodium hydroxide 40 μ L와 증류수 48 μ L를 첨가하여 혼합한 후, 파장 510 nm에서 multifunction microplate reader(MMR SPARK[®], Tecan, Switzerland)를 사용하여 흡광도를 측정하였다. 총 플라보노이드 함량을 측정하기 위한 표준물질로는 quercetin(Sigma-Aldrich[®] Products, St. Louis, State of

Missouri, USA)를 사용하였으며, 총 플라보노이드 함량은 mg QE/g로 나타내었다.

6. 두유의 색도 및 외관 측정

검은콩 두유의 색도는 색차계(CR-400, Konica Minolta, Tokyo, Japan)를 이용하여 측정하였고, 명도인 L*값(lightness), 적색도인 a*값(redness), 황색도인 b*값(yellowness)을 나타내었다. Calibration plate를 사용하여 백색의 표준색으로 하였고 표준값은 L*값 87.2, a*값 0.3158, b*값 0.3232이며, 모든 측정은 3회 반복 측정하였다. 검은콩 두유의 색은 카메라(Z flip4, Samsung, Seoul, Korea)를 이용하여 처리군별 일렬로 배치하고 촬영하였다.

7. 기호도 검사

기호도 검사는 삼육대학교 식품생명과학과 대학생 14명을 대상으로 실시하였다. 검은콩 두유를 흰색 컵에 담아 제공하였고, 한 시료의 검사가 끝나면 반드시 물로 입안을 헹구도록 하였다(Yoon JA 2022). 평가 항목은 색(color), 향(flavor), 맛(taste), 외관(appearance), 질감(texture) 및 전체적인 기호도(overall acceptability)이며, 각 특성은 5점 척도법(5-point hedonic scale)으로 평가하여 1점은 '매우 싫다', 5점은 '매우 좋다'로 평가하였다.

8. 통계 분석

모든 분석 실험은 3 반복을 하였으며, 실험된 모든 자료는 IBM SPSS package version 23.0(IBM SPSS Statistics, Chicago, IL, USA) 프로그램을 이용하여 각각 평균과 표준오차를 산출하였다. 통계적 유의성을 검증하기 위해 one-way ANOVA test를 실시하였으며, 수치를 검증하기 위하여 Duncan의 다중범위 검정법을 실시하였다($p < 0.05$).

결과 및 고찰

1. 일반분석

아가베 이눌린 분말 첨가량에 따른 검은콩 두유의 일반분석은 Table 3에 제시하였다. 수분함량은 대조군, 검은콩 두유에 아가베 이눌린 분말 1%, 2%, 3%, 4% 첨가군에서 각각 84.17 ± 0.02 , 83.53 ± 0.07 , 82.63 ± 0.06 , 82.11 ± 0.03 , $80.40 \pm 0.09\%$ 로써 검은콩 두유에 아가베 이눌린 분말 첨가량이 증가할수록 유의하게 감소하였다($p < 0.05$). 조회분 함량은 검은콩 두유에 아가베 이눌린 분말 1%와 4% 첨가군에서 각각 0.57 ± 0.02 와 $0.57 \pm 0.04\%$ 로 수치가 가장 높았으며, 조단백질 함량은 검은콩 두유에 아가베 이눌린 분말 3%와 4% 첨가군에서 각각 4.36 ± 1.25 와 $4.13 \pm 0.52\%$ 로 가장 높은 수치를 나타내었다($p < 0.05$). 조지방 함량은 검은콩 두유에 아가베 이눌린 분말 4% 첨가군에서 $3.70 \pm 0.10\%$ 였으며, pH는 6.47~6.51이었다. 당도는 대조군, 검은콩 두유에 아가베 이눌린 분말 1%, 2%, 3%, 4% 첨가군에서 각각 0.76 ± 0.05 , 0.86 ± 0.05 , 0.96 ± 0.05 , 1.00 ± 0.00 , 1.16 ± 0.05 로써 검은콩 두유에 아가베 이눌린 분말 첨가량이 증가할수록 유의하게 증가하였다($p < 0.05$). 두유에 연근 분말의 함량이 증가할수록 연근 분말을 첨가한 두유의 수분함량은 82.97%에서 76.00%로 감소, 조지방 함량은 1.71%에서 1.34%로 감소하였으며, 조단백질 함량은 4.84%에서 6.54%, 조회분 함량은 0.43에서 0.62로 유의하게 증가하였다고 보고하였다(Yu HH 2016). 이는 메밀썩 분말(Jeong DH & Kim CJ 2015), 양파 분말(Kwon YK & Kim CJ 2015) 첨가 연구와 더불어 본 연구 결과와 유사한 경향을 보였다. 연근 분말을 첨가한 두유(Yu HH 2016)와 쌀알 첨가 두유(Kim DK 등 2014)에서는 pH는 각각 6.37~6.55와 6.7~7.5로써 본 연구의 검은콩 두유의 pH(6.47~6.51)와 유사한 결과를 보였다.

