

한국식품영양학회지

제 38권 4호 2025년 8월

목 차

<연구논문>

- 121 대파 열수추출물 첨가 고추장의 품질 특성 및 항산화 활성 김연진 · 최진희 · 황정민 · 김수빈 · 김예지 · 최혜연
- 132 고구마 품종 및 열처리에 따른 페이스트의 이화학적 특성
..... 황엄지 · 유경단 · 장가은 · 박유진 · 김태화 · 안종욱 · 이형운 · 우관식
- 142 들깨잎 유전자원의 항염증 효과 및 대사체 분석 위건 · 조수연 · 김현정 · 유은애 · 이수경 · 장환희 · 강해주

<연구노트>

- 156 국내산 백태 품종의 추출 용매별 항산화 성분 함량 및 활성 이경행
-
- 161 ■ 학회소식
- 163 ■ 저자 체크표
- 164 ■ 저작권 이전 동의서
- 165 ■ 연구윤리서약서
- 166 ■ 한국식품영양학회 회칙
- 172 ■ 한국식품영양학회 연구윤리 규정
- 183 ■ 한국식품영양학회 논문 투고 규정

THE KOREAN JOURNAL OF FOOD AND NUTRITION

Vol. 38, No. 4, August 2025

CONTENTS

<Original Articles>

- 121 **Quality Characteristics and Antioxidant Activity of Gocujang Fortified with Hot Water Extract of Green Onion**
..... Youn Jin Kim, Jin Hee Choi, Jeun Min Hwang, Soo Bin Kim, Ye Ji Kim and Hae Yeon Choi
- 132 **Effect of Thermal Treatment on Physicochemical Properties of Sweet Potato Pastes from Different Cultivars**
..... Eom-ji Hwang, Gyeong-dan Yu, Ga-eun Jang, You-jin Park, Tae Hwa Kim,
Jong Uk An, Hyeong-Un Lee and Koan Sik Woo
- 142 **Anti-Inflammatory Effects and Metabolites Profiling of Perilla (*Perilla frutescens* var. *frutescens*) Leaf Germplasm**
..... Geon Wi, Soo Yeon Cho, Hyeon-jeong Kim, Eunae Yoo, Sookyeong Lee, Hwan-Hee Jang and Hae Ju Kang

<Review>

- 156 **Antioxidant Content and Activity of Domestic Soybean Cultivars by Extraction Solvent** Kyung-Haeng Lee

- 161 ■ **News of the Korean Society of Food and Nutrition**
- 163 ■ **Checklist for Original Article**
- 164 ■ **Copyright Transfer and Statement of Originality Korean Journal of Food and Nutrition**
- 165 ■ **Declaration of Ethical Conduct in Research**
- 166 ■ **The Rules of the Korean Society of Food and Nutrition**
- 172 ■ **Research Ethics Rules of the Korean Society of Food and Nutrition**
- 183 ■ **Guidelines for Submitting Manuscripts**

대파 열수추출물 첨가 고추장의 품질 특성 및 항산화 활성

김연진 · 최진희* · 황정민 · 김수빈 · 김예지 · †최해연**

국립공주대학교 외식식품학과 대학원생, *대진대학교 식품영양학과 조교수, **국립공주대학교 외식식품학과 교수

Quality Characteristics and Antioxidant Activity of Gochujang Fortified with Hot Water Extract of Green Onion

Youn Jin Kim, Jin Hee Choi*, Jeun Min Hwang, Soo Bin Kim, Ye Ji Kim and †Hae Yeon Choi**

Graduate Student, Dept. of Food Service Management and Nutrition, Kongju National University, Yesan 32439, Korea

*Assistant Professor, Dept. of Food Science and Nutrition, Daejin University, Pocheon 11159, Korea

**Professor, Dept. of Food Service Management and Nutrition, Kongju National University, Yesan 32439, Korea

Abstract

This study investigated the quality characteristics of gochujang based on the amount of green onion added and aimed to propose standardizing the green onion extract content in the gochujang manufacturing process. Green onion extract was used as a substitute for distilled water at 0% (CON), 4% (GO1), 7% (GO2), 10% (GO3), and 14% (GO4) of the total weight of distilled water. Among the quality characteristics, the pH significantly increased only in the GO4 group ($p<0.05$). Conversely, the moisture content initially decreased before increasing again. The total available solids and Brix significantly increased ($p<0.001$), as did salinity ($p<0.05$). In terms of color value, the L value (brightness) significantly increased, while the a value (red) and b value (yellow) significantly decreased ($p<0.001$). Regarding antioxidant activity, the polyphenol, DPPH, and ABTS⁺ radical scavenging activities significantly increased with higher extract content ($p<0.001$), and the flavonoid content also increased significantly. As the extract content increased, overall acceptance improved significantly, with the characteristic intensity evaluation scoring highest in the GO3 group ($p<0.001$).

Key words: gochujang, green onion, quality characteristics, terms of antioxidant

서 론

현대 사회에서 건강과 웰빙에 대한 소비자 인식이 변화하면서 발효식품에 대한 소비자 관심이 급증하고 있다(Kim MY 2013). 우리나라는 오랜 세월부터 대두를 활용한 발효식품을 발전시키며, 독창적인 식문화를 발전시켜왔다(Yum 등 2015). 전통 장류는 중요한 영양 공급원으로써 가치가 높아 육류 자원이 부족했던 환경 속에서 가치가 높아졌다(Kim & Yoo 2021). 장류는 대표적으로 된장, 청국장, 간장, 고추장 등이 있는데 원료, 지방의 기후, 환경 등에 따라 제조 과정이 다르다(Pyeon 등 2023). 그중 고추장은 찹쌀, 메주, 소금 등을 주원료로 제조되는 한국의 전통 발효 장류로(Park & Kim

2016), 제조 과정 중 단백질에서 생성되는 구수한 맛, 전분 분해 생성되는 단맛, 소금의 짠맛 등 독특한 풍미를 가진 발효 장이다(Chae 등 2008). 발효 과정에서는 미생물에 의해 고추장의 단맛, 단백질 등 성분이 분해되면서 구수한 맛이 생성된다(Jeong 등 2000). 고추장은 풍미뿐만 아니라 면역력 증진, 항콜레스테롤, 항암효과, 항비만 효과 등 다양한 기능성을 가진 식품이며, 특히 고추에 함유된 capsaicin은 지방 분해를 비롯해 항산화 및 항암 작용 등 다양한 생리활성 효과가 있는 물질로 알려져 있다(Jung & Jeong 2018). 이와 같은 기능성이 알려지기 시작하면서 해외로 한국산 고추장의 수요가 증가하는 추세이다(Lee & Lee 2023). 국내에서는 맛과 색뿐만 아니라 기능성을 갖춘 고추장을 선호하는 소비자층이 점차 확대

† Corresponding author: Hae-Yeon Choi, Professor, Dept. of Food Service Management and Nutrition, Kongju National University, Yesan 32439, Korea. Tel: +82-41-330-1505, Fax: +82-41-330-1500, E-mail: prochoi@kongju.ac.kr

되고 있으며, 약리적 효능을 지닌 기능성 식품 소재를 첨가한 고추장 개발이 하나의 대안으로 제품의 고급화가 요구되고 있다(Choi 등 2006). 기능성 소재를 첨가한 고추장 연구는 감귤 농축액을 첨가한 고추장 연구(Chae 등 2008), 양파껍질 열수추출물을 첨가한 고추장 연구(Kim & Yoo 2021), 배즙을 첨가한 고추장 연구(Yoo 등 2005), 대추 농축액을 첨가한 고추장 연구(Choi 등 2010), 수크랄로스를 첨가한 고추장 연구(Kim 등 2024) 등과 같은 연구들이 진행되어왔으나, 아직까지 기능성 소재를 활용한 고추장 연구가 부족한 실정이다.

대파(green onion, *Allium fistulosum* L.)는 비타민 A, B₁, B₂ 등과 철분과 칼륨 등 무기질을 다량 함유한 휘발성 물질로 백합과에 속하는 다년생 채소이다(Cha 등 2008). 황 함유 휘발성 물질인 Allium은 독특한 향을 가지고 있는데, 세포가 파괴되면서 나타나는 Alliinase가 Alliin을 분해하면서 생성되는 Allicin에서 향을 내고 있다(Song 등 2009). 특히 대파는 가열 시 propylmercaptane으로 전환되어 감미가 증가한다(Koo BS 2005). 대파의 생리활성 물질로는 free radical 소거 활성이 있는 cinnamic acid(Seo 등 2011), 항진균 효과가 있는 fisulones(Sohn 등 2006), 혈중 지방 농도 개선(Han & Kim 2017) 등이 알려져 있으며, 황화아릴과 tannin, flavonoid, stilbene, lignan과 같은 페놀 화합물도 함유되어 있어 항산화, 항당뇨, 항혈전, 항비만 효과 등을 나타낸다고 보고하였다(Lee & Kim 2023; Choi 등 2024). 또한 대파에는 flavonoid 계열의 항산화 물질인 quercetin이 풍부하게 포함되어 있으며, 이는 지질 과산화 억제하고 퇴행성 질환을 예방한다(Acharya 등 2023). 이러한 식물 추출물의 생리활성은 미생물 감염을 방지하는데 중요한 역할을 한다(Barbu 등 2023). Han & Kim (2017)의 대파 부위별 추출물 연구에 따르면, 물과 에탄올로 추출한 대파 잎에서 플라베놀과 플라보노이드 함량이 높게 측정되었다. 또한 가열에 의해 휘발성 함황 화합물 propyldisulfide이 제거 되고 propylmercaptane로 감미가 증가된다(Koo BS 2005). 대파를 활용한 식품 연구에서는 대파 가루 첨가 국수 품질 연구(Lee 등 2003a), 대파 가루 혼합 빵 품질 연구(Lee 등 2003b), Blanching 처리한 동결 대파 품질연구(Lee 등 2011), 대파 분말을 첨가한 스펀지케이크 품질 연구(Jin 등 2020), 파 뿌리 분말을 첨가한 스펀지케이크 품질 연구(Park & Yu 2023) 등이 진행되어 왔으나 아직까지 대파를 활용한 전통 장류 연구는 부족한 실정이다.

당류는 인간에게 주요 에너지원으로 활용되며, 음식의 풍미를 높여 식품에 대한 기호도를 향상시키는 역할을 한다(Han & Kim 2022). 가공식품에 대체감미료를 활용할 경우, 단순히 당도 기준에 따라 양을 조절하는 데 그치지 않고, 최종 제품에서 나타날 수 있는 물리적·화학적 변화와 관능 특성의 변화를 함께 검토하는 과정이 요구된다(Shin & Jun

2020). 천연 감미료인 아가베시럽은 CAM(Crassulacean acid metabolism) 식물에서 추출된 CAM당이며, 설탕에 비해 혈당 지수가 낮아 건강관리에 도움이 된다(Choi 등 2021). 또한 감미료는 함께 사용하면, 단맛의 상승효과와 더불어 맛 품질 개선 등의 이점을 기여할 수 있다(Bang 등 2023).

따라서 본 연구에서는 기능성 소재인 대파를 열수추출하여 추출된 propylmercaptane를 고추장에 첨가하여 단맛을 증가시키고, 단기속성 고추장의 품질을 개선시키고자 하였다. 또한 고추장의 품질특성, 항산화 활성 및 관능적 특성을 파악함으로써 소비자 기호도에 적합한 기능성 고추장을 제조하여 고추장의 최적 첨가량을 제시해 발효식품 개발의 기초 자료로 활용하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 실험 재료

본 연구에서는 2024년 7월에 모든 재료를 일괄 구입 후 제조하였다. 대파(green onion, Korea)와 소금(CJ Chiljedang, Shinan-gun, Jeollanam-do, Korea)은 시중에서 구입하였고, 고춧가루(NH Namandong Nonghyup, Andong-si, Gyeongsangbuk-do, Korea), 메춧가루(Andong Jebiwon, Andong-si, Gyeongsangbuk-do, Korea), 조청(Donghee, Yongin-si, Gyeonggi-do, Korea), 찹쌀달인물(Andong Jebiwon, Andong-si, Gyeongsangbuk-do, Korea), 아가베 시럽(Cadeco Industries Inc., Mexico)은 인터넷을 통해 구입하였다.

2. 고추장 제조

대파 열수추출물을 첨가한 고추장은 Kim 등(2024)의 방법을 참고하여 제조하였다. 본 연구는 물 대신 4%, 7%, 10%, 14%의 대파 열수추출물 첨가해 고추장을 제조하였으며, 그 배합비는 Table 1에 나타내었다. 용기는 투명 유리 사각 용기를 사용하여 70℃ 소독 후 완전 건조하였다. 큰 냄비에 찹쌀달인물과 소금, 증류수, 대파 열수추출물을 붓고 메춧가루를 혼합하여 가열하였다. 끓기 시작하면 2분 30초 가열하고 가열을 멈춘 후 조청을 넣어 잘 섞어주었다. 약간 식히고 아가베 시럽을 넣고 잘 섞어주고 고춧가루를 넣고 혼합하였다. 식은 후 고추장이 용기에 넣고 냉장고에 4주간 보관하였다. 각 실험군의 시료액을 제조하여 품질특성과 항산화 활성, 소비자 기호도 및 특성 강도 평가 간의 차이를 분석하였다.

3. 시료액 조제

대파 열수추출물은 대파의 잎과 줄기 1 kg에 물을 2,000 mL 가하여 95℃에서 60분간 추출한 후 여과하여 고추장에 첨가하였다. 고추장 시료액은 4주 숙성한 고추장 10 g에 70% Ethanol(Duksan pure chemicals Co., Ltd, Ansan-si, Gyeonggi-

Table 1. Formulas for Cochujang with addition of green onion water extract

Ingredients (g)	Sample				
	CON ¹⁾	GO1	GO2	GO3	GO4
Glutinous rice decoction			116		
Water	70	50	35	20	0
Green onion thermal water extract	0	20	35	50	70
Rice syrup			120		
Agave syrup			80		
Meju powder			19		
Red chill powder			70		
Salt			25		
Total (g)			500		

¹⁾ CON: green onion extract content 0%, GO1: green onion extract content 4%, GO2: green onion extract content 7%, GO3: green onion extract content 10%, GO4: green onion extract content 14%.

do, Korea) 90 mL 더하여 shaker(Wise Mix SHO-1D, DAIHAN Scientific, Wonju-si, Gangwon-do, Korea)에 24시간 동안 추출하였다. Filter paper(Whatman No. 2, whatman Ltd., Piscataway, NJ, USA)를 사용해 시료를 여과하였으며, 이후 분석하였다.

4. 고추장 pH

고추장의 pH는 Kim 등(2024) 측정 방법을 참고하여 4주 숙성한 뒤 측정하였다. 고추장 10 g에 증류수 90 mL를 혼합하여 filter paper(Whatman No. 2, whatman Ltd., Piscataway, NJ, USA)에 여과한 뒤 pH meter(FEg-20, Mettler Toledo, Greifensee, Switzerland)를 사용하여 각각 측정하였다. 각 시료는 동일한 조건 하에 3회 측정되었고, 측정값의 평균 및 표준편차로 나타내었다.

5. 고추장 수분함량

고추장의 수분함량은 4주 숙성한 고추장 0.5 g을 Aluminum Pan Dish에 얇게 펴서 수분 분석기(MJ-33, Mettler Toledo, Greifensee, Switzerland) 장비를 활용하여 측정하였다. 각 시료는 동일한 조건 하에 10회 측정되었고, 측정값의 평균 및 표준편차로 나타내었다.

6. 고추장 가용성 고형분

고추장의 가용성 고형분 함량은 Lee & Lee(2023) 측정방법

을 참고하였다. 4주 숙성한 고추장 20 g에 증류수 180 mL 혼합하여 filter paper(Whatman No. 2, Whatman Ltd., Piscataway, NJ, USA)에 여과한 뒤 Aluminum Pan Dish 무게와 추출물 30 g 넣고 105°C로 증발하여 건조시킨 무게를 측정하였다. 각 시료는 동일한 조건 하에 3회 측정되었고, 측정값의 평균 및 표준편차로 나타내었다.

7. 고추장 당도 및 염도

고추장의 당도 및 염도는 4주 숙성하여 측정하였다. 고추장의 당도는 당도 측정기(ATAGO PAL-1 Pocket Refractometer, Itabashi-ku, Tokyo, Japan) 장비로 측정하였으며, 동일한 조건 하에 3회 측정하여 측정값의 평균 및 표준편차를 나타내었다. 고추장의 염도는 염도 측정기(SB-1500 PRO, Kimi Sanggung, Anyang-si, Gyeonggi-do, Korea) 장비로 측정하였으며, 동일한 조건 하에 3회 측정하여 측정값의 평균 및 표준편차를 나타내었다.

8. 고추장 색도

고추장의 색도는 대파 열수추출물과 4주 숙성한 고추장을 Colorimeter(CR-400, Konica Minolta Co., Marunouchi, Chiyoda-ku, Tokyo, Japan)로 L값(Lightness), a값(+red/-green), b값(+yellow/-blue)을 20회 반복 측정하여 표준편차를 나타내었다. 표준 백색판의 L, a, b값은 L=94.65, a=-0.43, b=4.12이다.

9. 총 폴리페놀 함량 측정

고추장의 총 폴리페놀 함량 측정은 Swain & Hillis(1959)에서 제시한 방법을 참고하여 분석하였다. 추출한 시료액 0.1 mL에 증류수 0.2 mL와 2 N Folin-Ciocalteu's phenol reagent(Sigma-Aldrich, Merck Korea, Seoul, Korea)를 첨가한 후, 암실에서 3분 반응시켰다. 2 mL 1 N Na₂CO₃을 추가로 첨가하여 암실에서 1시간 동안 반응을 진행하였다. 분광광도계(Libra S22, Biochrom Ltd., Cambridge, UK) 장비를 사용하여, 흡광도 765 nm 파장에서 측정하였다. 대파 열수추출물의 총 폴리페놀 함량 측정은 시료 1 g당 mg GAE/g(mg gallic acid equivalent)로 산출하였고, 고추장의 총 폴리페놀 함량 측정은 시료 100 g당 mg GAE/g(mg gallic acid equivalent)로 산출하였다. 모든 시료는 동일한 조건에서 5회 측정하였으며, 측정값의 평균 및 표준편차를 나타내었다.

10. 총 플라보노이드 함량 측정

고추장의 총 플라보노이드 함량 측정은 Um & Kim(2007)에서 제시한 방법을 참고하여 분석하였다. 추출한 시료액 0.1 mL에 90% diethylene glycol(Samjeon Pure Pharmaceutical Industries Co., Ltd, Pyeongtaek, Gyeonggi-do, Korea) 1 mL을 첨가한 후 1 N NaOH(Daejung chemicals&metals Co., Ltd,

Siheung-si, Gyeonggi-do, Korea) 0.1 mL을 추가로 첨가하여 water bath에서 37°C, 1시간 반응을 진행하였다. 분광광도계 (Libra S22, Biochrom Ltd., Cambridge, UK) 장비를 사용하여 흡광도 420 nm 파장에서 측정하였다. 총 플라보노이드 함량 측정은 시료 1 g당 mg QE/ g(mg quercetin equivalent)로 산출하였고, 고추장의 총 플라보노이드 함량은 시료 100 g당 mg QE/g(mg quercetin equivalent)로 산출하였다. 모든 시료는 동일한 조건에서 5회 측정하였으며, 측정값의 평균 및 표준편차를 나타내었다.

11. DPPH radical 소거 활성

고추장의 DPPH radical 소거 활성 측정은 Lee 등(2007)에서 제시한 방법을 참고하여 분석하였다. 추출한 시료액 4 mL에 DPPH solution 1 mL를 첨가하여 암실에서 30분간 반응시켰다. 분광광도계(Libra S22, Biochrom Ltd., Cambridge, UK) 장비를 사용하여 흡광도 517 nm 파장에서 측정하였다. 대조군은 시료액 대신 에탄올을 넣어 흡광도를 측정하였고 DPPH radical 소거 활성 값을 백분율로 나타내었다.

$$\text{DPPH radical scavenging ability (\%)} = \left(1 - \frac{\text{sample group absorbance after 30 min}}{\text{control group absorbance}} \right) \times 100$$

12. ABTS⁺ radical 소거 활성

고추장의 ABTS⁺ radical 소거 활성 측정은 Siddhuraju & Becker(2007)에서 제시한 방법을 참고하여 분석하였다. 2.34 mM potassium persulfate(Daejung chemicals&metals Co., Ltd, Siheung-si, Gyeonggi-do, Korea)와 7.0 mM 2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)(Sigma-Aldrich, Merck Korea, Seoul, Korea)를 각 10 mL 증류수에 용해한 후 혼합하여 암실에서 1시간 반응시켰다. ABTS⁺ solution은 ethyl alcohol로 희석하고 분광광도계(Libra S22, Biochrom Ltd., Cambridge, UK) 장비를 사용하여 흡광도 734 nm 파장에서 값이 0.70±0.02가 되도록 조정하였다. 0.1 mL 시료에 0.9 mL ABTS⁺ solution를 첨가한 후 흡광도 734 nm에서 측정하였다. 대조군의 흡광도는 Ethanol(Duksan Pure Chemicals Co., Ltd, Ansan-si, Gyeonggi-do, Korea)과 ABTS⁺ solution를 사용하여 측정하였으며, ABTS⁺ radical 소거활성을 백분율로 나타내었다.

$$\text{ABTS}^{\text{+}} \text{ radical scavenging ability (\%)} = \left(1 - \frac{\text{sample group absorbance after 6 min}}{\text{control group absorbance}} \right) \times 100$$

13. 환원력

고추장의 환원력 측정은 Oyanaizu M(1986)에서 제시한 방법을 참고하여 분석하였다. 2.5 mL 시료액에 2.5 mL 0.3 M sodium phosphate buffer(pH 6.6)(Sigma-Aldrich, Merck Korea, Seoul, Korea)와 2.5 mL 1% potassium ferricyanide(Thermo Fisher Scientific Inc., Jung-gu, Incheon Metropolitan-si, Korea)를 첨가한 후 water bath에서 50°C, 20분간 반응을 진행하였다. 반응시킨 시료액에 2.5 mL 10% trichloroacetic acid(Sigma-Aldrich, Merck Korea, Seoul, Korea)를 첨가하고 상등액 2.5 mL에 2.5 mL 증류수를 첨가한다. 1 mL 0.1% ferric chloride(Sigma-Aldrich, Merck Korea, Seoul, Korea)를 추가로 첨가한다. 분광광도계(Libra S22, Biochrom Ltd., Cambridge, UK) 장비를 사용하여 흡광도 700 nm 파장에서 측정하고 그 값을 나타내었다.

14. 소비자 기호도 및 특성 강도 평가

고추장의 관능검사는 일반인 25명을 대상으로 사전에 연구의 목적과 필요성 및 평가 항목에 대해 설명을 하고 관능검사에 관해 교육 후 진행하였다. 시료는 투명 숟가락에 일정량으로 떠서 난수표를 이용한 3자리 숫자로 표시한 뒤 흰색 폴리에틸렌 접시에 담아 제공하였다. 소비자 기호도 평가 항목은 색(color), 단맛(sweetness), 짠맛(salty), 조직감(texture), 전반적인 기호도로 설정하였다. 각 항목에 대한 평가는 평정법 중 7점 척도(1점: 매우 나쁘다, 7점: 매우 좋다)를 이용해 평가하였다. 특성 강도 평가항목은 대파의 향미(flavor of green onion), 단맛의 강도(intensity of sweetness), 짠맛의 강도(intensity of saltiness)로 설정하였다. 7점 척도(1점: 매우 약하다, 7점: 매우 강하다)로 평가하였으며, 본 연구의 관능평가는 국립공주대학교 생명윤리위원회의 승인을 받아 그 규정에 따라 실행하였다(Approval Number: KNU_IRB_2024-128).

15. 통계처리

본 연구의 결과는 IBM SPSS Statistics(Ver. 25.0, SPSS Institute Inc.) 통계 프로그램을 이용하여 $p < 0.05$ 수준에서 one-way ANOVA로 분석하였다. 시료 간의 유의차 검정을 위해 Duncan's multiple range test를 실시하였으며, 품질특성과 향산화 활성, 소비자 기호도 및 특성 강도 평가 간의 차이를 분석하였다.

결과 및 고찰

1. pH

대파 열수추출물 첨가 고추장의 pH는 Table 2에 나타내었다. pH는 CON이 4.95, 첨가군은 4.95~5.07로 대조군과 첨가군 GO1~GO3까지는 유의적인 차이가 나타나지 않았으나,

Table 2. pH, Moisture, Total soluble solids, Brix, salinity and color value of Cochujang according to green onion extract content

Irem	CON ¹⁾	GO1	GO2	GO3	GO4	F-value	
pH (%)	4.95±0.00 ^{b2)3)}	4.95±0.00 ^b	4.96±0.01 ^b	4.96±0.01 ^b	5.07±0.10 ^a	4.471 ^{*4)}	
Moisture (%)	19.43±0.74 ^a	19.30±2.11 ^a	19.87±1.60 ^a	20.79±1.76 ^a	21.44±2.55 ^a	2.142 ^{NS}	
Total soluble solids (%)	5.58±0.17 ^d	5.62±0.06 ^d	5.69±0.01 ^{bc}	5.73±0.00 ^{ab}	5.81±0.05 ^a	7.362 ^{***}	
°Brix (%)	5.97±0.12 ^d	6.30±0.10 ^c	6.40±0.00 ^{bc}	6.47±0.06 ^b	6.63±0.06 ^a	30.722 ^{***}	
Salinity (%)	4.40±0.10 ^c	4.50±0.00 ^{bc}	4.53±0.06 ^{ab}	4.53±0.00 ^{ab}	4.63±0.06 ^a	5.250 [*]	
Color	L	20.98±0.83 ^{c2)3)}	21.09±0.94 ^c	21.22±0.39 ^c	21.81±0.88 ^b	22.27±0.93 ^a	13.342 ^{****4)}
	a	9.05±0.62 ^a	8.82±0.49 ^b	8.74±0.30 ^{bc}	8.61±0.42 ^{bc}	8.51±0.27 ^c	6.964 ^{***}
	b	7.61±0.42 ^a	7.43±0.28 ^{ab}	7.34±0.36 ^b	7.06±0.39 ^c	6.90±0.33 ^c	18.794 ^{***}

¹⁾ CON: green onion extract content 0%, GO1: green onion extract content 4%, GO2: green onion extract content 7%, GO3: green onion extract content 10%, GO4: green onion extract content 14%.

²⁾ Mean±SD.

³⁾ Different letters within the same row (^{a-d}) differ significantly ($p<0.05$).

⁴⁾ * $p<0.05$, *** $p<0.001$.

NS: not significant.

GO4에서 유의적인 차이가 나타났다($p<0.05$). 양파 열수추출물 첨가 고추장 연구(Kim과 Yoo, 2021)에서는 대조군에서 10% 첨가군까지 유의적으로 증가하였으나, 15%에서 감소하다 20%에서 높게 증가하였는데, 가장 많은 첨가량의 pH가 높게 나타난 것으로 본 연구와 유사한 결과가 나타났다. 본 연구에서 사용한 대파 열수추출물과 증류수의 pH는 각각 5.75, 5.54로 증류수 pH보다 대파 열수추출물이 다소 높게 측정되었다. 따라서 본 연구는 대파 열수추출물이 고추장 pH에 미치는 영향이 있으나 제한적일 것으로 사료된다.

2. 수분함량

대파 열수추출물 첨가 고추장의 수분함량은 Table 2에 나타내었다. 수분함량은 CON이 19.43%, 첨가군은 19.30~21.44%로 대파 열수추출물 첨가량이 증가함에 따라 값이 감소하다 증가하였지만, 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 막걸리 주박 첨가 고추장 연구(Bae AY 2019)에서도 막걸리 주박이 증가할수록 수분함량의 값이 다소 증가하였지만, 유의미한 차이가 나타나지 않아 본 연구와 유사한 결과가 나타났다. 고추장 KS 품질 기준에 따르면, 수분함량은 45% 이하로(Kwon SH 2014) 규정되어 있으며, 본 연구에서 제조된 고추장은 이 기준을 충족하는 것으로 확인되었다. 또한 고추장 전체 실험군은 물과 대파 열수추출물 비율만 달리하여 제조하였으므로, 동일한 수분량을 가지고 있었다고 사료되어 본 연구는 고추장의 수분함량이 대파 열수추출물에 영향을 받지 않는 것으로 생각된다.

3. 가용성 고형분

대파 열수추출물 첨가 고추장의 가용성 고형분 함량은 Table 2에 나타내었다. 가용성 고형분은 CON이 5.58%, 첨가군은 5.62~5.81%로 대파 열수추출물 첨가량이 증가함에 따라 가용성 고형분 함량이 증가하였으며, 유의적인 차이가 나타났다($p<0.001$). 감시럽 첨가 고추장 연구(Koh 등 2013)에서도 감시럽이 증가할수록 가용성 고형분 함량이 증가해 본 연구와 유사한 결과가 나타났다. 고추씨 첨가 고추장 연구(Lee & Kim 2018)에서는 고추씨 첨가량이 높아질수록 가용성 고형분 함량은 낮아졌으나, 본 연구는 대파 열수추출물이 높아질수록 가용성 고형분 함량이 증가했다. 이는 대파 열수추출물 내 가용성 성분인 무기질, 당류 등에 영향을 미친 것으로 사료된다. 따라서 본 연구는 대파 열수추출물 첨가량이 높아질수록 고추장 발효 과정에서 미생물의 효소 활성이 촉진하여 가용성 고형분 함량이 높아진 것으로 판단된다.

4. 당도

대파 열수추출물 첨가 고추장의 당도는 Table 2에 나타내었다. 당도는 CON이 5.97%, 첨가군은 6.30~6.63%로 측정되어, 대파 열수추출물 첨가량이 증가함에 따라 높아지며, 유의적인 차이가 나타났다($p<0.001$). 썩 조청과 숙성 마늘 첨가 고추장 연구(Lee JS 2019)에서도 부재료가 증가함에 따라 당도가 높아져 본 연구와 유사한 결과가 나타났다. 본 연구에서 사용된 대파 열수추출물의 Brix는 1.03%로 증류수를 첨

가한 CON군에 비해 대파 열수추출물이 고추장 brix에 영향을 미친 것으로 사료된다. 시판 고추장(Byeon & Choi 2018) 연구에서는 7개의 고추장이 3.87~4.77% Brix로 보고된 바 있는데, 본 연구에서 측정된 고추장 Brix가 높게 측정되었다. 따라서 본 연구는 고추장에 첨가한 증류수 Brix보다 대파 열수추출물 Brix가 높게 나타나, 대파 열수추출물 함량이 증가함에 따라 고추장의 Brix가 증가한 것으로 사료된다.

5. 염도

대파 열수추출물 첨가 고추장의 염도는 Table 2에 나타내었다. 염도는 CON이 4.40%, 첨가군은 4.50~4.63%로 측정되어 대파 열수추출물 첨가량이 증가함에 따라 염도 값이 높아졌다($p<0.05$). 고수 첨가 고추장 연구(Choe GC 2009)에서도 고수액이 증가함에 따라 염도 값이 증가해 본 연구와 유사한 결과가 나타났다. 본 연구에서 사용된 대파 열수추출물의 염도는 0.3%로 측정되어 대파 열수추출물 함량에 의해 고추장의 염도 값이 증가한 것으로 사료된다. 전통 고추장은 장기간 보존을 위해 sodium 1일 권장량에 2배의 소금을 첨가하여 8.92~21.01% 염도를 유지하였으나, 단기숙성 장의 경우 일반적인 염도 값보다 낮아도 이상 발효의 문제가 없는 것으로 보고 하였다(Kim JY 2017). 감시럽 첨가 고추장 연구(Koh 등 2013)에서도 단기숙성 장으로 제조되어 염도 5.00~5.60%로 측정되었으며, 보존에 문제가 없는 것으로 보고하였다. 따라서 본 연구는 대파 열수추출물 첨가량이 증가함에 따라 고추장의 염도가 증가하였으며, 단기숙성 고추장으로서 보존에 무리가 없는 수준인 것으로 생각된다.

6. 색도

대파 열수추출물 첨가 고추장의 색도는 Table 2에 나타내었다. L값(lightness)은 CON이 20.98, 첨가군은 21.09~22.27로 대파 열수추출물 첨가량이 증가함에 따라 L값이 높아졌으나, CON-GO2까지는 유의적인 차이가 나타나지 않았다($p<0.001$). 대추 첨가 고추장 연구(Choi 등 2010)에서도 대추 농축액 첨가량이 증가할수록 고추장의 L값이 높아지는 경향으로 보고하여 본 연구와 유사한 결과가 나타났다. 대파 열수추출물 고추장의 a값(redness, +red/ -green)은 CON이 9.05, 첨가군 8.51~8.82이며, b값(yellowness, +yellow/ -blue)은 CON이 7.61, 첨가군 6.90~7.43로 나타났다($p<0.001$). 본 연구에서 사용된 대파 열수추출물의 색도는 L값 55.33, a값 -0.12, b값 -0.19로 측정되었다. 연잎 첨가 고추장 연구(Kim & Kim 2023)에서도 연잎 가루가 증가함에 따라 a값, b값이 감소하여 본 연구와 유사한 결과가 나타났다. 고추장 첨가 쿠키 연구(Kim & Yoo 2017)에서는 고추장 제조 시 고춧가루 함량이 증가할수록 a, b값이 증가한다고 보고된 바 있다. 따라서 본 연구는 대파 열수추출물

첨가량이 증가할수록 L값이 증가하고 a, b값이 감소된 것으로 생각된다.

7. 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량

대파 열수추출물 첨가 고추장의 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량은 Table 3에 나타내었다. 대파 열수추출물의 총 폴리페놀 함량은 0.73 mg GAE/g, 총 플라보노이드 함량은 0.21 mg QE/g로 측정되었다. 대파 열수추출물 고추장의 총 폴리페놀 함량은 CON이 524.39 mg GAE/100 g, 첨가군은 553.28~639.67 mg GAE /100 g로 대파 열수추출물이 증가함에 따라 유의적으로 증가하였다($p<0.001$). 단감 첨가 고추장 연구(Hwang 등 2011)에서도 단감 분말의 첨가량이 증가할수록 총 폴리페놀 함량이 증가해 본 연구와 유사한 결과가 나타났다. 고추장의 총 플라보노이드 함량은 CON이 214.93 mg QE/100 g, 첨가군이 218.27~225.60 mg QE/100g로 대파 추출물이 증가함에 따라 유의적으로 증가하였다($p<0.05$). 오미자 첨가 고추장 연구(Kim & Kang 2018)에서도 오미자 압착액 분말의 첨가량이 증가할수록 총 플라보노이드 함량이 증가하였으며, 본 연구와 유사한 결과가 나타났다. Han & Kim(2017)의 대파 부위별 항산화 연구에 따르면, 대파의 뿌리, 줄기, 잎 부위를 물에서 추출했을 때, 대파 잎에서 총 폴리페놀과 플라보노이드 함량이 가장 높게 측정되었다고 보고하였다. 대파 열수추출물에는 4-hydroxy-3-methoxy cinnamic acid, 4-hydroxy cinnamic acid, 4-hydroxybenzoic acid, 4-hydroxy-3-methoxybenzoic acid 등 다양한 페놀화합물이 존재하는 것으로 보고한 바 있다(Seo 등 2003). 본 연구에서는 대파의 잎과 줄기를 사용해 열수추출하였으며, 이로 인해 대파 열수추출물 첨가량이 증가할수록 고추장의 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량이 높아진 것으로 생각된다.

8. DPPH radical 소거 활성

대파 열수추출물 첨가 고추장의 DPPH radical 소거 활성은 Table 3에 나타내었다. 대파 열수추출물의 DPPH radical 소거 활성은 10 mg/mL에서 분석했을 때, 60.38%로 측정되었다. 대파 열수추출물을 첨가한 고추장의 DPPH radical 소거 활성은 10 mg/mL에서 분석했을 때, CON이 79.03%, 첨가군이 80.09~82.22%로 대파 열수추출물이 증가할수록 DPPH radical 소거 활성이 유의적으로 증가하였다($p<0.001$). 연잎가루 첨가 고추장 연구(Kim JT 2020)에서도 연잎가루가 증가할수록 DPPH radical 소거 활성이 증가해 본 연구와 유사한 결과가 나타났다. Han & Kim(2017)의 대파 항산화 연구에 따르면 대파의 뿌리, 줄기, 잎 중 대파 잎의 DPPH radical 소거 활성이 두 번째로 높게 측정되었다. 본 연구에서 사용한 대파 열수추출물은 대파 잎 부위를 포함하고 있어 비교적 높은 DPPH radical 소거 활성에 기여했을 것으로 판단된다. 또한

Table 3. Polyphenols, flavonoids, DPPH, ABTS of Cochujang raccording to green onion extra

Irem	CON ¹⁾	GO1	GO2	GO3	GO4	F-value
Polyphenols (mg GAE /100 g)	524.39±2.62 ^{e2)3)}	553.28±2.15 ^c	577.17±2.74 ^b	601.00±1.82 ^b	639.67±1.49 ^a	82.046 ^{***4)}
Flavonoids (mg QE/100 g)	214.93±3.06 ^c	218.27±5.03 ^b	220.27±4.16 ^{ab}	223.60±4.00 ^{ab}	225.60±0.00 ^a	3.951 [*]
DPPH (%)	79.03±1.44 ^d	80.09±0.72 ^c	81.06±0.80 ^{bc}	81.40±1.12 ^{ab}	82.22±0.00 ^a	16.873 ^{***}
ABTS ⁺ (%)	30.62±1.42 ^c	32.16±0.86 ^{bc}	33.38±1.05 ^b	35.29±1.65 ^a	36.05±0.55 ^a	18.022 ^{***}
Reducing power	0.54±0.03 ^c	0.59±0.10 ^{bc}	0.62±0.11 ^{abc}	0.68±0.00 ^{ab}	0.73±0.01 ^a	3.607 [*]

¹⁾ CON: green onion extract content 0%, GO1: green onion extract content 4%, GO2: green onion extract content 7%, GO3: green onion extract content 10%, GO4: green onion extract content 14%.

