

고령자 영양 보충을 위한 흑임자 음료 개발 및 품질특성

이재은¹, 한정아^{1,*}

¹상명대학교 식품영양학과

Development and quality characteristics of beverages containing black sesame for nutritional supplementation in the elderly

Jae-En Lee¹ and Jung-Ah Han^{1,*}

¹Department of Food and Nutrition, Sangmyung University

Abstract As a calorie supplement for the elderly, functional beverages based on black sesame were prepared with different roasting times (0, 10, 15, and 20 min for R-0, R-10, R-15, and R-20, respectively), and their properties were compared. The total calorie content of the beverage was adjusted to match that of half a meal to meet the nutritional requirements of the elderly. The suspension stability of all samples was maintained for 5 day by the addition of xanthan gum. Regarding the color of the beverage, L* and a* values decreased, whereas b* increased with the increase in black sesame roasting time. Among the samples, the total lignan content did not change, except for R-20, which showed a significantly lower value than the others. Total polyphenol content significantly increased with roasting time, reaching the maximum value in R-15 and R-20; however, the free radical scavenging effect decreased for R-20. Based on the results of the sensory test, R-15 was the most acceptable for customized beverages.

Keywords: black sesame, beverage, lignan, total polyphenol, sensory test

서 론

2019년 우리나라 65세 이상 고령자는 789만 5천명으로 전체 인구 중 14.9%를 차지하고 있으며 2050년엔 그 수가 약 1900만 명(39.8%) 이상으로 고령화가 급속도로 가속화 될 전망이다(통계청, 2019). 이에 따라 노인들의 건강에 대한 관심이 커지고 있는데, 특히 충분한 식사를 통한 건강 유지로 삶의 질을 향상시키는 것이 사회적 이슈로 부각되고 있다(Kim 등, 2019). 노화는 구강, 인두, 식도 등 씹기와 삼킴에 관련된 근력과 신경조절 능력을 저하시켜 음식을 씹는 기능이 저하되어 나타나는 저작장애, 삼켜 넘김에 문제가 있는 연하장애와 함께 소화장애 등의 문제를 발생시키는데, 이는 결과적으로 한 끼에 필요한 영양을 한 번에 충분히 섭취하기 어렵게 되어 영양상태 불량을 초래함으로써 전신 및 정신건강 악화를 야기한다(Kim, 2018). 예로 2009년 국민건강영양조사에서 60세 이상 인구의 저체중 비율은 4.3%였지만, 85세 이상에서는 14%로 연령 증가와 함께 저체중률 또한 증가함이 보고된 바 있다(Kim 등, 2011).

전체적으로 노인의 영양소 섭취 실태를 살펴보았을 때, 다른 연령층에 비해 상대적으로 식사와 영양의 질이 떨어지는 것으로 나타났다(Kim 등, 2008). 특히, Park 등(2013)의 연구에서 저작물편군은 저작용이군보다 비타민 A를 제외한 모든 영양소에서 섭취 비율

이 유의적으로 낮은 수준이며 그 중 특히 리보플라빈과 칼슘, 칼륨은 권장섭취기준의 49-59% 수준에 불과하다고 보고했다. 우리나라는 아직 고령자용 식품이 보편화되지 않고, 소수의 일부 회사에서만 판매되고 있는 상태이다(Oh, 2019). 일본에서는 연하식, 저작곤란식, 농후 유동식, 영양보충식을 포함한 고령친화식품 시장의 규모가 계속 증가하고 있는데, 일본의 영양보충식품은 대부분 액상 형태로 일부는 물에 타 먹는 분말형태로도 출시되고 있으며, 식사와 함께 또는 간식으로 섭취하는 경우가 많다(Kim 등, 2019). Kim 등(2016)은 고령자와 환자용 시판 영양보충음료(뉴케어®, Daesang, Seoul, Korea)를 사용해 치주 및 구강질환이 있는 환자들을 대상으로 복용하게 한 뒤 그 만족도를 확인한 결과 식사 대용의 기능과 편리성, 그리고 환자의 회복에도 도움이 되는 것으로 나타나 영양음료의 적극적인 도입 필요성을 보고한 바 있다. Lee와 Han (2015)의 고령자용 식품 개발 요구도 조사에서 노인들이 식품 구입 시 최우선으로 고려하는 사항은 '영양균형'이었으며 개발 요구도가 높은 식품의 형태로 씹을 필요가 없는 음료가 선정되어 구강건강이 식품 선택에 영향을 준다는 Iwasaki 등(2014)과 같은 결과를 보였다. 저작능력이 저하된 경우 부드럽고 씹기 쉬운 상태의 식품을 선호하게 되는데 이러한 식품들은 영양 밀도가 낮아 영양결핍상태를 가져올 수 있으므로(Sheiham 등, 2001; Yoshihara 등, 2005) 영양적으로 균형 잡힌 음료 형태의 식품 개발이 고령자들에게 필요한 실정이다.

흑임자(*Sesamum indicum* L.)는 참깨과에 속하는 식물로 검은 깨라고도 하며 노인들에게 부족한 칼슘과 리보플라빈의 함량이 높고 올레산과 리놀레산과 같은 불포화지방산과 셀레늄, 토코페롤, 리그난 등 항산화 성분이 많아 산화 안정성이 높다고 알려져 있다(Seo와 Lee, 2013). 특히, 흑임자에 들어있는 기능성 성분인

*Corresponding author: Jung-Ah Han, Department of Food and Nutrition, Sangmyung University, Seoul 03016, Korea
Tel: +82-2-2287-5357
Fax: +82-2-2287-0104
E-mail: vividew@smu.ac.kr
Received October 26, 2020; revised December 21, 2020;
accepted December 22, 2020

리그난 중 지용성 성분인 sesamin과 sesamol (Fukuda와 Nakata, 1999)은 혈중 지질 감소(Hirata 등, 1996), 콜레스테롤 수치 감소(Visavadiya와 Narasimhacharya, 2008), 항 염증 기능(Hsu 등, 2005) 및 저산소증 또는 뇌 손상에 대한 신경 보호 효과(Cheng 등, 2006)가 있다고 보고되고 있다. 따라서 고혈압, 관절염, 이상 지질혈증의 순으로 만성질환을 갖고 있다는 한국 노인들의 건강 상태를 고려할 때(Han, 2020), 흑임자는 노인들의 건강기능향상을 위해 매우 유익한 식품이라고 볼 수 있겠다. 흑임자의 이러한 영양적 특성을 식품에 이용한 연구로는 스피루리나를 첨가한 흑임자 다식(Son 등, 2008), 깨 함량과 전처리를 달리한 흑임자 죽(Kim 등, 1996), 흑임자 분말을 첨가한 양갱(Seo와 Lee, 2013), 쿠키(Lim과 Lee, 2015) 등이 보고된 바 있다.

