

한국식품영양학회지

THE KOREAN JOURNAL OF FOOD AND NUTRITION

Vol. 37, No. 2, April 2024



한국식품영양학회

THE KOREAN SOCIETY OF FOOD AND NUTRITION

<http://ksfn.kr>

한국 식품 영양 학회지

The Korean Journal of Food and Nutrition

2024년도 학회 임원명단

| | | | |
|-------|--|--|---|
| 고문 | 민경찬(전 신한대학교) 김현오(전 장안대학교) 조미자(전 동남보건대학교) 김재근(전 계명문화대학교) 최부돌(전 신구대학교) | 이성동(전 고려대학교) 김광호(전 창원문성대학교) 안창순(전 안산대학교) 안용근(전 충청대학교) 이영순(전 계명문화대학교) | 오승희(전 포항대학교) 서정숙(전 을지대학교) 소명환(전 부천대학교) 조득문(전 동부산대학교) 이애랑(전 숭의여자대학교) |
| 명예회장 | 윤옥현(김천대학교) 장재선(가천대학교) 이성호(계명문화대학교) | 최병범(신한대학교) 이광수(장안대학교) 이수정(부천대학교) | 장상문(대구보건대학교) 최향숙(경인여자대학교) |
| 회장 | 김미옥(대구보건대학교) | | |
| 차기회장 | 류혜숙(상지대학교) | | |
| 총괄부회장 | 노재필(신구대학교) | | |
| 부회장 | 김옥선(장안대학교) 김중희(서일대학교) | 서영호(원광보건대학교) 권종숙(신구대학교) | 강시연(산해들) 홍승희(신한대학교) |
| 감사 | 이종경(한양여자대학교) | 황보미향(계명문화대학교) | |
| 총무이사 | 최은영(부천대학교) | | |
| 학술이사 | 정혜연(숭의여자대학교) | 김미자(강원대학교) | 최현숙(충청대학교) |
| 편집이사 | 이호진(한국교통대학교) 이연리(대전보건대학교) | 백진경(을지대학교) | 권수연(신구대학교) |
| 재무이사 | 박미혜(김천시어린이급식관리지원센터) | | |
| 사업이사 | 정민재(신구대학교) | | |
| 홍보이사 | 최승균(숭의여자대학교) | | |
| 지부장 | 서울·강원지부 최남순(배화여자대학교) 대전·충청지부 김현주(대전보건대학교) 부산·경남지부 최수경(울산과학대학교) | 경기·제주지부 강민정(연성대학교) 대구·경북지부 방현경(대구보건대학교) 광주·호남지부 송희순(광주보건대학교) | |

편집위원회

| | | | |
|-------|---|---|--|
| 편집위원장 | 이연리(대전보건대학교) | | |
| 편집위원 | 이호진(한국교통대학교) 심기현(숙명여자대학교) 김훈(중앙대학교) 김영모(목포과학대학교) 김미숙(단국대학교) 한규호(Obihiro Univ.) | 백진경(을지대학교) 문민선(㈜이룸) 김기대(경남대학교) 용해인(충남대학교) 이세호(㈜중앙타프라) | 이연리(대전보건대학교) 강민정(연성대학교) 한규상(호남대학교) 조미영(배재대학교) 김현정(제주대학교) |

윤리위원회

| | | | |
|-------|----------------------------|--------------------------|--------------|
| 윤리위원장 | 김미옥(대구보건대학교) | | |
| 부위원장 | 이호진(한국교통대학교) | | |
| 윤리위원 | 김옥선(장안대학교) 김영모(목포과학대학교) | 배운정(한국교통대학교) 문민선(㈜이룸) | 심기현(숙명여자대학교) |

Editor: Hojin Lee Ph. D.
61 Daehak-ro, Jeungpyeong-gun, Chungbuk, 27909, Republic of Korea
Tel: +82-43-820-5338 Fax: +82-43-820-5850, E-mail: hojin@ut.ac.kr

학회지 구독이나 회원관리 및 회비관련 문의: 010-8290-8980, E-mail: ksfan88@hanmail.net
논문투고관련 문의: 010-4907-3711, E-mail: foodnutr1@naver.com
주소: 대구광역시 북구 영송로 15 대구보건대학교 식품영양학과 내((우)41453)
전화: 053-320-1366, 팩스: 053-320-1440

Copyright ©2024 by The Korean Society of Food and Nutrition
This work was supported by the Korean Federation of Science and Technology Societies(KOFST) grant funded by the Korean government.

본 사업은 기획재정부의 복권기금 및 과학기술정보통신부의 과학기술진흥기금으로 추진되어 사회적 가치 실현과 국가 과학기술 발전에 기여합니다.