²⁾ Mean±SD.

³⁾ Different letters within the same row (a-e) differ significantly ($p<0.05$).

⁴⁾ * $p<0.05$, *** $p<0.001$.

DPPH radical 소거 활성은 총 폴리페놀과 플라보노이드 함량이 높게 측정될수록 DPPH radical 소거 활성이 증가하는 것으로 보고한 바 있다(Yang HJ 2014). 따라서 본 연구는 대파 열수추출물 첨가량이 증가할수록 고추장의 DPPH radical 소거 활성이 높아진 것으로 생각된다.

9. ABTS⁺ radical 소거 활성

대파 열수추출물 첨가 고추장의 ABTS⁺ radical 소거 활성은 Table 3에 나타내었다. 대파 추출물의 ABTS⁺ radical 소거 활성은 10 mg/mL에서 분석했을 때, 17.04%로 측정되었다. Lee & Kim(2023)의 대파 항산화 연구에 따르면, 대파 부위별 ABTS⁺ radical 소거 활성은 뿌리에서 63.25%, 줄기 71.57%, 잎 21.79%로 측정되었다. 본 실험에서 사용한 대파 열수추출물의 대파 부위는 줄기와 잎으로 대파 잎 ABTS⁺ radical 소거 활성 값과 본 연구와 유사한 결과가 나타났다. 대파 열수추출물을 첨가한 고추장의 ABTS⁺ radical 소거 활성은 10 mg/mL에서 분석했을 때, CON이 30.62%, 첨가군은 32.16~36.05%로 대파 열수추출물이 증가할수록 ABTS⁺ radical 소거 활성이 유의적으로 증가하였다($p<0.001$). Yang HJ(2014)의 한국 고추 항산화 연구에 따르면, 고춧가루의 ABTS⁺ radical 소거 활성은 104.89 mM TE/g로 높게 측정되었으며, 이는 고추장의 항산화 활성을 증가시키는 데 기여한 것으로 보인다. 또한 ABTS⁺ radical 소거 활성은 폴리페놀 화합물 함량이 높게 측정될수록 ABTS⁺ radical 소거 활성이 증가하는 것으로 보고한 바 있다(Go 등 2023). 양파껍질 열수추출물 첨가 고추장 연구(Kim & Yoo 2021)에서는 양파추출물이 증가함에 따라 고추장의 ABTS⁺ radical 소거 활성이 증가하여 본 연구와 유사한 결과가 나타났다. 따라서 본 연구는 대파 열수추출물 함량이 증가할수록 고추장의 ABTS⁺ radical 소거 활성이 높아지는 것으로 생각된다.

10. 환원력

대파 열수추출물 첨가 고추장의 환원력은 Table 3에 나타내었다. 대파 열수추출물의 환원력은 0.16로 측정되었다. 고추장의 환원력은 CON이 0.54, 첨가군이 0.59~0.73로 대파 열수추출물이 증가함에 따라 환원력이 유의적으로 증가하였다($p<0.05$). 대파는 calcium, diallylmonosulfide, sucrose, protein, iron 등이 함유되어 있으며(Jia 등 2015), 대파의 생리활성 물질에는 cinnamic acid의 free radical 소거 활성(Seo 등 2011), fistulosides의 항진균 효과(Sohn 등 2006) 등이 있다. Han & Kim(2017)의 대파 항산화 연구에 따르면, 대파의 뿌리, 줄기, 잎 부위를 물에서 추출했을 때, 잎의 환원력이 1,275.75 µg TERP/g로 높게 측정되었다. Yang & Park(2011)의 흑양파 항산화 연구에서도 흑양파를 물과 에탄올, 메탄올로 추출하였을 때, 물 추출에서 흑양파의 환원력이 높게 측정되었는데, 이는 대파, 흑양파와 같은 Allium 계열 식물을 물에서 추출 시 높은 환원력이 유지하는 것으로 판단된다. 또한 한국 고춧가루 환원력은 21.24 mM TE/g(Yang HJ 2014)로 측정되었다. 따라서 본 연구는 고춧가루에 영향을 받아 환원력이 높게 측정되었으나, 대파 열수추출물 함량이 증가할수록 고추장의 환원력이 더욱 증가하는 것으로 생각된다.

11. 고추장의 관능적 특성

대파 열수추출물 첨가 고추장의 관능적 특성 평가 결과는 Table 4에 나타내었다. 소비자 기호도 분석 결과, 대조군에서 대파 열수추출의 첨가량이 높아질수록 점수가 유의적으로 증가하는 경향을 보였으며, GO3군이 색, 단맛, 짠맛, 조직감, 전반적인 기호도 항목에서 가장 높은 점수가 나타났다($p<0.001$). 배즙 첨가 고추장 연구(Yoo 등 2005)에서도 3~9%의 배즙 첨가량 중 9%보다 6% 배즙을 첨가한 고추장이 높은 기호도가 나타나 본 연구와 유사한 결과가 나타났다. 고추장

Table 4. Sensory characteristics of Cochujang with various green onion extract

		CON ¹⁾	GO1	GO2	GO3	GO4	F-value
Characteristic intensity rating	Flavor of green onion	2.80±1.91 ^(e2)3)	3.45±1.39 ^{bc}	4.00±1.26 ^b	5.30±0.73 ^a	6.00±1.03 ^a	19.851 ^{***4)}
	Intensity of sweetness	3.85±0.93 ^c	4.15±0.93 ^c	5.10±1.02 ^b	5.60±0.94 ^b	6.45±0.82 ^a	25.937 ^{***}
	Intensity of saltiness	3.95±1.00 ^c	4.25±1.48 ^{bc}	4.80±0.89 ^b	5.60±0.94 ^a	6.20±1.06 ^a	14.584 ^{***}
Consumer acceptability	Color	4.15±1.42 ^d	4.50±1.23 ^{cd}	5.05±0.82 ^{bc}	5.95±0.82 ^a	5.60±1.23 ^{ab}	8.645 ^{***}
	Sweetness	4.20±1.47 ^c	4.90±1.17 ^{bc}	5.30±1.08 ^{ab}	6.05±0.94 ^a	5.55±1.10 ^{ab}	7.156 ^{***}
	Saltiness	4.05±1.47 ^c	4.25±1.05 ^b	4.25±1.05 ^{ab}	4.25±1.05 ^a	5.35±1.04 ^{ab}	7.250 ^{***}
	Texture	3.90±1.68 ^c	4.30±1.43 ^{bc}	5.10±1.12 ^{ab}	5.70±1.03 ^a	5.25±1.16 ^{ab}	5.733 ^{***}
	Overall acceptance	4.00±1.62 ^c	4.65±1.63 ^{bc}	5.65±1.03 ^{ab}	5.90±1.41 ^a	5.25±1.37 ^a	5.801 ^{***}

¹⁾ CON: green onion extract content 0%, GO1: green onion extract content 4%, GO2: green onion extract content 7%, GO3: green onion extract content 10%, GO4: green onion extract content 14%.

²⁾ Mean±SD.

³⁾ Different letters within the same row (^{a-d}) differ significantly ($p<0.05$).

⁴⁾ *** $p<0.001$.

제조 시 대파 열수추출물 함량이 높아질수록 대파의 향미가 증가함에 따라 소비자 기호도에 긍정적인 영향을 미친 것으로 생각된다.

고추장의 특성 강도 분석 결과, 대파 열수추출물이 증가함에 따라 대파의 향미, 단맛 및 짠맛의 강도가 유의적으로 증가하였다($p<0.001$). 파는 모든 저장온도에서 높은 향미가 유지된다고 보고하였으며, *Allium* 속 휘발성 황을 함유한 유기화합물이 맛을 극대화시킨 것으로 보고하였다(Cha 등 2008; Song 등 2009). 또한 대파는 가열 시 propylmercaptane으로 전환되어 감미가 증가하며, 특히 대파의 뿌리, 줄기, 잎 중 뿌리 부위는 단맛이 약한 것으로 보고한 바 있다(Koo BS 2005). 본 연구에서는 이러한 특성을 고려하여 대파 뿌리 부위를 제외한 줄기와 잎만을 사용해 고추장을 제조하여 대파 열수추출물 첨가량이 많을수록 단맛의 강도가 높아졌으며, 숙성됨에 따라 고추장의 향미 및 감미도가 높게 느껴진 것으로 사료된다. 천연 감미료인 아가베 시럽은 설탕보다 감미도가 높아 소량으로도 단맛을 내고 당도 수치에 큰 영향을 주지 않는 것으로 보고되었다(Song 등 2012). 이는 고추장의 감미를 극대화하면서도 건강상의 부담은 낮은 단맛으로 작용한 것으로 판단된다. 따라서 본 연구는 대파 열수추출물을 첨가한 GO3군의 배합비가 대파 향미를 적절히 유지하면서 소비자 기호도와 품질을 개선하는데 긍정적인 영향을 줄 것으로 생각된다.

요 약

본 연구는 기능성 소재인 대파를 열수추출하여 첨가한 고추장의 최적 첨가량을 제시하고 발효식품 개발의 기초자료

로 활용하고자 물을 대체한 4%, 7%, 10%, 14% 대파 열수추출물로 고추장을 제조 후 분석하였다. 대파 열수추출물 첨가 고추장의 품질 특성 결과, 수분함량을 제외한 pH, 가용성 고형분 함량, 당도, 염도는 대파 열수추출물 첨가량이 증가할수록 높은 점수를 보였다. 색도는 고춧가루 함량에 의해 일정한 값을 보이며, 대파 열수추출물의 색 영향으로 추출물 첨가량이 높을수록 L값이 증가하고 a, b값이 감소하는 경향을 보였다. 대파 열수추출물 첨가 고추장의 항산화 활성 분석 결과, 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량, DPPH 및 ABTS⁺ radical 소거 활성, 환원력이 대파 열수추출물 첨가량이 증가할수록 높은 값을 보였다. 대파 열수추출물 첨가 고추장의 기호도 검사 결과, 대파 열수추출물 첨가한 GO3군이 전반적인 기호도뿐만 아니라 색, 단맛, 짠맛 및 질감 항목에서 가장 높은 점수를 나타내었다. 그러므로, GO3군의 고추장이 우수한 품질과 기호도를 나타냈으며, 항산화 활성 효과에서 높게 측정되어 기능성 부재료로서 대파 열수추출물을 활용할 수 있을 것으로 생각된다. 또한 본 연구의 대파 열수추출물의 최적의 첨가량이 제시하며, 전통 발효식품 연구의 기초 자료로서 활용될 수 있음을 시사한다.

References

- Acharya B, Chaudhary M, Sharma H, Srivastava D, Kukreti A, Kumar A, Arya V. 2023. Phytochemistry, pharmacology, and medicinal aspects of *Allium fistulosum* L.: A narrative review. *J Appl Pharm Sci* 13:107-118
- Bae AY. 2019. Characteristics of gochujang made with

- makgeolli lees*. Ph.D. Thesis, Sejong Univ. Seoul. Korea
- Bang SK, Son EJ, Kim HJ, Park S. 2013. Quality characteristics and glycemic index of oatmeal cookies made with artificial sweeteners. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 42:877-884
- Barbu IA, Ciorîță A, Carpa R, Moț AC, Butiuc-Keul A, Pârnu M. 2023. Phytochemical characterization and antimicrobial activity of several allium extracts. *Molecules* 28:3980
- Byeon J, Choi I. 2018. Comparison of physicochemical characteristics and antioxidant activities in commercial gochujang products. *Korean J Hum Ecol* 27:223-232
- Cha HS, Youn AR, Kim SH, Jeong JW, Kim BS. 2008. Quality analysis of Welsh onion (*Allium fistulosum* L.) as influenced by storage temperature and harvesting period. *Korean J Food Sci Technol* 40:1-7
- Chae IS, Kim HS, Ko YS, Kang MH, Hong SP, Shin DB. 2008. Effect of citrus concentrate on the physicochemical properties of kochujang. *Korean J Food Sci Technol* 40:626-632
- Choe GC. 2009. Quality and sensory characteristics of gochujang added with coriander (*Coriandrum sativum* L.). Ph.D. Thesis, Kyung Hee Univ. Seoul. Korea
- Choi H, Lee J, Kim A, Jung B, Yi Y, Lee K, Lee Y, Shin G. 2021. Detection of adulterated natural sweeteners by carbon isotopic ratio analysis. *J Food Hyg Saf* 36:148-153
- Choi JW, Cho MA, Jung KS, Cho JH, Lee JH, Lim S. 2024. Effects of packaging method and root trimming on quality of green onion (*Allium fistulosum* L.) during storage. *Food Sci Preserv* 31:433-443
- Choi SK, Shin KE, Lee MS, Kim SH, Choi EH. 2010. A study on the quality characteristics and utilization of jujube gochujang. *Culin Sci Hosp Res* 16:264-276
- Choi SY, Cho GH, Lim SI. 2006. Effects of functional ingredients addition on quality characteristics of kochujang. *Korean J Food Sci Technol* 38:779-784
- Go ES, Choi HY, Choi JH. 2023. Quality characteristics and antioxidant activity of jeungpyeon prepared with cheese pumpkin (*Cucurbita moschata* Duch.) powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 52:403-413
- Han I, Kim JH. 2017. Antioxidant and physiological activities of water and ethanol extracts of diverse parts of Welsh onion. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 46:426-434
- Han SY, Kim TH. 2022. The effect of food consumption value on attitude towards alternative sweetened foods and purchase intention: Focusing on the moderating effect of subjective body image. *Culin Sci Hosp Res* 28:124-135
- Hwang SJ, Kim JY, Eun JB. 2011. Physical characteristics and changes in functional components of gochujang with different amounts of sweet persimmon powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40:1668-1674
- Jeong YJ, Seo JH, Lee GD, Lee MH, Yoon SR. 2000. Changes in quality characteristics of traditional kochujang prepared with apple and persimmon during fermentation. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 29:575-581
- Jia Y, Yang M, Park I. 2015. Antioxidative activities and inhibitory effects on tyrosinase and elastase by water extracts of *Allium* sp. *Korean J Food Nutr* 28:247-252
- Jin HY, Kim GR, Lee KH. 2020. Quality characteristics of health-oriented sponge cake with green onion powder. *J East Asian Soc Diet Life* 30:77-89
- Jung KM, Jeong YJ. 2018. Analysis of the quality characteristics of kochujang prepared using pastes from different peach varieties. *Food Sci Preserv* 25:19-26
- Kim DY, Yoo SS. 2017. Quality characteristics and antioxidant activities of cookies added with gochujang. *J East Asian Soc Diet Life* 27:148-158
- Kim J, Kang SA. 2018. Antioxidant effects of kochujang with added omija (*Schizandra chinensis*) by-product extract powder. *Korean J Food Nutr* 31:388-394
- Kim JY. 2017. Physicochemical quality characteristics of short-term fermented gochujang using onion peel water-extract. Ph.D. Thesis, Sejong Univ. Seoul. Korea
- Kim JT. 2020. Physicochemical properties and antioxidant activities of gochujang with lotus leaf powder. Ph.D. Thesis, Gwangju Women's Univ, Gwangju. Korea
- Kim JT, Kim JH. 2023. Physicochemical properties and antioxidant activities of gochujang with lotus leaf powder. *J Korea Soc Comput Inform* 28:181-190
- Kim JY, Yoo SS. 2021. Physicochemical quality characteristics of short-term fermented gochujang using onion peel water-extract. *Culin Sci Hosp Res* 27:42-52.
- Kim MY. 2014. The effect of selection property of fermented foods on the purchasing behavior of consumers: With focus on brand Korean Jang. Ph.D. Thesis, Kyunggi Univ. Suwon.

Korea

- Kim SH, Lee HW, Park JE, Kim JH, Choi JH. 2024. Physico-chemical quality characteristics and sensory characteristics of red pepper paste with added sucralose. *Culin Sci Hosp Res* 30:1-8
- Koh JY, Kim KB, Choi SK. 2013. Quality characteristics of gochujang containing various amounts of persimmon syrup. *Culin Sci Hosp Res* 19:139-150
- Koo BS. 2005. Flavor characteristics according to parts of raw material on *Allium fistulosum* L. seasoning oil. *Food Sci Preserv* 12:465-469
- Kwon SH. 2014. Analysis of taste components on the traditional glutinous rice gochujang in small businesses. Ph.D. Thesis, Sejong Univ. Seoul. Korea
- Lee BY, Yoon KM, Seo JW, Kim SH. 2003a. Studies on the characteristics of noodles using *Allium fistulosum* L. flour. *Korean J Community Liv Sci* 14:47-57
- Lee BY, Yoon KM, Seo JW, Kim SH. 2003b. Studies on development of bread mixed with wheat flour and *Allium fistulosum* L. flour. *Korean J Community Liv Sci* 14:119-124
- Lee HJ, Kim AJ. 2023. Evaluation of physiological activity of traditional Welsh onion (*Allium fistulosum* L.). *Asian J Beauty Cosmetol* 21:453-464
- Lee HO, Lee YJ, Kim JY, Yoon DH, Kim BS. 2011. Quality characteristics of frozen Welsh onion (*Allium fistulosum* L.) according to various blanching treatment conditions. *Korean J Food Sci Technol* 43:426-431
- Lee JS. 2019. Manufacturing and quality evaluation of gochujang with mugwort seasoning and aged garlic. Ph.D. Thesis, Kyunggi Univ. Suwon. Korea
- Lee KJ, Lee HS. 2023. A physico-chemical properties and sensory evaluation of farm house gochujang in gangwon-do. *FoodServ Ind J* 19:179-201
- Lee KO, Kim KB. 2018. Quality characteristics of instant gochujang added with red pepper seeds powder. *Culin Sci Hosp Res* 24:15-24
- Lee YL, Huang GW, Liang ZC, Mau JL. 2007. Antioxidant properties of three extracts from *Pleurotus citrinopileatus*. *LWT-Food Sci Technol* 40:823-833
- Oyanaizu M. 1986. Research on browning substances: Antioxidative properties of glucosamine browning products. *Jpn J Nutr Dietet* 44:307-315
- Park HR, Yu YS. 2023. Quality characteristics of sponge cake with Welsh onion root powder. *Culin Sci Hosp Res* 29:18-28
- Park SA, Kim DH. 2016. Effect of addition of sweet potato on physiochemical properties of kochujang. *Food Sci Preserv* 23:538-546
- Pyeon J, Kim D, Choi Y, Kim Y. 2023. Comparison of the biotin contents of traditionally and commercially fermented soybean products. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 52:268-275
- Seo GW, Cho JY, Kuk JH, Wee JH, Moon JH, Kim SH, Park KH. 2003. Identification of antioxidative substances in *Allium fistulosum* L. by GC-MS. *Korean J Food Sci Technol* 35:988-993
- Seo GW, Cho JY, Moon JH, Park KH. 2011. Isolation and identification of cinnamic acid amides as antioxidants from *Allium fistulosum* L. and their free radical scavenging activity. *Food Sci Biotechnol* 20:555-560
- Shin KE, Jun KS. 2020. Development of descriptive lexicons for evaluating the sensory characteristics of Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) pickle with various sweeteners. *Culin Sci Hosp Res* 26:33-46
- Siddhuraju P, Becker K. 2007. The antioxidant and free radical scavenging activities of processed cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) seed extracts. *Food Chem* 101:10-19
- Sohn HY, Kum EJ, Ryu HY, Jeon SJ, Kim NS, Son KH. 2006. Antifungal activity of fistulosides, steroidal saponins, from *Allium fistulosum* L. *J Life Sci* 16:310-314
- Song CR, Kim ES, Kim HA, Kim YS, Choi SK. 2012. Quality characteristics of Teriyaki sauce added with different sweeteners. *Culin Sci Hosp Res* 18:197-205
- Song HP, Shim SL, Jung IS, Kim JH, No GM, Seo HY, Kim DH, Kim KS. 2009. Analysis of volatile organosulfur compounds in Korean *Allium* species. *Food Sci Preserv* 16:929-937
- Swain T, Hillis WE. 1959. The phenolic constituents of *Prunus domestica*. I. The quantitative analysis of phenolic constituents. *J Sci Food Agric* 10:63-68
- Um HJ, Kim GH. 2007. Studies on the flavonoid compositions of *Elsholtzia* spp. *Korean J Food Nutr* 20:103-107
- Yang HJ. 2014. Physicochemical properties and antioxidant

- activities of different red pepper varieties and their kochujang. Ph.D. Thesis, Sejong Univ. Seoul. Korea
- Yang YR, Park YK. 2011. Comparison of antioxidant activities of black onion extracts. *Food Sci Preserv* 18:954-960
- Yoo MY, Jung KH, Yang JY. 2005. Quality characteristics of traditional kochujang adding pear juices during fermentation. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 34:1226-1231
- Yum EJ, Bang SO, Kim KS. 2015. Changes in physicochemical, microbiological and sensory quality characteristics of *Ssamjang* containing cheongkukjang during storage. *J East Asian Soc Diet Life* 25:484-491
-
- Received 30 June, 2025
Revised 22 July, 2025
Accepted 31 July, 2025

고구마 품종 및 열처리에 따른 페이스트의 이화학적 특성

†황엄지 · 유경단 · 장가은* · 박유진 · 김태화 · 안종욱 · 이형운** · 우관식**

농촌진흥청 국립식량과학원 농업연구사, *농촌진흥청 국립식량과학원 전문연구원, **농촌진흥청 국립식량과학원 농업연구관

Effect of Thermal Treatment on Physicochemical Properties of Sweet Potato Pastes from Different Cultivars

†Eom-ji Hwang, Gyeong-dan Yu, Ga-eun Jang*, You-jin Park, Tae Hwa Kim,
Jong Uk An, Hyeong-Un Lee** and Koan Sik Woo**

Researcher, National Institute of Crop and Food Science, Rural Development Administration, Jeonnam 58545, Korea

*Master's Researcher, National Institute of Crop and Food Science, Rural Development Administration, Jeonnam 58545, Korea

**Senior Researcher, National Institute of Crop and Food Science, Rural Development Administration, Jeonnam 58545, Korea

Abstract

This study assessed the processing suitability and functional potential of sweet potato paste by comparing quality characteristics across different cultivars and heat treatment methods (steaming and baking). Generally, moisture content was higher after steaming, with the 'Bodami' and 'Pungwonmi' cultivars retaining more moisture, while 'Jinyulmi' and 'Danjami' had lower moisture levels. Purple-fleshed cultivars displayed negative a^* and b^* values, indicating bluish hues, whereas yellow-fleshed cultivars maintained stable b^* values after heating. Both °Brix and free sugar levels increased after treatment, with baking significantly elevating maltose levels and enhancing sweetness. Apparent viscosity was higher in 'Danjami', 'Jinyulmi', and 'Bodami', while 'Hogammi', 'Hopungmi', and 'Sodammi' exhibited lower viscosity. Additionally, 'Bodami' and 'Danjami' demonstrated the highest levels of polyphenols, flavonoids, and antioxidant activities, confirming their potential as valuable functional ingredients. These findings underscore the importance of selecting appropriate cultivars and heat treatments to optimize the physicochemical and functional qualities of sweet potato paste.

Key words: sweet potato (*Ipomoea batatas* L.), sweet potato paste, cultivar, thermal processing, physicochemical properties, antioxidant activity

서론

전 세계적으로 고구마(*Ipomoea batatas*(L.) Lam)는 주요 식량 자원 중 하나로 자리매김하고 있으며, 전체 생산량의 대부분이 아시아 및 아프리카 지역에서 이루어지고 있다(Woolfe JA 1992). 고구마는 척박한 환경에서도 재배가 가능하여 경제작물로 널리 활용되며(Ravindran 등 1995), 괴근의 수분함량은 약 70%에 이르고, 나머지 대부분은 탄수화물로 구성되어 있어 에너지원으로서의 가치가 높다. 특히 건조 기준으로는 탄수화물 함량이 75% 이상에 달하며, 이 외에도 식

이섬유, 무기질, 비타민 C, 베타카로틴 등 다양한 생리활성 성분이 함유되어 있다(Reddy & Sistrunk 1980). 이러한 특성으로 인해 고구마는 식용뿐 아니라, 전분 및 분말, 당류, 음료, 발효주, 바이오소재 등 다양한 가공 분야에서 활용되고 있다(Lee 등 2006).

고구마에는 폴리페놀, 플라보노이드, 안토시아닌, 베타카로틴 등 다양한 생리활성 물질이 포함되어 있으며, 이는 항산화, 항염, 항비만, 항당뇨 등의 건강 기능성과 관련이 있다(Kim 등 2020; Makori 등 2020; Arisanti 등 2023; Islam 2024). 특히 자색 및 주황색 품종은 각각 안토시아닌과 카로티노이

† Corresponding author: Eom-ji Hwang, Researcher, National Institute of Crop and Food Science, Rural Development Administration, Jeonnam 58545, Korea. Tel: +82-61-450-0144, Fax: +82-61-453-0085, E-mail: umji0416@korea.kr

드가 풍부하여 기능성 식품소재로서의 활용 가능성이 주목된다(Makori 등 2020). 최근에는 건강 지향적 소비가 확대됨에 따라 고구마를 활용한 다양한 가공제품이 개발되고 있다. 최근 고구마 페이스트를 제과·제빵 제품에 적용되어 수분함량, 기호성, 항산화 활성 등을 향상시키는 것으로 보고되었다(Dameswary 등 2023). 자색 고구마 페이스트에 감미료를 혼합한 연구에서도 당 함량을 낮추면서도 색상 안정성과 관능적 품질을 유지하는 결과가 확인되어, 고구마 페이스트가 기능성과 기호성을 겸비한 가공소재로 활용될 수 있음을 시사한다(Sombatcharoenkit & Rattanasuwan 2014).

한편, 고구마의 열처리 방법은 품종의 특성과 함께 유리당 조성, 색도, 점도, 항산화 활성 등 주요 품질 특성에 영향을 미치는 요인으로 알려져 있다(Franková 등 2022; Yu 등 2022). 자색 및 황색 품종을 찌기, 굽기, 고압증자 등 다양한 방식으로 열처리하면 총당 함량이 증가하고, 특히 군고구마 페이스트에서 높은 당 함량과 기호성이 보고되었다(Yu 등 2022). 열처리는 또한 세포벽 파괴를 통해 페놀류 및 안토시아닌의 추출성과 생체이용률을 높이는 데 기여하며, 자색 고구마의 경우 열처리 후에도 높은 항산화 활성이 유지되는 것으로 나타났다(Franková 등 2022; Lee 등 2023). 이러한 결과는 열처리 조건에 따라 기능성 성분과 물성 간 상호작용이 달라질 수 있음을 보여주며, 고구마 페이스트의 가공 및 제품화 가능성을 체계적으로 평가하기 위해서는 품종별·열처리별 품질 특성에 대한 비교 분석이 필요하다.

고구마의 조직 특성은 전분 함량과 수분 보유력, 세포 조직 구조에 따라 크게 점질형, 분질형, 중간질로 구분되는 것으로 보고되었다(Kitahara 등 2017; Yoon 등 2018). 전분 함량이 낮고 수분 보유력이 높은 품종은 점질형으로 조리 후 부드럽고 점착성 있는 조직감을 나타내는 것으로 알려져 있으며, 전분 함량이 높은 품종은 분질형으로 건조하고 잘 부서지는 특성을 보이는 것으로 보고되었다(Kitahara 등 2017). 중간질은 이 두 특성의 중간 단계로, 다양한 조리 및 가공 방식에 두루 활용 가능한 것으로 알려져 있다. 고구마의 조직감 분류 체계는 분질, 약분질, 중간질, 약점질, 점질의 다섯 범주로 세분화되는 것으로 보고되었으며(Walter 등 2000; Kitahara 등 2017; Sato 등 2018), 국내에서도 중간질인 ‘풍원미’(Lee 등 2017), 약점질인 ‘소담미’(Lee 등 2023) 등 다양한 조직 특성을 가진 품종이 재배되고 있다. 이러한 품종 간 조직 특성 차이는 색도, 점도, 유리당 조성, 항산화 활성 등 가공 적성에 직접적인 영향을 미치는 것으로 알려져 있어, 품종별 특성을 고려한 가공 평가가 필요하다.

따라서 본 연구는 점질, 분질, 중간질 등 다양한 조직 특성을 가진 국내 재배 고구마 품종을 대상으로, 찌 및 굽기 조건을 적용하여 제조한 페이스트의 물리적 특성 및 기능성 성분을

을 비교하고자 하였다. 색도, 점도, 유리당 조성, 항산화 활성 등을 분석함으로써 품종별 가공 적성과 활용 가능성을 평가하고, 고구마의 부가가치 향상 및 기능성 식품 소재로서의 기반 정보를 제공하고자 한다.

재료 및 방법

1. 시험재료

본 연구에 사용한 고구마 품종은 호감미(cv. Hoganmmi; HGM), 호풍미(cv. Hopungmi; HPM), 진율미(cv. Jinyulmi; JYM), 풍원미(cv. Pungwonmi; PWM), 소담미(cv. Sodammi; SDM), 보다미(cv. Bodami; BDM), 단자미(cv. Danjami; DJM)이다. 고구마는 2024년 11월 5일 전남 무안 소재의 국립식량과학원 소득식량작물연구소에서 수확하였으며, 1개월 저장 후 시험재료로 활용하였다.

2. 페이스트 제조

고구마 페이스트는 세척한 고구마를 찌기 및 굽기 처리한 후 제조하였다. 열처리는 상업용 스티밍기(MODEL it/cyp 10E, Olis S.p.A., Codognè, Italy)를 사용하였으며, 찌기 처리는 105°C에서 60분, 굽기 처리는 180°C에서 60분간 수행하였다. 열처리된 고구마는 상온에서 10분간 방냉한 후 껍질을 제거하고, 고운 거름망을 이용하여 으깨어 페이스트 형태로 제조하였다.

3. 수분함량

수분함량은 수분측정기(MA-100, Sartorius Lab Instruments GmbH & Co., Goettingen, Germany)를 사용하여 측정하였다. 시료 약 2~3 g을 알루미늄 팬에 평평하게 도포한 후, 105°C의 가열 온도 조건에서 자동 종료 모드로 수분 증발 후 잔량을 측정하였으며, 초기 질량 대비 감량을 백분율(%)로 산출하였다.

4. 색도

색도는 색차계(CM-5, Konica Minolta, Tokyo, Japan)를 이용하여 명도(L-value), 적색도(a-value) 및 황색도(b-value)를 측정하였다(An 등 2023). 측정 전 표준백색판(L=99.23, a=-0.05, b=-0.26)으로 기기를 보정하였으며, 시료는 동일한 두께로 평탄하게 준비하여 측정하였다. 각 시료에 대해 3회 반복 측정하여 평균값을 산출하였다. 또한, 열처리 방법 간 색 차이(ΔE)는 아래의 식에 따라 계산하였다. 여기서 L₁, a₁, b₁은 찌기 처리값, L₂, a₂, b₂는 굽기 처리값이다.

$$\Delta E = \sqrt{(L_2 - L_1)^2 + (a_2 - a_1)^2 + (b_2 - b_1)^2}$$

5. 당도 및 유리당 함량

당도는 시료 2 g에 증류수 8 mL를 첨가하여 균질화한 후, 굴절당도계(PR-32a, ATAGO, Japan)를 이용하여 Brix 값을 측정하였다. 측정된 값에 희석배수를 곱하여 최종 당도로 환산하였으며, 각 시료에 대해 3회 반복 측정한 평균값을 사용하였다.

유리당 함량 분석은 Lee 등(2023)의 방법에 따라 페이스트 1 g을 80% ethanol 10 mL와 혼합하여 교반한 후, 10분간 초음파 처리하였다. 이후 4°C, 3,500 rpm 조건에서 10분간 원심분리한 뒤, 상등액을 0.2 µm PVDF syringe filter로 여과하였다. 정제된 시료는 acetonitrile:water=70:30(v/v, 0.2% triethylamine 포함) 조건의 이동상을 이용하여 UPLC(Waters Co., Milford, MA, USA)로 분석하였으며, 분석 컬럼은 BEH Amide 2.1×100 mm, 1.7 µm(Waters, Milford, MA, USA)을 사용하였다.

6. 겉보기 점도

고구마 페이스트의 겉보기 점도는 텍스처 분석기(Texture Analyzer, TA.XTplusC, Stable Micro Systems, Godalming, Surrey, UK)를 이용하여 측정하였다. 측정에는 직경 30 mm의 원통형 압축 프로브(P/30C)를 사용하였으며, trigger force는 5 g, test speed는 1.0 mm/s, penetration depth는 15 mm로 설정하였다. 측정 시 시료는 원형 용기에 담아 평탄하게 고르게 퍼 바른 후 시험을 진행하였으며, 관입 시 발생한 최대 하중(force, g) 값을 겉보기 점도의 지표로 사용하였다. 각 시료에 대해 3회 반복 측정하여 평균값을 산출하였다.

7. 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량

총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량 분석을 위해 고구마 페이스트 시료 0.5 g에 80% 에탄올 12 mL를 첨가하여 혼합한 후, 24시간 동안 진탕 추출하였다. 추출액은 4°C, 1,500×g 조건에서 10분간 원심분리(Sorvall ST-40R, Thermo Fisher Scientific, USA)한 후 상등액을 분석 시료로 사용하였다. 추출물의 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량은 Kim 등(2018)의 방법에 따라 분석하였다. 총 폴리페놀 함량 분석을 위해 추출물 50 µL에 2% sodium carbonate(Na₂CO₃; Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA) 용액 1 mL를 첨가하고, 3분간 반응시킨 후 50% Folin-Ciocalteu reagent(Sigma-Aldrich) 50 µL를 추가하였다. 반응 혼합물을 30분 동안 방치한 뒤, 흡광도를 UV/VIS 분광광도계(Thermo Fisher Scientific, Waltham, MA, USA)를 사용하여 735 nm에서 측정하였다. 표준물질로 gallic acid(Sigma-Aldrich)를 사용하여 검량선을 작성하고, 총 폴리페놀 함량은 시료 g 중의 mg gallic acid equivalents(GAE, dry basis)로 나타내었다. 총 플라보노이드 함량은 추출물 250 µL에 증류수 1 mL와 5% sodium nitrite(NaNO₂; Sigma-Aldrich) 75 µL를 첨가하여 5분간 반응시킨 뒤, 10% aluminum chloride hexahydrate(AlCl₃·6H₂O; Sigma-Aldrich)

150 µL를 가하여 6분간 방치하였다. 이후, 1 N sodium hydroxide(NaOH; Sigma-Aldrich) 500 µL를 추가하고, 11분 후 반응 혼합물의 흡광도를 510 nm에서 측정하였다. 표준물질로 catechin(Sigma-Aldrich)을 사용하여 검량선을 작성하였으며, 총 플라보노이드 함량은 시료 g 중의 mg catechin equivalents(CE, dry basis)로 나타내었다.

8. Radical 소거활성

고구마 품종별 페이스트의 radical 소거활성은 DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl, Sigma-Aldrich) 및 ABTS(2,2'-azino-bis-3-ethylbenzo-thiazoline-6-sulfonic acid, Sigma-Aldrich) radical 소거활성을 측정하였다(Hwang 등 2024). DPPH radical 소거활성은 0.2 mM DPPH 용액(99.9% 에탄올에 용해) 0.8 mL에 시료 추출물 0.2 mL를 첨가한 후, 30분 후에 520 nm에서 흡광도 감소치를 측정하였으며, trolox(Sigma-Aldrich)로 검량식을 작성하여 시료 g당 mg trolox equivalent antioxidant capacity(TE, dry basis)로 표현하였다. ABTS radical 소거활성은 ABTS 7.4 mM과 potassium persulphate(Sigma-Aldrich) 2.6 mM을 하루 동안 암소에 방치하여 ABTS 양이온을 형성시킨 후, 이 용액을 735 nm에서 흡광도 값이 1.4~1.5가 되도록 에탄올로 희석하여 사용하였다. 희석된 ABTS 용액 1 mL에 시료 추출물 50 µL를 가하여 흡광도의 변화를 정확히 30분 후에 측정하였으며, trolox(Sigma-Aldrich)로 검량식을 작성하여 시료 g당 mg trolox equivalent antioxidant capacity(TE, dry basis)로 표현하였다.

9. 통계분석

고구마 품종 및 열처리 방법에 따른 페이스트 품질 특성 확인을 위한 통계분석은 Levene의 등분산검정(test of homogeneity of variances)을 실시하여 데이터의 동질성을 확인한 후, Two-way ANOVA로 열처리 및 품종별 유의차를 검정하였다. 또한 각 처리 방법별로 품종 간의 차이를 One-way ANOVA를 활용하여 유의차를 확인한 후 Tukey's test로 사후 검정을 실시하였다. 모든 자료의 분석은 STATISTICA version 7.0의 통계프로그램을 사용하여 실시되었다.

결과 및 고찰

1. 수분함량

고구마 페이스트의 수분함량을 분석한 결과, 찌기(steaming) 처리 페이스트는 62.22~71.61%, 굽기(baking) 처리 페이스트는 56.87~70.94%로, 열처리에 따라 유의한 차이를 나타냈다(Fig. 1, $p < 0.05$). 전반적으로 찌기 처리된 페이스트가 굽기 처리된 샘플보다 상대적으로 더 높은 수분을 유지하였다. 이러한 결과는 찌기 처리가 수증기 환경에서 가열을 통해 열손실과 수분 증발을

억제하는 반면, 굽기 처리는 건열 환경에서 수분 증발로 조직 내 수분 손실이 크게 발생하기 때문에 판단된다. 이와 유사한 결과는 Lončarić 등(2016)의 연구에서도 확인된 바 있으며, 냉동 고구마 페이스트의 differential scanning calorimetry(DSC) 분석에서 찌기 처리 샘플이 굽기 처리 샘플보다 더 높은 용해 엔탈피를 나타냈다. 이는 해동 시 더 많은 얼음을 녹이기 위해 더 많은 에너지가 필요함을 의미하며, 곧 찌기 처리 고구마가 더 많은 수분을 포함하고 있음을 간접적으로 시사한다.