Table 3. General component analysis of black bean milk with agave inulin powder

Property	Agave inulin powder content (%)				
	0	1	2	3	4
Moisture	$84.17 \pm 0.02^{1)a2)}$	83.53 ± 0.07^b	82.63 ± 0.06^c	82.11 ± 0.03^c	80.40 ± 0.09^d
Ash	0.56 ± 0.02^a	0.57 ± 0.02^a	0.53 ± 0.05^b	0.53 ± 0.05^b	0.57 ± 0.04^a
Crude protein	3.78 ± 0.10^b	3.73 ± 0.08^b	3.71 ± 0.06^b	4.36 ± 1.25^a	4.13 ± 0.52^a
Crude fat	3.46 ± 0.55^c	3.46 ± 0.46^c	3.52 ± 0.26^b	3.48 ± 0.37^c	3.70 ± 0.10^a
pH	6.49 ± 0.01^b	6.50 ± 0.01^a	6.51 ± 0.01^a	6.51 ± 0.01^a	6.47 ± 0.01^b
Sugar content	0.76 ± 0.05^c	0.86 ± 0.05^d	0.96 ± 0.05^c	1.00 ± 0.00^b	1.16 ± 0.05^a

¹⁾ Mean±S.D.

²⁾ Values with a same letter in a row are not significantly different by Duncan's multiple range test at $p < 0.05$.

2. 식이섬유 함량

아가베 이눌린 분말 첨가량에 따른 검은콩 두유의 식이섬유 함량은 Fig. 1에 제시하였다. 식이섬유 함량은 대조군, 검은콩 두유에 아가베 이눌린 분말 1%, 2%, 3%, 4% 첨가군에서 각각 2.79%, 3.02%, 3.98%, 5.18%, 5.25%로써 검은콩 두유에 아가베 이눌린 분말 첨가량이 증가할수록 유의하게 증가하였다($p<0.05$). 식이섬유는 난소화성 다당류로서 채소, 감자, 곡류, 과일 및 해조류 등에 많이 함유되어 있다. 선행연구(Ryoo SH 등 2004)에서는 대원콩 20.52%가 함유되어 있으며, Hwang SH 등(1995)의 연구에서는 콩의 식이섬유 함량이 21.05%라고 보고하였다. 양파 분말을 첨가한 두유의 경우 양파껍질이 두유에 영향을 주었으며(Kwon Y 2013), 이와 같이 본 연구에서도 아가베 이눌린 분말 1% 이상 첨가도 검은콩 두유의 식이섬유 함량을 증가시키는 데 도움을 준 것으로 판단된다.

3. 무기질 함량

아가베 이눌린 분말 첨가량에 따른 검은콩 두유의 무기질 함량은 Table 4에 제시하였다. 칼슘, 마그네슘 및 망간 함량은 다른 군에 비해 대조군에서 $3,093.89\pm 434.76$, $2,753.01\pm 274.66$ 및 27.40 ± 0.70 ppm으로 가장 높았으며($p<0.05$), 아연은 모든 검은콩 두유 시료에서 관찰되지 않았다. 철의 함량은 대조군(167.64 ± 16.70 ppm)에 비해 검은콩 두유에 아가베