본 연구에서는 고령자에게 필요한 기능성을 부여하고 일반 식사로 섭취 부족한 영양성분을 보충하기 위한 음료를 개발하고자 하였다. 음료는 고령자들에게 필요한 기능성을 갖는 흑임자를 기본으로 하여, 예비실험결과 다양한 열처리 중 흑임자의 맛이 가장 좋게 평가된 로스팅을 열처리방법으로 선택하였다. 맛과 기능성을 높이기 위해 흑임자의 로스팅 조건을 달리하여 고령자의 한 끼 영양권장량의 1/2정도를 보충할 수 있는 영양성분을 갖춘 음료를 개발한 뒤 시판 영양보충 음료와 그 특성을 분석, 비교하였다.

재료 및 방법

재료 구입과 전처리

본 실험에 사용한 흑임자는 2019년에 도정을 거친 국내산을 온라인 몰(Gomine, Foodsynergy, Seoul, Korea)을 통해 구입한 후, 흐르는 물에 3분간 3회 수세하고 2시간 동안 체에 밭쳐 물기를 제거하였다. 흑임자(30 g)를 부탄연소기(MS-2500, Maxsun, Dalian, China)를 이용해 100-130°C에서 각각 0, 10, 15, 20분간 볶은 후(각각 R-0, R-10, R-15, R-20), 24시간 동결건조(PVTFD 10R, Ilshin Lab., Dongducheon, Korea)하였다. 건조된 시료는 후드 믹서(HC-BL5100WH, HappyCall, Seoul, Korea)를 사용해 분쇄 모드로 34초간 4번 분쇄한 후 24 mesh체를 사용해 입자를 고르게 하여 사용하였다. 고구마와 단호박은 인터넷 대형유통마트에서 국내산을 구입한 후 고구마(200 g)는 껍질을 제거한 뒤 5×5 cm 크기로 자른 후 이동식 부탄연소기(MS-2500, Maxsun)를 이용해 물 600 mL이 담긴 냄비에 넣고 20분간 삶았고, 단호박(300 g)은 껍질을 제거한 뒤 5×5 cm 크기로 손질한 후 전자레인지 전용 용기에 물 5 mL와 함께 담고 랩으로 감싸 구멍을 내준 뒤 8-10분간 조리하였다. 고구마와 단호박은 24 mesh 체에 내려 질긴 섬유질을 거른 후 -18°C 이하에서 냉동 보관하며 시료로 사용하였다. 추가로 볶음 콩가루(Ryusinae, Gimpo, Korea), 볶음 팥가루(Food-I, Seongnam, Korea), 볶은 암매가루(SuperGominae, Uijeongbu, Korea), 귀리분말(Gapdangyakcho, Seoul, Korea), 황설탕(Beksul, Seoul, Korea), 우유(Seoul Milk, Seoul, Korea), 수크랄로스(Daehanjedang, Incheon, Korea)는 온라인 몰에서 구입하여 사용하였다.

영양소 구성 및 시료 제조

흑임자 첨가 영양보충 음료시료의 영양소 구성은 2015년 한국인 영양섭취기준에서 65-74세 여성의 영양 자료에 근거하여 정하였다. 이 자료는 1일 섭취량을 기준으로 하고 있으므로 본 시료의 각 영양소 구성을 한 끼의 1/2로 맞춘 후 제조한 시료의 영양성분을 CAN-Pro 5.0 web ver. 전문가용(Computer aided nutritional analysis program, 한국영양학회, 2015)을 이용하여 확

Table 1. The ingredients of calorie supplements beverage containing black sesame with different roasting time

Samples	R-0	R-10	R-15	R-20
Roasting time (min)	0	10	15	20
Ingredient (g)				
Black sesame	15	15	15	15
Soybean Powder	5	5	5	5
Barley powder	7	7	7	7
Sweet Pumpkin	10	10	10	10
Sweet Potato	24	24	24	24
Adzuki bean Powder	5	5	5	5
Oat Powder	8.5	8.5	8.5	8.5
Sucralose	0.01	0.01	0.01	0.01
Milk	100	100	100	100
Water	100	100	100	100
Xanthan Gum	0.1	0.1	0.1	0.1
Total	274.61	274.61	274.61	274.61

인하였다. 시료 제조는 로스팅 시간을 0, 10, 15, 20분으로 달리한 흑임자와 기타 가루 재료를 Table 1에 제시한 대로 시료간 동일 비율로 제조하였으며 여기에 우유, 물을 혼합한 후 후드 믹서(HC-BL5100WH A, HappyCall)를 사용해 분쇄 모드로 34초간 2번씩 균질화 하였다. 완성된 흑임자 기반 열량보충식은 분할하여 4°C 이하에서 냉장 보관하며 시료로 사용하였다. 대조군으로는 시판 영양보충음료인 뉴케어 흑임자맛(뉴케어, Daesang, Seoul, Korea)을 사용하였다.