품종에 따른 페이스트의 수분함량을 비교한 결과, 보다미가 71.61%로 가장 높았으며, 굽기 처리된 진울미는 56.87%로 가장 낮았다(Fig. 1, $p < 0.05$). 전반적으로 중간질 및 점질 고구마인 보다미와 풍원미는 높은 수분함량을, 분질 고구마인 진울미와 단자미는 낮은 수분함량을 보이는 경향을 나타냈다. 이러한 차이는 고구마 품종별 조직 구조 및 전분 조성의 차이에 기인하는 것으로 판단된다. 이와 유사한 경향은 Hwang 등(2017)의 연구에서 저장 초기 고구마의 평균 수분함량이 점질 고구마에서 약 71.1%, 분질 고구마에서 약 63.7%로 보고되었으며, 이는 점질 품종이 분질 품종에 비해 조직 내 수분을 더 많이 보유하고 있음을 시사한다.

2. 색도

고구마 페이스트의 색도(L^* , a^* , b^*)는 열처리 방법과 품종에 따라 유의적인 차이를 나타냈다(Table 1, $p < 0.05$). L^* (명도) 값은 전반적으로 찌기 처리 페이스트가 굽기 처리 페이스트보다 높은 경향을 보였다. 자색 고구마 품종인 보다미는 찌기 처리 시 19.37, 굽기 처리 시 12.55로 명도가 유의적으로 감소하였다($p < 0.05$). 반면, 황색 품종인 소담미는 찌기 62.20, 굽기 60.69로 L^* 명도 차이가 통계적으로 유의하지 않았으며, 열처리에도 상

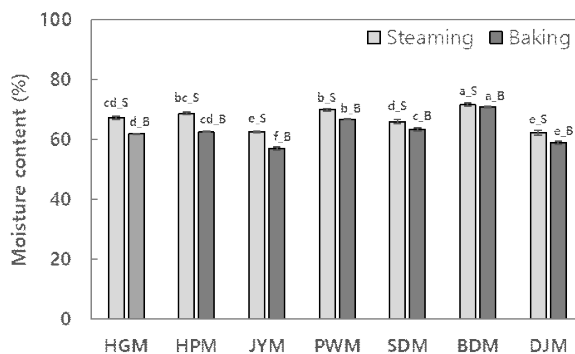


Fig. 1. Moisture content of sweet potato pastes according to cultivar and thermal processing methods. Values are expressed as mean±SD ($n=3$). Different letters above the bars indicate significant differences among cultivars within each processing method, as determined by Tukey's test ($p < 0.05$). Subscript letters (_S for steaming, _B for baking) indicate grouping within each thermal treatment. Abbreviations: HGM, *Ipomoea batatas* (L.) Lam. cv. Hoganmmi; HPM, cv. Hopungmi; JYM, cv. Jinyulmi; PWM, cv. Pungwonmi; SDM, cv. Sodammi; BDM, cv. Bodami; DJM, cv. Danjami.

대적으로 안정된 색도를 유지하였다. 이러한 열처리에 따른 명도 감소는 Zhang 등(2023) 및 Lončarić 등(2016)의 연구에서도 확인되었으며, 이는 가열 중 색소 변화 및 조직 구조 변화 등에 기인할 수 있는 것으로 해석된다. a^* (적색도) 값은 대부분의 품종에서 굽기 처리 후 증가하였으며, 특히 단자미는 찌기 처리 10.88, 굽기 처리 15.20, 보다미는 찌기 처리 7.58, 굽기 처리 10.81로 상승하여 적색 계열 색도가 강화되는 경향을 보였다. 반면, 소담미(찌기 처리 -6.30, 굽기 처리 -3.50)와 진울미(찌기

Table 1. Color values (L^* , a^* , b^*) of sweet potato pastes according to cultivar and thermal processing

Cultivars ¹⁾	Steaming			Baking			ΔE
	L-value	a-value	b-value	L-value	a-value	b-value	
HGM	58.64±0.17 ^b	7.64±0.35 ^b	41.07±0.62 ^b	58.64±0.17 ^b	7.64±0.35 ^b	41.07±0.62 ^b	6.72±0.60 ^b
HPM	58.58±0.28 ^b	7.94±0.33 ^b	43.62±0.73 ^a	58.58±0.28 ^b	7.94±0.33 ^b	43.62±0.73 ^a	4.51±0.38 ^c
JYM	58.35±0.34 ^b	-4.30±0.35 ^c	18.70±0.77 ^d	58.35±0.34 ^b	-4.30±0.35 ^c	18.70±0.77 ^d	4.34±1.53 ^c
PWM	43.77±0.23 ^d	11.01±0.13 ^b	44.21±0.62 ^a	43.77±0.23 ^d	11.01±0.13 ^b	44.21±0.62 ^a	2.89±0.53 ^d
SDM	62.20±0.58 ^a	-6.30±0.11 ^d	27.75±0.41 ^c	62.20±0.58 ^a	-6.30±0.11 ^d	27.75±0.41 ^c	3.54±0.14 ^d
BDM	19.37±0.19 ^f	7.58±0.05 ^c	-6.45±0.01 ^c	19.37±0.19 ^f	7.58±0.05 ^c	-6.45±0.01 ^c	7.74±0.37 ^a
DJM	28.47±0.50 ^e	10.88±0.35 ^a	-5.85±0.04 ^f	28.47±0.50 ^e	10.88±0.35 ^a	-5.85±0.04 ^f	5.81±0.49 ^b

Values are expressed as mean±SD ($n=3$). Different letters within each column indicate significant differences among cultivars within the same processing method, as determined by Tukey's test ($p < 0.05$). Abbreviations: HGM, *Ipomoea batatas* (L.) Lam. cv. Hoganmmi; HPM, cv. Hopungmi; JYM, cv. Jinyulmi; PWM, cv. Pungwonmi; SDM, cv. Sodammi; BDM, cv. Bodami; DJM, cv. Danjami.

처리 -4.30, 굽기 처리 -2.59)는 굽기 처리 후에도 a* 값이 음수로 유지되어, 수치상 녹색 계열 색조가 반영되는 경향을 나타냈다. b*(황색도) 값은 대부분의 품종에서 굽기 처리 후 소폭 증가하거나 유사한 수준을 유지하였다. 보다미(찌기 처리 -6.45, 굽기 처리 -8.18)와 단자미(찌기 처리 -5.85, 굽기 처리 -5.90)는 b* 값이 음수로 유지되면서 증가하여 푸른 색조가 강화되는 경향을 보였다. 반면, 풍원미(찌기 처리 44.21, 굽기 처리 44.83), 호풍미(찌기 처리 43.62, 굽기 처리 44.98)와 같은 황색 품종은 b* 값이 굽기 처리 후에도 높은 수준으로 유지되어, 열처리 후에도 황색도가 안정적으로 유지되는 특성을 나타냈다. 이러한 경향은 품종별 색소 조성 차이에 기인하며, 황색 품종은 카로티노이드계 색소를 다량 함유하고 있어, 열처리 후에도 색 안정성이 높은 것으로 알려져 있다. 실제로 Bengtsson 등(2008)은 수분 환경 내 열처리에서 카로티노이드가 안정적으로 보존된다고 보고하였고, Rodriguez-Amaya & Kimura(1998)는 b* 값이 카로티노이드 함량과 밀접한 상관관계를 가진다고 제시하였다. 따라서 b* 값은 황색 품종의 색도 유지와 외관 품질을 평가하는 데 유용한 지표가 될 수 있다. 한편, 찌기와 굽기 처리 간의 색 차이를 종합적으로 나타내는 ΔE 값은 품종에 따라 2.35~7.73 범위를 보였다. ΔE 값이 5 이상인 보다미(7.73), 호감미(6.71), 단자미(5.80)는 두 열처리 간 색 변화가 매우 큰 품종으로 분류되었으며, 특히 자색 품종에서 높은 경향을 보였다. Cheong 등(2022)은 자색고구마를 대상으로 한 연구에서 ΔE 가 조리 전 대비 삶기 처리에서 가장 높게 나타났으며, 이어 찌기, 굽기, 전자레인지 처리 순이었다고 보고하였다. 이는 가열 과정에서의 수분 접촉에 따른 색소 용출과 변성이 주요 원인으로 해석되었다. 따라서 ΔE 값은 품종별 색 변화 민감도와 열처리 효과를 비교·평가하는 데 활용될 수 있는 지표로 판단된다.

3. 당도 및 유리당

고구마의 당도는 열처리 방법 및 품종에 따라 유의한 차이를 보였다(Fig. 2, $p<0.05$). 모든 품종에서 생고구마 대비 찌기 및 굽기 처리 페이스트의 당도가 상승하였으며, 굽기 처리 후 가장 높은 당도를 나타내는 경향을 보였다. Yu 등(2022)의 연구에서도 굽기 처리 시 총당 함량이 유의적으로 증가하는 경향이 보고되었으며, 이는 본 연구 결과와도 일치하였다. 특히 풍원미는 생고구마 11.67 °Brix, 찌기 처리 16.39 °Brix, 굽기 처리 23.19 °Brix로 크게 증가하였으며, 호풍미(생고구마 10.62 °Brix, 찌기 처리 17.72 °Brix, 굽기 처리 19.54 °Brix), 단자미(생고구마 11.65 °Brix, 찌기 처리 17.11 °Brix, 굽기 처리 21.35 °Brix)도 각 열처리에 따른 당도가 증가하여 유의한 변화가 관찰되었다.

고구마 페이스트의 유리당 함량 또한 열처리 방법 및 품종에 따라 뚜렷한 증가 경향을 보였으며, 통계적으로 유의한 차

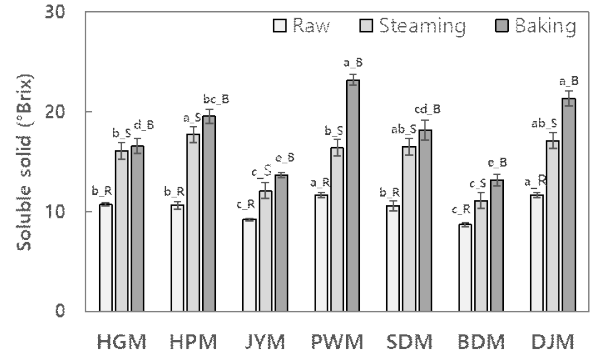


Fig. 2. Soluble solid content (°Brix) of sweet potato pastes according to cultivar and thermal processing methods.

Values are expressed as mean±SD (n=3). Different letters above the bars indicate significant differences among cultivars within each processing method, as determined by Tukey's test ($p<0.05$). Subscript letters (_R for raw, _S for steaming, _B for baking) indicate grouping within each thermal treatment. Abbreviations: HGM, *Ipomoea batatas* (L.) Lam. cv. Hoganmmi; HPM, cv. Hopungmi; JYM, cv. Jinyulmi; PWM, cv. Pungwonmi; SDM, cv. Sodammi; BDM, cv. Bodami; DJM, cv. Danjami.

이가 확인되었다(Table 2, $p<0.05$). 총 유리당 함량은 모든 품종에서 생고구마, 찌기 처리, 굽기 처리 순으로 증가하였다. 특히 단자미(생고구마 4.78 g/100 g, 찌기 처리 13.85 g/100 g, 굽기 처리 17.33 g/100 g), 풍원미(생고구마 4.45 g/100 g, 찌기 처리 11.66 g/100 g, 굽기 처리 17.03 g/100 g) 품종에서 총 유리당 함량이 높은 경향을 나타냈다. Maltose 함량은 열처리에 따라 가장 뚜렷한 증가 폭을 보였으며, 특히 단자미(생고구마 0.06 g/100 g, 찌기 처리 9.99 g/100 g, 굽기 처리 12.08 g/100 g), '호감미'(생고구마 0.04 g/100 g, 찌기 처리 8.12 g/100 g, 굽기 처리 8.84 g/100 g) 품종에서 두드러지게 증가하였다. Fructose 및 glucose 함량도 열처리 후 증가하는 경향을 보였으나, 상대적으로 maltose에 비해 증가는 완만하였다. Sucrose는 일부 품종에서 열처리 후 감소하거나 변화 폭이 적은 경향을 나타냈다.

본 연구 결과는 열처리 중 전분이 가수분해되어 유리당으로 전환되는 과정과, 수분 증발에 따른 당류의 농축 효과가 복합적으로 작용한 결과로 해석된다(Owusu-Mensah 등 2016; Wei 등 2017). 특히 열처리 후 고구마의 maltose 함량이 크게 증가한 것은 전분이 β -amylase에 의해 가수분해되었기 때문으로 해석된다. β -Amylase는 가열 중 젤라틴화된 전분에서 maltose를 생성하는 주요 효소이며, 이는 고구마의 단맛 형성에 핵심적인 역할을 한다. Truong 등(2018) 또한 고구마 내 내재 효소에 의한 starch-to-maltose 전환을 입증하였다. 이리

Table 2. Free sugar contents of sweet potato pastes according to cultivar and thermal processing

Treatment	Cultivars ¹⁾	Free sugar content(g/100 g sample)				
		Fructose	Glucose	Sucrose	Maltose	Total free sugar
Raw	HGM	0.37±0.08 ^a	0.38±0.07 ^b	2.84±0.06 ^c	0.04±0.01 ^{ab}	3.63±0.19 ^c
	HPM	0.15±0.02 ^c	0.17±0.01 ^c	3.16±0.06 ^d	0.04±0.00 ^{ab}	3.51±0.09 ^c
	JYM	0.12±0.01 ^c	0.16±0.00 ^c	5.30±0.06 ^a	0.06±0.00 ^a	5.64±0.06 ^a
	PWM	0.08±0.01 ^c	0.11±0.01 ^c	4.24±0.09 ^b	0.02±0.02 ^b	4.45±0.09 ^{bc}
	SDM	0.08±0.001 ^c	0.11±0.02 ^c	3.86±0.05 ^c	0.05±0.00 ^{ab}	4.10±0.07 ^{cd}
	BDM	0.24±0.02 ^b	0.74±0.06 ^a	2.86±0.19 ^{de}	0.04±0.00 ^{ab}	3.88±0.26 ^{de}
	DJM	0.12±0.01 ^c	0.16±0.01 ^c	4.44±0.16 ^b	0.06±0.00 ^a	4.78±0.18 ^b
Steaming	HGM	1.03±0.03 ^a	1.05±0.01 ^a	2.63±0.02 ^e	8.12±0.05 ^b	12.83±0.12 ^b
	HPM	0.28±0.01 ^f	0.29±0.01 ^b	3.40±0.02 ^d	7.51±0.16 ^c	11.48±0.15 ^c
	JYM	0.34±0.01 ^{ef}	0.26±0.01 ^b	4.74±0.04 ^a	3.52±0.04 ^d	8.86±0.09 ^d
	PWM	0.77±0.01 ^c	0.08±0.03 ^d	3.12±0.02 ^b	7.68±0.19 ^c	11.66±0.14 ^c
	SDM	0.37±0.02 ^e	0.16±0.02 ^c	4.74±0.05 ^c	7.74±0.22 ^c	13.02±0.26 ^b
	BDM	0.48±0.02 ^d	1.06±0.00 ^a	2.47±0.05 ^{de}	3.55±0.12 ^d	7.56±0.18 ^c
	DJM	0.96±0.03 ^b	1.10±0.01 ^a	1.81±0.01 ^b	9.99±0.01 ^a	13.85±0.02 ^a
Baking	HGM	1.81±0.07 ^a	1.27±0.09 ^{ab}	3.04±0.07 ^{de}	8.84±0.12 ^d	14.97±0.24 ^b
	HPM	0.67±0.14 ^d	0.52±0.01 ^d	4.27±0.01 ^c	9.95±0.19 ^c	15.41±0.16 ^b
	JYM	0.81±0.04 ^{cd}	0.81±0.10 ^{cd}	4.76±0.09 ^b	4.77±0.03 ^e	11.14±0.26 ^c
	PWM	0.76±0.09 ^{cd}	0.66±0.09 ^d	5.26±0.10 ^a	10.37±0.06 ^b	17.05±0.29 ^a
	SDM	1.01±0.16 ^{bc}	1.00±0.08 ^{bc}	3.17±0.07 ^d	10.19±0.03 ^{bc}	15.37±0.27 ^b
	BDM	1.26±0.06 ^b	1.53±0.20 ^a	2.97±0.08 ^e	4.79±0.14 ^e	10.55±0.35 ^c
	DJM	1.61±0.01 ^a	1.12±0.03 ^b	2.53±0.03 ^f	12.08±0.11 ^a	17.33±0.18 ^a

Values are expressed as mean±SD (n=3). Different letters within each column indicate significant differences among cultivars within the same processing method, as determined by Tukey's test ($p<0.05$). Abbreviations: HGM, *Ipomoea batatas* (L.) Lam. cv. Hoganmmi; HPM, cv. Hopungmi; JYM, cv. Jinyulmi; PWM, cv. Pungwonmi; SDM, cv. Sodammi; BDM, cv. Bodami; DJM, cv. Danjami.

한 유리당 조성 변화는 고구마의 단맛과 기호도에 직접적인 영향을 미치며, 품종별 가공 적성 평가에 있어 중요한 지표가 될 수 있다.

4. 겔보기 점도

고구마 페이스트의 겔보기 점도는 열처리 방식과 품종에 따라 유의한 차이를 나타냈다(Fig. 3, $p<0.05$). 전반적으로 굵기 처리된 페이스트는 찌기 처리된 것보다 높은 점도 값을 보여, 수분 증발에 따른 고형분 농축 및 점도 상승 효과가 작용한 것으로 판단된다. Yu 등(2022)은 굵기 처리 시 수분 함량의 감소와 함께 압출력이 증가한다고 보고하였으며, 이는 페이스트

의 점도 상승과 밀접한 관련이 있는 것으로 해석된다. 품종에 따른 겔보기 점도는, 분질 고구마인 단자미(56.35 g)와 진물미(50.68 g)는 높은 점도를 나타냈으며, 중간질 품종인 보다미 역시 54.30 g으로 분질 품종과 유사한 수준의 점도를 보였다. 반면, 점질 및 중간질 품종인 호감미, 호풍미, 소담미는 상대적으로 낮은 점도를 나타냈다. 이러한 경향은 Yu 등(2022)의 결과와도 일치하며, 해당 연구에서는 분질 품종인 대유미가 가장 높은 압출력을, 점질 품종인 신자미와 주황미는 낮은 압출 특성을 보인 것으로 보고되었다. 예외적으로 풍원미는 찌기 처리(31.34 g)보다 굵기 처리(28.61 g)에서 오히려 점도가 감소하는 특이 경향을 보였으며, 이는 전분의 조성, 세포 조직 특

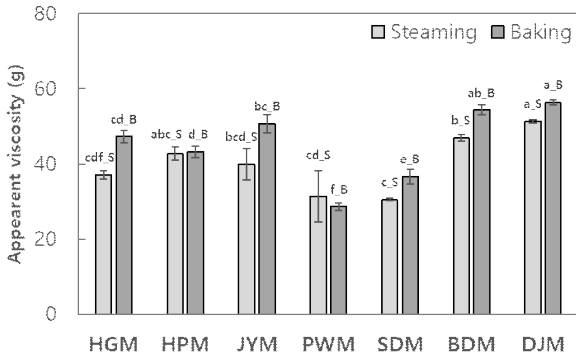


Fig. 3. Apparent viscosity (g) of sweet potato pastes according to cultivar and thermal processing methods. Values are expressed as mean±SD (n=3). Different letters above the bars indicate significant differences among cultivars within each processing method, as determined by Tukey's test ($p < 0.05$). Subscript letters (_S for steaming, _B for baking) indicate grouping within each thermal treatment. Abbreviations: HGM, *Ipomoea batatas* (L.) Lam. cv. Hoganmmi; HPM, cv. Hopungmi; JYM, cv. Jinyulmi; PWM, cv. Pungwonmi; SDM, cv. Sodammi; BDM, cv. Bodami; DJM, cv. Danjami.

성, 수분 증발 반응의 차이 등에 기인한 것으로 추정된다. 이처럼 고구마 페이스트의 물성은 열처리 조건뿐 아니라, 품종 고유의 전분 특성과 수분 보유력, 조직 변화 등의 복합적인 요인에 의해 결정됨을 시사하며, 제품 용도에 적합한 품종과 가공 방식의 선택이 중요함을 보여준다.

5. 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량

고구마 페이스트의 총 폴리페놀 함량 0.26~5.21 mg GAE/g의 범위였으며, 통계분석 결과 열처리 방법에 따른 유의한 차이는 확인되지 않았다(Table 3, $p \geq 0.05$). 그러나 품종 간 유의한 차이($p < 0.05$)는 명확히 나타났으며, 자색 품종인 보다미와 단자미는 모든 처리에서 가장 높은 폴리페놀 함량을 보였다. 이는 두 품종이 안토시아닌 및 페놀계 색소를 풍부하게 함유하고 있기 때문으로 판단된다(Cakrawati 등 2021). 보다미는 찌기 처리 시 5.21 mg GAE/g, 굽기 처리 시 4.24 mg GAE/g으로 측정되었고, 단자미는 각각 4.37 mg GAE/g, 5.03 mg GAE/g으로 모든 처리에서 가장 높은 함량을 나타냈다. 한편, 일반 품종의 폴리페놀 함량은 대체로 0.42~0.57 mg GAE/g 수준으로, 소담미는 찌기 처리 0.49 mg GAE/g, 굽기 처리 0.26 mg GAE/g으로 굽기 처리 시 감소하여 열에 의한 폴리페놀의 분해 또는 유실 가능성을 시사하였다.

총 플라보노이드 함량은 0.19~4.92 mg CE/g 범위로 나타났으며, 열처리 방법에 따른 유의한 차이는 없었지만($p \geq 0.05$), 품

종 간 유의한 차이는 통계적으로 유의하였다(Table 3, $p < 0.05$). 자색 고구마 보다미는 찌기와 굽기 처리 시 각각 4.58 mg CE/g, 4.13 mg CE/g, 단자미는 4.04 mg CE/g, 4.92 mg CE/g으로 가장 높은 수치를 보였다. 일반 품종 중에서는 풍원미가 찌기 및 굽기 처리 시 각각 0.34 mg CE/g, 0.38 mg CE/g으로 비교적 높은 수준을 나타냈고, 소담미는 찌기 처리 0.39 mg CE/g에서 굽기 처리 0.21 mg CE/g으로 함량 감소 폭이 가장 컸다.

이러한 결과는 열처리 방식과 품종 특성의 상호작용에 따라 항산화 성분의 보존 또는 손실 양상이 달라질 수 있음을 보여준다. 찌기 처리에서는 조직 연화로 인한 페놀류의 추출성이 향상되어 함량이 유지되거나 증가할 수 있으며(Cakra-wati 등 2021), 반면 굽기 처리에서는 고온-건열 조건에 따른 페놀류의 분해 또는 휘산 손실이 발생할 수 있다(Cheong 등 2022). 그러나 일부 연구에서는 수분 증발로 인한 농축 효과에 의해 굽기 시에도 폴리페놀 함량이 유지되거나 증가할 수 있음을 보고하였다(Lončarić 등 2016). 따라서 고구마의 항산화 성분을 효과적으로 보존하기 위해서는 품종의 생리·화학적 특성과 가열 방식의 적절한 조합이 필요함을 시사한다.

6. DPPH 및 ABTS radical 소거 활성

고구마 페이스트의 항산화 활성은 DPPH 라디칼 소거활성 측정을 통해 평가하였으며, 열처리 방법에 따른 유의한 차이는 나타나지 않았으나($p \geq 0.05$), 품종 간에는 유의한 차이($p < 0.05$)가 관찰되었다(Table 3). DPPH 라디칼 소거활성은 0.25~1.75 mg TE/g의 범위로 나타났으며, 자색 품종인 보다미와 단자미가 가장 높은 수치를 보였다. 두 품종은 찌기 및 굽기 처리 모두에서 1.5 mg TE/g 이상으로 측정되었고, 열처리에 따른 큰 변화 없이 안정적인 항산화 활성을 유지하였다. 일반 품종은 대부분 0.3~0.6 mg TE/g 수준이었으며, 풍원미는 찌기 처리 시 0.51 mg TE/g에서 굽기 처리 시 0.61 mg TE/g으로 약간 높은 경향을 보였고, 진율미는 0.34 mg TE/g에서 0.25 mg TE/g으로 찌기 처리가 약간 높았다. 그러나 이러한 열처리 방법의 차이는 통계적으로 유의하지 않았으며, DPPH 소거활성은 열처리보다는 품종의 항산화 성분 함량에 의해 더 크게 좌우됨을 시사한다. ABTS 라디칼 소거활성은 0.25~10.89 mg TE/g의 범위로, 열처리 방법과 품종에 따라 차이를 보이는 것으로 나타났(Table 3). 자색 품종인 보다미는 찌기 처리 시 10.89 mg TE/g으로 가장 높은 활성을 보였으며, 굽기 처리 후에는 8.95 mg TE/g으로 약간 낮게 나타났다. 반면, 단자미는 찌기 처리(7.79 mg TE/g)보다 굽기 처리(8.89 mg TE/g)에서 활성이 높은 경향을 보였다. 일반 품종은 0.34~0.61 mg TE/g 수준으로 비교적 낮은 활성을 나타냈으며, 열처리 방법에 따른 품종별로 상이하게 관찰되었다. 자색 고구마인 보다미와 단자미는 DPPH 및 ABTS 라디칼 소거활성에서 높은 수치를 보여,

Table 3. Total polyphenol and flavonoid, DPPH and ABTS radical scavenging activity of sweet potato pastes according to cultivar and thermal processing

Treatment	Cultivars ¹⁾	Total polyphenol (mg GAE/sample g)	Total flavonoid (mg CE/sample g)	DPPH radical (mg TE/sample g)	ABTS radical (mg TE/sample g)
Steaming	HGM	0.42±0.03 ^c	0.24±0.02 ^c	0.34±0.04 ^d	1.09±0.02 ^d
	HPM	0.45±0.01 ^c	0.24±0.01 ^c	0.34±0.03 ^d	1.07±0.04 ^d
	JYM	0.44±0.01 ^c	0.24±0.02 ^c	0.34±0.03 ^d	1.14±0.01 ^d
	PWM	0.57±0.01 ^c	0.34±0.01 ^c	0.51±0.02 ^c	1.51±0.03 ^c
	SDM	0.49±0.01 ^c	0.39±0.06 ^c	0.49±0.04 ^c	0.81±0.08 ^d
	BDM	5.21±0.01 ^a	4.58±0.13 ^a	1.75±0.00 ^a	10.89±0.25 ^a
	DJM	4.37±0.14 ^b	4.04±0.15 ^b	1.62±0.01 ^b	7.79±0.20 ^b
Baking	HGM	0.46±0.03 ^c	0.31±0.00 ^c	0.39±0.04 ^d	1.19±0.10 ^{cd}
	HPM	0.49±0.01 ^c	0.19±0.05 ^c	0.39±0.01 ^d	1.16±0.03 ^{cd}
	JYM	0.35±0.01 ^c	0.20±0.01 ^c	0.25±0.04 ^c	0.92±0.02 ^{de}
	PWM	0.54±0.05 ^c	0.38±0.02 ^c	0.61±0.05 ^c	1.48±0.11 ^b
	SDM	0.26±0.03 ^c	0.21±0.01 ^c	0.44±0.04 ^d	0.67±0.03 ^e
	BDM	4.24±0.60 ^b	4.13±0.21 ^b	1.74±0.01 ^a	8.95±0.32 ^a
	DJM	5.03±0.13 ^a	4.91±0.23 ^a	1.52±0.05 ^b	8.89±0.08 ^a

Values are expressed as mean±SD (n=3). Different letters within each column indicate significant differences among cultivars within the same processing method, as determined by Tukey's test ($p<0.05$). Abbreviations: HGM, *Ipomoea batatas* (L.) Lam. cv. Hoganmmi; HPM, cv. Hopungmi; JYM, cv. Jinyulmi; PWM, cv. Pungwonmi; SDM, cv. Sodammi; BDM, cv. Bodami; DJM, cv. Danjami; GAE, gallic acid equivalent; CE, catechin equivalent; TE, Trolox equivalent.

항산화 성분(안토시아닌, 페놀류)이 풍부함을 반영한다(Cakrawati 등 2021). 열처리 방법에 따라 품종별 항산화 활성이 다르게 나타났으며, 일부는 찌기 처리에서 일부는 굽기 처리에서 높은 활성을 보였다. 이는 세포벽 파괴에 따른 페놀류 추출성 증가로 해석되며(Lončarić 등 2016), 일반 품종에서는 열에 의한 페놀류 손실로 항산화 활성이 감소하는 경향도 확인되었다(Cheong 등 2022). 따라서 품종 특성과 열처리 조건은 기능성 유지에 중요한 변수로 작용할 것으로 판단된다.

요약 및 결론

본 연구는 고구마 품종 및 열처리(찌기, 굽기) 방법에 따른 페이스트의 품질 특성을 비교하여, 고구마의 가공 적성과 기능성 식품소재로서의 활용 가능성을 평가하고자 수행되었다. 그 결과, 고구마 페이스트의 수분함량은 찌기 처리 시 상대적으로 높게 유지되었으며, 점질 특성의 보다미와 풍원미는 높았고, 분질 특성의 진율미와 단자미는 낮았다. 이는 열처리 방식에 따른 수분 증발률 차이와 함께, 품종 고유의 전분 조성 및 조직 구조에 기인한 것으로 판단된다. 색도 분석

결과, 열처리 방법과 품종에 따라 명확한 차이를 나타냈다. 찌기 처리 시 명도(L*)가 전반적으로 높게 유지되었으며, 자색 품종에서는 a*, b* 값이 음수로 유지되어 푸른색 계열이 강조되었다. 반면, 황색 품종의 경우 굽기 처리 후에도 b* 값이 높게 유지되어 열처리에도 불구하고, 황색도가 안정적으로 유지되는 특성이 확인되었다. 당도(°Brix)와 유리당 함량은 모든 품종에서 열처리 후 증가하였으며, 특히 굽기 처리 시 maltose 함량이 현저히 상승하여 고구마의 특유한 단맛이 강화되었다. 이는 열처리 중 전분의 가수분해 및 당류 농축 현상에 의한 결과로 해석된다. 페이스트의 겔보기 점도는 전반적으로 굽기 처리 시 더 높은 값을 보였으며, 이는 수분 손실로 인한 고형분 농축과 품종별 전분 특성 차이에 기인한 것으로 판단된다. 특히 단자미, 진율미, 보다미 품종은 높은 점도를 나타내어, 가공 적성 측면에서 주목할 만한 특성을 보였다. 기능성 성분 분석에서는 자색 품종인 보다미와 단자미가 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량, DPPH 및 ABTS 라디칼 소거 활성에서 모두 가장 우수한 항산화 활성을 나타냈다. 이는 해당 품종이 안토시아닌 및 페놀성 색소를 풍부하게 함유하고 있어, 열처리 이후에도 기능성 유지력이 상대적

으로 높은 것으로 판단된다. 결과를 종합하면, 고구마 페이스트의 품질은 열처리 조건뿐 아니라, 품종의 고유 특성에 따라 뚜렷한 차이를 보이며, 이는 최종 제품의 기호도, 가공 적성 및 기능성 유지 측면에서 중요한 고려 요인이 된다. 따라서 고구마 페이스트의 가공 및 산업적 활용을 위한 전략 수립 시, 용도에 적합한 품종과 최적의 열처리 조건을 병행 고려하는 것이 중요하다.

감사의 글

본 논문은 농촌진흥청 시험연구사업(과제번호: PJ0172670 32025)의 지원에 의해 이루어진 것임.

References

- An DH, Yu GD, Kim KS, Cha YL, Jeong JH, Choi JB, Woo KS, Hwang EJ, Park YJ. 2023. Quality characteristics of rapeseed oils according to different roasting temperatures. *Korean J Food Nutr* 36:479-488
- Arisanti CIS, Wirasuta IMAG, Musfiroh I, Ikram EHK, Muchtaridi M. 2023. Mechanism of anti-diabetic activity from sweet potato (*Ipomoea batatas*): A systematic review. *Foods* 12:2810
- Bengtsson A, Namutebi A, Alminger ML, Svanberg U. 2008. Effects of various traditional processing methods on the all-trans- β -carotene content of orange-fleshed sweet potato. *J Food Compos Anal* 21:134-143
- Cakrawati D, Srivichai S, Hongsprabhas P. 2021. Effect of steam-cooking on (poly)phenolic compounds in purple yam and purple sweet potato tubers. *Food Res* 5:330-336
- Cheong JJ, Ahmad F, Tengku Rozaina TM. 2022. Effects of cooking methods on physicochemical properties, antioxidant properties and sensory acceptability of purple sweet potato (*Ipomoea batatas*). *Food Res* 6:257-266
- Dameswary AH, Hartati P, Nur Hasnah AR. 2023. Study the effect of sweet potato paste as a substitute ingredient in steamed brownies. *IOP Conf Ser Earth Environ Sci* 1182:012055
- Franková H, Nirc MĀ, Jančo I, Čeryová N, Ňorbová M, Lidiková J, Musilová J. 2022. Total polyphenols and antioxidant activity in sweet potatoes (*Ipomoea batatas* L.) after heat treatment. *J Microbiol Biotechnol Food Sci* 11:e5356
- Hwang EJ, Nam SS, Yu GD, Yang JW, Lee KB, Kang YG, Lee HU, Ko S, Chandra paul N. 2017. Changes in quality characteristics and chemical components of sweet potatoes cultivars (*Ipomoea batatas*) by storage period. *J Korean Soc Int Agric* 29:374-381
- Hwang EJ, Yu GD, Park YJ, Jang GE, Song YS, Lee HU, Woo KS. 2024. Quality characteristics of dried vegetables using petioles of different sweet potato cultivars. *Korean J Food Nutr* 37:388-396
- Islam S. 2024. Sweetpotatoes [*Ipomoea batatas* (L.) Lam]: The super food of the Next Century? An intensive review on their potential as a sustainable and versatile food source for future generations. *CYTA - J Food* 22:2397553
- Kim HJ, Koo KA, Park WS, Kang DM, Kim HS, Lee BYM, Goo YM, Kim JH, Lee MK, Woo DK, Kwak SS, Ahn MJ. 2020. Anti-obesity activity of anthocyanin and carotenoid extracts from color-fleshed sweet potatoes. *J Food Biochem* 44:e13438
- Kim HJ, Lee JH, Lee BW, Lee YY, Jeon YH, Lee BK, Woo KS. 2018. Quality and physicochemical characteristics of the Korean cowpea cultivars grown in different seeding periods. *Korean J Food Nutr* 31:502-510
- Kitahara K, Nakamura Y, Otani M, Hamada T, Nakayachi O, Takahata Y. 2017. Carbohydrate components in sweetpotato storage roots: Their diversities and genetic improvement. *Breed Sci* 67:62-72
- Lee JS, Ahn YS, Kim HS, Chung MN, Jeong BC. 2006. Making techniques of high quality powder in sweet potato. *Korean J Crop Sci* 51:198-203
- Lee HU, Chung MN, Goh S, Nam SS, Kim JM, Yu GD, Han SK, Yang JW, Roh JH, Lee IB, Moon JY, Kang YS, Cho SH, Lee JW, Choi KW. 2023. 'Sodammi', a sweet potato variety for table use. *Korean J Breed Sci* 55:54-62
- Lee HU, Lee JS, Chung MN, Han SK, Kim JM, Yang JW, Ahn SH, Nam SS, Song YS, Moon JY, Choi KH, Shin HM, Lim SH, Choi IH. 2017. A new sweet potato variety for table use, 'Pungwonmi'. *Korean J Breed Sci* 49:420-427
- Lončarić A, Svrakačić B, Nedić Tiban N, Kopjar M, Piližota V. 2016. Effect of baking and steaming on physicochemical and thermal properties of sweet potato puree preserved by freezing and freeze-drying. *Croat J Food Sci Technol* 8:90-98
- Makori SI, Mu TH, Sun HN. 2020. Total polyphenol content, antioxidant activity, and individual phenolic composition of different edible parts of 4 sweet potato cultivars. *Nat Prod Commun* 15:1-12
- Owusu-Mensah E, Oduro I, Ellis WO, Carey EE. 2016. Cooking treatment effects on sugar profile and sweetness of eleven-released sweet potato varieties. *J Food Process Technol* 7:1-6

- Ravindran V, Ravindran G, Sivakanesan R, Rajaguru SB. 1995. Biochemical and nutritional assessment of tubers from 16 cultivars of sweet potato (*Ipomoea batatas* L.). *J Agric Food Chem* 43:2646-2651
- Reddy NN, Sistrunk WA. 1980. Effect of cultivar, size, storage, and cooking method on carbohydrates and some nutrients of sweet potatoes. *J Food Sci* 45:682-684
- Rodriguez-Amaya AA, Kimura M. 1998. Carotenoid composition and content of sweet potato in relation to root color. *Ecol Food Nutr* 37:455-463
- Sato A, Truong VD, Johanningsmeier SD, Reynolds R, Pecota KV, Yencho GC. 2018. Chemical constituents of sweet potato genotypes in relation to textural characteristics of processed French fries. *J Food Sci* 83:60-73
- Sombatcharoenkit S, Rattanasuwan S. 2014. Product development of low sugar purple sweet potato paste. *Proceedings of the 16th Food Innovation Asia Conference 2014: Science and Innovation for Quality of Life Thailand*
- Truong VD, Avula RY, Pecota KV, Yencho GC. 2018. Sweet potato Production, Processing, and Nutritional Quality. Siddiq M, Uebersax MA (Ed.), *Handbook of vegetables and vegetable processing*. pp.811-836. Wiley-Blackwell
- Wei S, Lu G, Cao H. 2017. Effects of cooking methods on starch and sugar composition of sweet potato storage roots. *PLOS ONE* 12:e0182604
- Woolfe JA. 1992. *Sweet potato: An untapped food resource*. Cambridge University Press and International Potato Center (CIP)
- Yoon H, No J, Kim W, Shin M. 2018. Textural character of sweet potato root of Korean cultivars in relation to chemical constituents and their properties. *Food Sci Biotechnol* 27:1627-1637
- Yu JH, Lee HW, Shin TH, Jo YJ, Chung MN, Jang KI, Lee J, Jeong HS. 2022. Quality characteristics of sweet potato paste varieties prepared by different heating methods. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 51:969-975
- Walter WM Jr, Truong VD, Wiesenborn DP, Carvajal P. 2000. Rheological and physicochemical properties of starches from moist- and dry-type sweet potatoes. *J Agric Food Chem* 48:2937-2942
- Zhang R, Chen H, Chen Y, Tang C, Jiang B, Wang Z. 2023. Impact of different cooking methods on the flavor and chemical profile of yellow-fleshed table-stock sweet potatoes (*Ipomoea batatas* L.). *Food Chem X* 17:100542

Received 07 August, 2025
Revised 14 August, 2025
Accepted 21 August, 2025

들깨잎 유전자원의 항염증 효과 및 대사체 분석

\$위 건 · \$조수연* · 김현정* · 유은애** · 이수경** · 장환희*** · †강해주***

농촌진흥청 국립식량과학원 식품자원개발부 석사전문연구원, *농촌진흥청 국립식량과학원 식품자원개발부 연구원,
농촌진흥청 국립농업과학원 농업유전자원센터 농업연구사, *농촌진흥청 국립식량과학원 식품자원개발부 농업연구사

Anti-Inflammatory Effects and Metabolites Profiling of *Perilla (Perilla frutescens var. frutescens)* Leaf Germplasm

\$Geon Wi, \$Soo Yeon Cho*, Hyeon-jeong Kim*, Eunae Yoo**, Sookyong Lee**, Hwan-Hee Jang*** and †Hae Ju Kang***

Master's Researcher, Dept. of Food Sciences, National Institute of Crop and Food Science, Rural Development Administration, Wanju 55365, Korea

*Researcher, Dept. of Food Sciences, National Institute of Crop and Food Science, Rural Development Administration, Wanju 55365, Korea

**Researcher, National Agrobiodiversity Center, National Institute of Agricultural Science, Rural Development Administration, Jeonju 55365, Korea

***Researcher, Dept. of Food Sciences, National Institute of Crop and Food Science, Rural Development Administration, Wanju 55365, Korea

Abstract

This study examined the anti-inflammatory potential and metabolite profiles of *Perilla frutescens* var. *frutescens* leaf germplasm. The anti-inflammatory activity was assessed *in vitro* by measuring nitric oxide (NO) production and interleukin-8 (IL-8) secretion. Among the germplasm tested, PL7 and PL6 exhibited the strongest inhibitory effects on both NO and IL-8. Metabolite profiling, conducted using liquid chromatography-mass spectrometry (LC-MS), identified 60 compounds, primarily flavonoids and phenolic acids. Principal component analysis (PCA) grouped the samples into four distinct clusters: PL1 - PL5, PL6, PL7, and PL8 - PL10. Variable importance in projection (VIP) analysis highlighted 15 key metabolites (VIP>1.0), including tuberonic acid glucoside, caffeic acid, luteolin, and salicylic acid, which contributed to the separation of these groups. Heatmap visualization revealed distinct patterns of metabolite accumulation: vitexin and rosmarinic acid were abundant in PL1 - PL5; vanillic acid-4-glucoside and prulaurasin were prominent in PL6; 5'-O-β-D-glucosylpyridoxine and esculin were concentrated in PL7; and luteolin and D-pantothenic acid were enriched in PL8 - PL10. Further analysis identified key anti-inflammatory metabolites, such as apigenin-6,8-diglucoside, salicylic acid, and pinocembrin in PL6, along with quercetin-3-O-glucuronide, rosmarinic acid-3'-glucoside, and quercetin-3-O-glucoside in PL7. These findings highlight the functional diversity among perilla germplasm and their potential as valuable sources of anti-inflammatory food ingredients.