이눌린 분말을 첨가할수록 낮아지는 경향을 보였으며($p<0.05$), 이는 식이섬유 속의 피틴산 또는 수산 등이 철의 흡수를 방해한 것으로 사료된다. 칼륨, 인 및 구리의 함량은 각각 대조군에서 $18,320.20\pm 2,169.68$, $5,728.71\pm 258.69$ 및 17.93 ± 0.74 ppm으로 가장 높은 수치를 보였다($p<0.05$). 나트륨 함량은 대조군, 검은콩 두유에 아가베 이눌린 분말 1%, 2%, 3%, 4% 첨가군에서 각각 $8,808.87\pm 881.16$, $8,018.52\pm 150.18$, $7,621.26\pm 409.44$, $7,853.61\pm 350.61$, $7,992.07\pm 182.90$ ppm으로써 대조군에 비해 검은콩 두유에 아가베 이눌린 분말 첨가군에서 낮아졌다($p<0.05$).

4. 총 플라보노이드 함량

아가베 이눌린 분말 첨가량에 따른 검은콩 두유의 총 플라보노이드 함량은 Fig. 2에 제시하였다. 본 연구에서 총 플라보노이드 함량은 대조군, 검은콩 두유에 아가베 이눌린 분말 1%, 2%, 3%, 4% 첨가군에서 각각 1.64 ± 0.01 , 1.84 ± 0.29 , 1.95 ± 0.18 , 1.97 ± 0.19 , 1.97 ± 0.38 mg QE/g로써 검은콩 두유에 이눌린 분말 첨가량이 증가할수록 유의하게 증가하였다($p<0.05$). 양파 분말 첨가 두유 연구(Kwon Y 2013)에서 두유에 양파 분말의 첨가가 증가할수록 100 g당 총 플라보노이드 함량은 97~125 mg까지 유의적으로 증가하여 본 연구 결과와 같은 양상을 보였다.

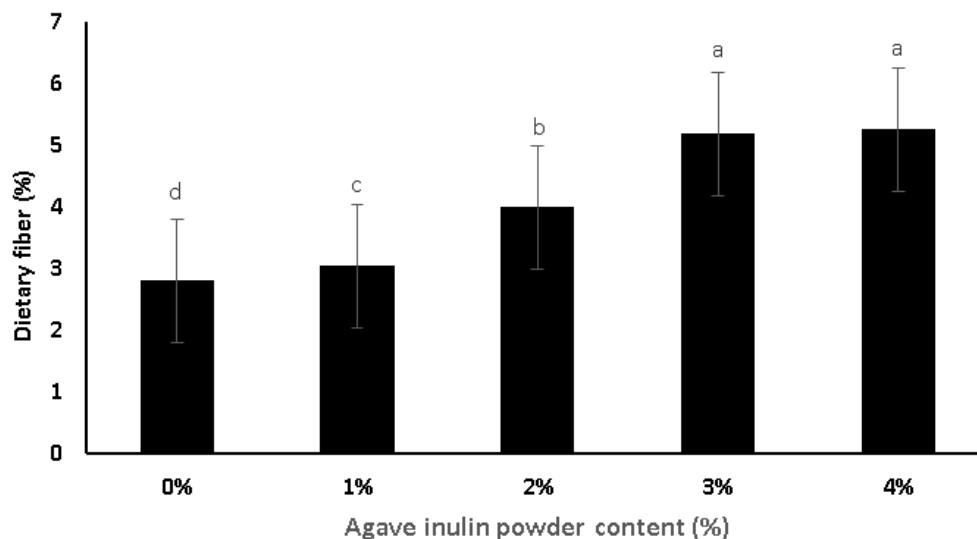


Fig. 1. Dietary fiber content of black bean milk with agave inulin powder.

Each value is mean±S.D. Values with a same letter are not significantly different by Duncan's multiple range test at $p<0.05$.

0%: Control (0% added agave inulin powder).

1%: 1% added agave inulin powder.

2%: 2% added agave inulin powder.

3%: 3% added agave inulin powder.

4%: 4% added agave inulin powder.