부유 안정성과 점도

제조한 음료 시료의 부유안정성은 시료 100 mL를 메스실린더에 부은 후, 24시간 간격으로 5일 동안 상층액이 분리되는 높이를 측정하였다. 음료시료의 점도는 시료 200 mL를 비커에 담은 뒤, 점도계(RVDV-II+P, Brookfield, Middleborough, MA, USA)로 spindle RV2을 이용해 100 rpm에서 각 시료 마다 총 3분간 3번씩으로 점도를 측정하였다.

색도 특성

로스팅 시간을 달리한 흑임자 가루의 색도는 시료를 8.5×1.5 cm의 petri dish에 30 g씩 담아 눌러 여백이 없게 만든 후 색차색도계(CR-300, Minolta Co., Ltd., Osaka, Japan)를 이용하여 측정하였다. 제조한 음료 시료도 동일 용기에 각 50 mL씩 부어 고르게 만든 뒤, 명도(lightness), 적색도(redness), 황색도(yellowness)를 측정하였다. 한 시료당 5회 반복하여 측정된 후 통계 처리한 결과 값을 사용하였으며 측정 시 사용한 표준 백색판은 $L^*=96.72$, $a^*=0.29$, $b^*=1.93$ 이었다.

총 폴리페놀 함량 측정

로스팅 시간을 달리한 흑임자 시료(20 g)를 동결건조한 뒤 후드믹서를 사용해 분쇄 모드로 34초간 4번 균질화 한 후 24 mesh체를 사용해 입자를 고르게 하여 시료로 사용하였다. 이 중 5 g을 취한 후, 70% 에탄올 30 mL을 첨가해 70°C에서 100 rpm 속도로 선회 shaker water bath (BS-21, Jeio Tech, Daejeon, Korea)에서 1시간씩 3반복하여 여과지(110 mm, Whatman,

Table 2. Nutrient analysis results of calorie supplements beverage based on black sesame

	Main nutrients											
	Calories (kcal)	Carbohydrate (g)	Protein (g)	Lipid (g)	Dietary fiber (g)	Vitamin A (μ g RAE)	Vitamin C (mg)	Riboflavin (mg)	Niacin (mg NE)	Calcium (mg)	Phosphorous (mg)	Sodium (mg)
Recommended amount for women over age 65 single serving	533.3	73.3-86.6	13.3	8.9-17.8	6.6	136.6	25.0	0.3	3.6	186.6	193.3	433.3-666.7
Beverage developed	278.1	32.5	11.2	12.2	7.15	88.2	7.2	0.2	1.5	291.7	279.9	51.7
(% based on recommended amount)	(52.1)	(37.5-44.3)	(84.2)	(68.5-137)	(109.1)	64.6	28.8	66.7	41.7	156.3	144.8	7.8-11.9

Madistone, UK)를 사용해 감압(WJ-15, SIBATA, Saitama, Japan) 추출하였다. 추출한 시료는 원심분리기(Supra22K, Hanil, Incheon, Korea)를 이용해 20분간 원심분리 한 후(3000 rpm, 4°C) 상층액을 추출해 시약 병에 담아 4°C에서 냉장보관하여 사용하였다. 추출물 200 μ L에 동량의 50% Folin-Ciocalteu reagent를 첨가해 3분간 반응시켜 발색시킨 후 2% Na_2CO_3 2 mL를 첨가해 암소에서 20분 동안 반응시킨 뒤 UV-spectrometer (DU 730, Beckman Coulter, Brea, CA, USA)로 750 nm에서 흡광도를 3반복 측정하여 GAE mg/g으로 나타냈다(Folin Dennis, AOAC, 1995). 추출물의 총 폴리페놀 함량 측정을 위해 0.1 M의 gallic acid를 표준시약으로 하여 표준곡선을 작성하였다($r^2=0.99$).

DPPH 라디칼 소거능 측정

유리라디칼 소거능은 Blois 법(1958)을 참고하여 다음과 같이 측정하였다. 시료 추출물 800 μ L에 5 mM DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl)시약 1.2 mL를 첨가해 vortex로 균질화 시켜준 뒤, 20분간 암소에서 반응시켰다. 이 후 UV-spectrometer (DU 730, Beckman Coulter)를 사용해 517 nm에서 흡광도를 측정하여 다음과 같이 계산하였다.

DPPH radical scavenging ability (%)

$$= \{1 - (\text{시료군의 흡광도} / \text{대조군의 흡광도})\} \times 100$$

Lignan 함량 분석

볶은 후 동결 건조한 흑임자 분말 시료 100 mg에 메탄올 2 mL을 가하여 완전히 녹인 후, 0.22 μ m membrane filter (Futechs Co., Ltd., Daejeon, Korea)로 여과하였다. 분석을 위해 HPLC (Dinox Ultimate 3000, Thermo Fisher Scientific Inc., Waltham, MA, USA)시스템과 Sunfire C₁₈ (4.6 \times 250 mm, Waters, Milford, DE, USA) 컬럼을 사용하였으며, MeOH:H₂O=80:20을 이동상으로 하고, flow rate 0.7 mL/min로 290 nm에서 분석하였다.

관능 평가

제조한 흑임자 첨가 영양보충 음료시료와 대조군인 시판 흑임자맛 음료를 20-50세의 성인 30명에게 제공하여 7점 리커트 척도법(1: 대단히 싫다, 2: 싫다, 3: 조금 싫다, 4: 보통이다, 5: 조금 좋다, 6: 좋다, 7: 대단히 좋다)으로 외관, 향, 맛, 점도, 고소함, 전체적 선호도를 평가하도록 하였다. 이 평가는 소속기관의 생명윤리심의위원회의 승인을 받은 후 시행하였다(Approval No. IRB-SMU-S-2020-1-003).

통계처리

관능 평가를 비롯한 모든 실험결과는 SPSS 프로그램(SPSS 12.0 for windows, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하여 분산분석(ANONA)을 실시하였고, 각 측정 평균값 간의 유의성은 $p < 0.05$ 수준으로 Duncan의 다중범위 시험법으로 처리하였다.