Key words: *Perilla frutescens* var. *frutescens*, anti-inflammatory, metabolite, liquid chromatography-mass spectrometry

서 론

들깨(*Perilla frutescens* var. *frutescens*)는 1년생 한해살이 초본과 식물로 꿀풀과에 속하며, 우리나라를 비롯하여 중국, 일본, 베트남 및 아시아 지역을 중심으로 전 세계에 분포되어 있다(Ha 등 2012; Yu 등 2017). 독특한 향과 맛 때문에 육류 및 회 섭취 시 함께 곁들여 먹는 것을 즐기며, 깻잎 절임, 김치

등으로 많이 이용된다. 들깨의 잎, 종자 및 줄기에는 phenolic compounds, flavonoids, essential oils 및 fatty acids 등 다양한 기능성 화합물이 함유되어 있다고 알려져 있다(Ahmed HM 2018; Kim 등 2021). 특히, caffeic acid, rosmarinic acid, ferulic acid 등의 페놀산과 함께 apigenine, luteolin 등의 플라보노이드와 perillaldehyde와 같은 방향성 화합물을 다량 함유하고 있어 항산화, 항알레르기, 항염증에 효과가 있다고 보고되어 있

§These authors contributed equally.

† Corresponding author: Hae Ju Kang, Researcher, Dept. of Food Sciences, National Institute of Crop and Food Science, Rural Development Administration, Wanju 55365, Korea. Tel: +82-63-238-3672, Fax: +82-63-238-3842, E-mail: kanghaeju5@korea.kr

다(Jeong 등 2014; Lee 등 2014; Kim 등 2022a; An 등 2023).

염증 반응은 외부 자극에 대한 생체조직의 방어반응으로 물리적 작용이나 유해물질, 화학적 자극, 세균감염 등에 의한 손상을 수복 재생하려는 기전이다(Gramlich & Petras 2007). 염증은 대식세포가 외부의 자극으로 인해 활성화되어 염증 매개 물질을 분비하면서 시작되는데, 대식세포는 동물 체내 모든 조직에 분포하며 인체 내에서 선천적 면역반응을 담당하고 인체 면역체계에서 중요한 역할을 한다(Albina & Reichner 1995). 대식세포를 그람음성 균주의 세포벽 조각인 lipopolysaccharide(LPS)로 자극하게 되면 tumor necrosis factor- α (TNF- α), interleukin-6(IL-6), interleukin-1 β (IL-1 β)와 같은 pro-inflammatory cytokine을 증가시키며, nitric oxide(NO), prostaglandin E2(PGE2) 등의 염증매개물질을 분비하여 염증 반응이 일어난다(Lee & Lim 2008). 이러한 염증매개물질 중 NO는 염증의 대표적인 지표 물질로, NO 생성은 염증을 유발시켜 조직의 손상, 유전자 변이 및 신경손상을 일으킨다(Nathan C 1992). 염증을 매개하는 염증성 cytokine은 면역세포에서 생성된 단백질 중재자로 외부 항원에 대한 여러 면역세포 간의 협력을 증대한다. 그래서 이들의 생성과 분비는 면역반응조절에 있어서 매우 중요하다. TNF- α , IL-6 및 IL-8 등 현재 12가지 이상의 cytokine들이 규명되었고, 그 기능들이 알려져 있다(Meydani SN 1990). 이와 같이 NO 및 염증성 cytokine은 염증 반응의 주요 매개 인자로 작용하며, 이들의 생성을 조절하는 성분이 염증 질환의 예방 및 치료제로 주목받고 있다.

육종에 있어 중요한 것은 유전자원 확보와 이를 보존, 증식하여 우량한 육종 재료로 이용하는 것이다(Lee 등 2020). 이에, 들깨잎 주요 활성 성분인 rosmarinic acid와 caffeic acid 함량을 유전자원별로 비교하고, 항산화 활성을 측정하는 연구가 이루어졌다(Kim 등 2019, 2022b). 또한, 들깨의 품종별 품질 특성을 비교하기 위해 gas chromatography mass spectrometry(GC-MS), liquid chromatography mass spectrometry(LC-MS)로 분석하여 palmitic acid, linoleic acid 등의 지방산과 rosmarinic acid, rosmarinyl glucoside, viscumneoside VI가 주요 대사물질로 분석되었다(Gu 등 2019). 또한, 들깨의 항산화, 항부종, 항염증에 대한 생리활성을 품종별로 비교하는 연구가 보고된 바 있다(Kim 등 2022a). 이처럼 들깨 유전자원에 관한 연구가 활발히 진행되고 있지만, 들깨잎의 항염증 우수자원을 선별하기 위한 성분학적 연구는 미흡한 실정이다. 이에 들깨잎의 항염증 우수자원을 선별하기 위해 국립농업과학원 농업유전자원센터에서 약 1,000여 자원의 항산화 활성, 300여 자원의 플라보노이드 및 페놀산 함량을 평가하였다(Kim 등 2022b). 잎들깨 용도를 목적으로 조숙성 자원은 제하였으며 기능 성분 고함유 선별 유전자원 7자원인 로즈마린산 고함량(rosmarinic acid 5,500 mg/100mg 이상) 4 자원과 루테올린 배당체 고함량(luteolin 7-

diglucuronide 250 mg/100mg 이상) 3 자원, 그리고 대조군 3점을 제공받아 연구를 진행하였다. 본 연구는 유전자원 10종을 대상으로 NO 생성 억제, IL-8 생산 억제 효능을 평가하였고, LC-MS 기반 비표적 대사체 분석을 통해 유전자원 간의 대사체 차이를 확인하였다.

재료 및 방법

1. 실험 재료

본 실험에 사용한 선별 유전자원은 Table 1과 같으며, 시료는 농업유전자원센터 시험포장지(진주)에 2023년 6월 13일에 직파하고, 들깨 화방균이 추대되기 전인 7월 말 주경에 3번째 전개엽을 기준으로 균일한 크기의 잎을 선별하여 채취하였다. 채취된 들깨잎은 동결 건조하여 제공받았으며, -70°C 에서 냉동 보관하며 사용하였다. 주정 추출물 제조는 (주)대한주정판매에서 구매된 발효 주정을 사용하였고, dimethyl sulfoxide(DMSO, Sigma-Aldrich, St.Louis, MO, USA)를 이용해 stock을 제조하였다. 세포 생존율 평가와 NO 생성 억제 활성 평가는 Korean Cell Line Bank(Seoul, Korea)로부터 분양받은 RAW 264.7 세포를 사용하였고, 시약은 CellTiter96 $^{\circledR}$ aqueous one solution cell proliferation assay kit, Griess reagent system을 Promega Co.(Madison, WI, USA)와 lipopolysaccharide(LPS)는 Sigma-Aldrich(St.Louis, MO, USA)에서 구매하여 사용하였다. Interleukin-8 분비 억제 효능평가에는 Human bronchial epithelial cells(Beas-2B)을 ATCC(Manassas, VA, USA)에서 분양 받았고, HTRF human IL-8 Detection kit는 Revvity(Milan, Italy)

Table 1. Information of the 10 *Perilla frutescens* var. *frutescens* in this study

NO.	Accessions NO.	Status of sample	Origin	Extraction yields (%)
PL1	IT157433	Landrace	Korea	18.27
PL2	K279572	Landrace	Korea	17.20
PL3	IT157577	Landrace	Korea	19.27
PL4	IT180471	Landrace	Korea	17.87
PL5	K279586	Landrace	Korea	18.10
PL6	IT214495	-	Vietnam	18.33
PL7	IT226737	Breeding line	Russia	22.20
PL8	Control	Cultivar	Korea	17.25
PL9	Control	Cultivar	Korea	16.50
PL10	Control	Cultivar	Korea	18.50

에서 구매하여 사용하였으며, 대조군 Bay 11-7082은 Sigma-Aldrich(St.Louis, MO, USA)에서 구매하여 사용하였다. 실험에 사용된 배지는 세포에 따라 penicillin-streptomycin, fetal bovine serum(FBS), phosphate-buffered saline(PBS), Dulbecco's modified Eagle medium(DMEM)은 Gibco(Newyork, NY, USA)에서 구매하였고, BEGM bullet kit는 Lonza(Walkersville, MD, USA)에서 구매하여 사용하였다. 대사체 분석을 위해 들깨잎 추출에 사용한 methanol(MeOH)과 HR-ESI-MS 분석에 사용한 0.1% formic acid를 함유한 water와 acetonitrile(ACN)은 Thermo Fisher Scientific(Bremen, Germany)에서 구매하여 사용하였다.

2. 추출물의 제조

항염증 활성 평가를 위한 추출물은 시료 30 g에 시료 중량의 10배인 70% 발효 주정을 첨가한 후 25°C에서 진탕추출기(Jeio tech sk-71, Labcompanio)를 이용하여 19시간 추출하였다. 추출 후 원심 분리하여 상등액을 감압 농축기(N-1000, EYELA)를 이용하여 감압 농축하였다. 농축액은 동결 건조하여 분말화하였고, DMSO를 이용하여 100 mg/mL의 농도로 stock을 제조하여 각 분석 항목을 실험하였다. 100 mg/mL 농도의 주정추출물 stock은 PBS를 이용하여 20배 희석하고, 0.45 µm Syringe filter(Advantec, Japan)로 여과시켜 세포 실험에 사용하였다.

3. 세포 배양 및 세포 생존율 평가

마우스 유래 대식세포인 RAW 264.7 세포를 100 units/mL penicillin-streptomycin과 10% heat inactivated FBS가 포함된 DMEM 배지를 사용하여 37°C, 5% CO₂ 배양기에서 배양하였다. 세포 생존율 평가를 위해 RAW 264.7 세포를 96-well plate에 1×10⁵ cells/well로 각 well에 200 µL 분주하였고, 37°C, 5% CO₂ 배양기에서 18시간 배양하였다. 배지 제거 후 PBS를 이용하여 1회 세척하고, 배지를 새로 추가한 후 LPS 100 ng/mL를 처리하였으며 3시간 후 각 시료를 농도별로 처리하였다. 추출물은 100 mg/mL 농도의 stock을 PBS를 이용하여 희석하고, 0.45 µm Syringe filter로 여과시켜 사용하였다. 추출물은 최종 농도가 10, 25, 50 µg/mL가 되도록 세포에 처리하였고, 24시간 배양 후 CellTiter96[®] aqueous one solution cell proliferation assay 40 µL를 분주하고, 2시간 동안 배양 후 microplate reader(SpectraMax M2, Molecular devices, CA, USA)를 이용하여 490 nm에서 흡광도를 측정하여 세포 생존율을 확인하였다.

인간 기관지 상피세포인 Beas-2B(Human bronchial epithelial cells) 세포를 100 units/mL penicillin-streptomycin과 10% heat inactivated FBS가 포함된 BEGM bullet kit를 사용하여 37°C, 5% CO₂ 배양기에서 배양하였다. 세포 생존율 평가를 위해 Beas-2B 세포를 384-well plate에 4×10³ cells/well로 각 well에

20 µL 분주하였고, 37°C, 5% CO₂ 배양기에서 배양하였다. 100 µg/mL 농도로 각 시료를 전처리하고, 30분 후 LPS 100 ng/mL를 처리하였다. 24시간 배양 후 CellTiter96[®] aqueous one solution cell proliferation assay 6 µL를 분주하고, 2시간 동안 배양 후 microplate reader(FlexStation3, Molecular devices, CA, USA)를 이용하여 485 nm에서 흡광도를 측정하여 세포 생존율을 확인하였다.

4. Nitric oxide(NO) 함량

세포에서 생성되는 NO의 함량은 Griess reagent system을 이용하여 측정하였다. RAW 264.7 세포를 1×10⁶ cells/well로 96-well plate에 200 µL 분주하여 37°C, 5% CO₂ 배양기에서 18시간 배양하였다. 배지 제거 후 PBS를 이용하여 세척하고, 배지를 새로 추가한 후 LPS 100 ng/mL를 처리하였으며, 3시간 후 각 시료를 10, 25, 50 µg/mL의 농도로 처리하고 24시간 배양하였다. 세포를 배양한 상등액 50 µL와 sulfanilamide solution 50 µL를 상온에서 10분간 반응시킨 후 N-(1-naphthyl) ethylenediamine dihydrochloride solution 50 µL를 첨가하여 상온에서 10분간 반응시켰다. 이후, microplate reader(SpectraMax M2, Molecular devices, CA, USA)를 이용하여 540 nm에서 흡광도를 측정하였으며, nitrite standard로 작성한 표준 곡선을 이용하여 NO 함량을 산출하였다.

5. Interleukin-8(IL-8) 분비 억제 효능 평가

본 실험에서는 Beas-2B를 100 unit/mL penicillin-streptomycin과 10% FBS가 포함된 BEGM bullet kit를 사용하여 4×10³ cells/well로 384-well plate에 20 µL 분주하고 37°C, 5% CO₂ 배양기에서 배양하였다. 3배 희석한 추출물을 20 µL 추가하여 전처리하고, LPS의 최종 농도가 100 ng/mL가 되도록 20 µL 처리하여 IL-8 분비를 유도하며, 37°C, 5% CO₂ 배양기에서 24시간 배양하였다. IL-8 Eu Cryptate antibody와 IL-8 d2 antibody는 제조사의 매뉴얼을 참고하여 IL-8 antibody mix로 제조하였다. IL-8 분비 유도된 plate에서 상등액 16 µL를 assay plate로 분주하고, IL-8 antibody mix를 4 µL씩 넣은 후 밀봉하여 1시간 동안 실온에서 반응시켰다. 양성 대조군으로 Nf-κB 억제제이자 항염증제로 사용되는 Bay 11-7082 10 µM를 사용하였다. 이후, microplate reader(FlexStation3, Molecular devices, CA, USA)를 이용하여 형광값(Ex. 340 nm, Em. 665/615 nm)을 측정하였다.

6. LC-MS 기반 들깨잎의 비표적 대사체 분석

들깨잎 건조 분말 100 mg에 MeOH 4 mL를 가하고, 초음파 추출기로 1시간 동안 추출하였다. 추출한 시료는 원심분리를 사용하여 4°C에서 1,763 g force로 10분 동안 진행하였다.

이후 상등액을 PVDF Syringe filter로 1차(0.45 μm) 및 2차(0.22 μm) 여과를 진행하여 LC-MS 분석에 사용하였다.

UPLC-ESI-Orbitrap-MS(UPLC, Vanquish; ESI-Orbitrap-MS, Orbitrap Exploris 120; Thermo Fisher Scientific, Bremen, Germany)에 BEH C18 column(1.7 μm , 2.1 \times 100 mm, Waters, Milford, MA, USA)을 장착하여 분석하였고, 이동상 용매는 0.1% formic acid가 함유된 water(A)와 ACN(B)을 linear gradient 방법(0–2.0 min, 0.5% B; 2.0–13.9 min, 99.5% B; 13.9–17.0 min, 99.5% B)으로 용출하였다. 이때 유속은 0.3 mL/min으로 column 온도는 35 $^{\circ}\text{C}$ 로 하였다. LC-Orbitrap-MS 조건은 이온화 방식을 electrospray ionization(ESI) 방식으로 설정하고, spray voltage의 positive ion(V)은 3,500, negative ion(V)은 2,500, 그리고 ion source 온도를 325 $^{\circ}\text{C}$ 로 설정하였다. 질량 분해능(mass resolution) 60,000에서 80–1,200 m/z 범위에서의 양이온 및 음이온 full scan 방식과 HCD collision energy(%)를 30으로 한 data dependent MS/MS(ddMS2) 방식으로 측정하였다. 대사체는 LC-MS 분석 결과로 얻어진 mass값과 MS/MS fragment ion을 기반으로 mz cloud(<https://mzcloud.org>), MassBank(<https://massbank.eu/MassBank>), FooDB(<https://foodb.ca/>) 그리고 참고문헌을 활용하여 동정하였다.

7. 통계 분석

모든 분석은 3회 반복하여 평균 \pm 표준편차로 표시하였으며, 실험 결과의 통계적 분석은 SAS 9.2 프로그램(SAS Institute)을 사용하여 실시하였다. One-way ANOVA(one-way analysis of variance; 일원 배치 분산분석)를 실시한 후 $p < 0.05$ 수준에서 Duncan's multiple range test를 수행하여 그룹 간의 유의한 차이

를 확인하였다.

유전자원에 따른 들깨잎의 성분 및 함량 차이를 파악하기 위한 다변량 통계 분석은 MetaboAnalyst 6.0(<https://www.metaboanalyst.ca>)에서 Principal Component Analysis(PCA) 및 Variable importance in the projection(VIP>1.0), 그리고 heatmap을 사용하여 데이터를 시각화하였다.

결과 및 고찰

1. 들깨잎 추출물의 Nitric oxide(NO) 생성 억제 효과

들깨잎 주정 추출물에 대한 세포 독성 평가는 RAW 264.7 세포에 처리하여 측정하였다(Fig. 1). 들깨잎 추출물은 10, 25, 50 $\mu\text{g/mL}$ 농도에서 세포 생존율에 영향을 주지 않았다. 그러나 100 $\mu\text{g/mL}$ 의 농도에서 일부 추출물이 세포 독성을 보였다. 세포의 생존율이 80% 이상으로 나타나면 세포 독성을 유발하지 않는다고 판단하였으며, 100 $\mu\text{g/mL}$ 농도를 제외한 10, 25, 50 $\mu\text{g/mL}$ 농도에 대한 추가 생리 활성 평가를 진행하였다. 본 연구에서는 RAW 264.7 세포를 이용하여 들깨잎 추출물 10종의 NO 생성 억제 활성을 확인하였다(Fig. 2). LPS와 용매만을 처리한 대조군(CON+)과 추출물의 NO 생성 억제 활성을 비교하였을 때, 대부분의 추출물이 농도 의존적으로 NO 생성 억제 활성이 감소하는 것을 확인할 수 있었다. 특히, 추출물 50 $\mu\text{g/mL}$ 를 처리한 PL6은 27.7%, PL5는 31.7%로 대조군(LPS+) 대비 유의미한 NO 생성 억제 활성을 보였으며, 특히 PL7은 LPS 처리군 대비 40.1%의 감소 효과를 나타냈다. 이와 유사하게 LPS를 처리하여 유발된 염증 상태의 대식세포에 들깨잎 메탄올 추출물을 처리한 결과, 20 $\mu\text{g/mL}$

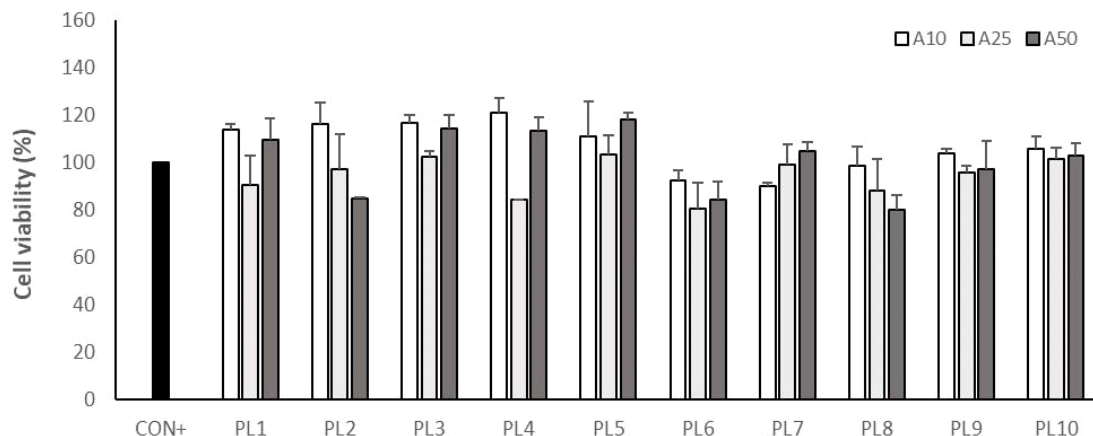


Fig. 1. Cell proliferation by the extracts of *Perilla frutescens* var. *frutescens* leaves in the LPS-stimulated RAW 264.7 cells. Cells were treated with 10, 25 and 50 $\mu\text{g/mL}$ of *Perilla frutescens* var. *frutescens* leaf fermented ethanol extracts in the presence of LPS (100 ng/mL) for 24 hr. The Data represent the mean \pm SD of three independent experiments. Statistical significance is based on the difference when compared with control(+) ($p < 0.05$) at a concentration.

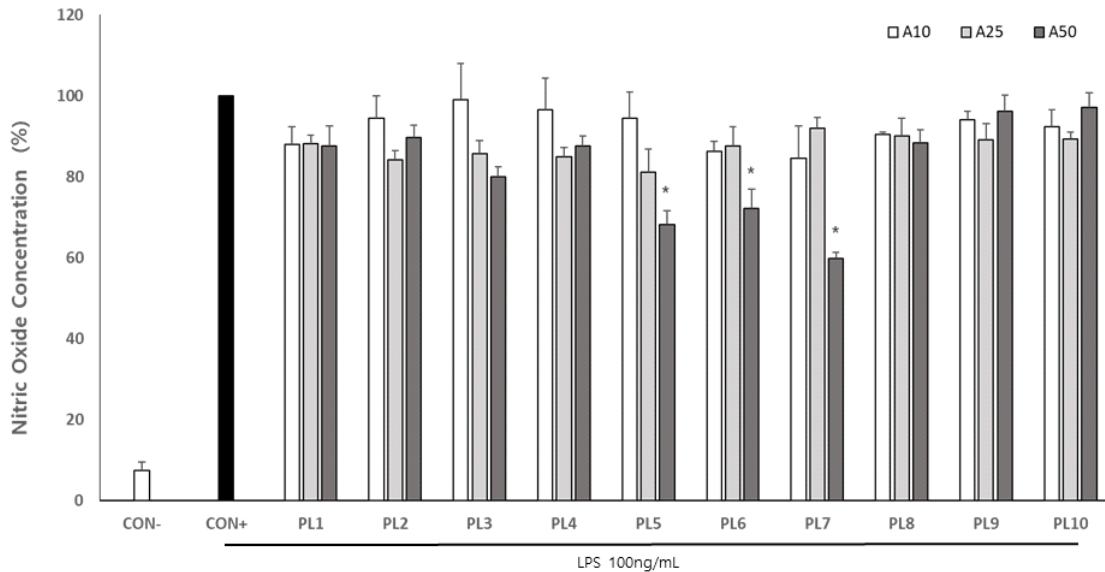


Fig. 2. Inhibition of NO production by the extracts of *Perilla frutescens* var. *frutescens* leaves in the LPS-stimulated RAW 264.7 cells. Cells were treated with 10, 25 and 50 $\mu\text{g}/\text{mL}$ of *Perilla frutescens* var. *frutescens* leaf fermented ethanol extracts in the presence of LPS (100 ng/mL) for 24 hr. 50 $\mu\text{g}/\text{mL}$ of PL7 extract significantly inhibited LPS-stimulated NO production. The Data represent the mean \pm SD of three independent experiments. * $p < 0.05$ indicates statistical significance for reductions of 20% or more compared to the control(+).

의 농도에서도 농도 의존적으로 NO 생성 억제 활성이 감소하였다고 보고하였다(Huang 등 2014). 신경 소교세포인 BV-2 내 들깨잎 추출물의 항염증 효과를 살펴본 결과, LPS로 유발된 염증 반응에 대한 NO 생성을 억제시키고, IL-6 및 TNF- α 발현과 조절함으로써 항염증 효과와 혈관성 치매를 완화한다고 보고되었다(Kang 등 2022). 보라 들깨잎과 남천 들깨잎의 다양한 용매분획물을 BV-2에 처리한 결과, 남천 들깨잎이 NO 생성 억제 활성을 크게 감소시키는 것을 확인하였다(Kim 등 2007). 위의 연구 결과를 통해 들깨잎 추출물의 NO 억제 활성 효과를 확인하였다. 또한, 본 연구에서 기존 대조품종보다 항염증 활성이 우수한 토종 유전자원과 계통을 선별하였다. 이는 들깨잎 자원의 품종 개발 및 염증 질환 개선용 소재로 활용될 수 있으며, 향후 *in vivo* 모델을 통한 효능 검증 및 유용성분 동정 연구가 필요할 것으로 생각된다.

2. 들깨잎 추출물의 interleukin-8(IL-8) 분비 억제 효과

본 연구에서는 사람의 기관지 상피세포주인 Beas-2B에 염증 환경을 유발하기 위하여 LPS를 처리하고, 들깨잎 10종의 주정 추출물을 처리하여 세포독성 및 IL-8 분비 조절 효능을 측정하였다(Fig. 3). 들깨잎 추출물은 100 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 농도에서 세포 생존율에 영향을 주지 않았다. 세포의 생존율이 80% 이상으로 나타나면 세포 독성을 유발하지 않는다고 판단하였으며, IL-8 분비 조절 효능평가를 진행하였다. 그 결과, Bay

11-7082 10 μM 을 처리하였을 때 75.2%의 억제 활성을 나타내었고, 이와 비교하여 70% 이상 억제 효과를 보이는 유효 추출물 2종을 확인할 수 있었다(Fig. 4). PL6, PL7 추출물은 IL-8 분비 억제 활성이 각각 75.4%, 77.8%로 양성 대조군인 Bay 11-7082보다 높은 억제 효과를 확인하였다.

IL-8은 염증 반응에 중요한 역할을 하는 염증성 사이토카인으로 염증 세포를 활성화하며, 다양한 세포 유형에서 발현되는 것으로 알려져 있다(Qazi 등 2011). IL-8은 최근 중증 급성 호흡기 증후군, 코로나 바이러스가 확산되면서 급성 호흡 곤란 증후군을 포함한 과도한 염증성 사이토카인 발현으로 인한 합병증과 미세먼지 등으로 생기는 호흡기 및 폐 염증 질환 등의 발병 기전에서 중요한 역할을 하는 것으로 확인되었다(Bime 등 2019; Nagant 등 2020; Anderberg 등 2021; Li 등 2021; Cesta 등 2022). 호흡기 질환을 유발하는 미세먼지(PM 2.5)는 Beas-2B 세포에서 IKK/Nf- κB 경로를 통해 IL-6 및 IL-8의 발현을 유도하지만, IKK 억제제인 Bay 11-7082 전처리에 의해 그 발현이 억제되는 것으로 보고되었다(Wang 등 2019). 위 결과를 통해 PL6, PL7은 Beas-2B 세포에서 Bay 11-7082와 유사하게 IL-8의 분비를 억제하는 것으로 확인되어 호흡기 관련 염증 질환 예방에 도움을 줄 수 있는 소재로 활용이 기대된다. 또한, 본 연구는 들깨잎 기능성 유전자원 선별 및 생리활성 기반 자원 관리 체계 구축을 위한 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 생각된다.

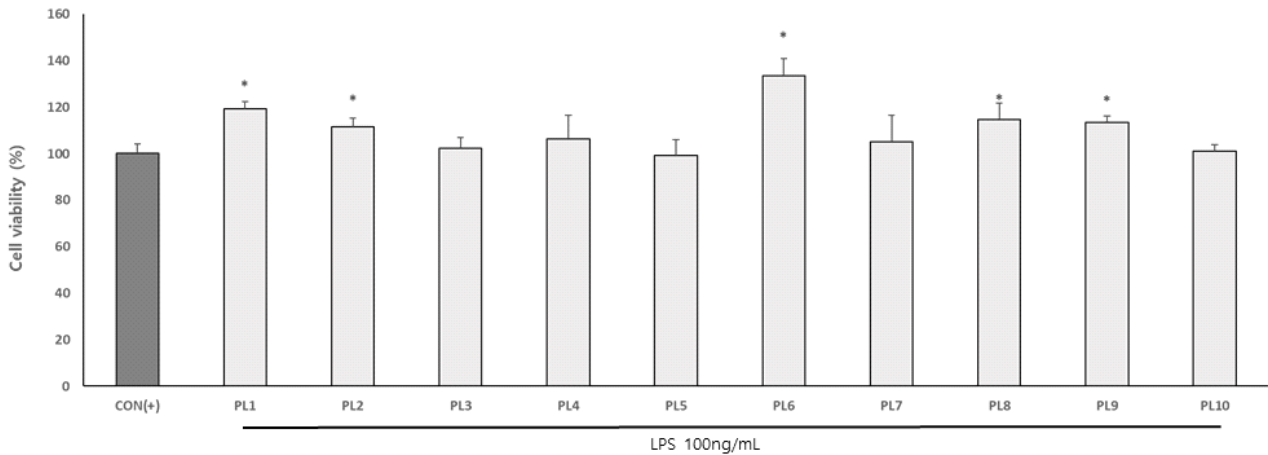


Fig. 3. Cell proliferation by the extracts of *Perilla frutescens* var. *frutescens* leaves in the LPS-stimulated Beas-2B cells. Cells were treated with 100 $\mu\text{g/mL}$ of *Perilla frutescens* var. *frutescens* leaf fermented ethanol extracts in the presence of LPS (100 ng/mL) for 24 hr. The Data represent the mean \pm SD of three independent experiments. Statistical significance is based on the difference when compared with control(+) ($p < 0.05$).

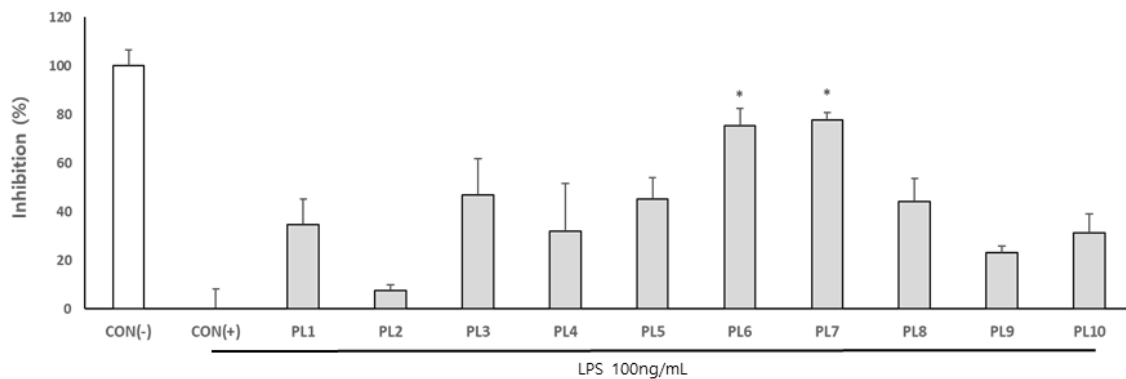


Fig. 4. Suppression of IL-8 by *Perilla frutescens* var. *frutescens* leaf extracts in the LPS-stimulated Beas-2B cells. The cells were treated with LPS (100 ng/mL) and extracts for 24 hr. PL6, PL7 significantly inhibited LPS-stimulated production of IL-8 in Beas-2B cells. The Data represent the mean \pm SD of three independent experiments. * $p < 0.05$ indicates statistical significance for inhibition of 70% or more compared to the control(+).

3. LC-MS 기반 들깨잎의 비표적 대사체 분석

들깨잎에 함유된 대사체를 파악하고자 UPLC-ESI-Orbitrap-MS를 이용하여 분석하였다. MS/MS spectra를 기반으로 online database와 비교를 통해 chemical profiling을 실시한 결과, 60종의 대사체가 관찰되었다(Table 2). 들깨잎에는 caffeic acid, rosmarinic acid, rosmarinic acid-3'-glucoside 등의 페놀산류를 비롯하여 luteolin, luteolin-7-*O*-glucuronide, quercetin-3-*O*-glucoside 등의 플라보노이드류 그리고 tuberonic acid glucoside, vanillic acid-4-glucoside 등의 유기산류가 확인되었다. 이러한 대사체들은 Chen 등(2022), Fan 등(2022)이 보고한 결과와 유사하였다. 하지만 본 실험에서 gentisic acid-5-*O*-glu-

coside, salicylic acid glucoside 등은 선행 연구와 달리 새롭게 확인되었다. 이는, 들깨잎의 유전자원, 재배 시기 및 환경의 차이가 대사체 생성에 영향을 미쳤을 것으로 생각된다. 또한, 두 화합물의 생리활성 연구는 이루어지지 않았으나, 아글리콘인 gentisic acid는 iNOS, TNF- α , NO 등 발현을 억제하는 효능이 확인되었고(Kang 등 2021), salicylic acid는 NO 생성을 억제하는 효과가 확인되었다(Farivar 등 1996). 이에 유도체인 두 화합물 또한 항염증 효과가 있을 것으로 예상된다.