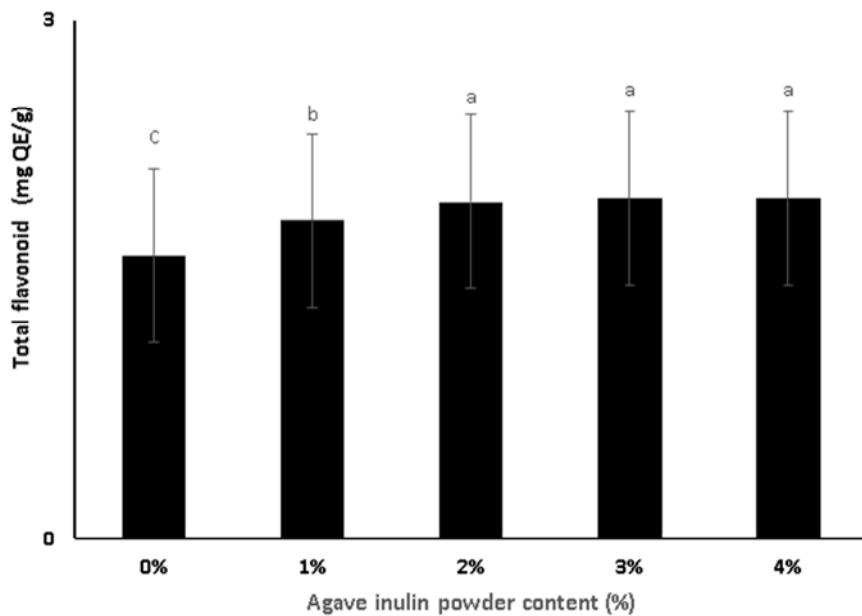
Table 4. Mineral analysis of black bean milk with agave inulin powder

Composition (ppm/L)	Agave inulin powder content (%)				
	0	1	2	3	4
Calcium	3,093.89±434.76 ^{1)a2)}	2,714.76±31.79 ^b	2,728.54±251.73 ^b	2,657.53±236.88 ^c	2,797.98±181.94 ^b
Magnesium	2,753.01±274.66 ^a	2,661.69±129.98 ^b	2,542.78±41.03 ^c	2,475.49±53.26 ^d	2,685.13±136.98 ^b
Manganese	27.40±0.70 ^a	25.66±0.88 ^b	25.39±1.43 ^b	24.79±1.56 ^c	26.65±0.96 ^a
Zinc	ND ³⁾	ND	ND	ND	ND
Iron	167.64±16.70 ^b	162.88±11.98 ^b	158.33±6.38 ^c	155.55±5.75 ^c	160.81±9.08 ^a
Potassium	18,320.20±2,169.68 ^a	17,447.17±474.58 ^b	16,697.55±119.22 ^c	16,282.56±169.48 ^c	17,778.96±925.27 ^b
Phosphorus	5,728.71±258.69 ^a	5,468.86±484.11 ^b	5,243.97±405.24 ^c	5,047.32±295.61 ^c	5,486.70±310.66 ^b
Copper	17.93±0.74 ^a	15.43±0.91 ^b	15.10±0.94 ^b	15.52±2.39 ^b	15.72±1.10 ^b
Sodium	8,808.87±881.16 ^a	8,018.52±150.18 ^a	7,621.26±409.44 ^c	7,853.61±350.61 ^b	7,992.07±182.90 ^b

¹⁾ Mean±S.D.

²⁾ Values with a same letter in a row are not significantly different by Duncan's multiple range test at $p<0.05$.

³⁾ Not detected.

**Fig. 2. Total flavonoid contents of black bean milk with agave inulin powder.**

Each value is mean±S.D. Values with a same letter are not significantly different by Duncan's multiple range test at $p<0.05$.

0%: Control (0% added agave inulin powder).

1%: 1% added agave inulin powder.

2%: 2% added agave inulin powder.

3%: 3% added agave inulin powder.

4%: 4% added agave inulin powder.