결과 및 고찰

영양소 구성

개발음료의 영양성분 구성은 2015년도 한국인 영양소 섭취 기준(MOHW, 2015)에서 65-74세 여성의 1일 한 끼 영양소 필요섭취량의 1/2로 맞추었으며 그 결과는 Table 2에 나타내었다. 기준 대상자의 하루 권장 섭취 열량은 총 1600 kcal로, 탄수화물은 275-325 g, 단백질 40 g, 지방 35.6-62.2 g이다. Kim 등(2011)과 Park 등(2013)의 연구에서 생애주기 중 노인기는 상대적으로 영양소 섭취가 원활하게 이루어지지 않아 부족한 영양소가 많고, 그 중 리보플라빈이나 칼슘 등이 권장섭취량의 약 55%, 니아신은 약 70-75% 정도로 낮은 비율을 차지하고 있는 것으로 분석되었다. 이러한 결과에 따라 미량영양소인 리보플라빈, 니아신, 칼슘을 우선적으로 고려해야 할 영양소로 정하였고 나트륨의 경우 2015년 한국인 영양소 섭취 기준을 바탕으로 국내 나트륨 섭취량이 WHO 권고량의 2배 이상이므로(4,027 mg) 나트륨 함량을 최소화하도록 노력하였다. 한 끼의 영양소 섭취필요량을 기준으로 할 때, 개발음료는 에너지(kcal) 52.1%, 단백질 84.2%, 식이섬유 109.1%로 노인들이 충분히 섭취해야 할 영양소의 섭취충족율이 높게 나타났으며 특히 고려해야 할 비타민인 리보플라빈과 니아신은 각각 66.7, 41.7%로 한 끼의 1/2 정도를 보충할 수 있도록, 부족현상이 심각한 칼슘은 156.3%를 보충할 수 있도록 하였다. 한국인의 생활 및 주 섭취 음식 종류를 고려하여 나트륨의 1일 충분섭취량과 목표섭취량을 기준으로 한끼 섭취량을 433.3-666.7 mg으로 정하였을 때 개발 음료를 통한 나트륨 섭취량은 한 끼 섭취 기준치의 10% 내외로 분석되었다. 따라서 본 연구에서 개발한 음료는 한 끼 식사로 충분한 영양을 섭취하지 못하는 노인들을 위한 영양보충용으로 적절할 것으로 생각된다.

부유안정성 및 점도

일반적으로 곡물가루를 기반한 음료는 콜로이드의 특성상 가라앉으면서 층이 분리되는 현상이 나타난다. Park 등(2015)은 단호박페이스트를 첨가한 라떼의 부유안정성 측정결과 5분이 지나면서 층분리가 시작되어 90분이 지나자 페이스트가 완전히 가라

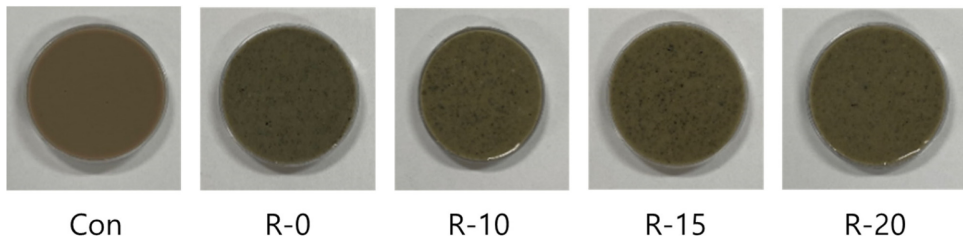


Fig. 1. Appearance of calorie supplements beverage containing black sesame with different roasting time. Con: commercial beverage containing black sesame, R-0: beverage with unroasted black sesame, R-10: beverage with 10 min roasted black sesame, R-15: beverage with 15 min roasted black sesame, R-20: beverage with 20 min roasted black sesame.

았으나 xanthan gum을 0.2% 첨가했을 때 90분이 지난 뒤에도 층분리가 일어나지 않고 안정적인 것으로 나타나 부유안정성에 큰 효과가 있었다고 보고한 바 있다. 본 시료에 잔탄검을 첨가한 후(가루시료의 0.13%) 총 5일동안 부유 안정성을 측정할 결과 층분리는 거의 일어나지 않았다(Fig. 2(a)). 혼탁음료의 입자는 음전하를 띄기 때문에 음전하를 띄는 친수성콜로이드의 첨가는 입자들간의 정전기적 반발력을 증진시켜주어 혼탁음료의 안정성 효과를 획득할 수 있다고 보고된 바 있다(Genovese와 Lozano, 2001). 본 시료에 첨가한 잔탄검은 음전하 이온의 다당류로(Lipnizki, 2010) 입자간 반발력을 증가시켜 음료의 부유안정성을 높이는 역할을 한 것으로 추측해 볼 수 있다. 또 다른 가능성으로는 잔탄검 첨가에 따른 음료의 점도 향상이 부유 안정성에 긍정적 영향을 미친 것으로도 볼 수 있다. 시판음료인 대조군의 경우는 입자가 거의 없고 고형분함량이 적어 물과 같은 점도 특성을 보여 상정액 분리가 없고 부유안정성이 높게 나타났다.

점도 결과는 Fig. 2(b)에 나타내었다. 볶음 과정을 거치지 않은 흑임자를 첨가한 시료(R-0)가 유의적으로 가장 높은 점도를 보였고, 로스팅 시간이 가장 긴 시료(R-20)이 가장 낮은 점도를 보였다. 이는 로스팅 과정 중 일부 전분의 호화 및 단백질의 변성 등으로 인한 성분의 변화가 시료의 점도를 감소시킨 것으로 생각된다.