4. 들깨잎 유전자원의 다변량 통계 분석

유전자원에 따른 들깨잎의 대사체를 비교하고자 다변량 통

Table 2. MS results of metabolites identified in *Perilla frutescens* var. *frutescens* leaf

No.	t_R	Predicted compounds	Molecular formula	Exact (m/z)	Observed (m/z)	Mass error (ppm)	Adduct ion	Fragment ions (m/z)	Rf ^{d)}
1	0.89	Dianthoside	C ₁₂ H ₁₆ O ₈	289.0918	289.0908	-3.51	[M+H] ⁺	127.0385, 85.0281	2
2	0.90	Maltotriose	C ₁₈ H ₃₂ O ₁₆	505.1763	505.1748	-2.97	[M+H] ⁺	163.0593, 145.0491, 127.0382	1
3	0.90	Tuliposide B	C ₁₁ H ₁₈ O ₉	295.1024	295.1012	-4.01	[M+H] ⁺	115.0386, 97.0281, 73.0282	2
4	0.90	D-Xylitol	C ₅ H ₁₂ O ₅	153.0758	152.0679	-3.97	[M+H] ⁺	99.0437, 69.0333, 57.0333	1
5	1.18	D-Raffinose	C ₁₈ H ₃₂ O ₁₆	503.1618	503.1632	2.77	[M-H] ⁻	221,0672, 179.0565, 89.0246	1
6	1.27	2-Oxoglutaric acid	C ₅ H ₆ O ₅	145.0143	145.0148	3.43	[M-H] ⁻	101.0247	1
7	1.30	Uridine monophosphate	C ₉ H ₁₃ N ₂ O ₉ P	323.0286	323.0300	4.34	[M-H] ⁻	96.9702, 78.9594	1
8	1.43	5'-O-β-D-Glucosylpyridoxine	C ₁₄ H ₂₁ NO ₈	332.1340	332.1328	-3.60	[M+H] ⁺	170.0802, 152.0698, 108.0801	2
9	1.49	4-Oxoproline	C ₅ H ₇ NO ₃	128.0353	128.0358	4.00	[M-H] ⁻	82.0303	1
10	1.52	Uridine	C ₉ H ₁₂ N ₂ O ₆	243.0623	243.0629	2.77	[M-H] ⁻	200.0571, 110.0251	1
11	4.24	4-Hydroxybenzoic acid	C ₇ H ₆ O ₃	137.0244	137.0248	3.42	[M-H] ⁻	93.035	1
12	4.25	Salicylic acid glucoside	C ₁₃ H ₁₆ O ₈	299.0772	299.0783	3.37	[M-H] ⁻	137.0249, 93.0350	2
13	4.63	Gentisic acid-5-O-glucoside	C ₁₃ H ₁₆ O ₉	315.0722	315.0731	3.19	[M-H] ⁻	152.0121, 108.0213	1
14	4.68	Vanillic acid-4-glucoside	C ₁₄ H ₁₈ O ₉	329.0878	329.0889	3.34	[M-H] ⁻	167.0356	2
15	4.71	D-Pantothenic acid	C ₉ H ₁₇ NO ₅	218.1034	218.1040	3.16	[M-H] ⁻	88.0407, 146.0828	2
16	4.75	2-Methyl-4-oxo-pyran-3-yl-diglycoside	C ₁₇ H ₂₄ O ₁₂	421.1341	421.1327	-3.32	[M+H] ⁺	127.0384	1
17	5.21	Esculin	C ₁₅ H ₁₆ O ₉	339.0722	339.0723	0.61	[M-H] ⁻	171.0199	1
18	5.24	N6-threonylcarbamoyladenine	C ₁₃ H ₂₀ N ₆ O ₈	413.1415	413.1404	-2.69	[M+H] ⁺	281.0985, 162.0404	2
19	5.35	Salicylic acid	C ₇ H ₆ O ₃	137.0244	137.0248	2.98	[M-H] ⁻	93.0349	1
20	5.45	Caffeic acid	C ₉ H ₈ O ₄	181.0495	181.0489	-3.55	[M+H] ⁺	163.0386, 145.0282, 135.0444	2
21	5.56	Hydroxyphenylpropanoic acid glucoside	C ₁₅ H ₂₀ O ₉	343.1035	343.1036	0.53	[M-H] ⁻	181.0515, 137.0621	1
22	5.81	Apigenin-6,8-diglycoside	C ₂₇ H ₃₀ O ₁₅	595.1658	595.1638	-3.25	[M+H] ⁺	457.1108, 379.0794, 325.0692	Meng et al. (2009)
23	5.92	1-Caffeoyl-β-D-glucose	C ₁₅ H ₁₈ O ₉	341.0878	341.0878	3.74	[M-H] ⁻	179.0354, 135.0454	2
24	5.99	Boschnalioside	C ₁₆ H ₂₄ O ₈	343.1398	343.1399	0.22	[M-H] ⁻	181.0877, 163.0770	2
25	6.00	Tuberonic acid glucoside	C ₁₈ H ₂₈ O ₉	387.1661	387.1663	0.30	[M-H] ⁻	207.1035, 89.0248, 59.0141	2
26	6.01	Raspberryketone glucoside	C ₁₆ H ₂₂ O ₇	327.1438	327.1422	-5.00	[M+H] ⁺	165.0903, 147.0797	2
27	6.05	Rosmarinic acid	C ₁₈ H ₁₆ O ₈	361.0918	361.0908	-2.79	[M+H] ⁺	181.0491, 163.0385, 139.0386	2
28	6.21	Syringic acid	C ₉ H ₁₀ O ₅	197.0456	197.0460	0.66	[M-H] ⁻	153.0561, 121.0299	1
29	6.25	Luteolin	C ₁₅ H ₁₀ O ₆	287.0550	287.0538	-4.10	[M+H] ⁺	165.0899	Kim & Lee (2019)
30	6.31	Prulaurasin	C ₁₄ H ₁₇ NO ₆	294.0983	294.0993	2.76	[M-H] ⁻	161.0462, 101.0248, 71.0142	1
31	6.44	Vitexin	C ₂₁ H ₂₀ O ₁₀	433.1129	433.1120	-2.08	[M-H] ⁻	397.0911, 313.0700, 283.0595	1
32	6.45	Methyl-(2E,4E,6E)-2,4,6-decatrienoate	C ₁₁ H ₁₆ O ₂	181.1223	181.1218	-2.88	[M+H] ⁺	163.1111, 125.0591	2

Table 2. Continued

No.	t_R	Predicted compounds	Molecular formula	Exact (m/z)	Observed (m/z)	Mass error (ppm)	Adduct ion	Fragment ions (m/z)	Rf ¹⁾
33	6.48	Rosmarinic acid-3'-glucoside	C ₂₄ H ₂₆ O ₁₃	521.1301	521.1322	3.39	[M-H] ⁻	359.0765, 161.0249, 135.0455	Hou et al. (2022)
34	6.54	Hyperoside	C ₂₁ H ₂₀ O ₁₂	465.1028	465.1021	-1.40	[M+H] ⁺	303.0492, 127.0390	1
35	6.55	Luteolin-4'-O-glucoside	C ₂₁ H ₂₀ O ₁₁	449.1078	449.1070	-1.80	[M+H] ⁺	287.0543	1
36	6.56	Genistin	C ₂₁ H ₂₀ O ₁₀	433.1129	433.1116	-3.03	[M+H] ⁺	271.0590	1
37	6.58	Luteolin-7-O-glucuronide	C ₂₁ H ₁₈ O ₁₂	463.0871	463.0855	-3.37	[M+H] ⁺	287.0535	Meng et al. (2009)
38	6.60	Quercetin-3-O-glucoside	C ₂₁ H ₂₀ O ₁₂	465.1028	465.1008	-4.14	[M+H] ⁺	303.0484, 288.0569	Spórna-kucab et al. (2023)
39	6.67	Quercetin-3-O-glucuronide	C ₂₁ H ₁₈ O ₁₃	477.0675	477.0686	4.26	[M-H] ⁻	301.0364, 283.0258	1
40	6.92	1-[(2S)-5-Hexen-2-yl]-4-methylbenzene	C ₁₃ H ₁₈	175.1481	175.1474	-3.93	[M+H] ⁺	133.1009, 119.0851	2
41	6.94	Pelargonidin	C ₁₅ H ₁₀ O ₅	271.0601	271.0600	-0.37	[M+H] ⁺	271.0589	1
42	7.06	Apigenin-7-O-glucuronide	C ₂₁ H ₁₈ O ₁₁	447.0922	447.0923	0.34	[M+H] ⁺	271.0600	Meng et al. (2009)
43	7.12	Fraxetin	C ₁₀ H ₈ O ₅	209.0445	209.0436	-4.31	[M+H] ⁺	177.0176, 149.0228	2
44	7.13	Perillic acid	C ₁₀ H ₁₄ O ₂	165.0921	165.0924	2.29	[M-H] ⁻	97.0299	1
45	7.16	3-Oxoglycyrrhetic acid	C ₃₀ H ₄₄ O ₄	469.3312	469.3302	-2.17	[M+H] ⁺	423.3248, 405.3136, 187.1474	2
46	7.75	Chrysin-7-O-β-D-glucuronide	C ₂₁ H ₁₈ O ₁₀	431.0973	431.0961	-2.69	[M+H] ⁺	255.0640, 127.0384, 85.0279	1
47	8.17	Pulegone	C ₁₀ H ₁₆ O	153.1274	153.1267	-4.85	[M+H] ⁺	107.0850, 93.0693, 69.0696	1
48	8.35	Corchorifatty acid F	C ₁₈ H ₃₂ O ₅	327.2177	327.2187	3.22	[M-H] ⁻	211.1354, 171.1034	1
49	9.40	Dihydrooroxylin A	C ₁₆ H ₁₄ O ₅	287.0914	287.0906	-2.69	[M+H] ⁺	183.0285, 131.0491	1
50	9.42	Myristoyl ethanolamide	C ₁₆ H ₃₃ NO ₂	272.2584	272.2578	-2.13	[M+H] ⁺	254.2476, 100.0756	2
51	9.67	Rubiadin	C ₁₅ H ₁₀ O ₄	253.0506	253.0513	2.77	[M-H] ⁻	209.0624	1
52	9.70	Chrysin	C ₁₅ H ₁₀ O ₄	255.0652	255.0645	-2.64	[M+H] ⁺	202.0437	1
53	9.82	Pinocembrin	C ₁₅ H ₁₂ O ₄	257.0808	257.0808	-0.33	[M+H] ⁺	153.0182, 131.0491	1
54	9.91	2',4'-Dihydroxy-3',6'-dimethoxychalcone	C ₁₇ H ₁₆ O ₅	301.1071	301.1063	-2.38	[M+H] ⁺	197.0444, 131.0490	1
55	10.19	3',6'-Dihydroxy-2',4,4'-trimethoxy-chalcone	C ₁₈ H ₁₈ O ₆	331.1176	331.1173	-0.96	[M+H] ⁺	197.0446, 161.0597	2
56	11.55	Monolinolenin	C ₂₁ H ₃₆ O ₄	353.2686	353.2679	-2.01	[M+H] ⁺	261.2208, 243.2101, 109.1008	2
57	11.76	L-α-Palmitin	C ₁₉ H ₃₈ O ₄	331.2843	331.2831	-3.64	[M+H] ⁺	131.0854, 81.0697	2
58	12.10	18-β-Glycyrrhetic acid	C ₃₀ H ₄₆ O ₄	471.3469	471.3465	-0.90	[M+H] ⁺	453.3344, 407.3324, 189.1628	1
59	13.18	10,12-Hexadecadienal	C ₁₆ H ₂₈ O	237.2213	237.2209	-1.80	[M+H] ⁺	219.2105, 131.0853, 83.0853	2
60	13.99	Hexadecanamide	C ₁₆ H ₃₃ NO	256.2635	256.2630	-1.80	[M+H] ⁺	116.1066, 102.0910	1

t_R , Retention time; Rf, references.

¹⁾Metabolites were identified by m/z cloud (1), MassBank (2) and literatures.

계 분석하였다. PCA biplot 결과, 유전자원에 따라 크게 4그룹으로 구별되는 것을 알 수 있었다(Fig. 5). PL1-PL5, PL6, PL7, PL8-PL10과 같이 총 4그룹으로 구분되었고, PL6은 자원 구분이 정확하게 되지 않았지만, PCA biplot에서 PL8-PL10과 인접한 것으로 보아 육성품종으로 예상된다. PL1-PL5는 caffeic acid와 vitexin, rosmarinic acid 등이 그룹에 주요 대사체로 확인되었다. PL6은 tuberonic acid glucoside, salicylic acid 등, PL7은 quercetin-3-O-glucoside, quercetin-3-O-glucuronide 등, 그리고 PL8-PL10은 luteolin, chrysin 등이 각 그룹에 기여가 높은 대사체였다. 이러한 대사체 함량 차이에 따라 4개의 그룹으로 구분된 것을 확인하였고, 이는 그룹마다 주요 생리활성도 다를 것으로 예상된다. 유전자원에 따른 들깨잎을 구분하는데 기여하는 주요 대사체들을 파악하기 위하여 PLS-DA의 VIP score

를 확인하였다(Fig. 6). 그 결과, 1.0 이상의 VIP score를 나타내는 대사체는 15종이었으며, tuberonic acid glucoside, caffeic acid, syringic acid, luteolin 그리고 salicylic acid 등이었다. 특히, tuberonic acid glucoside는 가장 높은 VIP score를 보여 그룹 간 차이를 가장 잘 설명하는 대사체로 작용하였다. 이와 같은 결과는 주요 대사체가 PL 그룹 간의 생리적 또는 대사적 특성 차이를 반영할 수 있음을 시사한다. 들깨잎에서 동정된 화합물들의 유전자원에 따라 상대적 함량 차이를 확인하고자 heatmap 분석을 실시하였다(Fig. 7). PL1-PL5는 vitexin, rosmarinic acid, 3-oxoglycyrrhetic acid 등의 함량이 다른 그룹보다 상대적으로 높았고, PL6은 vanillic acid-4-glucoside, 2',4'-dihydroxy-3',6'-dimethoxychalcone, prulaurasin 등이, PL7은 5'-O- β -D-glucosylpyridoxine, dianthoside, esculin 등의 함량이 상대적으

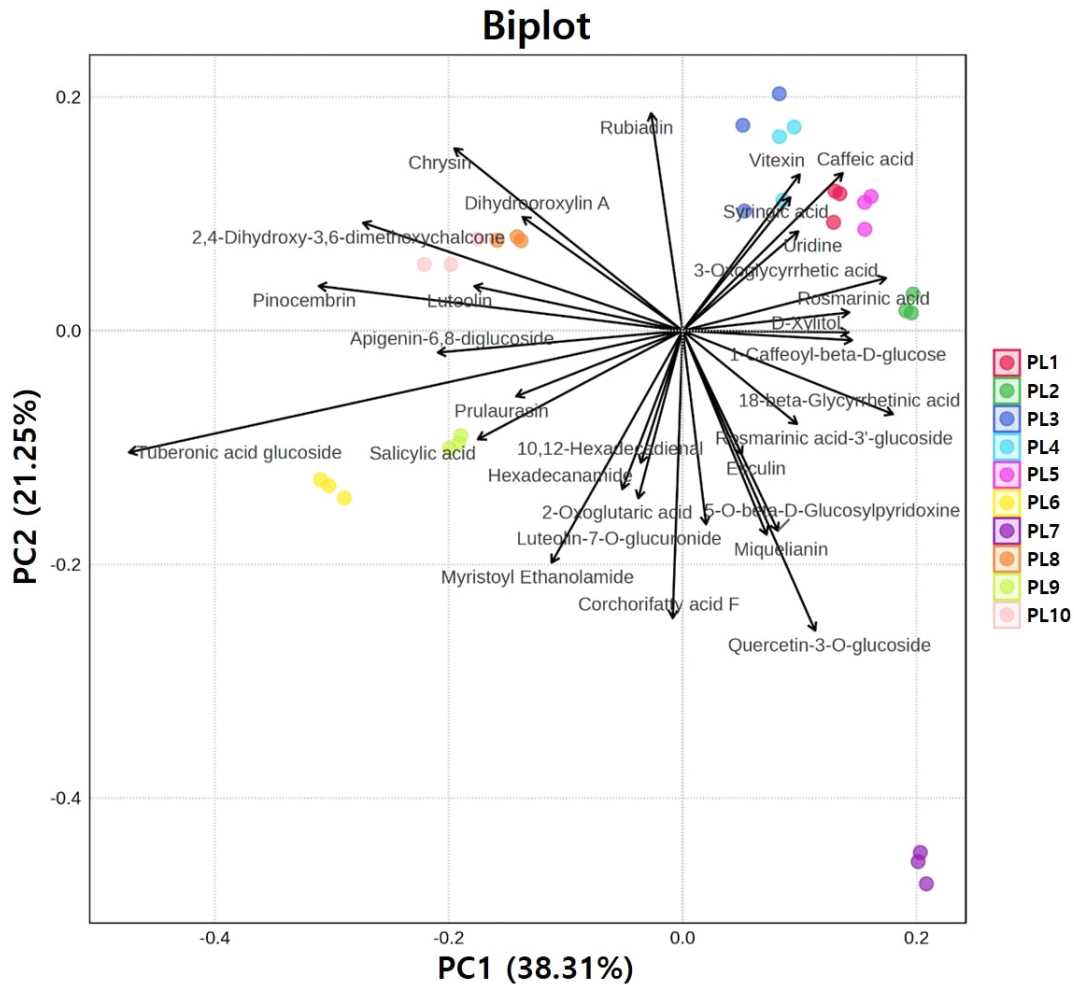


Fig. 5. Principal component analysis (PCA) biplot illustrating the distribution and clustering of *Perilla frutescens* var. *frutescens* leaf germplasm based on metabolite composition. The plot shows the relationship among samples and variables, where principal components 1 and 2 explain the major variance. Group separation is primarily driven by differential levels of key metabolites, as indicated by vector direction and magnitude.

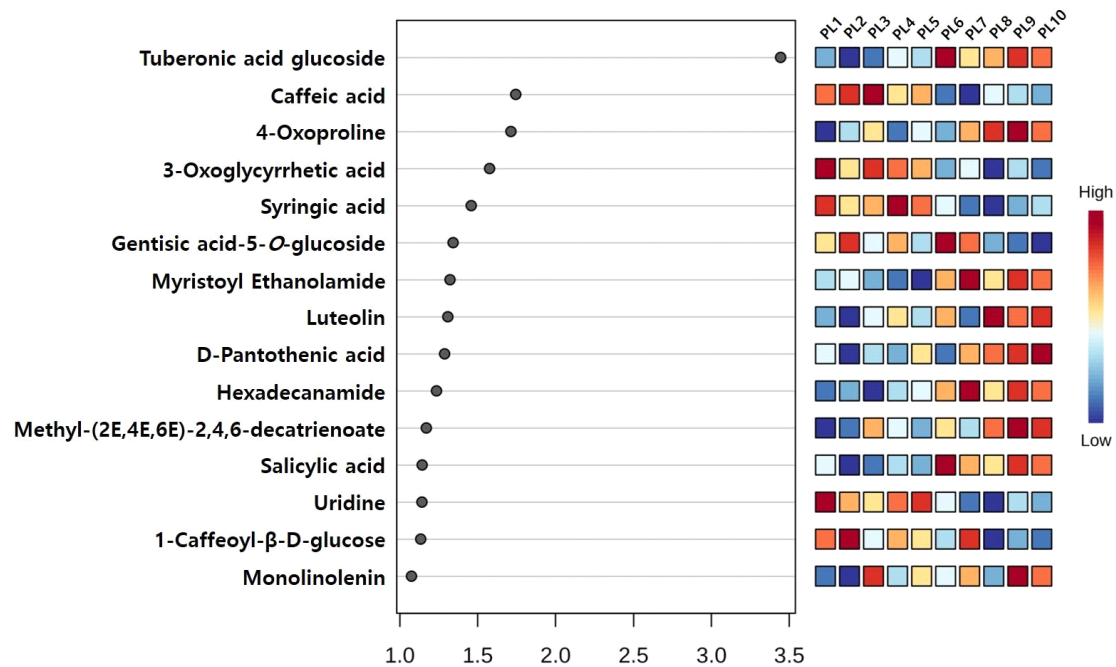


Fig. 6. Variable importance in projection (VIP) score plot derived from partial least squares discriminant analysis (PLS-DA) of *Perilla frutescens* var. *frutescens* leaf germplasm. The plot highlights key metabolites contributing to group discrimination, with higher VIP scores indicating greater influence on the model.

로 높았다. PL8-PL10은 luteolin, D-pantothenic acid, 4-oxoproline 등의 함량이 다른 그룹에 비해 상대적으로 높았다. 식물의 유전자원 간의 페놀산 및 플라보노이드 등의 대사체는 생육지 환경 및 전사 조절 유전자에 따라 그 함량의 차이가 발생하는 것을 확인하였다(Tava 등 2019; Xia 등 2023). 이에 들깨잎의 페놀산과 플라보노이드 등의 함량이 재배 환경 및 유전자 발현 차이에 의해 발생했을 것으로 예상된다. 또한, 들깨잎의 활용성 증대를 위하여 유용성분의생합성 경로를 파악하는 연구가 필요할 것으로 생각된다.

NO 생성 억제, IL-8 분비 억제 효과가 우수했던 PL6과 PL7의 항염증에 도움을 주는 대사체 6종에 대해 상세하게 파악하기 위하여 boxplot으로 함량을 비교하였다(Fig. 8). 그 결과, apigenin-6,8-diglucoside, salicylic acid, pinocembrin은 PL6에 그 함량이 상대적으로 높은 것으로 확인되었다. PL7에는 quercetin-3-O-glucuronide, rosmarinic acid-3'-glucoside, quercetin-3-O-glucoside가 다른 그룹에 비해 상대적으로 함량이 높았다. PL6의 주요 대사체 apigenin-6,8-diglucoside의 아글리콘인 apigenin은 LPS로 자극된 사람 폐의 A549 세포에서 IL-6, IL-8, TNF-α 등의 염증성 사이토카인의 발현을 감소시켰고, NO의 생성을 감소시켰다(Patil 등 2016). 또한, salicylic acid는 iNOS 발현을 억제하여 NO 생성을 막아 항염증 효능을 확인하였다(Farivar 등 1996). Pinocembrin은 알레르기성 기도 염증 모델에

서 Th2 사이토카인인 IL-4, IL-5 및 IL-13 수치를 억제하여 항염증 효과를 확인하였다(El-Demerdash 등 2021). PL7의 주요 대사체 2종의 아글리콘인 quercetin은 LPS로 유도된 A549 폐상피세포에서 IL-6 및 NO 등 발현을 억제하였고(Lv 등 2024), OVA로 유도된 천식 모델에서 IL-6, NO, TNF-α 등의 생성을 억제하여 기도 염증 억제 효과를 확인하였다(Sozmen 등 2016; Zhu 등 2019). Rosmarinic acid는 OVA로 유도된 천식 모델에서 IL-4, IL-13, NO, TNF-α 등의 발현을 억제하여 기도과민반응 억제, 항산화 활성 증가 등의 효과를 확인하였다(Liang 등 2016; Zhou 등 2022; Abbasnia 등 2024). 이러한 연구 결과는 PL6, PL7에 6종의 주요 대사체가 항염증 효능에 긍정적인 영향을 미쳤을 것으로 예상된다. 또한, PL6, PL7이 잠재적인 기관지 관련 염증 질환 예방, 치료제로 활용될 수 있을 것을 시사한다. 추가적으로, 다른 들깨잎 유전자원 그룹의 주요 대사체와 효능 간의 상관성을 구명하는 연구가 필요할 것으로 판단되며, 본 연구 결과는 들깨잎의 항염증 우수자원을 제시하며, 활용성 확대를 위한 기초 연구자료로 이용될 수 있을 것으로 생각된다.

요약 및 결론

본 연구는 들깨잎의 항염증 활성을 평가하고, 대사체 분석

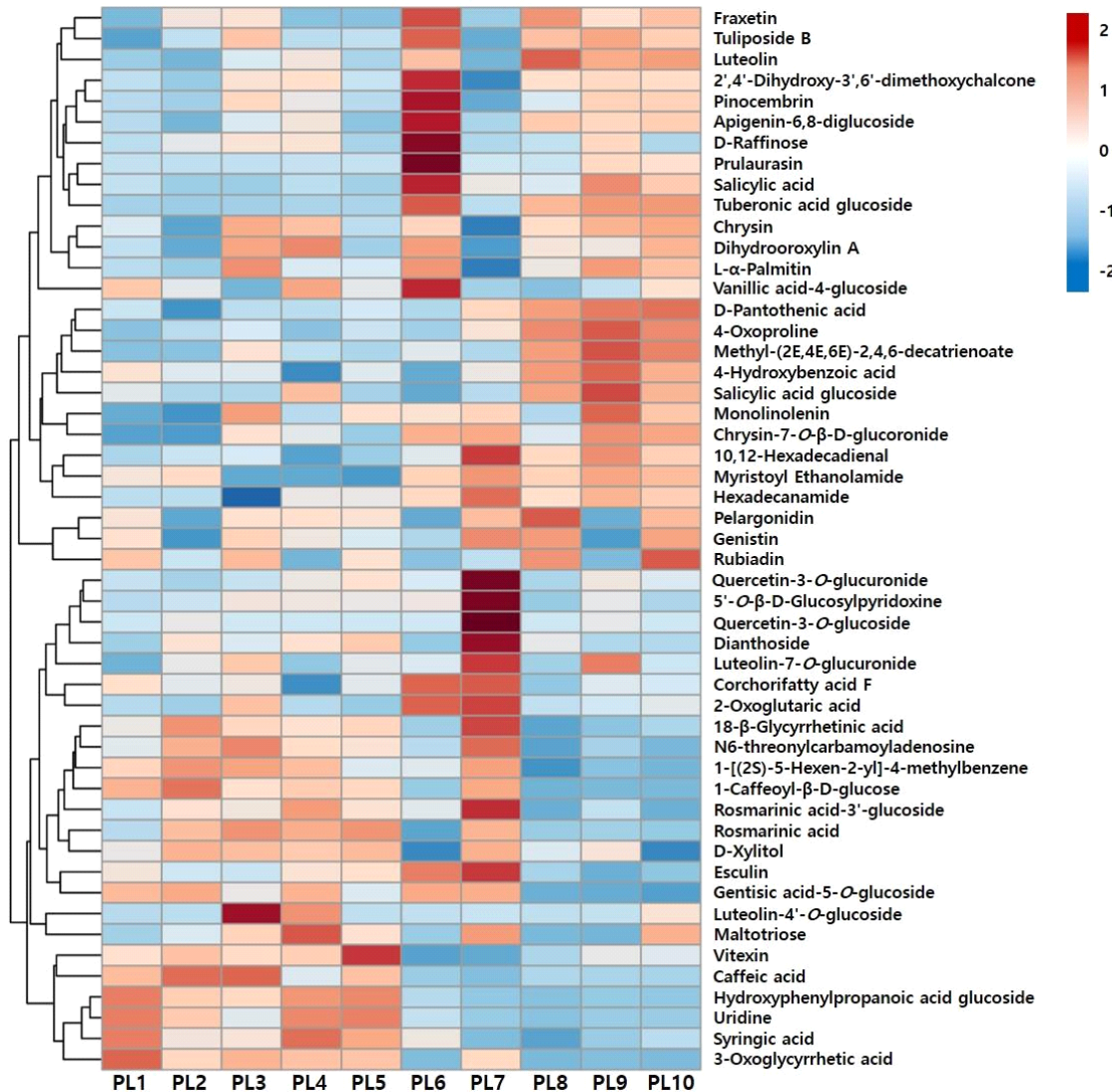


Fig. 7. Heatmap visualization of metabolite abundance across *Perilla frutescens* var. *frutescens* leaf germplasm. The hierarchical clustering displays patterns of variation among samples and metabolites, highlighting group-specific metabolic profiles based on relative intensity levels.

을 통해 항염증과 관련된 주요 대사체를 규명하여 들깨잎의 우수자원 선별 및 식품으로의 활용성을 증대하고자 하였다. 이를 위해 유전자원에 따른 들깨잎의 NO 생성 억제, IL-8 분비 억제 평가를 통해 항염증 우수자원을 선발하였고, LC-MS를 활용하여 대사체 프로파일링 및 상대적 함량 차이를 확인하였다. NO 생성 억제 활성, IL-8 분비 억제 효능에서 공통적으로 PL7, PL6이 우수한 자원이었다. LC-MS 분석을 통해 들깨잎에서 60종의 대사체가 검출되었으며, 이는 플라보노이드류, 페놀산류, 유기산류 등이 주로 함유된 것을 알 수 있었다. LC-MS 기반 유전자원에 따른 들깨잎의 다변량 통계 분석을 진행한 결과, PCA biplot에서 유전자원에 따라 PL1-PL5, PL6,

PL7, 그리고 PL8-PL10 4그룹으로 구분되었다. 유전자원에 따른 들깨잎을 구분하는데 기여한 주요 대사체들을 파악하기 위하여 VIP score 분석 결과, tuberonic acid glucoside, caffeic acid, syringic acid, luteolin 그리고 salicylic acid 등이었다. 들깨잎의 대사체에 대하여 유전자원에 따른 상대적 함량 차이를 비교하고자 heatmap 분석을 실시하였고, PL1-PL5는 vitexin, rosmarinic acid 등의 함량이 다른 그룹보다 상대적으로 높았고, PL6은 vanillic acid-4-glucoside, prulaurasin 등이, PL7은 5'-O- β -D-glucosylpyridoxine, esculin 등의 함량이 상대적으로 높았다. PL8-PL10은 luteolin, D-pantothenic acid 등의 함량이 다른 그룹에 비해 상대적으로 높았다. NO 생성 억제, IL-8 분

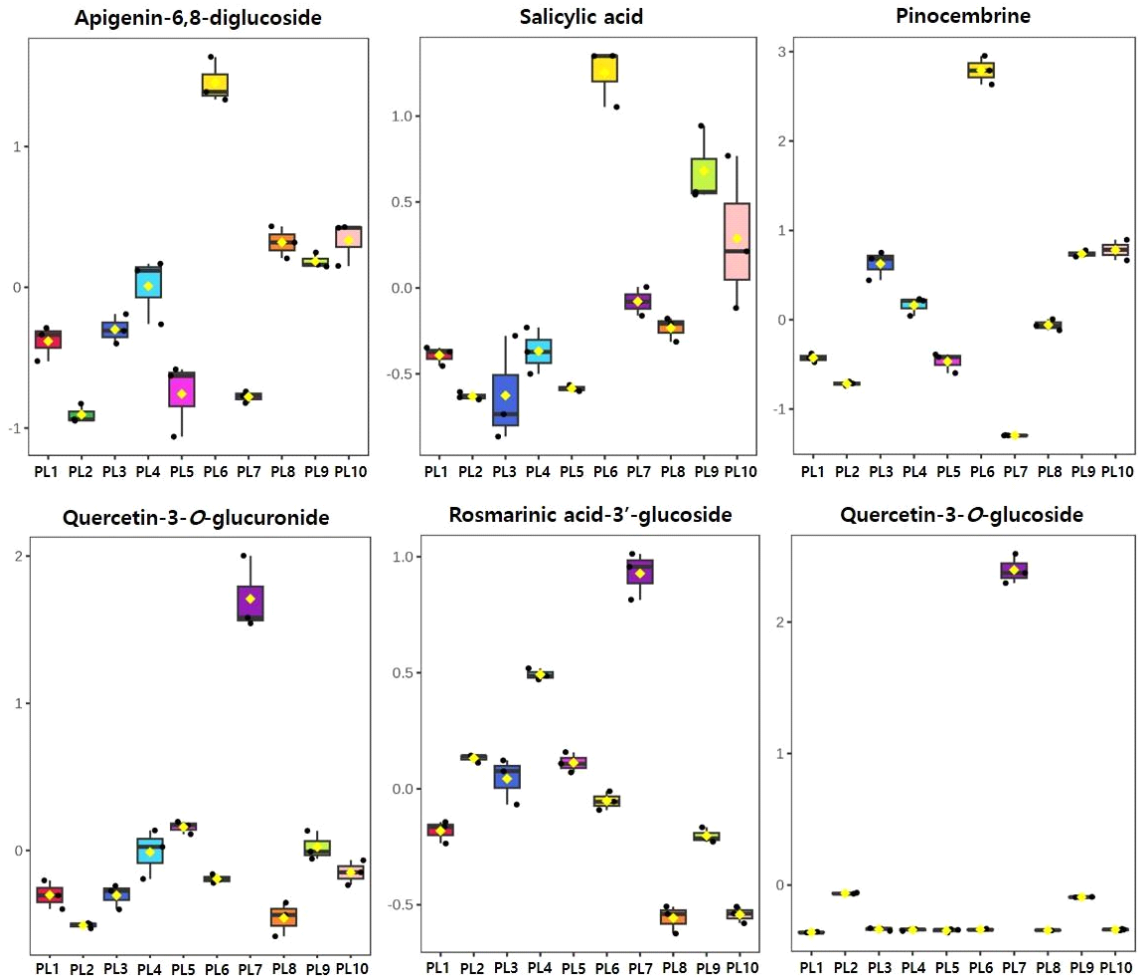


Fig. 8. Normalized concentration score plots of key metabolites in PL6 and PL7 leaf germplasm of *Perilla frutescens* var. *frutescens*. Box plots show the relative abundance of six major metabolites across ten germplasm (PL1 - PL10), each metabolite showed elevated levels in PL6 and PL7.

비 억제 효과가 우수했던 PL6과 PL7의 항염증에 도움을 주는 주요 대사체 6종을 box plot으로 상세하게 파악한 결과, apigenin-6,8-diglucoside, salicylic acid, pinocembrin은 PL6에 그 함량이 상대적으로 높은 것으로 확인되었고, PL7에는 quercetin-3-O-glucuronide, rosmarinic acid-3'-glucoside, quercetin-3-O-glucoside가 다른 그룹에 비해 상대적으로 함량이 높았다. 이러한 연구 결과는 들깨잎 유전자원을 활용한 기능성 구멍 연구에 기초자료로 활용할 수 있을 것으로 생각된다.

감사의 글

본 논문은 농촌진흥청 연구사업(과제번호: PJ01770301)의 지원에 의해 이루어진 것이며, 2025년도 농촌진흥청 국립식량과학원 전문연구원 과정 지원산업에 의해 이루어진 것임.