5. 두유의 색도 및 외관

아가베 이눌린 분말 첨가량에 따른 검은콩 두유의 색도 및 외관은 Table 5와 Fig. 3에 제시하였다. L값은 대조군

(60.03±0.49)과 검은콩 두유에 아가베 이눌린 분말 1% 첨가군(60.12±0.35)에 비해 검은콩 두유에 아가베 이눌린 분말 2%, 3%, 4% 첨가군에서 각각 61.63±0.31, 61.13±0.25,

Table 5. Color of black bean milk with added agave inulin powder

Property	Agave inulin powder content (%)				
	0	1	2	3	4
L (lightness)	60.03±0.49 ^{1) b2)}	60.12±0.35 ^b	61.63±0.31 ^a	61.13±0.25 ^a	61.03±0.22 ^a
a (redness)	1.28±0.05 ^a	1.13±0.04 ^a	0.87±0.07 ^b	0.85±0.03 ^b	0.31±0.01 ^c
b (yellowness)	12.10±0.03	12.72±0.08	12.44±0.24	12.25±0.19	12.48±0.11

¹⁾ Mean±S.D.

²⁾ Values with a same letter in a row are not significantly different by Duncan's multiple range test at $p < 0.05$.

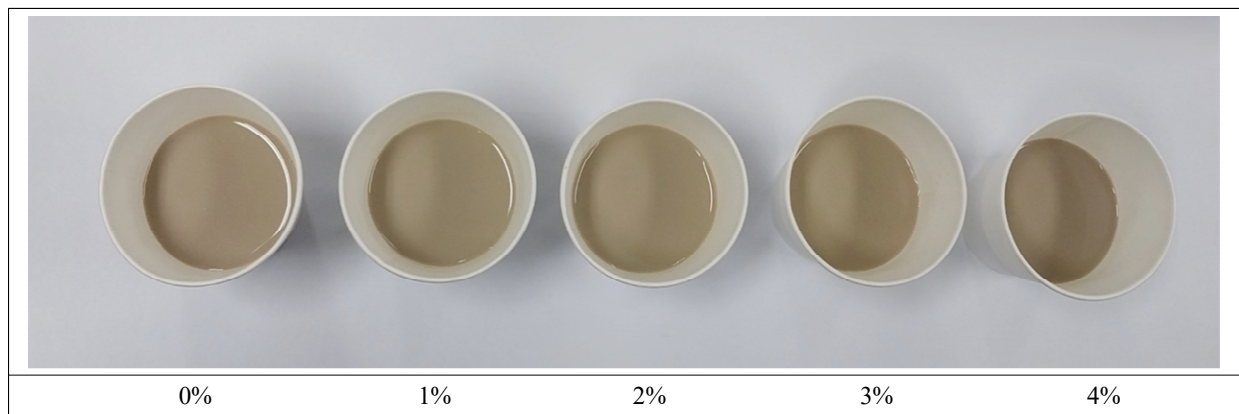


Fig. 3. Appearance of black bean milk according to the amount of agave inulin powder added.

0%: Control (0% added agave inulin powder).

1%: 1% added agave inulin powder.

2%: 2% added agave inulin powder.

3%: 3% added agave inulin powder.

4%: 4% added agave inulin powder.

61.03±0.22로써 유의한 차이가 있었다($p < 0.05$). a값은 대조군, 검은콩 두유에 아가베 이눌린 분말 1%, 2%, 3%, 4% 첨가군에서 각각 1.28±0.05, 1.13±0.04, 0.87±0.07, 0.85±0.03, 0.31±0.01로써 검은콩 두유에 아가베 이눌린 분말 첨가량이 증가할수록 유의하게 감소하였다($p < 0.05$). b값은 군간에 유의한 차이는 없었다. a값의 감소는 연근 분말 첨가 두유 연구와 비슷한 양상을 보였다(Yu HH 2016). Yu HH(2016)는 연구에서 같은 부재료라도 가공 방법의 차이, 다른 첨가물과 상호작용 등에 따라 색의 변화가 다르게 나타난다고 보고하였다. 선행연구(Jeong DH & Kim CJ 2015)에서 메밀싹 분말 첨가는 두유의 L값 감소, a값과 b값은 증가, 양파 분말 첨가 두유(Jeong DH & Kim CJ 2015)에서는 L값 감소, b값은 증가하였다고 보고하였다. 또한 쌀알 첨가 두유에서는 a값이 감소하였다고 보고하였다(Kim DK 등 2014).