색도

흑임자의 로스팅 시간 정도를 달리하여 제조한 영양보충음료의 외관은 Fig. 1에, 로스팅 시간을 달리한 흑임자와 흑임자를 첨가하여 제조한 음료 각각의 색도 특성은 Table 3에 제시하였다. 흑임자는 볶는 시간이 길어질수록 명도인 L* 값은 감소하고 적색도 a*와 황색도 b*는 유의적으로 증가하였다(p<0.05). 질소화합물과 당은 로스팅에 의해 메일라드반응(maillard reaction)이 촉진되며, 이 반응에 의해 생성된 갈색물질은 지질 산패에 대해 강한 항산화 활성, 항돌연변이성 등 다양한 생리활성을 나타낸다고 보고된 바 있다(Song 등, 2013). 로스팅에 따른 흑임자의 색의 변화는 이러한 갈변반응에 의한 색소 생성으로, 로스팅하지 않은 시료보다 짙은 색을 보이며, 또한 로스팅 시간이 길어질수록 색이 더 짙어진 것으로 생각된다. 볶은 흑임자를 첨가하여 만든 음료의 색도 특성에서 명도를 나타내는 L*값은 Con과 R-0이 가장 높고 R-15와 R-20이 유의적으로 가장 낮은 값을 보였다. 황색도인 b*값은 로스팅 시간이 길어질수록 유의적으로 증가하였으나, 적색도인 a*값은 감소하였다. 대조군인 시판음료의 경우 페이스트 형태의 흑임자를 소량(200 mL/0.6%, 약 1.2 g) 사용했기 때문에 개발 시료보다 높은 명도와 낮은 황색도를 나타낸 것으로 보인다.

로스팅 시간에 따른 흑임자의 리그난 함량

리그난류는 지용성과 수용성으로 나뉘는 데 지용성은 당류와

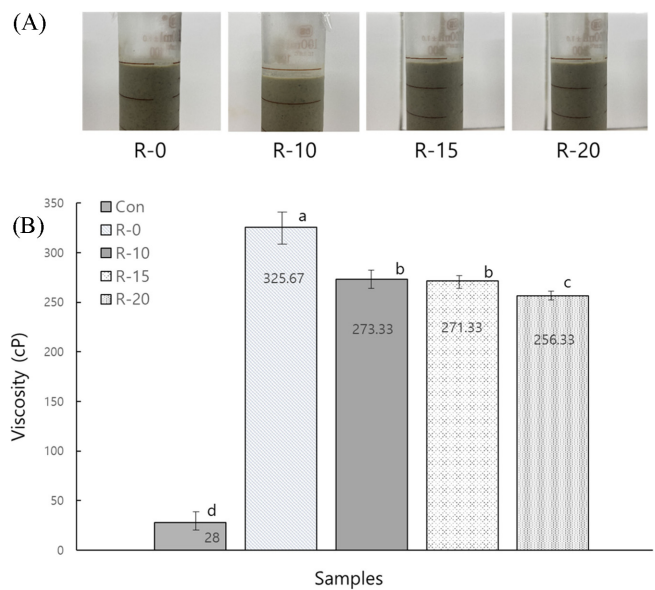


Fig. 2. The (a) suspension stability stored for 5 days at room temperature and (b) viscosity of calorie supplements beverage containing black sesame with different roasting time. Con: commercial beverage containing black sesame, R-0: beverage with unroasted black sesame, R-10: beverage with 10 min roasted black sesame, R-15: beverage with 15 min roasted black sesame, R-20: beverage with 20 min roasted black sesame. Different letters (a-d) mean significant difference (p<0.05).

결합한 배당체로 존재하며 수용성 리그난은 종실외피에 소량 존재한다. 지용성 리그난류 중 sesamin은 고혈압을 예방하고 생체 내 ω3/ω6 지방산의 비율을 조절해주며(Fujiyama-Fujiwara 등, 1992), sesamol은 sesamol의 전구체로 생체 내에서 항산화효과를 갖는 것으로 알려져 있다. Park 등(2007)은 흑임자를 100°C에서 15분 볶은 시료에서 sesamin과 sesamol 모두 가장 높은 함량이 측정되었으며 다음으로 90°C에서 15분 처리한 시료에서 높게 나타났고, 썬 흑임자시료는 오히려 생흑임자보다 낮은 함량이 측정되었다고 보고하였다. Park (2013)은 흑임자의 sesamin 함량은 6.13 mg/g, sesamol의 함량은 5.91 mg/g이었으며 100°C에서 15분 처리 후 시료의 sesamin과 sesamol의 함량이 각각 9.52, 8.68 mg/g로 크게 증가하였다고 보고하였다. Ji 등(2019)의 연구에 의하면 lignan 성분을 포함한 기능성과 관능적 특성을 만족할 참깨의 로스팅 조건은 160-180°C의 온도에서 20분 미만이라고 보고한 바 있으며 200°C 이상에서의 로스팅은 sesamol을 sesamol로 분해시킨다는 보고도 있다(Kumar 등, 2009).

Table 3. The color value of black sesame and beverage containing black sesame with different roasting time

Samples	Black sesame			Samples	Beverage		
	L*	a*	b*		L*	a*	b*
S-0	45.62±1.01 ^a	0.33±0.02 ^c	0.92±0.22 ^c	Con	60.13±0.39 ^a	1.42±0.44 ^a	7.71±0.12 ^c
S-10	42.66±1.52 ^b	0.45±0.08 ^b	1.33±0.17 ^b	R-0	59.42±0.57 ^a	-1.24±0.38 ^b	9.19±0.08 ^d
S-15	41.29±0.75 ^{bc}	0.54±0.03 ^b	1.51±0.37 ^b	R-10	57.27±0.63 ^b	-1.67±0.11 ^c	10.56±0.02 ^c
S-20	40.13±0.64 ^c	0.67±0.08 ^a	2.90±0.72 ^a	R-15	54.82±1.01 ^c	-1.89±0.08 ^d	11.29±0.05 ^b
				R-20	54.11±0.58 ^c	-2.09±0.06 ^c	13.17±0.13 ^a

In black sesame, S-0: unroasted black sesame, S-10: 10 min roasted black sesame, S-15: 15 min roasted black sesame, S-20: 20 min roasted black sesame. In beverage, Con: commercial beverage containing black sesame, R-0: beverage with unroasted black sesame, R-10: beverage with 10 min roasted black sesame, R-15: beverage with 15 min roasted black sesame, R-20: beverage with 20 min roasted black sesame. All values are mean±SD (n=3). Different letters within a column mean significant difference ($p<0.05$)