References

- Abbasnia V, Esfahani DE, Khazdair MR, Oryan S, Foadoddini M. 2024. The therapeutic potential of *Melissa officinalis* L. hydroalcoholic extract and rosmarinic acid in a rat asthmatic model: A study on anti-inflammatory and antioxidant effects. *Avicenna J Phytomed* 14:252-267
- Ahmed HM. 2018. Ethnomedicinal, phytochemical and pharmacological investigations of *Perilla frutescens* (L.) Britt. *Molecules* 24:102
- Albina JE, Reichner JS. 1995. Nitric oxide in inflammation and immunity. *New Horiz* 3:46-64
- An YJ, Kim JI, Kim SW, Kim S, Oh E, Lee J, Lee E, Yoo E, Sung JS, Lee MH, Kim CS. 2023. Functional components

- and antioxidant activities of perilla leaf genetic resource. *Korean J Food Nutr* 36:379-386
- Anderberg SB, Luther T, Berglund M, Larsson R, Rubertsson S, Lipcsey M, Larsson A, Frithiof R, Hultström M. 2021. Increased levels of plasma cytokines and correlations to organ failure and 30-day mortality in critically ill Covid-19 patients. *Cytokine* 138:155389
- Bime C, Casanova N, Oita RC, Ndukum J, Lynn H, Camp SM, Lussier Y, Abraham I, Carter D, Miller EJ, Mekontso-Dessap A, Downs CA, Garcia JGN. 2019. Development of a biomarker mortality risk model in acute respiratory distress syndrome. *Crit Care* 23:410
- Cesta MC, Zippoli M, Marsiglia C, Gavioli EM, Mantelli F, Allegretti M, Balk RA. 2022. The role of interleukin-8 in lung inflammation and injury: Implications for the management of COVID-19 and hyperinflammatory acute respiratory distress syndrome. *Front Pharmacol* 12:808797
- Chen J, Guo L, Yang G, Yang A, Zheng Y, Wang L. 2022. Metabolomic profiling of developing perilla leaves reveals the best harvest time. *Front Plant Sci* 13:989755
- El-Demerdash AA, Menze ET, Esmat A, Tadros MG, Elsherbiny DA. 2021. Protective and therapeutic effects of the flavonoid “pinocembrin” in indomethacin-induced acute gastric ulcer in rats: Impact of anti-oxidant, anti-inflammatory, and anti-apoptotic mechanisms. *Naunyn Schmiedeberg's Arch Pharmacol* 394:1411-1424
- Fan Y, Cao X, Zhang M, Wei S, Zhu Y, Ouyang H, He J. 2022. Quantitative comparison and chemical profile analysis of different medicinal parts of *Perilla frutescens* (L.) Britt. from different varieties and harvest periods. *J Agric Food Chem* 70:8838-8853
- Farivar RS, Chobanian AV, Brecher P. 1996. Salicylate or aspirin inhibits the induction of the inducible nitric oxide synthase in rat cardiac fibroblasts. *Circ Res* 78:759-768
- Gramlich T, Petras RE. 2007. Pathology of inflammatory bowel disease. *Semin Pediatr Surg* 16:154-163
- Gu S, Son Y, Park JY, Choi SG, Lee MH, Kim HJ. 2019. Analysis of the seed metabolite profiles and antioxidant activity of perilla varieties. *Korean J Food Sci Technol* 51:193-199
- Ha TJ, Lee JH, Lee MH, Lee BW, Kwon HS, Park CH, Shim KB, Kim HT, Baek IY, Jang DS. 2012. Isolation and identification of phenolic compounds from the seeds of *Perilla frutescens* (L.) and their inhibitory activities against α -glucosidase and aldose reductase. *Food Chem* 135:1397-1403
- Hou T, Netala VR, Zhang H, Xing Y, Li H, Zhang Z. 2022. *Perilla frutescens*: A rich source of pharmacological active compounds. *Molecules* 27:3578
- Huang BP, Lin CH, Chen YC, Kao SH. 2014. Anti inflammatory effects of *Perilla frutescens* leaf extract on lipopolysaccharide stimulated RAW264.7 cells. *Mol Med Rep* 10:1077-1083
- Jeong SI, Kim HS, Jeon IH, Kang HJ, Mok JY, Cheon CJ, Yu HH, Jang SI. 2014. Antioxidant and anti-inflammatory effects of ethanol extracts from *Perilla frutescens*. *Korean J Food Sci Technol* 46:87-93
- Kang HB, Kim SH, Uhm SH, Kim DK, Lee NS, Jeong YG, Sung NY, Kim DS, Han IJ, Yoo YC, Han SY. 2022. *Perilla frutescens* leaf extract attenuates vascular dementia-associated memory deficits, neuronal damages, and microglial activation. *Curr Issues Mol Biol* 44:257-272
- Kang M, Choi W, Yoo SH, Nam SW, Shin PG, Kim KK, Kim GD. 2021. Modulation of inflammatory pathways and adipogenesis by the action of gentisic acid in RAW 264.7 and 3T3-L1 cell lines. *J Microbiol Biotechnol* 31:1079-1087
- Kim DH, Lee JH. 2019. Comparative evaluation of phenolic phytochemicals from perilla seeds of diverse species and screening for their tyrosinase inhibitory and antioxidant properties. *S Afr J Bot* 123:341-350
- Kim DJ, Assefa AD, Jeong YJ, Jeon YA, Lee JE, Lee MC, Lee HS, Rhee JH, Sung JS. 2019. Variation in fatty acid composition, caffeic and rosmarinic acid content, and antioxidant activity of *Perilla* accessions. *Korean J Med Crop Sci* 27:96-107
- Kim HE, Yun HR, Heo JB. 2021. Comparative analysis of functional compounds in *Perilla frutescens* at different stages and growth times. *J Life Sci* 31:511-519
- Kim HY, Lee HG, Seo HY, Seo WD, Lee MJ, Song SY, Kim JI, Choi JY. 2022b. Antioxidant activities of Korean perilla leaves (*Perilla frutescens*) by various cultivars. *Korean J Food Nutr* 35:453-463
- Kim JY, Kim JS, Jung CS, Jin CB, Ryu JH. 2007. Inhibitory activity of nitric oxide synthase and peroxynitrite scavenging activity of extracts of *Perilla frutescens*. *Korean J Pharmacogn* 38:170-175
- Kim YJ, Lee JE, Yoo E, Lee S, Wang X, Assefa Awraris D, Noh H. 2022a. Selection of excellent genetic resources based on comparison of caffeic and rosmarinic acid contents and antioxidant activity in perilla accessions. *Korean J Plant*

- Resour* 35:1-9
- Lee KJ, Cho GT, Lee S, Jang I, Yoo E, Lee S, Kim S. 2020. Evaluation of morphological traits in *Perilla frutescens* germplasm. Proceedings of the Plant Resources Society of Korea Conference Jecheon
- Lee SJ, Lim KT. 2008. Phyto glycoprotein inhibits interleukin-1 β and interleukin-6 via p38 mitogen-activated protein kinase in lipopolysaccharide-stimulated RAW 264.7 cells. *Naunyn Schmiedebergs Arch Pharmacol* 377:45-54
- Lee Y, Song B, Ju J. 2014. Anti-inflammatory activity of *Perilla frutescens* Britton seed in RAW 264.7 macrophages and an ulcerative colitis mouse model. *Korean J Food Sci Technol* 46:61-67
- Li J, Rong L, Cui R, Feng J, Jin Y, Chen X, Xu R. 2021. Dynamic changes in serum IL-6, IL-8, and IL-10 predict the outcome of ICU patients with severe COVID-19. *Ann Palliat Med* 10:3706-3714
- Liang Z, Xu Y, Wen X, Nie H, Hu T, Yang X, Chu X, Yang J, Deng X, He J. 2016. Rosmarinic acid attenuates airway inflammation and hyperresponsiveness in a murine model of asthma. *Molecules* 21:769
- Lv P, Han P, Cui Y, Chen Q, Cao W. 2024. Quercetin attenuates inflammation in LPS-induced lung epithelial cells via the Nrf2 signaling pathway. *Immun Inflamm Dis* 12:e1185
- Meng L, Lozano Y, Bombarda I, Gaydou EM, Li B. 2009. Polyphenol extraction from eight *Perilla frutescens* cultivars. *C R Chim* 12:602-611
- Meydani SN. 1990. Dietary modulation of cytokine production and biologic functions. *Nutr Rev* 48:361-369
- Nagant C, Ponthieux F, Smet J, Dauby N, Doyen V, Besse-Hammer T, De Bels D, Maillart E, Corazza F. 2020. A score combining early detection of cytokines accurately predicts COVID-19 severity and intensive care unit transfer. *Int J Infect Dis* 101:342-345
- Nathan C. 1992. Nitric oxide as a secretory product of mammalian cells. *FASEB J* 6:3051-3064
- Patil RH, Babu RL, Naveen Kumar M, Kiran Kumar KM, Hegde SM, Nagesh R, Ramesh GT, Sharma SC. 2016. Anti-inflammatory effect of apigenin on LPS-induced pro-inflammatory mediators and AP-1 factors in human lung epithelial cells. *Inflammation* 39:138-147
- Qazi BS, Tang K, Qazi A. 2011. Recent advances in underlying pathologies provide insight into interleukin-8 expression-mediated inflammation and angiogenesis. *Int J Inflamm* 2011:908468
- Sozmen SC, Karaman M, Micili SC, Isik S, Bagriyanik A, Ayyildiz ZA, Uzuner N, Anal O, Karaman O. 2016. Effects of quercetin treatment on epithelium-derived cytokines and epithelial cell apoptosis in allergic airway inflammation mice model. *Iran J Allergy Asthma Immunol* 15:487-497
- Spórna-Kucab A, Tekieli A, Kisiel A, Grzegorzczak A, Skalicka-Woźniak K, Starzak K, Wybraniec S. 2023. Antioxidant and antimicrobial effects of baby leaves of *Amaranthus tricolor* L. harvested as vegetable in correlation with their phytochemical composition. *Molecules* 28:1463
- Tava A, Pecio L, Scalzo RL, Stochmal A, Pecetti L. 2019. Phenolic content and antioxidant activity in trifolium germplasm from different environments. *Molecules* 24:298
- Wang J, Zhang WJ, Xiong W, Lu WH, Zheng HY, Zhou X, Yuan J. 2019. PM2.5 stimulated the release of cytokines from BEAS-2B cells through activation of IKK/NF- κ B pathway. *Hum Exp Toxicol* 38:311-320
- Xia H, Pu X, Zhu X, Yang X, Guo H, Diao H, Zhang Q, Wang Y, Sun X, Zhang H, Zhang Z, Zeng Y, Li Z. 2023. Genome-wide association study reveals the genetic basis of total flavonoid content in brown rice. *Genes* 14:1684
- Yu H, Qiu JF, Ma LJ, Hu YJ, Li P, Wan JB. 2017. Phytochemical and phytopharmacological review of *Perilla frutescens* L. (Labiatae), a traditional edible-medicinal herb in China. *Food Chem Toxicol* 108:375-391
- Zhou L, Huang Y, Han Z, Wang J, Sun N, Zhang R, Dong W, Deng C, Zhuang G. 2022. Effects of rosmarinic acid on the inflammatory response in allergic rhinitis rat models after PM2.5 exposure. *J Clin Lab Anal* 36:e24316
- Zhu S, Wang H, Zhang J, Yu C, Liu C, Sun H, Wu Y, Wang Y, Lin X. 2019. Antiasthmatic activity of quercetin glycosides in neonatal asthmatic rats. *3 Biotech* 9:189

Received 24 June, 2025
 Revised 21 August, 2025
 Accepted 22 August, 2025

국내산 백태 품종의 추출 용매별 항산화 성분 함량 및 활성

†이 경 행

한국교통대학교 식품영양학 전공 교수

Antioxidant Content and Activity of Domestic Soybean Cultivars by Extraction Solvent

†Kyung-Haeng Lee

Professor, Major in Food and Nutrition, Korea National University of Transportation, Chungbuk 27909, Korea

Abstract

In this study, domestic soybean cultivars were extracted using water, 70% ethanol, and 100% ethanol. The contents of polyphenols, flavonoids, and antioxidant activities of these extracts were measured. For the water extracts, the polyphenol content was significantly higher in the Daewon cultivar compared to the others. Ethanol extracts contained lower levels than the water extracts, and, unlike the water extracts, there was no significant difference between the cultivars. The flavonoid content in the Jinpung cultivar was the highest among the water extracts, and this content was greater in the water extract than in the ethanol extract. In terms of ABTS radical scavenging activity, Daewon and Taekwang exhibited significantly higher activity in the water extracts. The Jinpung cultivar showed the highest activity in the 70% ethanol extract, which was slightly lower than that of the water extract. DPPH radical scavenging activity was found to be higher in Taekwang than in the other cultivars. In the 70% ethanol extract, Taekwang demonstrated high antioxidant activity, similar to that of the water extract. A correlation analysis of antioxidant components and antioxidant activity in soybean cultivars revealed the highest r value of 0.9326 between the contents of flavonoid compounds and polyphenol compounds.

Key words: domestic soybean cultivars, antioxidant compound, antioxidant activity, solvent extract

서 론

콩(*Glycine max*(L.) Merrill)은 세계적으로 쌀과 더불어 식량자원으로서 매우 중요한 작물 중의 하나이다(Lee 등 2018). 또한 콩은 단백질과 지방질의 공급원으로서 단백질 식품으로는 비지, 두유, 장류, 두부, 순두부 등으로, 지방질 식품으로는 식용유 등 다양한 형태로 식생활에 이용되어지고 있다(Lee 등 2013; Shin 등 2019).

콩에는 대부분의 곡류에서 제한아미노산으로 알려진 lysine의 함량이 비교적 풍부하게 함유하는 양질의 단백질이며, 육류 단백질보다 값이 저렴하다는 경제적인 장점을 가지고 있어(Kim MJ 2001) 대체육으로도 활용도가 높아지고 있다. 또한 콩에는 불포화 지방산인 linoleic acid 및 linolenic

acid 등 필수지방산도 다량 함유되어 있으며, 필수아미노산도 풍부한 양질의 단백질뿐만 아니라, 이소플라본, 올리고당, 사포닌 등 다양한 생리활성 성분들이 함유되어 있어 기능성 식품소재로 활용되어지고 있다(Myung & Hwang 2008; Lee 등 2013).

이들 생리활성물질들에 의한 기능성은 심혈관질환 예방, 두뇌 발달, 장기능 개선, 지방간 예방, 항산화, 골다공증 진행 억제 및 심혈관계 질환 예방 등의 다양한 생리적 기능성이 있는 것으로 알려져 있다(Lee KH 2024).

이처럼 콩의 다양한 생리적 기능성으로 인해 콩을 찾는 사람들이 증가하고 있고, 이에 콩의 시장도 다양하게 변화되어 가고 있으나, 국내에서 재배되고 있는 두류의 항산화 성분과 활성을 측정하는 연구는 오래된 연구결과들로 최근에 재배되

† Corresponding author: Kyung-Haeng Lee, Major in Food and Nutrition, Korea National University of Transportation, Chungbuk 27909, Korea. Tel: +82-43-820-5334, Fax: +82-43-820-5850, E-mail: leekh@ut.ac.kr

고 있는 품종들에 대한 연구결과를 도출하기 위하여 본 연구에서는 대표적인 국내산 품종인 대원, 선유, 진풍, 청아 및 태광 품종을 대상으로 추출 용매별 항산화 성분의 함량과 항산화 활성을 검토하였다.

재료 및 방법

1. 실험재료

실험에 사용한 두류(*Glycine max*)는 2020년 국내산 백태로 선유(Seonyu), 진풍(Jinpung), 청아(Cheonga) 및 태광(Taekwang) 품종은 국립종자원(김천)에서 구입하였으며, 대원(Daewon) 품종은 농업회사법인 (주) 항아골(충주)에서 구입하여 실험재료로 사용하였다.

2. 용매별 추출물의 제조

국내산 두류에서의 항산화 성분의 함량과 활성을 확인하기 위하여 마쇄한 시료에 물, 70% ethanol 및 100%의 ethanol을 각각 첨가하여 3시간 동안 추출하고 여과하였으며, 이를 3회 반복하여 추출물을 제조하고, 이를 각각의 실험에 사용하였다.

3. Polyphenol 화합물의 함량

국내산 두류에 함유되어 있는 주요 항산화 성분인 polyphenol 화합물의 함량 분석은 AOAC 법(1995)에 의해 측정하였다. 즉, 제조한 각각의 추출물 1 mL에 phenol reagent 시약 0.5 mL와 10% Na₂CO₃ 1 mL와 7.5 mL의 증류수를 차례대로 혼합하였으며, 30분 동안 정치시킨 후 뒤 760 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이때 사용한 표준물질로는 tannic acid(Sigma-Aldrich, St, Louis, MO, USA)를 사용하여 계산하였다.

4. Flavonoid 화합물의 함량

Flavonoid 화합물의 함량은 추출물 시료 0.1 mL에 80% ethanol 0.9 mL를 첨가하고, 이 혼합액 0.5 mL에 10% aluminium nitrate 0.1 mL, 1 M potassium acetate 0.1 mL 및 80% ethanol 4.3 mL를 각각 가하고, 상온에서 40분간 방치한 후 415 nm에서 흡광도 값을 측정하였다. 표준물질로는 quercetin(Sigma-Aldric)을 사용하였다(Moreno 등 2000).

5. DPPH radical 소거능

국내산 두류를 물, 70% ethanol 및 100%의 ethanol로 추출물을 제조하고, 이들 추출물들의 항산화 활성을 측정하기 위하여 Blois MS(1958)의 방법을 이용하여 DPPH radical 소거능을 측정하였다. 즉, 각각의 추출물 시료 2 mL에 0.2 mM DPPH 2 mL 첨가 및 혼합 후 상온에서 30분 반응하여 517 nm에서

흡광도를 측정하였으며, 전자 공여능(electron donating ability, %)은 다음 식에 의하여 산출하였다.

Electron donating ability (EDA, %) =

$$\left(1 - \frac{\text{시료 첨가구의 흡광도}}{\text{무첨가구의 흡광도}}\right) \times 100$$

6. ABTS radical 소거능

ABTS radical 소거능의 경우에는 Re 등(1999)의 방법에 따라 ABTS시약 7.4 mM과 K₂S₂O₈ 2.6 mM를 제조한 후 하루 동안 암소에 방치시키고, 흡광도 값이 1.5 이하가 되도록 증류수로 희석한 후, 희석된 ABTS 시약 2 mL에 시료 0.1 mL를 첨가하고, 상온에서 90분 동안 반응시킨 후 734 nm에서 흡광도를 측정하였으며, 상기의 반응식과 동일한 방법으로 계산하였다.

7. 통계처리

본 시험에서 얻어진 결과는 SPSS 26.0(Statistical Package for Social Sciences, SPSS Inc., Chicago, IL, USA) program을 활용하여 각 실험군간의 유의성($p < 0.05$)을 검증한 후 Duncan's multiple range test에 의해 실험군 간의 차이를 분석하였다. 또한, 대두의 항산화 성분들과 항산화 활성들 간의 상관관계를 확인하기 위하여 Pearson의 상관분석을 실시하였다.

결과 및 고찰

1. Polyphenol 화합물의 함량

국내산 두류에 함유되어 있는 항산화 활성을 나타내는 polyphenol 화합물의 함량을 추출 용매별로 달리하여 측정된 결과는 Table 1과 같다.

물 추출물은 청아 품종이 361.20 mg%로 가장 낮은 함량을 보였고, 태광(403.46 mg%), 선유(428.65 mg%), 진풍(457.87 mg%) 품종의 순으로 품종간 약간씩의 차이가 있으나, 유의적

Table 1. Polyphenol compound contents domestic soybean cultivars by solvent extraction (unit: mg%)

Variables	Water	70% ethanol	100% ethanol
Daewon	522.14±27.24 ^{aA1)}	174.56±23.81 ^{bA}	98.29±24.23 ^{bAB}
Seonyu	428.65±46.09 ^{aAB}	169.98±0.46 ^{bA}	91.44±17.15 ^{bAB}
Jinpung	457.87±40.33 ^{aAB}	167.26±13.65 ^{bA}	69.26±8.03 ^{bB}
Cheonga	361.20±35.84 ^{aB}	149.30±1.39 ^{bA}	105.33±3.08 ^{bAB}
Taekwang	403.46±43.65 ^{aB}	135.09±18.52 ^{bA}	122.01±25.91 ^{bA}

¹⁾Values with different superscripts within a row (^{a-c}) and a column (^{A-C}) were significantly different ($p < 0.05$).

인 차이는 없었다. 그러나 대원(522.14 mg%) 품종은 다른 품종들에 비하여 유의적으로 높은 함량을 나타내었다. Ethanol 추출물은 70%의 경우에는 135.09~174.56 mg%로 물 추출물에 비하여 낮은 함량을 보였으며, 물 추출물과는 달리 품종간에는 유의적인 차이는 없는 것으로 나타났다. 100% ethanol 추출물에서는 69.26~122.01 mg%로 가장 낮은 함량을 나타내어 콩에서의 polyphenol 화합물을 추출하고자 할 때에는 물로 추출하는 경우에 가장 많은 함량을 추출할 수 있을 것으로 사료되었다.

Yeo 등(2014)은 찹쌀 추출물의 용매별 polyphenol 화합물의 함량을 측정한 결과, 에탄올 추출물은 37.83 mg/g, 열수 추출물은 140.74 mg/g으로 물로 추출시 더 많은 함량을 나타낸다고 하여 본 연구 결과와 일치하는 경향이였다. 그러나 Lee 등(2020)의 핑거루트와 생강에서의 용매별 polyphenol 화합물의 함량을 측정한 결과에서는 반대의 경향을 보여, 시료마다 추출 용매에 따른 polyphenol 화합물의 함량이 다를 수 있을 것으로 판단되므로 추출 전 용매의 선택도 중요할 것으로 사료되었다.

2. Flavonoid 화합물의 함량

국내산 두류에서의 항산화활성을 나타내는 flavonoid 화합물의 함량을 추출 용매별로 달리하여 측정한 결과는 Table 2와 같다.

물로 추출하였을 경우, 139.27~195.24 mg%로 대원 품종이 비교적 적은 함량을 나타내었고, 진풍 품종은 가장 많은 함량을 함유하는 것으로 나타났다. 70% ethanol 추출물에서는 17.26~26.63 mg%로 물로 추출하였을 때와 비교하여 약 8배 가량의 함량 차이를 나타내는 것으로 확인되었으며, 청아 품종이 높은 함량을 보였다. 100%의 ethanol로 하여 추출하였을 때는 70% ethanol로 추출하였을 때보다도 그 함량이 적은 것으로 나타나, 콩에서 항산화 활성을 갖는 flavonoid 화합물

Table 2. Flavonoid compound contents of domestic soybean cultivars by solvent extraction (unit: mg%)

Variables	Water	70% ethanol	100% ethanol
Daewon	139.27±1.35 ^{aC1}	17.26±0.19 ^{bC}	10.60±0.00 ^{cB}
Seonyu	185.33±7.30 ^{abA}	18.75±1.54 ^{bbC}	9.24±0.38 ^{cB}
Jinpung	195.24±5.57 ^{aA}	23.64±3.46 ^{baB}	9.92±1.35 ^{cB}
Cheonga	166.03±6.92 ^{ab}	26.63±2.69 ^{ba}	10.19±0.19 ^{cB}
Tackwang	178.94±15.56 ^{aAB}	21.20±0.77 ^{baBC}	12.64±0.58 ^{ba}

¹⁾ Values with different superscripts within a row (^{a-c}) and a column (^{A-C}) were significantly different ($p<0.05$).

을 추출하고자 할 때에는 ethanol보다는 물로 추출할 경우에 많은 양을 추출할 수 있을 것으로 판단되었다.

Yeo 등(2014)은 찹쌀 추출물의 용매별 flavonoid 화합물의 함량을 측정한 결과, 에탄올 추출물 42.68 mg/g, 열수 추출물 45.31 mg/g으로 물 추출시 약간 높았지만 유의적인 차이를 보이지는 않았으나, 본 연구에서는 물추출물이 높은 것은 일치하지만, 추출물 간의 함량 차이는 큰 경향을 보였다. 이와 같은 이유는 두류에는 물에 잘 용해되는 수용성의 flavonoid 화합물들의 함량은 높은 것으로 판단되었다.

3. ABTS 라디칼 소거능

국내산 두류의 항산화 활성을 비교해 보기 위하여 추출물 별로 ABTS 라디칼 소거능을 측정한 결과는 Table 3과 같다.

물 추출물의 경우, 87.96~98.13%의 라디칼 소거율을 보였으며, 그중 대원과 태광 품종이 유의적으로 높은 활성을 나타내었다. 70% ethanol 추출물에서는 79.79~96.31%의 소거율을 보였고, 그 중 진풍 품종이 가장 높은 활성을 보였으며, 대체적으로 물 추출물보다는 약간 낮은 활성을 보이는 것으로 나타났다. 한편, 100%의 ethanol 추출물에서는 21.31~32.27%로 물 또는 70%의 ethanol 추출물보다 매우 낮은 활성을 보이는 것으로 나타났으며, 이는 polyphenol 화합물과 flavonoid 화합물 등의 항산화 성분의 함량과의 관계와도 밀접한 것으로 판단되었다.

Yeo 등(2014)은 물과 ethanol로 찹쌀 추출물을 제조하고, ABTS 라디칼 소거능을 측정한 결과, 10~500 µg/mL의 농도에서 물 추출물이 약간 높은 활성을 나타낸다고 하여 본 결과와 비슷한 경향을 보이는 것으로 판단되었다.

4. DPPH 라디칼 소거능

국내산 두류의 항산화 활성을 비교해 보기 위하여 DPPH 라디칼 소거능을 측정한 결과는 Table 4와 같다.

Table 3. ABTS radical scavenging ability of domestic soybean cultivars by solvent extraction (unit: %)

Variables	Water	70% ethanol	100% ethanol
Daewon	96.33±0.16 ^{aA1}	79.79±4.51 ^{bC}	32.27±3.43 ^{cA}
Seonyu	87.96±1.64 ^{aC}	89.20±0.59 ^{aB}	21.31±3.59 ^{ba}
Jinpung	93.04±0.33 ^{bb}	96.31±0.06 ^{aA}	27.31±0.88 ^{cA}
Cheonga	88.82±0.26 ^{aC}	89.30±2.70 ^{aB}	21.40±5.54 ^{ba}
Tackwang	98.13±0.20 ^{aA}	92.32±0.92 ^{aAB}	24.33±5.89 ^{ba}

¹⁾ Values with different superscripts within a row (^{a-c}) and a column (^{A-C}) were significantly different ($p<0.05$).

Table 4. DPPH radical scavenging ability of domestic soybean cultivars by solvent extraction (unit: %)

Variables	Water	70% ethanol	100% ethanol
Daewon	63.12±4.42 ^{bAB1)}	77.84±0.58 ^{aB}	25.98±1.37 ^{cD}
Seonyu	50.03±1.32 ^{bD}	82.41±0.13 ^{aA}	29.55±1.19 ^{cC}
Jinpung	66.19±0.60 ^{bB}	83.32±0.29 ^{aA}	37.18±1.45 ^{cB}
Cheonga	59.26±0.43 ^{aC}	51.23±1.74 ^{bC}	20.07±0.14 ^{cE}
Tackwang	93.44±0.24 ^{aA}	84.40±0.65 ^{bA}	44.98±0.97 ^{cA}

¹⁾ Values with different superscripts within a row (^{a-c}) and a column (^{A-C}) were significantly different ($p < 0.05$).

물 추출물의 경우, 50.03~93.44%의 라디칼 소거율을 보였으며, 그 중 태광 품종이 다른 품종보다도 매우 높은 활성을 보이는 것으로 나타났으며, 선유 품종은 가장 낮은 활성을 보이는 것으로 나타났다. 70%의 ethanol 추출물에서는 51.23~84.40%로 물 추출물에서와 마찬가지로 태광 품종이 높은 항산화 활성을 보였으며, 태광, 진풍 및 선유 품종이 유의적으로 높은 활성을 나타내었다. 그러나 물 추출물에서 활성이 가장 낮았던 선유 품종은 70%의 ethanol 추출물에서는 높은 활성을 보여 추후 좀 더 많은 연구가 필요할 것으로 사료되었다. 한편, 100%의 ethanol 추출물의 경우, 20.07~44.98%로 물과 70%의 ethanol 추출물에 비하여 가장 낮은 활성을 나타내었으며, 이와 같은 결과는 앞서의 polyphenol 화합물과 flavonoid 화합물의 함량의 결과를 뒷받침해 주고 있는 것으로 판단되었다.

Yeo 등(2014)은 열수로 추출하였을 때가 에탄올로 추출하였을 때보다 더 높은 활성을 나타내었다고 하여, 본 결과와 비교하였을 때 100% ethanol 추출물보다는 물 또는 70% ethanol 추출물의 항산화 활성이 높아 비교적 유사한 경향인 것으로 사료되었다.

한편, 두류에서의 항산화 성분 및 항산화 활성간에 상관분석(Table 5)에서는 flavonoid 화합물과 polyphenol 화합물의 함

Table 5. Correlation coefficients among antioxidant compounds and antioxidant activities in domestic soybean cultivars

Variables	Flavonoids	Polyphenols	DPPH radical scavenging	ABTS radical scavenging
Polyphenols	1.0000			
Flavonoids	0.9326	1.0000		
DPPH radical scavenging	0.3808	0.3093	1.0000	
ABTS radical scavenging	0.6512	0.5727	0.8343	1.0000

량간의 r값이 0.9326으로 가장 높은 것으로 나타났으며, DPPH와 ABTS 라디칼 소거능간에도 0.8343으로 높은 상관관계를 보이는 것으로 나타났다.

이상의 두류에서의 항산화 성분과 활성에 대한 결과를 요약해 보면 ethanol보다는 물로 추출시 활성이 다소 높은 것으로 나타났으며, 품종 간에는 항산화 성분과 활성 간에는 미미한 차이는 있지만 큰 차이를 보이지 않았으며, 이와 같은 이유는 재배 조건, 수확시기 등에 의한 차이인 것으로 판단되었다.

요약 및 결론

국내산 두류를 대상으로 추출 용매별 항산화 성분의 함량과 항산화 활성을 측정하였다. Polyphenol 화합물의 함량에서는 물 추출물의 경우, 대원 품종이 다른 품종들에 비하여 유의적으로 높은 함량을 나타내었다. Ethanol 추출물은 물 추출물에 비하여 낮은 함량을 보였으며, 물 추출물과는 달리 품종간에는 유의적인 차이는 없는 것으로 나타났다. Flavonoid 화합물에서는 물 추출물의 경우, 진풍 품종이 가장 많은 함량을 함유하는 것으로 나타났으며, ethanol 추출물보다는 물 추출물에서 많은 함량을 보였다. ABTS 라디칼 소거능에서는 물 추출물의 경우, 대원과 태광 품종이 유의적으로 높은 활성을 나타내었다. 70% ethanol 추출물에서는 진풍 품종이 가장 높은 활성을 보였으며, 대체적으로 물 추출물보다는 약간 낮은 활성을 보이는 것으로 나타났다. DPPH 라디칼 소거능은 태광 품종이 다른 품종보다도 높은 활성을 보이는 것으로 나타났다. 70%의 ethanol 추출물에서도 물추출물에서와 마찬가지로 태광 품종이 높은 항산화 활성을 보였다. 두류에서의 항산화 성분들과 항산화 활성에 대한 상관분석에서는 flavonoid 화합물과 polyphenol 화합물의 함량간의 r값이 0.9326으로 가장 높은 것으로 나타났다. 두류 추출시 ethanol보다는 물로 추출시 활성이 다소 높은 것으로 나타났으며, 품종 간에는 항산화 성분과 활성 간에는 미미한 차이는 있지만 큰 차이를 보이지는 않는 것으로 판단되었다.

감사의글

본 성과물은 농촌진흥청 연구사업(세부과제번호: PJ01528 5042020)의 지원과 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업입니다(No. RS-2021-NR60137).

References

AOAC. 1995. *Official methods of analysis of AOAC Inter-*

- national*. 16th ed. Association of Official Analytical Chemist Blois MS. 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature* 181:1199-1200
- Kim MJ. 2001. Studies on functional compositions and physicochemical characteristics of Korean traditional soybeans. Master's Thesis, Yong-in Univ. Yong-in. Korea
- Lee JH, Lee YY, Son Y, Yeum KJ, Lee YM, Lee BW, Woo KS, Kim HJ, Han S, Lee BK. 2018. Correlation of quality characteristics of soybean cultivars and whole soymilk palatability. *Korean J Crop Sci* 63:322-330
- Lee S, Lee Y, Kim HS. 2013. Analysis of the general and functional components of various soybeans. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 42:1255-1262
- Moreno MIN, Isla ML, Sampietro AR, Vattuone MA. 2000. Comparison of the free radical-scavenging activity of propolis from several regions of Argentina. *J Ethnopharmacol* 71:109-114
- Myung JE, Hwang IK. 2008. Functional components and antioxidative activities of soybean extracts. *Korea Soybean Dig* 25:23-29
- Shin DS, Choi ID, Lee SK, Park JY, Kim NG, Park CH, Choi HS. 2019. Properties of amino acid and volatile flavor compounds of fermented soybean products by soybean cultivar. *Korean J Food Nutr* 32:434-441
- Lee KH. 2024. Fatty acid and free amino acid composition of major domestic soybean cultivars. *Korean J Food Nutr* 37:123-127
- Lee KH, Shin ES, Sim EJ, Bae YJ. 2020. Comparison of antioxidant and antimicrobial activities of fingerroot (*Boesenbergia pandura*) and ginger (*Zingiber officinale* Roscoe). *Korean J Food Nutr* 33:105-110
- Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, Rice-Evans C. 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radic Biol Med* 26:1231-1237
- Yeo JS, Chun SS, Choi JH. 2014. Antioxidant activities of solvent extracts from *Rosa multiflora*. *J Life Sci* 24:1217-1223

Received 09 August, 2025

Revised 14 August, 2025

Accepted 20 August, 2025

한국식품영양학회 소식

• 일반소식

1. 2025년 07월 10일(목) : 2025년 한국식품영양학회 제4차 이사회의 개최,
한국식품영양학회 하계 회의, 추계학술대회 날짜 및 장소 확정
(11월 21일 금요일, 서울교육대학교 사향문화관)
2. 2025년 08월 08일(금) : 한국식품영양학회 제5차 이사회의
3. 2025년 08월 12일(화) : 과총 학술지원을 위한 한국식품영양학회 통장 재개설
4. 2025년 08월 19일(화) : 2025 여성과학기술단체총연합회 회원단체장 간담회 류혜숙 회장 참석
5. 2025년 08월 19일(화) : 과총 2025년도 학술활동지원사업(학술지) 선정
6. 2025년 08월 31일(일) : 학술지 제38권 제4호에 연구논문 4편 출판

• 학회 가입 및 회비 납부

1. 회원가입

회원가입 신청서를 작성하신 후 우편 또는 이메일로 총무이사에게 제출하시기 바랍니다. 입회원서 제출 및 회비 납부 완료시 정회원으로 승인됩니다. (홈페이지 <http://ksfn.kr/>)

홍보이사 : 심기현, E-mail : ksfan88@hanmail.net, 010-4751-0918

전화 : 033-738-7641, 팩스 0504-207-5432

주소 : (우) 26339, 강원특별자치도 원주시 상지대길 83, 상지대학교, 식품영양학전공 내

2. 회원 회비납부

신규회원	정회원	평의원	도서관회원	단체회원	학생회원	종신회비
50,000원 (입회비+가입비)	40,000원 (연회비)	50,000원 (연회비)	50,000원 (연회비)	100,000원 (연회비)	20,000원 (연회비)	400,000원 (평생회비)

송금계좌 : 국민은행 759701-04-000460 한국식품영양학회

재무이사 : 박영일, E-mail: jhkang78@gmail.com, 010-8526-3218

• 논문투고

1. 논문투고 방법

한국식품영양학회지 홈페이지(<http://ksfn.kr/>)에 안내되어 있는 논문투고규정에 따라 논문을 작성한 다음, 로그인(신규회원인 경우 회원가입 필수) 후 논문투고를 진행하시기 바랍니다. 학회지 발간 이전에 게재료를 납부하셔야 하며, 주저자와 교신저자 모두 학회 회원으로 가입하셔야 합니다.

2. 논문심사료 및 게재료

논문심사료 : 50,000원

게재료 면당 : 50,000원

송금계좌 : 국민은행, 378801-01-051596, 한국식품영양학회(편집)

편집재무이사 : 백진경, E-mail : jkpaik@eulji.ac.kr, 010-2743-0402

3. 논문접수 담당

편집이사: 이호진, E-mail : foodnutr1@naver.com, 043-820-5338, 010-4907-3711

주소 : (우) 27909, 충청북도 증평군 증평읍 대학로 61 한국교통대학교 식품영양학과

Checklist for Original Article

Title of the manuscript : _____

Please check below items as ✓ mark before submission of the manuscript.

1. General guideline

- Manuscript contained one original manuscript, checklist, statement of copyright transfer, and introduction for authors and was dispatched viz email (Statement of copyright transfer should be dispatched via PDF file)
- Manuscript should be typed in hangul or other word processor with a space of 30 mm from upper, lower, left and right margin, 10.0 pt in font size, and line space of 200%
- Text consisted of cover page, title page, abstract, main text, references, tables and figures in separate pages.
- Main text consisted of INTRODUCTION, Materials AND METHODS, and RESULTS AND DISCUSSION.

2. Cover page

- Title, name of authors, affiliation was described both in English and in Korean.
- Korean and English abbreviated titles were described (Korean : less than 20 letters, English less than 10 words).
- In lower area of cover page, the name, address, email, telephone, fax of the corresponding author or presentation in the scientific meeting were described.

3. Abstract and Keywords

- Word count was equal to or less than 250.
- A total number of word count was described below abstract.
- Keywords were described from MeSH in Medline if possible.

4. Main text

- The other of the subtitle was described according to the Instruction to Authors.
- Reference in the main text were described according to the Instruction to Authors.

5. References

- Every articles in REFERENCES were cited in the main text.
- Abbreviated title of the journals were those from Medline or Korea Med.
- All references were written in English.
- The reference style was followed by the Instruction to Authors.
- PDF file for the journal reference which is not indexed in KoreaMed or PubMed was included.

6. Tables and figures

- The title and legends of table and figures were written in English.
- Photos were in required format.
- The numbers of table and figures were described according to the Instruction to Authors.

Copyright Transfer and Statement of Originality Korean Journal of Food and Nutrition

Title of Manuscript :

Author(s) :

COPYRIGHT TRANSFER

If or when above cited manuscript is accepted for publication, copyright is hereby transferred to the Korean Society of Food and Nutrition. The undersigned confirm that neither the manuscript nor any part of it has been published elsewhere. The following statements are comprehended by the undersigned.

1. The author(s) has right to reuse the article or parts in a collection of their works, in noncommercial textbook, in lecture notes, press releases, and review articles, with the express agreement that full bibliographic references be given to the original copyrighted source.

2. Whenever the Korean Society of Food and Nutrition is asked for permission by others to use or reprint the article except for classroom use, the undersigned author's permission will be required.

3. No proprietary right other than copyright is claimed by the Korean Society of Food and Nutrition.

This agreement must be signed by a corresponding author who has the consent of all authors.

Authorized Name and Title(print)

Signature(s):

Date: 2025. . .

Declaration of Ethical Conduct in Research

I declare that I have abided by the following Code of Research Ethics while writing this paper.

“First, I have strived to be honest in my conduct, to produce valid and reliable research conforming with the guidance of ethical regulations for the Korean Journal of Food and Nutrition, and I affirm that my paper contains honest, fair and reasonable conclusions based on my own careful research under the guidance of ethical regulations for the Korean Journal of Food and Nutrition.

Second, I have not committed any acts that may discredit or damage the credibility of my research. These include, but are not limited to: falsification, distortion of research findings or plagiarism and false authorship.”

Date _____

Paper Title :

(Corresponding) Author :

(Signature)

Institute :

한국식품영양학회 회칙

제 1장 총 칙

제 1조 (명칭) 본회는 한국식품영양학회(The Korean Society of Food and Nutrition; Korean J Food Nutr)라 칭한다.

제 2조 (목적) 본회는 식품 및 영양분야에 관한 이론과 기술을 연구하고, 이의 응용과 보급을 촉진시켜, 국민 식생활의 향상을 도모함을 목적으로 한다.

제 3조 (사무소의 소재지) 본회의 사무소는 회장이 정하는 곳에 두며, 필요에 따라 지부를 둘 수 있다.

제 4조 (사업) 본회는 제 2조의 목적을 달성하기 위하여 다음의 사업을 행한다.

1. 학회지, 정보지 및 도서의 발간
2. 연구발표, 학술강연회 및 학술토론회의 개최
3. 학술정보의 교환
4. 학술활동의 진흥 및 보조
5. 기타 본 회의 목적 달성에 필요한 사항

제 2장 회 원

제 5조 (구성) 본회의 회원은 정회원, 학생회원, 단체회원, 특별회원 및 명예회원으로 구분한다.

제 6조 (자격)

1. 정회원은 식품학, 영양학 또는 이와 관련된 분야에 종사하는 사람으로서 본 회의 취지에 찬동하여 입회원서를 제출하고, 회비를 납부한 사람으로 한다. 다만, 40세 이상의 정회원으로서 회비의 10배를 일시에 납부한 사람은 종신회원이 된다.
2. 학생회원은 식품학 또는 영양학 분야의 교육기관에 재학 중인 사람으로서 입회원서를 제출하고, 회비를 납부한 사람으로 한다.
3. 단체회원은 입회원서를 제출하고, 회비를 납부한 단체로 한다.
4. 특별회원은 본 회의 발전을 위하여 특별찬조를 한 단체 또는 개인으로 한다.
5. 명예회원은 본회의 발전에 현저히 공헌을 하고, 정년퇴임을 한 정회원으로서 회비를 납부하지 아니한다.

제 7조 (권리와 의무)

1. 본회의 회원은 회비를 납부해야 하며, 평의원은 평의원회비를 납부해야 한다.
2. 회원은 선거권, 피선거권, 기타 회칙이 정하는 권리를 갖는다. 단, 학생회원, 단체회원 및 특별회원은 총회에 참석하여 발언할 수 있으나 선거권 및 피선거권은 갖지 아니한다.

제 3장 임 원

제 8조 (구성) 본회는 다음의 임원을 둔다.