6. 기호도 평가

아가베 이눌린 분말 첨가량에 따른 검은콩 두유의 기호도

평가는 Table 6에 제시하였다. 관능검사 결과, 5점 만점에 색(color), 향(flavor), 맛(taste), 외관(appearance), 질감(texture) 및 전체적인 기호도(overall acceptability)는 검은콩 두유에 아가베 이눌린 분말 4% 첨가군에서 각각 4.11±1.17, 3.67±0.87, 4.00±1.12, 3.67±0.87, 3.67±0.87 및 3.56±1.42로 다른 군에 비해 유의하게 높았다. 모든 결과를 종합할 때, 검은콩 두유에 아가베 이눌린 분말 4% 첨가군이 품질과 관능평가에서 우수하여 제품개발에 활용할 가치가 있는 것으로 사료된다.

요약

본 연구는 검은콩 두유에 아가베 이눌린 분말 첨가량이 미치는 영양학적인 품질 특성을 분석하였다. 수분함량은 대조군에 84.17±0.02%로 다른 군에 비해 유의하게 높았으며, 검은콩 두유에 아가베 이눌린 분말 첨가량이 증가할수록 수분함량은 유의하게 감소하였다($p < 0.05$). 또한 회분, 조단백질

Table 6. Sensory evaluation of black bean milk with agave inulin powder

Measurement	Agave inulin powder content (%)				
	0	1	2	3	4
Color	3.33±1.22 ^{1) b2)}	3.33±1.22 ^b	2.00±0.87 ^c	3.56±1.01 ^b	4.11±1.17 ^a
Flavor	3.11±1.17 ^b	3.22±0.83 ^b	2.22±1.09 ^c	3.56±0.88 ^a	3.67±0.87 ^a
Taste	3.00±0.71 ^b	3.22±0.83 ^b	1.67±0.71 ^c	4.11±0.93 ^a	4.00±1.12 ^a
Appearance	3.11±1.05 ^a	3.11±0.60 ^a	1.78±0.97 ^c	3.22±0.67 ^a	3.67±0.87 ^a
Texture	3.11±0.60 ^a	3.33±1.00 ^a	2.11±1.05 ^c	3.44±0.73 ^a	3.67±0.87 ^a
Overall acceptability	3.11±0.78 ^a	3.22±0.97 ^a	1.89±1.36 ^c	3.56±1.33 ^a	3.56±1.42 ^a

¹⁾ Mean±S.D.

²⁾ Values with a same letter in a row are not significantly different by Duncan's multiple range test at $p < 0.05$.

및 조지방 함량은 아가베 이눌린 분말 4% 첨가군에서 유의하게 높았다($p < 0.05$). 식이섬유 함량은 대조군에서 2.79±0.01%였지만, 검은콩 두유에 아가베 이눌린 분말 첨가량이 증가할수록 5.25±0.01%(아가베 이눌린 분말 4% 첨가군)로 유의하게 증가하였다($p < 0.05$). 철의 함량은 아가베 이눌린 분말 4% 첨가군에서 170.81±9.08 ppm으로 유의하게 높은 수치를 보였다($p < 0.05$). 검은콩 두유에 아가베 이눌린 분말 첨가량이 증가할수록 총 플라보노이드 함량은 증가하였다($p < 0.05$). 색도는 이눌린 분말 첨가량이 증가할수록 L값은 증가하였으나, a값은 감소하였다. 관능평가에서는 색, 냄새, 맛, 외관, 질감 및 전반적인 선호도에서 검은콩 두유에 아가베 이눌린 분말 4% 첨가군에서 높은 수치를 보였다. 따라서 기능성 식품으로 아가베 이눌린 분말 활용도를 높이기 위해서는 검은콩 두유 제조 시 아가베 이눌린 분말을 4% 첨가하는 것이 검은콩 두유의 선호도를 높일 수 있을 것으로 판단된다.