Table 4. Changes of the lignin content and antioxidant properties in black sesame by different roasting time

Samples	Lignan content (mg/g)			Antioxidant properties	
	Sesamin	Sesamol	Total	TPC content (GAE mg/g)	DPPH (%)
R-0	2.49±0.01 ^a	1.17±0.01 ^a	3.65±0.02 ^a	1.89±0.00 ^b	40.68 ^c
R-10	2.65±0.12 ^a	1.25±0.06 ^a	3.90±0.17 ^a	1.87±0.04 ^b	45.27 ^b
R-15	2.53±0.05 ^a	1.18±0.02 ^a	3.71±0.07 ^a	2.08±0.07 ^a	52.63 ^a
R-20	0.77±0.00 ^b	0.93±0.01 ^b	1.70±0.02 ^b	2.16±0.06 ^a	42.01 ^c

R-0: beverage with unroasted black sesame, R-10: beverage with 10 min roasted black sesame, R-15: beverage with 15 min roasted black sesame, R-20: beverage with 20 min roasted black sesame. All values are mean±SD (n=3). Different letters within a column mean significant difference ($p<0.05$)

본 실험조건에서 팬을 달구어 흑임자를 볶을 때 온도는 100-130°C 범위였으며 리그난 성분 중 sesamol은 검출되지 않았다. sesamin과 sesamol은 생흑임자와 10분, 15분 볶음처리군 간 2.49-2.65, 1.17-1.25 mg/g으로 볶음 시간이 증가함에 따라 유의적 차이를 보이지 않았으나 20분 처리구에서 유의적으로 감소하는 경향을 보였으며 이에 따라 총 lignan 함량도 같은 경향을 보여 이는 볶는 시간이 길어짐에 따라 일부 리그난의 열분해가 일어난 것으로 생각된다.

총 폴리페놀 함량과 유리라디칼 소거능

로스팅 시간을 달리한 흑임자의 총폴리페놀함량과 유리라디칼 소거능은 Table 4에 나타내었다. Phenolic hydroxyl (OH)기를 갖는 페놀 화합물은 항암, 항산화 등의 다양한 생리활성을 가진다고 알려져 있으며 유리라디칼 소거능에 중요한 역할을 한다(Jung과 Im, 2013). 흑임자의 총 폴리페놀함량 연구에서 Kim 등(1999)은 볶음 온도를 달리하여 제조한 참깨 농축 단백질에서 볶음 온도가 상승할수록 총 페놀 함량이 유의적으로 증가한다고 보고한 바 있다. Park 등(2007)은 25분 전 흑임자와 90°C에서 15, 20분, 100°C에서 10-20분 볶은 흑임자가 열처리 하지 않은 대조군과 비교해 유의적으로 높은 총 폴리페놀 함량을 보였다고 하였으며 Song 등(2013)도 녹두의 로스팅시간이 길어질수록 총 폴리페놀함량이 증가한다고 보고하였다. Jannat 등(2010)은 로스팅 조건을 달리한 참깨에서 로스팅 온도가 180°C에서 200°C로, 로스팅 시간이 10분에서 20분으로 증가할수록 총 폴리페놀 함량은 증가했으나 220°C 이상 높아지면 급격하게 감소한다고 하였다. 본 연구에서 100-130°C 온도범위에서 10분 로스팅 한 시료는 로스팅 하지 않은 시료와 유의적 차이가 없었으나 15분 이상 로스팅 했을 때 총 폴리페놀 함량이 유의적으로 증가하는 경향을 보였다 ($p<0.05$). 로스팅 중에 총 폴리페놀 함량의 증가는 계 류의 sesamin이나 sesamol과 같은 리그난 성분 이외에도 γ -tocopherol

(Sadeghi 등, 2009) 등의 폴리페놀류가 함유되어 있으며, 또한 로스팅 중 여러 종류의 저분자 폴리페놀 화합물이 새롭게 형성될 수 있기 때문에(Jeong 등, 2004), 본 연구에서 20분 로스팅 시료에서 총 리그난 함량은 감소하였어도 총 폴리페놀함량은 15분 로스팅 시료와 유사한 함량을 유지하는 것으로 나타났다. 유리라디칼 소거능도 로스팅 시간이 증가할수록 높아졌으나 R-20 시료에서 유의적으로 감소하였다. 일반적으로 유리라디칼 소거능은 총 폴리페놀 함량에 비례한다고 알려져 있으나, 본 연구에서 리그난 함량이 감소한 R-20 시료에서 유리라디칼 소거능도 유의적으로 감소하는 것으로 보아 흑임자의 항산화특성은 리그난 함량에 크게 기인하는 것으로 생각된다.

관능특성

흑임자의 볶는 시간을 달리하여 제조한 음료의 관능 특성 결과는 Table 5와 같다. 외관은 10분 이상 로스팅한 흑임자 첨가 시료가 대조군에 비해 유의적으로 선호도가 높았으나 10, 15, 20분 로스팅 시간에 따른 유의적 차이는 없었다. 향과 맛은 R-10과 R-15 시료가 유의적으로 높은 선호도를 보인 반면, 20분 로스팅한 R-20 시료에서 감소함을 보였다. 시료의 기계적 점도치는 R-10과 R-15 시료간 유의적 차이가 없는 것으로 측정되었으나, 관능평가 결과는 R-15 시료가 대조군이나 다른 시료보다 높은 선호도를 보였다. 고소함은 10분 이상 로스팅한 흑임자 첨가시료가 시판 제품인 대조군이나 로스팅하지 않은 흑임자 첨가시료보다 유의적으로 높은 선호도를 보였다. 흑임자를 첨가한 제품의 관능적 특성을 평가한 연구를 보면 쿠키에 흑임자 가루를 첨가하거나(Lim과 Lee, 2015), 죽에 첨가한 경우(Park 등, 2013) 무첨가군보다 제품의 관능 특성이 향상되었음이 보고된 바 있다. 본 연구에서도 영양보충 음료의 전체적인 선호도는 흑임자 첨가 시료가 대조군이나 흑임자 무첨가군보다 높은 선호도를 보였으며 첨가군