1. 회장 1명
2. 차기회장 1명

3. 부회장은 총괄부회장 외 약간명
4. 총무이사 약간명
5. 학술이사 약간명
6. 편집이사 약간명
7. 사업이사 약간명
8. 재무이사 약간명
9. 홍보이사 약간명
10. 감사 2명
11. 지부장 약간명

제 9조 (임기)

1. 임원의 임기는 회계연도를 기준으로 1년으로 하고, 회장은 중임할 수 있다.
2. 보선된 임원의 임기는 전임자의 잔임 기간으로 한다.

제 10조 (선임)

1. 회장은 차기회장이 승계한다.
2. 차기회장은 다음 각호에 따라 약 1년 이전인 하반기(동계)에 고문회에서 후보를 심의하여 평의원회에서 추천하고 정기총회에서 선출한다.
 - ① 차기회장 후보를 추천할 때는 본회의 현 평의원이고, 최근까지 회비를 납부한 회원 중에서 본회의 임원을 역임하여 학회의 전반적인 흐름을 잘 파악하고 있는 사람으로 하여야 한다.
 - ② 회장은 차기회장 후보 대상자에게 후보신청서를 받아서 고문회에 제출하고, 고문회는 후보를 심의하여 평의원회에서 추천하고 총회에서 선출한다.
3. 부회장은 회장이 임명하고, 부회장 중 1명을 총괄부회장으로 하여 총회의 인준을 받아야 한다.
4. 감사는 총회에서 후보를 추천하고, 총회에서 선출한다. 감사 후보를 추천할 때에는 최근까지 회비를 납부하고 본회의 현 평의원이며, 본회의 임원을 역임한 경력이 있는 사람으로 하여야 한다.
5. 이사 및 지부장은 총괄부회장이 추천하고 회장이 임명한다.
6. 회장의 궐위 시에는 총괄부회장이 회장의 직위를 승계한다. 이 경우 임기는 전임자의 잔임 기간으로 한다.

제 11조(직무) 본회의 임원은 다음의 직무를 수행한다.

1. 회장은 본회를 대표하고, 회무를 총괄하며, 총회, 평의원회, 고문회, 임원회 및 이사회의 의장이 된다.
2. 총괄부회장은 회장의 직무를 보좌하고, 회장의 유고시에 그 직무를 대행한다.
3. 부회장은 학술, 편집, 사업, 재무, 홍보 등 회장이 부여하는 분야를 관장하며 회장을 보좌한다.
4. 감사는 본 회의 모든 재무를 감사하고, 그 결과를 총회에 보고한다.
5. 총무이사는 문서수발, 회의준비 등 회무에 관한 제반사항을 시행하고, 각종 행사 및 회의 내용을 기록 보존한다.
6. 학술이사는 학술발표, 강연, 학술토론 등 학술활동에 관한 업무를 담당한다.
7. 편집이사는 학회지의 편집 및 발간에 관한 업무를 담당한다.
8. 사업이사는 본 회의 발전을 위한 수익사업을 담당한다.
9. 재무이사는 회비, 참가비, 협찬금 등의 수령과 각종 경비의 지출을 담당하고, 그 내용을 기록 보존한다.
10. 홍보이사는 회원수 증대 및 학술대회 참가자수 증대를 위한 홍보업무와 정보화 관련 업무를 담당한다.
11. 지부장은 지역을 대표하고, 지역활동을 주재하며, 본회와 지역간의 연락을 원활하게 한다.

제 12조 (고문)

1. 본회의 발전을 위한 조언과 회칙에서 부여한 임무를 하게 하도록 고문 약간명을 둔다.

2. 고문은 본 학회의 명예회장을 역임한 사람으로 한다.

제 13조 (명예회장)

1. 본회의 발전을 위한 조인과 후원을 하도록 명예회장 약간명을 둔다.
2. 명예회장은 본 학회의 회장을 역임하고 퇴임 때까지로 한다.

제 4장 회 의

제 14조 (회의) 본회의 회의는 총회, 평의원회, 고문회, 임원회, 이사회, 편집위원회 및 윤리위원회로 한다.

제 15조 (총회)

1. 총회는 정회원으로 구성하며, 정기총회와 임시총회로 나눈다.
2. 정기총회는 연 2회 회장이 소집하고, 임시총회는 임원회에서 필요하다고 인정할 때에 회장이 소집한다.
3. 회장은 총회 개최일 7일 이전에 회원들에게 그 소집을 통지하여야 한다.
4. 총회는 출석의원 과반수 찬성으로 의결한다. 가부동수일 경우에는 회장이 결정한다.
5. 총회에서는 다음의 사항을 심의 또는 의결한다.
 - ① 임원선출 및 인준
 - ② 예산 및 결산의 승인
 - ③ 회칙 개정
 - ④ 사업계획의 승인
 - ⑤ 회비의 결정
 - ⑥ 기타 중요한 사항

제 16조 (평의원회)

1. 평의원회는 평의원으로 구성한다.
2. 평의원은 정회원 중 다음의 자격을 갖춘 사람으로 이사회의 추천으로 회장이 위촉한다. 단, 이사회에서 평의원 후보를 추천할 때에는 최근 2년간 학회활동 실적을 참조하고 다음과 같은 사항에 의거하여 추천한다.
 - ① 본 회의 임원을 역임한 회원
 - ② 연구단체 또는 직능단체의 대표성 회원
 - ③ 정회원으로서 장기간 활동한 회원
3. 평의원회는 회장이 필요시 소집하며, 평의원회의 개최일 7일 이전에 그 소집을 통보하여야 한다.
4. 평의원회는 출석의원 과반수 찬성으로 의결한다.
5. 평의원회는 다음의 사항을 심의 또는 의결한다.
 - ① 예산안의 심의
 - ② 사업계획의 심의
 - ③ (삭제) <2016.6.16.>
 - ④ 회장 후보의 추천
 - ⑤ 기타 총회에서 위임받은 사항
6. 부득이한 사유로 평의원회 개최가 어려운 때에는 서신 및 전자우편으로 대체할 수 있다. 이 경우 전체 평의원의 과반수가 응답으로 성립하고, 응답자의 과반수 찬성으로 의결한다.
7. 평의원은 다음과 같은 사항에 의거하여 해임 할 수 있다.
 - ① 회원 탈퇴자
 - ② 학회 설립목적에 위배되는 행위를 한 자에 대하여 이사회의 의결에 의한다.

- ③ 3년 연속 평의원 회비를 납부하지 아니한 자는 평의원 자격이 상실된다.

제 17조 (고문회)

1. 고문회는 회장, 명예회장 및 고문으로 구성하고, 회장이 소집한다.
2. 고문회는 과반수 출석으로 성립하며, 출석회원 과반수 찬성으로 의결한다.
3. 고문회는 다음 사항을 자문 또는 의결한다.
 - ① 학회의 발전을 위한 자문
 - ② 총회 또는 평의원회에서 위임받은 사항
 - ③ 회장후보의 심의

제 18조 (임원회)

1. 임원회는 회장, 차기회장, 부회장, 이사 및 지부장으로 구성하며, 회장이 소집한다.
2. 임원회는 과반수 출석으로 성립하며, 출석 회원 과반수 찬성으로 의결한다.
3. 임원회는 다음의 사항을 심의 또는 의결한다.
 - ① 사업계획에 관한 사항
 - ② 예산 및 결산에 관한 사항
 - ③ 총회에 부의할 안건
 - ④ 시행세칙 및 제 규정의 심의 및 의결
 - ⑤ 임시총회의 소집 여부
 - ⑥ 회칙 개정안 발의
 - ⑦ 각종 회의에서 위임받은 사항
 - ⑧ 윤리규정 위반에 따른 징계 건의에 대한 최종심의 및 의결<신설 2016.6.16.>

제 19조 (이사회)

1. 이사회는 회장, 총괄부회장 및 이사로 구성하며, 회장이 소집한다.
2. 이사회는 과반수 출석으로 성립하며, 출석회원 과반수 찬성으로 의결한다.
3. 이사회는 다음 사항을 심의 또는 집행한다.
 - ① 각종 회의에 제출할 안건 및 보고서의 작성
 - ② 본 회의 제반 사업과 행사의 추진을 위한 세부계획의 수립과 이의 집행
 - ③ 회원가입 신청의 승인
 - ④ 평의원 추천
 - ⑤ 시행세칙 및 제 규정의 입안
 - ⑥ 각종 회의에서 위임받은 사항

제 20조 (편집위원회)

1. 편집위원은 정회원 중에서 편집이사가 추천하고 회장이 위촉하며 임기는 1년이며 중임할 수 있다. 단, 편집이사는 당연직 편집위원으로 한다.
2. 편집위원회 위원장 또는 편집이사가 편집위원회를 소집하며, 과반수 출석과 출석회원 과반수 찬성으로 의결한다.
3. 편집위원회에서는 학회지의 편집에 관한 제반사항을 수행한다.
4. 편집위원회 위원장은 편집위원 중에서 회장이 위촉하고 임기는 1년으로 중임할 수 있다.

제 20조의2 (윤리위원회)

1. 윤리위원회는 본 학회에서 정한 윤리규정을 기초로 연구윤리규정의 위반여부 및 혐의의 진실성 검증을 목적으로 한다.

2. 윤리위원회는 7인 내외로 구성하며 위원장은 학회장으로 하고, 부위원장은 편집이사로 하며, 그 외 인원은 편집이사의 추천을 받아 학회장이 위촉한다.
3. 윤리위원회는 연구윤리 부정행위의 혐의에 대한 보고접수 권한 및 진실성 검증을 위한 조사 권한을 갖는다.[본조신설 2016.6.16.]

제 5장 재 정

제 21조 (재원) 본 회의 재원은 각종 회비, 각종 단체의 보조금, 찬조금, 수익 사업금, 논문 게재료 및 기타 수익금으로 한다.

제 22조 (회비) 본 회의 회비는 임원회의 심의를 거쳐, 총회에서 결정한다.

제 23조 (회계년도) 본 회의 회계연도는 1월 1일에서 12월 31일까지로 한다.

제 24조 (예산 및 결산)

1. 예산안은 재무이사가 편성하고, 임원회 및 평의원회의 심의를 거친 후 총회의 승인을 받아야 한다.
2. 총회에서 예산승인을 받기 전까지는 가예산 상태로 운영하되 임원회 및 평의원회 보고한다.
3. 결산안은 회계연도 종료 즉시 재무이사가 작성하여 임원회의 심의를 거친 후 감사를 받고, 총회의 승인을 받아야 한다.

제 6장 시 상

제 25조 (학회상의 종류) 본 학회에서 시상하는 상의 종류는 다음 각항과 같다.

1. 공로상 : 우리 학회 발전에 현저히 공헌한 사람 또는 단체에 수여한다.
2. 학술상 : 식품영양 분야에서 학술적으로 현저한 연구업적을 남긴 자에게 수여한다.
3. 우수포스터상 : 각 학술대회에서 우수한 포스터 발표를 한 사람(공동발표자 포함)에게 수여한다.

제 26조 (수상자 선정 등) 수상자의 선정기준, 선정방법, 시상 등은 별도의 규정으로 정한다.

제 7장 보 칙

제 27조 (시행세칙) 본 회칙의 시행에 필요한 시행세칙과 제 규정은 이사회에서 입안하고, 임원회의의 심의를 거쳐 평의원회에서 의결한다.

제 28조 (회칙개정) 본 회칙을 개정하고자 할 때에는 임원회 또는 회원 20인 이상이 발의하며, 총회에서 개정한다.

제 29조 (저작권의 귀속)

학회의 업무수행과정에서 발생한 저작권에 대한 저작권법상의 권리는 학회에 귀속됨을 원칙으로 한다. 다만, 위탁저작물의 경우에는 저작권을 원저작자에게 환부할 수 있다. [본조신설 2023. 11. 10.]

제 30조 (정관의 변경)

학회가 정관을 변경하고자 할 때에는 정기총회 또는 임시총회에서 재적 대의원 3분의 2이상의 찬성으로 의결한다. [본조신설 2023. 11. 10.]

부 칙

제 1조 (시행일) 본 회칙은 1988년 7월 18일부터 시행한다.

부 칙

제 1조 (시행일) 본 회칙은 1991년 10월 19일부터 시행한다.

부 칙

제 1조 (시행일) 본 회칙은 1996년 7월 10일부터 시행한다.

부 칙

제 1조 (시행일) 본 회칙은 1997년 1월 9일부터 시행한다.

부 칙

제 1조 (시행일) 본 회칙은 1999년 10월 23일부터 시행한다.

부 칙

제 1조 (시행일) 본 회칙은 2008년 6월 23일부터 시행한다.

부 칙

제 1조 (시행일) 본 회칙은 2008년 12월 18일부터 시행한다. 다만 제8조는 2005년 1월 1일부터 소급 시행하되 종전의 규정에 의한 간사장은 2008년 12월 31일까지 한시적으로 총괄이사로 한다.

부 칙

제 1조 (시행일) 본 회칙은 2011년 6월 16일부터 시행한다.

부 칙

제 1조 (시행일) 본 회칙은 2012년 6월 22일부터 시행한다.

부 칙

제 1조 (시행일) 본 회칙은 2012년 12월 13일부터 시행한다.

부 칙

제 1조 (시행일) 본 회칙은 2013년 12월 12일부터 시행한다.

부 칙

제 1조 (시행일) 본 회칙은 2015년 8월 20일부터 시행한다.

부 칙

제 1조 (시행일) 본 회칙은 2016년 6월 16일부터 시행한다.

부 칙

제 1조 (시행일) 본 회칙은 2023년 11월 10일부터 시행한다.

한국식품영양학회 연구윤리 규정

2008년 6월 23일 제정 2016년 4월 21일 개정
2016년 12월 03일 개정 2023년 11월 10일 개정

제 1장 총 칙

제 1조(연구윤리 정의) 연구윤리란 연구자가 연구를 수행하는데 있어서 정보를 정직하게 전달하고, 자원을 효율적으로 사용하며, 연구결과를 객관적으로 명확하게 보고하여 책임 있는 연구를 수행하는 것을 말한다.

제 2조(윤리규정의 목적) 본 규정은 학문연구의 윤리성과 진실성을 확보하고 부정행위를 공정하게 검증할 수 있는 기준을 제시하여 한국식품영양학회(이하 학회라 약칭함) 회원들에게 연구의 윤리성을 고양하고 부정행위를 방지하는데 그 목적이 있다.

제 3조(윤리규정의 적용대상) 본 규정은 학회에 등록되어 있는 회원을 비롯하여 학회에서 정기적으로 발행하는 모든 간행물(학회지와 학술대회발표집)에 게재되는 내용과 관련 있는 회원 모두에게 적용한다.

제 2장 연구수행의 윤리규정

제 4조(연구의 진실성) 연구를 수행하고 결과를 발표하는 저자와 연구결과를 평가하는 심사자는 모두 학자로서의 양심에 어긋남이 없이 투명하고 진실하게 연구 활동을 수행해야 한다.

제 5조(데이터 관리)

1. 연구자는 연구에 필요한 데이터를 수집하기 이전에 데이터 소유권이 누구에게 있으며 승인이 필요한지 확인하고, 데이터 수집이나 공개에 따르는 자신의 의무와 권리가 무엇인지 명확하게 이해하고 수행하여야 한다.
2. 데이터는 신뢰할 수 있는 타당하고 적절한 방법으로 수집, 기록하고 일정기간 동안 보관하며 필요시 다른 연구자들이 결과 확인이나 다른 목적으로 사용할 수 있도록 이를 공개하여 데이터를 공유할 수 있도록 해야 한다.

제 6조(연구발표) 모든 연구결과는 완전하고 공정한 설명과 함께 정확하게 보고하여야 하며, 연구의 방법, 연구자가 발견한 결과 및 결과에 대한 연구자의 생각이 적절하게 포함되어 있는지 정직하고 투명한 평가가 이루어져야 한다.

제 7조(저작권의 보유) 저작권은 원칙적으로 연구에 중요한 공헌을 한 저자들에게 주어지나 교육 등 공공의 목적으로 사용될 경우에는 학회지 및 학술대회발표집의 발행인인 학회가 그 사용권을 가진다.

제 8조(저자의 순서와 소속표시)

1. 저자란에 실릴 저자의 순서는 공동저자간의 합의 하에 연구에 대한 기여도에 따라 표기하며 저자들은 저자 기재 순서에 대한 원칙을 설명할 수 있어야 한다.
2. 저자의 소속은 연구를 수행할 당시의 소속으로 표기하는 것을 원칙으로 하지만, 이와 다른 관행이 통용되는 분야에서는 그 관행을 따를 수 있다.

제 9조(교신저자 또는 책임저자의 책임) 교신 또는 책임저자는 동료 연구자들을 대표하여 데이터의 정확성, 저자로 기록된 이름, 모든 저자들의 최종 초안 승인, 모든 교신과 질문에 대한 응답 등에 대하여 책임을 지며, 교신저자의 실수나

누락 부분이 자신뿐 아니라 동료 연구자들의 경력에도 큰 영향을 끼친다는 점을 명심하여야 한다. 저자는 출판하는 논문의 연구에 지적인 공헌을 한 자로서 다음 각 호의 자격을 모두 충족하여야 한다.

1. 연구의 구상이나 설계 또는 자료의 수집이나 분석이나 해석을 하는데 있어서 상당한 공헌을 한 자
2. 논문의 초안을 작성하거나 주요내용을 수정한 자
3. 출간될 원고를 최종 승인한 자
4. 연구의 정확성이나 무결성과 관련된 문제를 적절히 조사하고 해결하는 것에 책임이 있음을 동의한 자

제 10조(참고문헌의 인용원칙)

1. 저자는 타인의 연구 내용의 일부를 자신의 연구논문에 원문 그대로 또는 번역하여 인용할 수 있다.
2. 저자는 참고문헌의 출처 표시와 목록 작성의 정확성을 기하여야 한다. 저자명, 학술지의 권·호수, 페이지, 출간 년도 등 인용의 모든 요소를 2차 출처에 의존하지 말고 원 논문에서 직접 확인해야 하며 불가피한 경우에만 재인용을 밝히고 인용해야 한다.

제 3장 연구 부정행위의 윤리규정

제 11조(연구 부정행위의 정의)

1. 연구 부정행위는 연구계획, 연구수행, 연구보고 및 발표, 연구의 심사 및 평가 등에 있어서 발생하는 위조, 변조, 표절, 중복게재 등의 행위를 말한다.
2. “위조”는 존재하지 않는 데이터 또는 연구결과의 기록을 허위로 만들어 보고하고 제출하는 행위를 말한다.
3. “변조”는 연구 자료나 장비 혹은 과정을 조작 하거나 데이터 또는 결과를 변형·삭제함으로써 연구 기록이 정확하게 표현되지 않도록 하는 행위를 말한다.
4. “표절”은 창시자의 공적을 인정하지 않고 저작권법상 보호되는 다른 사람의 아이디어, 연구과정, 연구결과 혹은 표현에 적절한 출처를 명시하지 않고 전체나 일부분을 유용하는 것을 말한다.
5. “중복게재”는 편집인이나 독자에게 이미 출간된 처음의 연구내용을 공지하지 않은 채 완전히 동일하거나 거의 동일한 연구내용을 다른 학술지에 두 번 이상 발표하여 게재하는 것을 말한다.

제 12조(표절의 유형) 표절의 유형은 “아이디어 표절”과 저자를 밝히지 않고 타인이 저술한 텍스트의 일부를 복사하는 “텍스트 표절”, 텍스트의 일부를 조합하거나 단어의 추가, 삽입 또는 동의어로 대체하는 “모자이크 표절” 등이 있다.

제 13조(참고문헌의 왜곡금지)

1. 참고문헌은 논문의 내용과 직접적으로 관련이 있는 문헌만 포함시켜야 한다. 학술지나 논문의 인용지수를 조작할 목적으로 또는 논문의 게재 가능성을 높일 목적으로 관련성에 의문이 있는 문헌을 의도적으로 참고문헌에 포함시켜서는 안 된다.
2. 자신의 데이터나 이론에 유리한 문헌만을 편파적으로 참고문헌에 포함시켜서는 안 되며, 자신의 관점과 모순되는 문헌도 인용해야 할 윤리적 책무가 있다.

제 14조(지양해야 할 관행) 논문의 발표 시, 논문에 기여한 바가 없어 논문 저자로서의 자격이 없는 사람을 저자로 올리는 “명예” 저자 관행, 단순히 숫자를 늘리기 위해 하나의 연구를 여러 갈래로 쪼개어 작은 연구를 여러 개 만드는 관행, 연구를 검토 없이 조급하게 발표하는 관행 등은 지양해야 한다.

제 14조의2(생명윤리) 인간 대상 연구를 시행한 논문을 투고 할 때에는 생명윤리심의위원회의 승인과 연구대상자의 동

의를 받았음을 논문에 명시하고, 동물실험의 경우 연구기관이나 국가 지침을 준수하며 동물실험윤리위원회의 승인을 받았음을 논문에 명시해야 한다. 생명윤리심의위원회 및 동물실험윤리위원회 승인서 사본을 학회 이메일로 제출하여야 하며, 승인의 필요한 연구와 시행일자는 다음과 같다.

-다음-

연구방법	IRB 승인 기재 의무화 시행일자 (시행일자 이후 투고시 의무화)	비고
인체적용시험	2017년 7월 1일	연구자들의 혼란을 최소화하기 위해 유예기간(6개월~1년)을 둠
동물실험	2017년 7월 1일	
설문조사 (survey, 관능평가 포함)	2018년 1월 1일	

제 4장 논문심사의 윤리규정

제 15조(심사자의 책임과 의무)

1. 심사자는 학회의 편집위원회에서 의뢰하는 논문을 성실하게 심사하고 심사결과를 심사규정이 정한 기일 내에 편집위원회에 보고해야 한다.
2. 심사자는 의뢰된 논문이 자신이 심사하기에 불충분하다고 판단되면 즉시 편집위원회에 논문을 반납하여야 한다.
3. 심사자는 논문의 질, 연구의 실험성, 이론성 및 해석에 관해 엄격한 과학적 기준 및 연구 기준을 적용해 객관적으로 평가해야 하고 자신의 판단에 대하여 적절하게 설명하고 뒷받침할 수 있어야 한다.
4. 심사자는 저자의 지적 독립성을 존중하고 저자가 다른 과학자의 연구를 잘못 인용하는 것을 막아야 하며 이해관계의 상충에 잘 대응해야 한다.
5. 심사자는 논문의 기밀을 유지해야 하고 저자의 동의 없이 아직 검토 중인 미간행 논문에 담긴 정보, 주장, 해석 등을 사용하거나 공개해서는 안 된다.

제 16조(심사자의 비윤리적 행위)

심사자는 공정한 심사와 심사 중 기밀 유지를 위하여 다음과 같은 비윤리적 행위를 삼가 해야 한다.

1. 자신이 맡은 심사를 대학원 학생이나 제 3자에게 부탁하는 행위
2. 심사 중인 논문의 내용을 동료와 논의하는 행위
3. 심사 종료 후 심사 내용의 사본을 반납하거나 분쇄하지 않고 보유하는 행위
4. 논문을 심사하는 과정에서 명예손상이나 인신공격에 해당하는 언어를 쓰는 행위
5. 논문을 읽지 않고 심사 또는 평가하는 행위

제 17조(편집위원회의 책임과 의무) 삭제(2016년 4월 21일)

제 5장 연구윤리규정의 시행 및 윤리위원회

제 18조(윤리규정 준수 의무) 회원은 회원가입과 동시에 자신의 연구 행동을 책임지고 연구 부정행위를 심각하게 받아들여야 하며 본 학회의 연구윤리 규정을 준수할 의무를 갖는다.

제 19조(윤리규정 위반의 보고 및 조사) 회원은 다른 회원이 윤리규정을 위반한 사실이 인지될 경우 그 회원으로 하여금 윤리규정을 환기시키고 위반사항이 바로 잡히지 않을 경우에는 윤리위원회에 즉시 보고한다.

제 20조(윤리위원회의 목적과 구성)

1. 윤리위원회는 본 학회에서 정한 윤리규정을 기초로 연구윤리규정의 위반여부 및 혐의의 진실성 검증을 목적으로 한다.
2. 윤리위원회는 7인 내외로 구성하며 위원장은 학회장으로 하고, 부위원장은 편집이사로서 하며, 그 외 인원은 편집위원장의 추천을 받아 학회장이 위촉한다.

제 21조(윤리위원회의 권한)

1. 윤리위원회는 연구윤리 부정행위의 혐의에 대한 보고접수 권한 및 진실성 검증을 위한 조사 권한을 갖는다.
2. 보고된 사안에 대하여 제보자, 피조사자, 증인, 참고인 및 증거자료 등을 통한 폭 넓은 조사를 실시한 후 윤리규정을 위반한 것이 사실로 판정될 경우 학회 정관에 의거하여 제재조치를 할 수 있다.

제 22조(윤리위원회의 판정 및 제재)

1. 위반행위에 대한 검증절차는 예비조사, 본 조사, 판정의 단계로 진행하여야 하며 모든 조사 일정은 6개월 이내에 종료되어야 한다. 단, 이 기간 내에 조사가 이루어지기 어렵다고 판단될 경우 위원장의 승인을 거쳐 조사기간을 연장할 수 있다.
2. 제보자 또는 피조사자가 판정에 불복할 경우 통보를 받은 날로부터 30일 이내에 서면으로 이의를 제기할 수 있으며, 윤리위원회에서 이를 검토하여 필요한 경우 재조사 할 수 있다.

제 23조(제보자 및 조사대상자의 보호)

1. 윤리위원회는 제보자 및 조사대상자가 위반행위의 신고 및 조사를 이유로 불이익이나 부당한 압력 또는 위해 등을 받지 않도록 보호해야 할 의무를 지니며, 이에 대한 대책을 마련해야 한다.
2. 제보자는 위반행위의 신고 이후에 진행되는 조사절차 및 일정 등에 대하여 알려줄 것을 요구할 수 있으며, 윤리위원회는 이에 성실히 응하여야 한다.
3. 연구윤리 규정 위반으로 보고된 회원에게는 조사대상이 된 사안의 개요를 서면 통지하고 정해진 기간내에 소명서를 제출할 기회를 보장하고 본인이 희망하는 경우 본조사 절차 중 1회 이상 윤리위원회의 회의에 출석하여 구술로 해명할 수 있는 기회를 주는 등 충분한 소명 기회를 주어야 한다.
4. 윤리규정 위반에 대하여 학회의 최종적인 결정이 내려질 때까지 윤리위원회는 해당 회원의 명예나 권리가 침해되지 않도록 신원을 외부에 공개해서는 안 된다.

제 24조(징계의 절차 및 내용)

1. 징계 건의가 있을 경우 위원장은 임원회를 소집하여 징계 여부 및 징계내용을 최종적으로 결정한다.
2. 징계가 판정된 회원의 연구결과는 학회지나 학술 대회발표집, 인터넷 홈페이지에서 삭제하고 향후 5년간 논문투고금지, 회원자격 정지 내지 박탈 등의 징계를 하며 이 조치를 대상자의 소속기관에 알리거나 학회지에 공시할 수 있다.

제 25조(윤리규정의 수정)

1. 윤리규정은 수정이 필요한 경우 간사회에서 수정안을 작성하고 임원회에서 심의한 후 평의회에서 의결한다.
2. 기존의 규정을 준수하기로 서약한 회원은 추가적인 서약 없이 새로운 규정을 준수하기로 서약한 것으로 간주한다.

- 부칙 -

제 1조(효력발효) 본 윤리규정은 2008년 6월 23일부터 효력을 발생한다.

제 2조(효력발효) 본 윤리규정은 2016년 4월 21일부터 효력을 발생한다.

제 3조(효력발효) 본 윤리규정은 2016년 12월 3일부터 효력을 발생한다.

제 4조(효력발효) 본 윤리규정은 2023년 11월 10일부터 효력을 발생한다.

Research Ethics Rules of the Korean Society of Food and Nutrition

Amended on 23/06/2008 Amended on 21/04/2016
Amended on 03/12/2016 Amended on 10/11/2023

Chapter 1 General Provisions

Article 1: Definition of Research Ethics

The term “research ethics” means honestly conveying information in the research conduct, using resources efficiently, and performing responsible study by objectively and accurately reporting study results.

Article 2: Purpose of Ethics Regulations

This regulation aims to enhance research ethics to members of the Korean Society of Food Science and Nutrition (hereinafter referred to as “the Society”) and prevent research misconducts by proposing standards to secure ethics and truth in academic research and fairly verify misconducts.

Article 3: Application Objects of Ethics Regulations

These regulations shall apply to all of the registered members as well as any members related to contents presented in all publications (the journal of the Society and symposium publications) regularly issued in the Society

Chapter 2 Ethics Regulations on Research Conduction

Article 4: Truth in Research

An author who conducts a research and presents its results and a dissertation review committee member who evaluates the research results shall carry out research activity transparent and sincere without doing any act against conscience as scholars

Article 5: Data Management

5.1. A researcher shall confirm the ownership of data and authorization to use the data prior to collecting necessary data. In addition, the researcher must carry out the study with clear understanding on the obligation and right imposed upon the collection or disclosure of data.

5.2. Data shall be collected and recorded through appropriated measures in reliable and valid manner and must be retained for a certain period of time for other researchers to verify results and assessable to be used as other purposes by publicly presenting the findings.

Article 6: Presentation of Research Results

All of the research results shall be accurately reported with a thorough and reasonable explanation. An honest and transparent evaluation must be conducted to examine if research methods and researcher’s opinions are adequately presented in the findings or results of the study.

Article 7: Retention of Copyright

In principle, the copyright is given to the authors who made significant contributions in the research. However, the Society, the publisher of the journal and publications of symposiums, has the right of using the copyright in case the findings are used for the purpose of public interest such as education, and others.

Article 8: Order of Authors and Affiliation

8.1. For the space stating the authors, the order of authors shall be determined pursuant to the contribution made on the research upon the mutual consent among corresponding authors. In addition, the authors shall be able to explain the principles of such orders.

8.2. In principle, the affiliation of the author is stated by the name of the institution at the time of the research conduct. However, when other customary practices are applied in other field, the author may state the affiliation in accordance with custom.

Article 9: Responsibility of the Corresponding Author or Senior Author

The author, as one who makes intellectual contributions to the research published in the paper, must satisfy all of the following qualifications.

9.1. Someone who has made a significant contribution to the conception, design, data collection, analysis, or interpretation of the research

9.2. The individual who has drafted the manuscript or made substantial revisions to its main content

9.3. The person who has given final approval to the version of the manuscript to be published

9.4. Someone who agrees to be accountable for investigating and resolving any issues related to the accuracy or integrity of the research

Article 10: Citation Principles of References

10.1 The author may cite the part of other researchers' study in his/her research paper as the original text or the translated version.

10.2 The author shall take all possible measures to ensure the accuracy in stating sources and making the list of references.

Chapter 3 Ethics Regulations on Misconduct**Article 11: Definition of Research Misconduct**

11.1. The research misconduct is defined as the fabrication, falsification, plagiarism, and other unfair activities generated in the process of designing, carrying out, reporting, and evaluating and assessing the research.

11.2. "Fabrication" means reporting the research data or results, etc. that do not actually exist but have been fabricated.

11.3. "Falsification" means manipulating research data or equipment and process or exhibiting research record inaccurately by deliberately changing or deleting research results.

11.4. "Plagiarism" means using the entire or partial research ideas, processes, results, and etc. protected under copyright law of any other person without citing the appropriate sources and acknowledging the contribution of the founder of such findings.

11.5 "Repeated publication" means publishing an identical or almost similar research in other journals two (2) or more times without stating the initial research contents that have been already presented to publishers or readers.

Article 12: Types of Plagiarism

Types of plagiarism is classified as “idea plagiarism”, “text plagiarism”, copying a part from other persons’ text without citing the source for the ideas of other authors, “mosaic plagiarism”, combining a part of a text with a few words added, inserted, or replaced with synonyms, and others.

Article 13: Prohibition of Distortion in References

13.1. Cited references shall only includes directly related references to the contents of research paper. The author shall not deliberately include irrelevant references for the purpose of intentionally increasing citation index of articles or journals and the probability of publication of the manuscript.

13.2. The author shall not biasedly include only references favorable to data or theories of his/her articles. The author has ethical responsibility to cite references contradicting against his/her point of view.

Article 14: Practices to Avoid

The following practices should be avoided including a practice of “honoring” author by listing unqualified authors who have made no contributions in publishing research papers as one the authors, practice of dividing a research into many studies only to increase the number of published articles, and practice of hastily publishing articles without review process.

Article 14-2: Bioethics

When submitting a paper that involves research on human subjects, it is necessary to specify in the paper that approval has been obtained from the Institutional Review Board (IRB) for bioethics and consent has been obtained from the research subjects. In the case of animal experiments, compliance with institutional or national guidelines for animal research and approval from the Animal Research Ethics Committee must be stated in the paper. Copies of approval documents from the Bioethics Review Board and the Animal Research Ethics Committee should be submitted to the conference via email. The required approval for research and the date of implementation are as follows.

Research type	Date of enforce (After date of enforce, make indication of submission)	Note
human subject	Jul, 1, 2017	Suspend periods(6 month ~ 1 year) for minimize of researchr’s confusion
Animal experiment	Jul, 1, 2017	
Question investigation (survey and sensory evaluation)	Jan, 1, 2018	

Chapter 4 Ethics Regulations for Dissertation Review**Article 15: Responsibilities and Obligations of Dissertation Examiner**

15.1. The dissertation examiner shall report the review results to the Publishing Committee within the period stipulated in the review regulations by sincerely examining the submitted dissertations.

15.2. The examiner shall immediately turn in the research paper to the Publishing Committee once the submitted dissertation is determined to be inadequate for the examiner to review.

15.3. The examiner shall objectively evaluate the dissertation by applying strict scientific and research standards regarding the quality of dissertation, the experimentability of research, and conceptuality and interpretation, and must be able to adequately explain or support the assessment made upon his/her judgement.

15.4. The examiner shall respect the author's intellectual independence, prevent the author from wrongfully citing other scientists' research, and well coordinate contradictions that arise out of the relationship between interested parties.

15.5. The examiner shall abide by the confidentiality of research paper that is still in the process of reviewing and shall not publicize any information, assertion, interpretation or any other matters of the unpublished manuscript without the consent of the author.

Article 16: Unethical Acts of Examiner

For fair evaluation and confidentiality, examiners shall refrain from performing any of the following unethical acts.

16.1. an act of assigning research paper view that is requested to the examiner to post-graduate students or any third party

16.2. an act of discussing the contents of research paper while the viewing of the dissertation is still in progress.

16.3. an act of turning in the copy of research paper or retaining the paper without shredding it despite the review process is completed

16.4. an act of using abusive words categorized as a form of defamation of character and personal attack in the process of dissertation review

16.5. an act of evaluating the dissertation without reading the paper

Article 17: Responsibilities and Obligations of the Publishing Committee : Delete(21 April 2016)

Chapter 5 Implementation of the Research Ethics Regulations and the Ethics Committee

Article 18: Duty of Obedience

The members of the Society shall take responsibilities on their research activities upon the signing up as the member, accept research misconduct seriously and they are obligated to comply with the research ethics regulations of the Society.

Article 19: Report and Investigation of Violations of the Ethics Regulations

In case where a member of the Society recognizes the ethics violation of another member, the member must remind the ethics regulations to the another member and shall immediately notify the Ethics Committee when the violations are not corrected.

Article 20: Purpose and Composition of the Ethics Committee

20.1. The Committee aims to verify the allegation and truth of research ethics violations in accordance with the ethics regulations stipulated in the Society.

20.2. The Committee shall consist of about seven (7) commissioners. The president of the Society shall serve as the chairman of the Committee and the vice chairman shall serve as the chief of editor. The other members of publishing commissioners shall be appointed by the president of the Society upon the recommendation of the head of the Publishing Committee.

Article 21: Rights of the Ethics Committee

21.1. The Ethics Committee is authorized to receive reports on alligation of the research misconduct and investigate for the verification of truth.

21.2. The Committee may impose sanctions as stipulated in the Society regulations, if violations are verified to be true upon the conduction of extensive investigation with informants, examinees, witnesses, other persons to attend, and submit materials relevant to the case.

Article 22: Judgment and Sanctions of the Ethics Committee

22.1. The verification process of violation shall be conducted in accordance with the phases of preliminary examination, main examination, and judgement and the process must be terminated within six (6) months. Provided, That the investigation period may be extended upon the approval of the chairman of the Committee in case the investigation is deemed difficult to be completed within the stipulated period

22.2. In case an informant or an examinee is dissatisfied with the judgement, those persons may raise an objection in writing within thirty (30) days after they are informed of the notification. In such event, the Ethics Committee may reinvestigate, if necessary, upon the reviewing objection.

Article 23: Protection of Informant and Examinee

23.1. The Committee is responsible for the protection of informant and investigated subject in the event that the informant receives disadvantages or unjust pressure due reporting alleged misconduct and its investigation, the Committee shall take all necessary measures to protect the informant.

23.2. The informant has right to request necessary information on investigation process or schedules after reporting alleged misconduct and the Committee shall faithfully comply with it.

23.3. For members reported for violations of research ethics regulations, a written notification outlining the overview of the case should be provided, ensuring the opportunity to submit a written statement within a specified period. Additionally, the member should be given sufficient opportunity to attend at least one meeting of the ethics committee during the investigation process to provide oral explanations if desired.

23.4. Until the final decision of the society regarding the violation of ethical regulations is reached, the ethics committee should refrain from disclosing the identity of the member to the public to ensure that the member's honor and rights are not infringed upon.

Article 24: Procedures and Contents of Disciplinary Sanctions

24.1. In case where any disciplinary sanctions need to be taken, the chairman of the Committee shall convene the meeting and conclusively determine if disciplinary sanctions will be imposed or not and the forms of sanctions.