감사의 글

본 결과물은 삼육식품의 지원을 받아 삼육식품 연구소와 함께 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

REFERENCES

- AOAC (2000) Official Method of Analysis. 17th ed. J Assoc Off Anal Chem, Washington DC. pp 1-26.
- Brighenti F, Casiraghi MC, Canzj E, Ferrari A (1999) Effect of consumption of a ready-to-eat breakfast cereal containing inulin on the intestinal milieu and blood lipids in healthy male volunteers. Eur J Clin Nutr 53(9): 726-733.
- Choi JH, Lee MS, Kim HJ, Kwon JI, Lee YK (2017) Effects of black soybean and fermented black soybean extracts on proliferation of human follicle dermal papilla cells. J Korean Soc Food Sci Nutr 46(6): 671-680.
- Choi RY, Lee J, Ryu HS, Ham JR, Park SK, Kim MJ, Lee MK (2017) Anti-visceral obesity effect of *Apios americana* Medikus in diet-induced obese mice. J Korean Soc Food Sci Nutr 46(9): 1137-1142.
- Choi SN, Joo MK, Chung NY (2014) Quality characteristics of soybean milk added with stevia leaf powder. J Korean Diet Assoc 20(2): 77-86.
- Eom SH, Lee HY, Hyun TK (2016) Variation in flavonoid contents and flsci avonoid biosynthetic gene expression of black soybean during germination process. J Agr Sci Chungbuk Nat'l Univ 32(2): 97-101.
- Evert AB, Boucher JL, Cypress M, Dunbar SA, Franz MJ, Mayer-Davis EJ, Neumiller JJ, Nwankwo R, Verdi CL, Urbanski P, Yancy WS Jr (2013) Nutrition therapy recommendations for the management of adults with diabetes. Diabetes Care 36(11): 3821-3842.
- Han KY, Choi JY (2017) Quality characteristic and antioxidant activity analysis of soybean milk added chickpea. Korean J Food Nutr 30(5): 1015-1024.
- Hwang SH, Sung JJ, Kim JI (1995) Analysis of dietary fiber content of common Korean foods. J Korean Soc Food Nutr 24(3): 396-403.
- Jang SY, Sin KA, Park NY, Bang KW, Jeong YJ (2008a) Protein changes in soymilk and whole soymilk due to enzymatic hydrolysis. Food Sci Preserv 15(6): 903-908.
- Jang SY, Sin KA, Park NY, Bang KW, Kim JH, Jeong YJ