Table 5. Sensory evaluation of calorie supplements beverage containing black sesame with different roasting time

Sample	Appearance	Flavor	Taste	Viscosity	Nuttiness	Overall preference
Con	3.87±1.64 ^c	5.20±1.57 ^a	4.07±1.79 ^b	4.40±1.88 ^b	4.00±1.81 ^b	3.73±1.71 ^b
R-0	4.47±1.25 ^{bc}	4.00±1.46 ^b	3.33±1.29 ^b	4.13±1.06 ^b	4.13±1.36 ^b	3.60±1.24 ^b
R-10	4.87±0.83 ^{ab}	5.80±0.94 ^a	5.40±0.91 ^a	4.73±0.96 ^b	5.40±1.06 ^a	5.47±0.92 ^a
R-15	5.40±0.91 ^a	5.93±1.03 ^a	5.67±1.54 ^a	5.93±1.03 ^a	5.67±1.35 ^a	5.40±1.18 ^a
R-20	5.00±0.85 ^{ab}	4.13±1.51 ^b	3.67±0.90 ^b	4.47±1.46 ^b	5.40±0.91 ^a	4.07±1.16 ^b

Con: commercial beverage containing black sesame, R-0: beverage with unroasted black sesame, R-10: beverage with 10 min roasted black sesame, R-15: beverage with 15 min roasted black sesame, R-20: beverage with 20 min roasted black sesame. Different letters within a column mean significant difference ($p<0.05$)

중에는 10분 또는 15분 로스팅 처리한 시료에서 더 높은 선호도를 나타내었다.

요 약

한 끼에 필요 열량을 충분히 섭취하지 못하는 고령자들의 영양보충을 위해 로스팅 시간을 0, 10, 15, 20분으로 달리하여 준비한 흑임자를 포함하여 한 끼 권장 영양의 1/2에 해당하도록 영양균형을 맞춘 음료를 개발하고 흑임자의 볶은 정도가 음료 특성에 미치는 영향을 분석 비교하였다. 흑임자의 로스팅 시간이 길어질수록 개발한 음료의 명도와 적색도는 감소하고 황색도는 증가하였다. 흑임자의 항산화성분인 리그난의 함량은 로스팅하지 않은 대조군부터 15분 로스팅한 시료까지 변화가 없었으나 20분 로스팅한 시료에서는 유의적으로 감소하였다. 총 폴리페놀 함량은 로스팅 시간이 길어질수록 증가하였으나 유리라디칼 소거능은 20분 로스팅한 시료에서 감소함을 보여 흑임자의 항산화특성은 리그난 함량에 우선 기인하는 것으로 보여진다. 관능 특성은 로스팅한 시료첨가군이 대조군이나 로스팅하지 않은 흑임자 첨가군보다 높게 나타났으며 특히 10분과 15분 로스팅한 시료를 첨가한 음료에서 가장 높은 선호도를 보였다. 본 연구에서 15분간 로스팅한 흑임자를 첨가하여 개발한 음료의 경우 리그난과 총 폴리페놀함량, 유리라디칼 소거능이 가장 높아 항산화기능을 부여하면서 관능 특성도 가장 우수한 것으로 나타나 고령자용 영양보충 음료로 적합할 것으로 생각된다.

References

Blois MS. Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature* 181: 1199-1200 (1958)

Cheng FC, Jinn TR, Hou RC, Tzen JT. Neuroprotective effects of sesamin and sesamol on gerbil brain in cerebral ischemia. *Int. J. Biomed. Sci.* 2: 284-288 (2006)

Fujiyama-Fujiwara Y, Umeda R, Igarashi O. Effects of sesamin and curcumin on $\Delta 5$ -desaturation and chain elongation of polyunsaturated fatty acid metabolism in primary cultured rat hepatocytes. *J. Nutr. Sci. Vitaminol.* 38: 353-363 (1992)

Fukuda Y, Nakata S. Effects of roasting temperature in sliced almonds and sesame seeds on the antioxidative activities. *J. Jpn. Soc. Food. Sci.* 46: 786-791 (1999)

Genovese DB, Lozano JE. The effect of hydrocolloids on the stability and viscosity of cloudy apple juices. *Food Hydrocoll.* 15(1): 1-7 (2001)

Han, G. Evaluation of chronic disease and nutritional intake by obesity of Korean elderly-data from Korea National Health and Nutrition Examination Survey 2016~ 2018. *Korean J. Food & Nutr.* 33: 428-439 (2020)

Hirata F, Fujita K, Ishikura Y, Hosoda K, Ishikawa, T. Hypocholes-

terolemic effect of sesame lignan in humans. *Atherosclerosis* 122: 135-136 (1996)

Hsu DZ, Su SB, Chien SP, Chiang PJ, Li YH, Lo YJ, Liu MY. Effect of sesame oil on oxidativestress-associated renal injury in endotoxemic rats: involvement of nitric oxide and pro-inflammatory cytokines. *Shock* 24:276-280 (2005)

Iwasaki M, Taylor GW, Manz MC, Yoshihara A, Sato M, Muramatsu K, Watanabe R, Miyazaki H. Oral health status: relationship to nutrient and food intake among 80-year-old Japanese adults. *Community Dent. Oral Epidemiol.* 42: 441-450 (2014)

Jannat B, Oveisi MR, Sadeghi N, Hajimahmoodi M, Behzad M, Choopankari E, Behfar AA. Effects of roasting temperature and time on healthy nutraceuticals of antioxidants and total phenolic content in Iranian sesame seeds (*Sesamum indicum* L.). *Iran. J. Environ. Health Sci. Eng.* 7: 97-102 (2010)