24.2. Once the sanction is finalized, the member may be suspended or deprived from research paper submission and member's qualification for the next five (5) years and such measures may be informed or publicized to the subject or his/her affiliated institution and journals.

Article 25: Revision of the Ethics Regulations

25.1. In case where revision of the ethics regulations is required, the amendment shall be prepared by the Board of Directors, deliberated to the Board of Executives, and decided by the resolution of the Advisory Council.

25.2. Members who pledged to comply with the previous regulations shall be deemed to agree to comply with the amended regulations without additional pledge.

Addendum**Article 1: Date of Enforcement**

These regulations shall enter into force on June 23rd, 2008.

Article 2: Date of Enforcement

These regulations shall enter into force on april 21rd, 2016.

Article 3: Date of Enforcement

These regulations shall enter into force on december 3rd, 2016.

Article 4: Date of Enforcement

These regulations shall enter into force on November 10rd, 2023

한국식품영양학회지 논문 투고 규정

1988년 7월 5일 제정	1990년 12월 10일 개정
1996년 8월 16일 개정	1998년 12월 18일 개정
2002년 8월 8일 개정	2003년 3월 8일 개정
2004년 3월 26일 개정	2006년 3월 25일 개정
2009년 3월 25일 개정	2010년 8월 14일 개정
2012년 6월 22일 개정	2013년 6월 20일 개정
2013년 9월 28일 개정	2014년 6월 20일 개정
2015년 12월 17일 개정	2016년 6월 16일 개정
2023년 11월 10일 개정	2025년 02월 14일 개정

1. 한국식품영양학회지는 식품·영양에 관한 연구논문, 연구노트, 연구속보 및 총설 등을 게재한다. 단, 총설은 본 학회에서 위촉하거나, 편집위원회의 심의에 의해 정한 경우로 한다.
2. 투고자 중 주 저자와 교신저자는 본회 회원에 한하는 것을 원칙으로 하되, 초청논문은 예외로 한다.
3. 투고논문은 다른 학술지에 발표되지 않은 것이어야 한다.
4. 논문 투고는 학회 홈페이지(<http://ksfn.kr>)의 온라인 논문 투고시스템으로 한다.
5. 원고 투고 관련 문의는 편집이사에게 한다.
E-mail: foodnutr1@naver.com
6. 논문의 심사, 채택여부, 게재순서, 인쇄순서는 논문 심사규정 및 편집규정에 따른다. 논문의 접수일은 논문이 본 학회 온라인 투고시스템에 도착한 날로 한다.
7. 교신저자는 한국식품영양학회 회원이어야 하며, 회원이 아닌 사람의 논문 게재는 편집위원회의 결의에 따른다.

온라인 투고 (Online Submission)를 원칙으로 한다. 투고방법은 논문 제출서 (Submission Form)를 작성한 후, 논문과 연구 윤리 서약서 및 저작권 이전 동의서 (Authors' Agreement of Ethics Policy & Copyright Transfer)를 제출한다. 인간대상연구와 동물실험 논문은 연구를 수행하기전 기관생명윤리위원회 IRB(Institutional Review Board) 승인서와 동물실험윤리위원회 승인서 사본 (승인번호가 기재된 첫 장만)을 연구 윤리 서약서 및 저작권 이전 동의서 뒷장에 첨부한다.

체계적고찰(Systematic review)과 메타분석(Meta analysis)를 제외한 총설과 초청논문은 편집위원회에서 위촉된 경우에 한하여 게재된다.

위촉에 의해 투고된 원고도 일반 투고 논문과 동일한 심사과정을 거쳐 게재된다.

논문의 심사, 채택여부, 게재순서 등은 편집규정과 심사규정에 의거하여 진행한다. 논문은 3단계 심사절차를 거쳐 게재여부를 결정하며, 3단계 심사절차는 아래와 같다.

1단계 : 편집이사가 간단히 논문 검토 후 1차적인 심사 가부를 결정한다.

2단계 : 편집이사가 정한 2인의 심사위원이 세부심사를 한다.

3단계 : 2단계 심사에서 최종판정이 나지 않은 경우, 1인의 심사위원을 추가로 위촉하여 심사를 한다.

- 심사자 비공개를 원칙으로 하고, 세부 심사절차는 본 학회지 심사 규정에 따른다.

8. 논문은 국문 또는 영문으로 한글 또는 MS워드 파일을 사용하여 컴퓨터로 작성하되, 글씨 크기는 10~12 포인트, 줄 간격은 200%로 한다.

9. 원고 제1면에는 국문과 영문으로 논문제목, 저자 및 소속기관을 나타낸다. 제목 상단에 압축한 소제목 (Running title)을 기재한다. 소제목(Running title)은 논문의 내용을 잘 나타낼 수 있도록 짧게 하며 논문 저자가 두 사람 이상인 경우에는 교신저자 성명 앞에 + 표시를 한다. 소속기관이 다른 경우에는 저자 이름 끝에 위첨자로 *, **, ***을 순서에 따라 붙이고, 해당인의 소속기관 앞에도 같은 부호를 붙인다. 교신저자는 1면 하단에 영문으로 성명, 소속기관, 소속기관 주소, 전화번호, fax 번호, e-mail 주소를 기입한다. 국문 저자명은 저자명 사이에 “”를, 영문은 저자명 사이에 “, ”를 넣는다.

논문 저자 중 소속이 2개 이상일 경우, 여러 기관을 명시하는 것이 가능하다.

모든 저자는 ORCID 등록 시 소속과 직위를 등록해야 하며, 이는 추후 저자신분 확인이 필요할 경우 자료로 활용할 수 있다.

10. 원고 제 2면에는 제목을 국문과 영문으로 표기하고 영문으로 된 Abstract를 첨부한다. 초록은 200단어 내외의 줄 바꿈 없는 단일 문단으로 하되 본문과 분리하여도 논문을 이해할 수 있도록 연구목적, 연구방법, 연구결과가 나타나도록 작성하며, 하단에는 5개 이내의 영문주제어(keywords)를 기입한다(keywords는 모두 소문자 영어로 표기).
11. 논문의 형식은 서론, 재료 및 방법(또는 연구 대상 및 방법), 결과 및 고찰, 요약 및 결론, 이해상충(Conflict of interest), 감사의 글, References의 순서로 함을 표준으로 하며, 쪽 구분 없이 계속 연결하여 작성한다.
12. 연구노트는 어떤 한정된 부분의 발견이나 새로운 실험 방법과 좋은 내용을 정리한 논문으로, 논문형식을 기준으로 작성하되 2,500단어 이내, Table과 Figure 합이 3개 이하를 원칙으로 한다.
13. 모든 표 및 그림의 제목과 설명은 영문으로 한다. 제목은 Table 1, Fig. 1 등의 순서로 표기하며 본문을 참조하지 않아도 내용을 알 수 있을 정도로 간결, 명확하게 기재한다. Table의 제목은 표의 상단에, Fig.의 제목은 그림의 하단에 기재한다. 본문에 인용할 때는 Table 1, Fig. 1 등으로 표시한다. Table이 페이지를 넘어가는 경우에는 제목 끝에 “continued”를 표기해 준다.
14. Table의 밑에 각주(footnote)를 달 때는 Table 내용 중 설명하려는 단어 혹은 문장 아래 아라비아 숫자 1), 2), 3)으로 나타내며 부호들은 사용하지 않는다. *, ** 표시는 통계분석의 유의확률이 $p < 0.05$ 나 $p < 0.01$ 을 나타낼 때만 사용한다. 다중범위 검정에서는 a, b, c, d 등을 사용하고 하단에 그 내용을 표시한다. |
15. 모든 표와 그림은 본문 중에 작성하거나, 한 장에 하나씩 작성하여 본문 뒤에 순서대로 첨부한 후 본문 중에 그 위치를 표시하여야 한다. 그림은 사진 또는 컴퓨터로 깨끗이 작성하여 정판원고로 직접 사용될 수 있도록 한다.
16. 본문 중에 인용되는 References는 저자명과 연도별로 인용하며, 영문으로 표기함을 원칙으로 한다. 인용문헌의 기재 예는 다음과 같다.
 - 1) 인용되는 문헌은 해당부위에 영문 성(family name)으로 된 저자명과 연도를 괄호하여 표기한다. **저자가 1인** 일 때는 **저자의 성과 이름 약자를 모두 표시**하고 **저자가 2인** 일 때는 **두 저자의 성만을 표시**하고, **3인 이상일** 때는 **제 1저자 성을 표기**하고 ‘등’을 쓴다. 동일저자의 같은 연도 발표논문인 경우에는 연도 뒤에 a, b, c로 표기한다.

예: **문장 처음에 오는 경우**

Kim HJ(2005)는 ...
 Kim & Lee(2007)는 ...
 Kim 등(2008)은 ...
 Park(2007a)은 ...

문장 끝에 오는 경우

(Kim HJ 2005), (Kim & Lee 2007), (Kim 등 2008).

- 2) 본문 중에 인용문헌이 여럿일 경우에는 연도순으로 표기하고, 연도가 같은 경우에는 저자명의 알파벳 순으로 표기한다.

예: (Lee 등 2007; Kim HJ 2008; Park & Kim 2008)

17. 본 학회 학술지에 게재된 논문을 적극적으로 인용(2편 이상)할 것을 권장한다.
18. 저자의 이해상충(Conflict of interest)여부에 대해 기재해야 한다. [본조신설 2023. 11. 10.]
 예: There are no financial or other issues that might lead to conflict of interest.OOO(Author's name) has been an editor since 2023. However, he was not involved in the review process of this manuscript. Otherwise, there was no conflict of interest.
19. **References의 배열은 저자의 영문성의 알파벳 순으로 한다.** 인용문헌에서 게재 학회지의 약어는 국제 약어 기록 관례에 따른다. References의 기재 예는 다음과 같다.

1) 학술잡지

Kim KW, Ko CJ, Park HJ. 2002. Mechanical properties, water vapor permeabilities and solubilities of highly carboxymethylated starch-based edible films. *J Food Sci* 67:218-222

2) 단행본

Brock TD, Smith DW, Madigan MT. 1984. *Biology of Microorganisms*. pp.100-105. Prentice-Hall. Inc.
 AOAC. 1980. *The Association Official Methods of Analysis*. 13th ed. pp.3508-3515

3) Bulletin, 학위논문

Hur YH, Lee SG, Suh JS. 1987. Studies on the change in components of γ -irradiated soybean during fermentation. *Ann Bull Seoul Health Junior College* 7:7-14
 Ciacco CF. 1983. A study on mineral contents in processed foods. Ph.D. Thesis, North Dakota State Univ. Fargo. North Dakota

4) 특허

Bernard S. 1988. Preproofed, frozen and refrigeration and crusty bread and method of making same. US Patent 4,788,067

5) 학회에서 구두 발표된 원고

Huhtanen CN. 1988. Preparation of cold water dispersible cocoa powder. Abstract 21, 42nd Ann Meeting Inst Food Technol Atlanta

6) 인터넷 규정

Korean National Statistical Office. 2007. The statistics of mortality and the cause. Available from <http://www.kostat.go.kr> [cited 20 January 2014]

- 20. 논문 약호는 Chemical Abstracts에 준한다. 학술용어는 가능한 한 한글로 표기한다.
- 21. 수량은 아라비아 숫자로, 단위는 가능한 국제단위(SI unit)로 표기한다. 단위와 술어의 약자는 본 학회가

- 권장하는 방법을 따르되 기타 부득이한 경우에는 본문에 처음 나올 때 설명하여야 한다.
- 22. 교정은 초교에 한하여 저자가 교정하는 것을 원칙으로 하며, 교정 중 내용을 바꾸거나 추가할 수 없다. 단, 논문편집상 필요하다고 인정되는 사항은 편집이사가 이를 교정할 수 있다. 본 학회지에 게재된 논문의 저작권은 본 학회에 귀속된다.
- 23. 투고자는 소정의 게재료를 납부하여야 한다. 논문은 온라인으로만 발간되며, 칼라사진으로 인쇄할 경우나 별책을 원할 경우에는 투고자가 실비를 부담한다.
- 24. 한 호에 게재되는 논문은 주저자 1명 당 2편으로 제한하며 해당 월의 20일까지 편집완료 된 30편 이내의 논문을 게재한다.
- 25. 본 규정에 명시되지 않은 사항은 편집위원회에서 결정한다.

단 위	표기방법	단 위	표기방법
micrometer	2 μm	part per million	20 ppm
millimeter	4 mm	molarity	0.1 M
centimeter	6 cm	normality	0.05 N
meter	2 m		0.01 N HCl
milligram	2 mg	temperature	60°C
gram	4 g		180°F
kilogram	6 kg	absolute degree	270K
milliliter	2 mL	mega pascal	25 MPa
liter	4 L	kilocalorie	2,000 kcal
second	2 s	gravity	10,000×g
minute	4 min		
hour	6 h	약 어	
milliliter/minute	2 mL/min	optical density	O.D.
meter/second	4 m/s	dextrose equivalent	D.E.
percent	20%	범 위	
%(weight/volume)	20%(w/v)		1.0~2.0 mg
milligram percent	100 mg%		
pH	pH 7.0	수 식	(a+b)/(c+d)

※ 학회지 투고규정이 2025년 02월 14일자로 일부 변경되었습니다.
38권 1호 이후의 논문 투고 시 참고하시기 바랍니다.

Guidelines for Submitting Manuscripts

Amended on 05/07/1988	Amended on 10/12/1990
Amended on 16/08/1996	Amended on 18/12/1998
Amended on 08/08/2002	Amended on 08/03/2003
Amended on 26/03/2004	Amended on 25/03/2006
Amended on 25/03/2009	Amended on 14/08/2010
Amended on 22/06/2012	Amended on 20/06/2013
Amended on 28/09/2013	Amended on 20/06/2014
Amended on 17/12/2015	Amended on 16/06/2016
Amended on 10/11/2023	Amended on 14/02/2025

1. The Journal of the Korean Society of Food and Nutrition publishes research papers, research notes, research updates, and review articles related to food and nutrition. However, the publication of review articles is limited to those appointed by the society or those approved by the editorial board.
2. In principle, the first author and corresponding author among paper contributors shall be limited to only members of the Society excluding invited research papers.
3. Submitted manuscripts should not have been published before in any other journals.
4. The author should submit the manuscript electronically via online submission at the Society's website (<http://ksfn.kr>).
5. For information of Manuscript submission please contact the editor.
E-mail: foodnutr1@naver.com
6. Research paper review, selection, publishing order, printing order shall comply with review and publishing regulations. The receipt date of manuscript shall be the arrival date of manuscript by online submission to the Society.
7. The corresponding author must be a member of the Korean Society of Food and Nutrition, and the publication of papers by non-members is subject to the resolution of the editorial board.
Online submission is the primary method. Authors

should complete the Submission Form and submit the paper along with the Research Ethics Pledge and the Authors' Agreement of Ethics Policy & Copyright Transfer. For research involving human subjects and animal experiments, a copy of the approval from the Institutional Review Board (IRB) and the Animal Research Ethics Committee (only the first page with the approval number) should be attached to the back of the Authors' Agreement of Ethics Policy & Copyright Transfer.

The review articles and invited papers, excluding systematic review and meta-analysis, will be published only when commissioned by the editorial board. Manuscripts submitted through commission undergo the same review process as regular submissions.

The evaluation, acceptance, and order of publication of papers follow the editorial regulations and review rules. The paper undergoes a three-stage review process to determine its publication status, as outlined below.

Stage 1: The editorial director reviews the paper briefly and determines the preliminary assessment.

Stage 2: Two reviewers designated by the editorial director conduct a detailed examination.

Stage 3: If the final decision is not reached in the second stage, one additional reviewer is appointed to conduct further evaluation.

- The principle is to keep the reviewers' identities confidential, and the detailed review procedures follow the regulations outlined in the journal's review guidelines.

8. The language in the manuscript should be Korean or English in A4-size paper setting, typed using a computer with font size of 10~12 points and the line spacing should be set at 200%.
9. The author should provide the title in Korean and English, the author's (or authors') name(s), and affiliation on the first page of the manuscript. The running title should be provided at the upper part of the title page. If the number of authors is two or more, †mark should be indicated in front of corresponding author. If affiliations of authors are different, superscriptions of *, **, *** should be put at the end of authors name in order. The same marks should be put in front of respective affiliation. The corresponding authors should provide author's name in English, affiliation, affiliation address, telephone, fax, and e-mail. The authors' names in Korean should have "-" in between the name and the author's names in English should have ";" in between the name.

If an author is affiliated with two or more institutions, it is permissible to specify multiple affiliations.

All authors must register their affiliations and positions when registering with ORCID or a similar identifier. This information can be utilized as documentation for identity verification if needed in the future.
10. The English abstract should be provided in case of Korean manuscript on the second page of the manuscript. The abstract must not exceed more than 200 words in one paragraph and it should provide a general view of the manuscript by including the research objectives, methods, and results. At the bottom, include up to 5 keywords in English (all in lowercase).
11. The paper should follow the standard format with the following sections in order: Introduction, Materials and Methods (or Study Subjects and Methods), Results and Discussion, Summary and Conclusions, Conflict of Interest, Acknowledgments, and References. The text should be continuously connected without page breaks.
12. Research Notes are brief reports of limited scope that contribute new knowledge. The formatting is the same as the Research Articles. Research Notes are suggested not exceeding 2500 words. The tables and figures are limited up to 3 in any combination.
13. Titles and descriptions of tables and figures should be all provided in English. Titles should be provided in order of Table 1, Fig. 1, and etc. and in clear and precise manner so they could be understandable without referring to the text. The title of table should be given at the top of the table and the title of figure should be given at the bottom of the figure. Tables and figures should be stated as Table 1, Fig. 1 and etc. when they are quoted from the text body.
14. Footnotes should be expressed as Arabic numerals of 1), 2), 3) at the bottom of tables, and no sign should be used. Moreover, *, ** marks must be used to present significance probability of $p < 0.05$ or $p < 0.01$ in statistical analysis. In multiple range test, alphabets of a, b, c, d, and etc. should be used and the explanations should be stated at the bottom.
15. All of the tables and figures may be presented in the middle of the text body or on separate sheets of paper to be attached at the end of the manuscript in order. The exact locations of tables and figures should be properly stated in the text. Pictures must be neatly produced by photography or a computer to be directly used as original images.
16. All sources cited in the text must provide author's name alphabetically and the year, and, in principle, all references must be provided in English. The examples of cited references are as follows:
 - 1) Cited references should be presented as surname in English and the year in parentheses at the corresponding part. For the citation of **a single author**, his/ her **initial(s) and surname** should be provided. For the citation of **two authors**, only **surnames**

should be provided. For one work by **more than three authors**, citation should include only **the surname of the first author** followed by “**et al.**” For two or more works by the same author by year of publication, the signs such as a, b and c should be provided followed by the year.

e.g. **Citation in the beginning of a sentence**

Kim HJ (2005) is ...

Kim & Lee (2007) is ...

Kim et al. (2008) is ...

Park (2007a) is ...

Citation in the end of a sentence

(Kim HJ 2005), (Kim & Lee 2007), (Kim et al. 2008).

- 2) For several citations in the text, the cited sources should be presented in chronological order or in alphabetical order of authors, in case of the same year.

e.g. (Lee et al. 2007; Kim HJ 2008; Park & Kim 2008)

17. KSFAN actively recommends to cite articles (2 or more) published in the journal of the Society.
18. The author must disclose any conflicts of interest. [Added to the regulation on November 10, 2023.]
Example: There are no financial or other issues that might lead to conflict of interest.OOO(Author's name) has been an editor since 2023. However, he was not involved in the review process of this manuscript. Otherwise, there was no conflict of interest.
19. **The arrangement of references shall be put in alphabetical order of author's last name.** Abbreviation of journal in cited references shall comply with international standards for abbreviation. The examples of cited references are as follows:

1) Academic Journal

Kim KW, Ko CJ, Park HJ. 2002. Mechanical properties, water vapor permeabilities and solubilities of highly carboxymethylated starch-based edible films. *J Food Sci* 67:218-222

2) Edited Books

Brock TD, Smith DW, Madigan MT. 1984. Biology of Microorganisms. pp.100-105. Prentice-Hall. Inc.

AOAC. 1980. The Association Official Methods of Analysis. 13th ed. pp.3508-3515.

3) Bulletin, Dissertations

Hur YH, Lee SG, Suh JS. 1987. Studies on the change in components of γ -irradiated soybean during fermentation. *Ann Bull Seoul Health Junior College* 7:7-14.

Ciaccio CF. 1983. A study on mineral contents in processed foods. Ph.D. Thesis, North Dakota State Univ. Fargo. North Dakota

4) Patents

Bernard S.1988. Preproofed, frozen and refrigeration and crusty bread and method of making same. US Patent 4,788,067

5) Oral Presentation of Manuscript at Symposia

Huhtanen CN. 1988. Preparation of cold water dispersable cocoa powder. Abstract 21, 42nd *Ann Meeting Inst Food Technol* Atlanta

6) Internet Source

Korean National Statistical Office. 2007. The statistics of mortality and the cause. Available from <http://www.kostat.go.kr> [cited 20 January 2014]

20. Article abbreviations should be presented in accordance with Chemical Abstracts. Academic terms, if possible, should be provided in Korean.
21. The quantity always should be express in Arabic numerals and units should be express, if possible, in accordance to the International System of Units (SI). Units and abbreviations of predicate terms shall abide by recommendation provided by the Society. However, in case where there is any unavoidable reason, such exceptions must be clearly explained in the beginning of the text.
22. In principle, revision is accepted during the

proofreading made by only the authors of the manuscript. No changes or insertions shall be made in the contents during the revision. Provided, That matters, in case of deemed necessary, may be revised by an editor. The copyright of all published articles in the journal of KFN shall devolve on the Society.

23. The submitter must pay the specified publication fees and this journal is published online only. Additionally, if color photographs are to be printed or if separate attachments are requested, the

submitter bears the associated expenses.

24. The number of papers published in one issue is limited to 2 per lead author, and up to 30 papers that have been editorially completed by the 20th of the month are published in the corresponding month.
25. Any matters not explicitly stated in these regulations shall be determined by the Publishing Committee.

※ The submission regulations for the journal have been partially revised as of **February 14, 2025**. Please refer to the updated guidelines when submitting papers for **Volume 38, Issue 1**, and subsequent issues.

THE KOREAN JOURNAL OF FOOD AND NUTRITION

Vol. 38, No. 4 August 2025

pISSN : 1225-4339

eISSN : 2287-4992

Homepage : <http://ksfn.kr>

Full-text : www.eksfan.or.kr

President

Hye Sook Ryu(Sangji Univ.)

Vice Presidents

Young-Ho Seo(Wonkwang Health Science Univ.)

Ok-Sun Kim(Jangan Univ.)

Jong-Sook Kwon(Shingu Univ.)

Jong Kyung Lee(Hanyang Women's Univ.)

Jae Pil Roh(Shingu Univ.)

Jong Hee Kim(Seoil Univ.)

Mi-Hyadng Hwangbo(Keimyung College Univ.)

Seung-Hee Hong(Shinhan Univ.)

Editor-in-Cheif

Youn-Ri Lee(Daejeon Health Institute of Technology)

Editors

Hojin Lee(Korea National University of Transportation)

Jean Kyung Paik(Eulji Univ.)

Soo-Youn Kwon(Shingu Univ.)

Manuscript editor

Ha Hyun Lee

Secretary General

Jean Kyung Paik(Eulji Univ.)

Editorial Board

Seung Gyun Choi(Soongyei Women's Univ.)

Hoon Kim(Chung-Ang Univ.)

Hyun-Wook Do(Jeonju Univ.)

Hye Jin Park(Chungbuk Agricultural Research
and Extension Service)

Kyu-Ho Han(Obihiro Univ.)

Min Sun Moon(Erom Corporation)

Gi Dae Kim(Kyungnam Univ.)

Hae In Yong(Chungnam National Univ.)

Se Ho Lee(Junganatafla)

Bum sik Kim(Yeonsung Univ.)

Bo rham Yoon(Sunchon National Univ.)

Ki Nam Kim(Daejeon Univ.)

Hyun Jung Kim(Jeju National Univ.)

Aims & Scope

The Korean Journal of Food and Nutrition (Korean J. Food Nutr.) is the official journal published quarterly in February, April, June, August, October and December each year. Contributions written in English and Korean are welcomed in the form of review articles, research papers, and research notes. This journal aims to promote and encourage the advancement of the field of food science with nutrition. Topics covered include:

- impact of nutritional science on food product development
- nutritional implications of food processing
- nutritional quality of novel foods
- food-nutrient interactions
- use of fermentation and biotechnology in food science/nutrition
- nutritional and physiological aspects of bioactive compounds in food
- dietary requirements and nutritive value of food

ISO abbreviation of journal title

The official title of the journal is 'The Korean Journal of Food and Nutrition' and the abbreviated title is 'Korean J. Food Nutr.'

Year of launching (history)

The Korean Journal of Food and Nutrition was launched in 1988.

Availability of the full-text in the web

The URL address of the Journal is 'www.eksfan.or.kr' where full text is available.

Indexed in database

Some, or all, of the articles in this journal are indexed in Ksfan, DOI/crossref, Google scholar, the National Research Foundation of Korea(NRF) and Korea Citation Index (KCI).

Fund support

This journal was supported by the Korean Federation of Science and Technology Societies (KOFST) Grant funded by the Korean Government.

Subscription information

Correspondence concerning business matters should be addressed to Secretary Treasurer Young il Park, Department of Food and Nutrition, Soongui Women's University, 25, 10, Sopa-ro 2-gil, Jung-gu, Seoul, Republic of Korea.(Cell: 82-10-8526-3218, E-mail: zeroonetwo@sewc.ac.kr) The subscription price of this journal is Korean Won, ₩40,000 (US\$ 30.00 or equivalent) annually. Back issues are available.

Contact information

Manuscripts should be submitted via the online Manuscript Central website (<http://ksfn.kr>) Other correspondences can be sent by an e-mail to foodnutr1@naver.com (Editor, Hojin Lee, Major of Food and Nutrition, Korea National University of Transportation, 61 Daehak-ro, Jeungpyeong-gun, Chungbuk, 27909 Korea, Cell: +82-10-4907-3711) The manuscript and other required documents including a completed Copyright Assignment Form and Checklist for original article should be emailed as attachments to the above e-mail address.

Publication fee

A page charge is effective for all manuscripts on original research. A review is exempt from page charges, provided it is approved in advance by the Editor-in-Chief. The actual charge per printed page will be notified to the author along with the manuscript for galley proofs.

Published by

The Korean Society of Food Science and Nutrition
Department of Food and Nutrition, Sangji University, 83, Sangjidae-gil, Wonju-si, Gangwon-do, 26339 Korea
Tel: +82-33-738-7641, Fax: +82-504-207-5432 E-mail: ksfan88@hanmail.net

Editorial office of the Korean Journal of Food Science and Nutrition

Major of Food and Nutrition, Korea National University of Transportation, 61 Daehak-ro, Jeungpyeong-gun, Chungbuk, 27909 Korea
Tel: +82-43-820-5338, Fax: +82-43-820-5850, E-mail: hojin@ut.ac.kr

Printed by Guhmok Publishing/Guhmok Info

259-1, Euljiro3-ga, Jung-gu, Seoul, 04549, Korea
Phone: +82-2-2277-3324, Fax: +82-2-2277-3390, E-mail: guhmok@guhmok.com

Editor-in-Chief

Professor, Youn-Ri Lee
Department of Food and Nutrition, Daejeon Health Institute of Technology College, 21 Chungjeong St., Dong-gu, Daejeon, 34504 Korea
Cell: +82-10-4400-7863, E-mail: leeyounri@hit.ac.kr

It is printed on acid-free paper.

Copyright ©2025 by The Korean Society of Food and Nutrition

This work is supported by the 'Lottery Fund' of the 'Ministry of Strategy and Finance' and the 'Science and Technology Promotion Fund' of the 'Ministry of Science and ICT', contributing to the realization of social value and the development of national science and technology.

학술 출판과 관련된 모든 고민을 해결해 드립니다!

오랜 역사

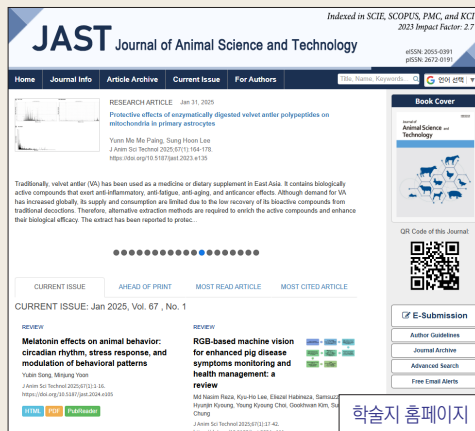
1989년 설립 이후,
30여년 이상 학술 출판에 매진하였습니다.

다양한 경험

현재 80여개의
학술지를 편집·출판하고 있습니다.

앞선 기술력

DOI 등록, JAST XML, 인디자인 편집 등
최신기술을 앞서서 적용합니다.



학술출판 One-Stop 서비스

1. 논문 접수, ME(교정), 편집, 인쇄, 제본, 출판, IT 솔루션
2. 학회/국제학술대회 홈페이지 구축 및 초록 접수/등록/결제 지원
3. DOI, Similarity Check, Crossmark, ORCID 등록 및 관리 제공
4. JATS XML 국제수준 제작 및 PMC 등록 업무 대행
5. 학술지 인용지수 상상을 위한 세계 최고수준의 Journal Site 제공
6. 전세계 논문 접수를 24시간 지원하는 논문투고 시스템(국/영문) 제공



교문사 e라이브러리

식품영양 × bukio

6개월 43,000원



buk.io/gyoelib
e 라이브러리
바로가기

이런 도서관 봤나?

식품영양학 교재를
모두 모았다!

월 7천원이면 50여 종 식영 도서가 무제한.
태블릿 하나로 공부 걱정 해결.

영양사 자격증도

교문사.e.라이브러리

하나면 돼!



너 식영과? 그럼 교리!



한국식품영양관련학과 추천도서 문운당

영양사 시험문제집

개정 제30판 | 2도 인쇄 | 값 45,000원(출간 예정)



영양사 요점정리

개정 제26판 | 2도 인쇄 | 값 45,000원(출간 예정)

문운당 위생사 실기

제12판 | 4도 인쇄 | 값 33,000원(출간 예정)

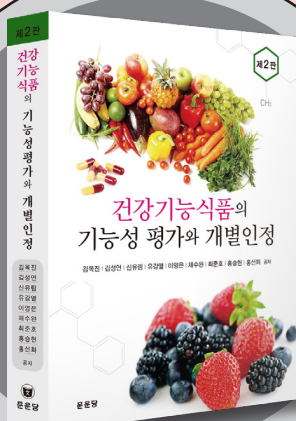


문운당 위생사 필기

제12판 | 2도 인쇄 | 값 45,000원(출간 예정)

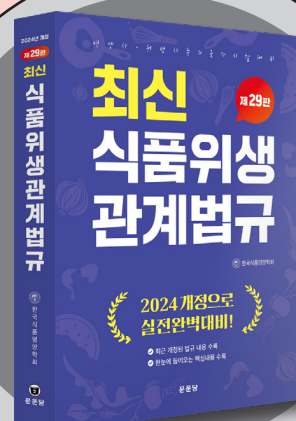
건강기능식품의 기능성 평가와 개별인정

제2판 | 1도 인쇄 | 값 35,000원



최신 식품위생관계법규

개정 제30판 | 1도 인쇄 | 값 35,000원(출간 예정)





근육·뼈 건강을 위한 식약처 기능성인정 건강기능식품

소비자 웰빙지수 **1**위!
(2021~22, 2년 연속 한국표준협회 선정)

산양유 단백질에
정상적인 면역기능
아연까지!



내 몸을 위한 단백질 건강습관 하루 한 컵 하이문!

- 근육건강을 위한 단백질 밸런스(동물성:식물성=6:4)
- 장건강, 배변을 위한 프리바이오틱스
- 정상적인 면역기능을 위한 아연
- 활발한 신진대사를 위한 비타민
- 뼈 건강을 위한 칼슘, 비타민D

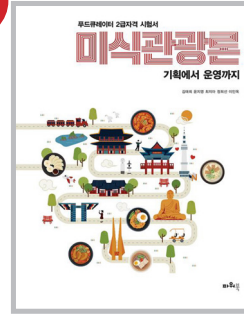
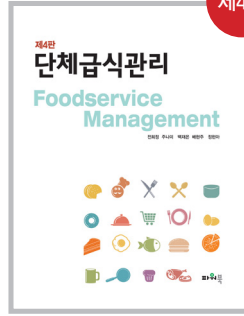
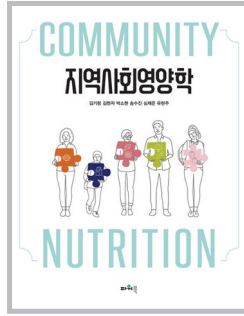
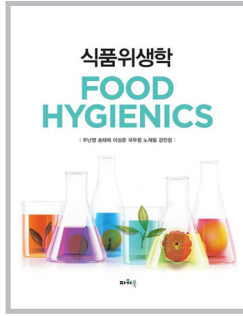
지금 전화하시면 근육건강에 좋은 일이 생깁니다

02.2049.2238

제4판

개정판

개정2판



생애주기영양학

김정현 · 정혜연 · 박유경 · 박은주
정자용 · 황진아 · 김오연
448쪽 | 값 26,000원
978-89-8160-513-1 (93590)

식품위생학

주난영 · 송태희 · 이상준
국무창 · 노재필 · 강민정
256쪽 | 값 22,000원
978-89-8160-445-5 (93590)

지역사회영양학

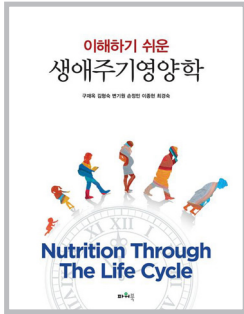
김기량 · 김현자 · 박소현
송수진 · 심재은 · 유현주
320쪽 | 값 23,000원
978-89-8160-507-0 (93590)

제4판 단체급식관리

전희정 · 주나미 · 백재은
배현주 · 정현아
332쪽 | 값 24,000원
978-89-8160-514-8 (93590)

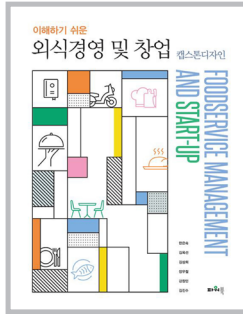
미식관광론

김태희 · 윤지영 · 최지아
정희선 · 이인옥
256쪽 | 값 22,000원
978-89-8160-519-3 (93590)



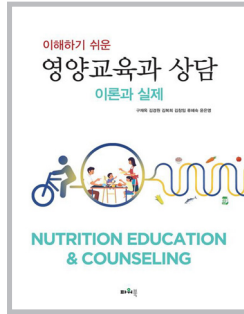
이해하기 쉬운 생애주기영양학

구재욱 · 김형숙 · 변기원
손정민 · 이종현 · 최경숙
396쪽 | 값 25,000원
978-89-8160-474-5 (93590)



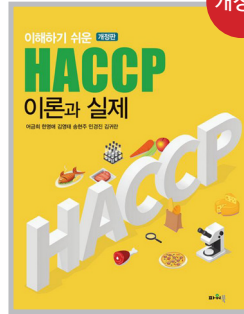
이해하기 쉬운 외식경영 및 창업

한은숙 · 김옥선 · 김삼희
장우철 · 강창민 · 김진수
296쪽 | 값 23,000원
978-89-8160-506-3 (93590)



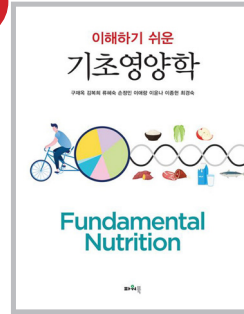
이해하기 쉬운 영양교육과 상담

구재욱 · 김경원 · 김복희
김창임 · 류혜숙 · 윤은영
424쪽 | 값 25,000원
978-89-8160-476-9 (93590)



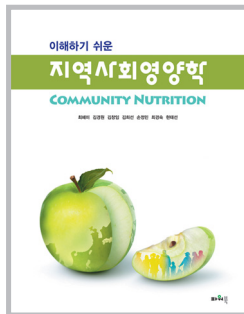
이해하기 쉬운 HACCP 이론과 실제

어금희 · 한영애 · 김영태
송현주 · 민경진 · 김귀란
336쪽 | 값 24,000원
978-89-8160-504-9 (93590)



이해하기 쉬운 기초영양학

구재욱 · 김복희 · 류혜숙 · 손정민
이윤나 · 이애랑 · 이종현 · 최경숙
304쪽 | 값 23,000원
978-89-8160-475-2 (93590)



이해하기 쉬운 지역사회영양학

최혜미 · 김경원 · 김창임 · 김희선
손정민 · 최경숙 · 현대선
352쪽 | 값 24,000원
978-89-8160-485-1 (93590)



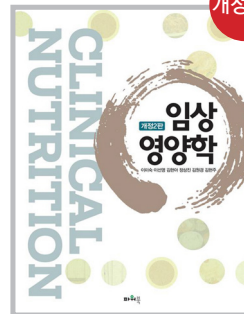
조리원리

이영미 · 최지유 · 권수연
김미영 · 김옥선 · 윤지현
272쪽 | 값 23,000원
978-89-8160-520-9 (93590)



이해하기 쉬운 영양판정 및 실습

이종현 · 이해정 · 신상아
송수진 · 전수경
304쪽 | 값 23,000원
978-89-8160-522-3 (93590)



개정2판 임상영양학

이미숙 · 이선영 · 김현아
정상진 · 김원경 · 김현주
472쪽 | 값 26,000원
978-89-8160-523-0 (93590)



www.powerbook.kr

경기도 고양시 일산동구 호수로 358-25 동문타워 2차 529호
TEL 02-730-1412 FAX 031-908-1410