- (2008b) Functional properties of hydrolysate soy milk and whole soy milk. *Food Sci Preserv* 15(3): 361-366.
- Jeong DH, Kim CJ (2015) Preparation and quality characteristics of soy milk added with buckwheat sprout. *J Korean Soc Food Cult* 30(1): 77-85.
- Jin HN (2013) Effects of black soybean supplement on young women's skin condition. MS Thesis Sungshin Women's University, Seoul. pp 4-12.
- Kim CH, Park JS, Shon HS, Chung CW (2002) Determination of isoflavone, total saponin, dietary fiber, soy oligosaccharides and lecithins from commercial soy products based on the one serving size-some bioactive compounds from commercialized soy products. *Korean J Food Sci Technol* 34(1): 96-102.
- Kim DK, Choi EJ, Kim CH, Kim YB, Kim EM, Kum JS, Park JD (2014) Physicochemical properties of rice grain-added soymilk. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 43(8): 1278-1282.
- Kim HR, Lee JH, Kim YS, Kim KM (2007) Chemical characteristics and enzyme activities of Icheon *Ge-Geol* radish, Gangwha turnip, and Korean radish. *Korean J Food Sci Technol* 39(3): 255-259.
- Kim JH, Lee YT (2007) Quality characteristics and antioxidant activities of soybean curd products containing small black soybean. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 36(11): 1431-1435.
- Kim JS (2014) Current research trends on bioactive function of soybean. *Korea Soybean Digest* 13(1): 17-24.
- Kim SH (2014) Jerusalem Artichoke and Inulin. *J Korean Diabetes* 15(4): 227-231.
- Kim YS (2014) Quality characteristics of freeze-dried soymilk powder. *Korean J Food Nutr* 27(1): 89-98.
- Kwon TW (2000) Soybean in the 21st century. *Korea Soybean Digest* 17(1): 1-4.
- Kwon Y (2013) Physicochemical and functional properties of soymilk with addition of onion. MS Thesis Sookmyung Women's University, Seoul. pp 1-76.
- Kwon YK, Kim CJ (2015) Comparison of physicochemical and functional properties of soymilk with addition of onion. *J Korean Soc Food Cult* 30(1): 86-96.
- Lee EH, Lee YJ, Choi OB, Kang SM (2007) Effect of a combined diet of Jerusalem artichoke's inulin, lotus leaf and herb extracts in obesity-induced white rat with fat diet. *Appl Biol Chem* 50(4): 295-303.
- Lee EY, Kim YY, Jang KH, Kang SA, Choue RW (2004) The effect of inulin supplementation on blood lipid levels and fecal excretion of bile acid and neutral sterol in Korean postmenopausal women. *Korean J Nutr* 37(5): 352-363.
- Lee HY, Kim JS, Kim YS, Kim WJ (2005) Isoflavone and quality improvement of soymilk by using germinated soybean. *Korean J Food Sci Technol* 37(3): 443-448.
- Lee LS, Choi EJ, Kim CH, Kim YB, Kim JS, Park JD (2014) Quality characteristics and antioxidant properties of black and yellow soybeans. *Korean J Food Sci Technol* 46(6): 757-761.
- Lim CW, Kang KK, Yoo YB, Kim BH, Ba SH (2012) Dietary Fiber and β -Glucan Contents of *Sparassis crispa* Fruit Fermented with *Lactobacillus brevis* and *Monascus pilosus*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 41(12): 1740-1746.
- Moreno MIN, Isla MI, Sampietro AR, Vattuone MA (2000) Comparison of the free radical-scavenging activity of propolis from several regions of Argentina. *J Ethnopharmacol* 71(1-2): 109-114.
- Ryoo SH, Kim SR, Kim KT, Kim SS (2004) Isoflavone, phytic acid and oligosaccharide contents of domestic and imported soybean cultivars in Korea. *Korean J Food Nutr* 17(2): 229-235.
- 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 SH, Kwon SJ, Jo HJ, Go DH, Han JJ (2012) Extraction and analysis of inulin from *Jerusalem Artichoke*. *Food Sci Ind* 45(4): 50-58.
- Shon HS, Lee YS, Shin HC, Chung HK (2000) Does soybean isoflavone have adverse effects on human. *Korean Soybean Digest* 17(2): 9-19.
- Slavin M, Lu Y, Kaplan N, Yu L (2013) Effects of baking on cyanidin-3-glucoside content and antioxidant properties of black and yellow soybean crackers. *Food Chem* 141(2): 1166-1174.
- Sung HJ, Jung YJ, Yu JH, Jo YJ, Kwak JE, Lee JS, Jeong HS (2023) Quality characteristics of susage with added soybean powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 52(1): 90-95.
- Wise EC, Heyl FW (1931) Failure of a diabetic to utilize

- inulin. J Am Pharm Assoc 20(1): 26-29.
- Wolk A, Manson JE, Stampfer MJ, Colditz GA, Hu FB, Speizer FE, Hennekens CH, Willett WC (1999) Long-term intake of dietary fiber and decreased risk of coronary heart disease among women. JAMA 281(21): 1998-2004.
- Yang M, Kwak JS, Jang SR, Jia Y, Park IS (2013) Fermentation characteristics of soybean yogurt by mixed culture of *Bacillus* sp. and lactic acid bacteria. Korean J Food Nutr 26(2): 273-279.
- Yoon JA (2022) Quality characteristics of muffins supplemented with *Porphyra dentata* powder. J Korean Soc Food Sci Nutr 51(10): 1066-1073.
- Yoon JA, Shin KO (2023) Nutritional functionality and quality characteristics of muffins supplemented with *Tenebrio molitor* Linne (mealworm) powder. J Korean Soc Food Sci Nutr 52(9): 938-946.
- Yu HH (2016) Quality characteristics and antioxidant activity of soymilk added with *Nelumbo nucifera* root powder. Korean Journal of Human Ecology 25(2): 239-249.
-

Date Received Nov. 21, 2024
Date Revised Dec. 20, 2024
Date Accepted Dec. 23, 2024