Jeong SM, Kim SY, Kim DR, Nam KC, Ahn DU, Lee SC. Effects of seed roasting conditions on the antioxidant activity. *Food Chem. Toxicol.* 69: 377-381 (2004)

Ji J, Liu Y, Shi L, Wang N, Wang X. Effect of roasting treatment on the chemical composition of sesame oil. *LWT-Food Sci. Technol.* 101: 191-200 (2019)

Jung JK, Im HW. The total phenolic contents and DPPH radical scavenging activities of Korean sweet potatoes according to plants parts, varieties, and by distribution and cooking methods. *J. East Asian Soc. Diet. Life* 9: 7-19 (2013)

Ministry of Health and Welfare (MOHW). Dietary reference intakes for Koreans (KDRI). (2015)

Kim SH. Effects of nutrient intake on oral health and chewing difficulty by age group. *J. Korea Acad. Industr. Soc.* 19:202-209 (2018)

Kim HS, Cho IW, Shin HS, Park JC. Patient-reported outcome measures on intake of nutrition drink for nutritional supplements after periodontal surgery. *J. Dent. Rehabil. Appl. Sci.* 32: 176-183 (2016)

Kim KR, Hong SA, Kim MK. Nutritional status and food insufficiency of Korean population through the life-course by education level based on 2005 National Health and Nutrition Survey. *J. Nutr. Health* 41: 667-681 (2008)

Kim JS, Kim YH, Yu JO. Factors contributing to low weight in community-dwelling older adults. *J. Korean Acad. Community Health Nurs.* 22: 429-437 (2011)

Kim J, Park JR, Jeon JR. Effects of roasting temperature on the antinutrients and functional properties of sesame protein isolates. *J. East Asian Soc. Diet. Life* 9: 435-441 (1999)

Kim BK, Park DJ, Oh S. Application of dairy food processing technology supplemented with enriched nutrients for the elderly: I. nutritional conditions and care-foods for the elderly. *J. Milk Sci. Biotechnol.* 37: 69-80 (2019)

Kim JS, Sohn JW, Yum CA. Sensory characteristics of white and black sesame gruels with different mixing ratio and decortication. *Korean J. Soc. Food Sci.* 12: 547-556 (1996)

Korean Statistical Information Service. Population and the aging index trend by age. Available from: http://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=101&tblId=DT_1BPA003&vw_cd=MT_ZTITLE&list_id=A41_10&seqNo=&lang_mode=ko&language=kor&obj_var_id=&itm_id=&conn_path=MT_ZTITLE (2020)

- Kumar CM, Appu Pao AG, Singh SS. Effect of infrared heating on the formation of sesamol and quality of defatted flours from *Sesamum indicum* L. *J. Food Sci.* 74: 105-111 (2009)
- Lee GY, Han JA. Demand for elderly food development: Relation to oral and overall health-Focused on the elderly who are using senior welfare centers in Seoul. *Korean J. Food & Nutr.* 44: 370-378 (2015)
- Lim JA, Lee JH. Quality and antioxidant properties of cookies supplemented with black sesame powder. *Korean J. Food & Nutr.* 44: 1058-1063 (2015)
- Lipnizki F. Basic aspects and applications of membrane processes in agro-food and bulk biotech industries. *Comprehensive Membrane Science and Engineering*, Elsevier Science Ltd. 4: 165-194 (2010)
- Oh C. Industry trend and food development status for the elderly people: Focused on dysphagia. *Culin. Sci. Hosp. Res.* 25: 194-201 (2019)
- Park JL. Antioxidant activity and quality characteristics of black sesame gruel added with glutinous rice, glutinous brown rice and glutinous black rice powder. *Korean J. Food Cook. Sci.* 29: 581-590 (2013)
- Park JE, An HJ, Jung SU, Lee Y, Kim CI, Jang YA. Characteristics of the dietary intake of Korean elderly by chewing ability using data from the Korea National Health and Nutrition Examination Survey 2007-2010. *J. Nutr. Health* 46: 285-295 (2013)
- Park JL, Chae KY, Hong JS. A comparison of antioxidant activities in black sesame seeds according to preparation and cooking conditions. *J. East Asian Soc. Dietary Life.* 17: 520-531 (2007)
- Park BR, Kim NJ, Yoo SM, Han GJ, Kim HY, Han HM, Shin DS, Shin M. Quality characteristics of sweet-pumpkin paste with different thermal condition and sweet-pumpkin latte with various gums. *Korean J. Food Cook. Sci.* 31: 304-317 (2015)
- Sadeghi N, Oveisi MR, Hajimahmoodi M, Jannat B, Mazaheri M, Mansouri S. The content of sesamol in Iranian sesame seeds. *Iran. J. Pharm. Res.* 8: 101-105 (2009)
- Seo HM, Lee JH. Physicochemical and antioxidant properties of yanggaeng incorporated with black sesame powder. *Korean J. Food & Nutr.* 42: 143-147 (2013)
- Sheiham A, Steele JG, Marcenes W, Lowe C, Finch S, Bates CJ, Prentice A, Walls AW. The relationship among dental status, nutrient intake, and nutritional status in older people. *J. Dent. Res.* 80: 408-413 (2001)
- Son CW, Kim HJ, Lee YJ, Kim MR. Quality characteristics and antioxidant activity of black sesame dasik added spirulina. *J. Korean Soc. Food Cult.* 23: 755-760 (2008)
- Song YB, Lee KS, Lee MS, Kim AJ. Bioactivity changes in mung beans according to the roasting time. *Korean J. Food Nutr.* 26: 502-507 (2013)
- Visavadiya NP, Narasimhacharya AVRL. Sesame as a hypocholester-aemic and antioxidant dietary component. *Food Chem. Toxicol.* 46:1889-1895 (2008)
- Yoshihara A, Watanabe R, Nishimuta M, Hanada N, Miyazaki H. The relationship between dietary intake and the number of teeth in elderly Japanese subjects. *Gerodontology* 22: 211-218 (2005)