한국식품영양학회지

제 37권 2호 2024년 4월

목 차

<연구논문>

- 57 효모 및 전처리를 달리하여 제조한 캬벨알리 첨가 약주의 품질 특성 박혜진 · 권누리 · 박재은 · 신현만 · 김주형 · 엄현주
- 67 대체 감미료를 활용한 저당 유자 시럽 제조 및 이화학적 특성 조사 박윤하 · 이보배 · 임애은 · 조정용 · 남승희
- 80 충북산 토종고추의 계통별 품질 분석 박재은 · 박혜진 · 강혜정 · 김성겸 · 신현만 · 김홍태 · 엄현주
- 88 장아찌의 종류와 저장기간에 따른 나트륨 함량 변화
- 건더기와 양념(국물)의 구분 분석법을 적용하여 - 최지유 · 김소영
- 100 국내 시중 유통 작두콩차의 품질특성 및 항산화특성 박유진 · 황엄지 · 유경단 · 우관식
- 110 도라지 잎 에탄올 추출물의 주요 성분 분석 및 마우스 대식세포와 인체 폐암세포에서 항염효과
..... 이정민 · 배병준 · 최지림 · 정영신

<연구노트>

- 123 국내산 백태 품종의 지방산 및 유리아미노산 조성 이경행
- 129 ■ 학회소식
- 131 ■ 저자 체크표
- 132 ■ 저작권 이전 동의서
- 133 ■ 연구윤리서약서
- 134 ■ 한국식품영양학회 회칙
- 140 ■ 한국식품영양학회 연구윤리 규정
- 151 ■ 한국식품영양학회 논문 투고 규정

THE KOREAN JOURNAL OF FOOD AND NUTRITION

Vol. 37, No. 2, April 2024

CONTENTS

<Original Articles>

- 57 **Quality Characteristics of Campbell Early added Korean Traditional Wines (*Yakju*) with Different Yeast and Pretreatment**
..... Hyejin Park, Nu Ri Kwon, Jae Eun Park, Hyunman Shin, Ju-Hyoung Kim and Hyun-Ju Eom
- 67 **Production Process and Physiochemical Characterization of Low-sugar Yuzu Syrup**
..... Yunha Bak, Bo-Bae Lee, Ae Eun Im, Jeong-Yong Cho and Seung-Hee Nam
- 80 **Quality Characteristics of by Lines of Native Pepper Grown in Chungbuk Province**
..... Jae Eun Park, Hye Jin Park, Hye Jeong Kang, Seong Kyeom Kim,
Hyun-Man Shin, Heung Tae Kim and Hyun-Ju Eom
- 88 **Changes in Sodium Content by Type of Jangajji and Length of Storage Period**
- By Applying an Analysis Technique to Differentiate Solid Ingredients from Seasoning Liquid -
..... Jiyu Choi and So-young Kim
- 100 **Quality Characteristics and Antioxidant Characteristics of Sword Bean Tea Distributed in Domestic Markets**
..... You-jin Park, Eom-ji Hwang, Gyeong-dan Yu and Koan Sik Woo
- 110 **Analysis of Major Constituents of an Ethanol Extract of *Platycodon grandiflorum* Leaves and Protective Effects on Inflammation in Murine Macrophage and Human Lung Carcinoma Cells**
..... Jung Min Lee, Byeong Jun Bae, Jee-Lim Choi and Young-Shin Chung

<Review>

- 123 **Fatty Acid and Free Amino Acid Composition of Major Domestic Soybean Cultivars**
..... Kyung-Haeng Lee
- 129 ■ **News of the Korean Society of Food and Nutrition**
- 131 ■ **Checklist for Original Article**
- 132 ■ **Copyright Transfer and Statement of Originality Korean Journal of Food and Nutrition**
- 133 ■ **Declaration of Ethical Conduct in Research**
- 134 ■ **The Rules of the Korean Society of Food and Nutrition**
- 140 ■ **Research Ethics Rules of the Korean Society of Food and Nutrition**
- 151 ■ **Guidelines for Submitting Manuscripts**

효모 및 전처리를 달리하여 제조한 캠벨얼리 첨가 약주의 품질 특성

박혜진 · 권누리* · 박재은 · 신현만** · 김주형** · †엄현주

충청북도농업기술원 지방농업연구소, *충청북도농업기술원 연구원, **충청북도농업기술원 지방농업연구소

Quality Characteristics of Campbell Early added Korean Traditional Wines (*Yakju*) with Different Yeast and Pretreatment

Hyejin Park, Nu Ri Kwon*, Jae Eun Park, Hyunman Shin**, Ju-Hyoung Kim** and †Hyun-Ju Eom

Associate Researcher, Chungcheongbukdo Agricultural Research and Extension Services, Cheongju 28130, Korea

*Researcher, Chungcheongbukdo Agricultural Research and Extension Services, Cheongju 28130, Korea

**Senior Researcher, Chungcheongbukdo Agricultural Research and Extension Services, Cheongju 28130, Korea

Abstract

The objective of this study was to investigate the quality characteristics of Campbell Early grape-added traditional Korean wines (*yakju*) prepared with different yeasts and pretreatments. The first pretreatment (A) was prepared by crushing the grapes, the second method (B) was prepared by heating the grapes at 60~70°C for 30 minutes, and the third method (C) was prepared by freeze-concentrating grape juice. The pH of the fermented wines ranged from 3.77 to 4.10, and the total acidity of the samples ranged from 0.32 to 0.62%. The a value (redness) ranged from -0.40 to 17.89, which was higher in Campbell Early-added samples than in the controls (grapes not added). Total polyphenol content was the highest in samples prepared by crushing or heating Campbell Early grapes with ES22, and the total flavonoid contents were the highest in samples prepared by crushing Campbell Early grapes with ES22. The anthocyanin contents were also the highest in the samples fermented by heating Campbell Early grapes. ABTS and DPPH radical scavenging activities were also the highest (84.08 and 77.56%, respectively) in samples fermented by heating Campbell Early grapes.

Key words: yeast, Campbell Early, Korean fermentation wine, fermentation, quality characteristics

서 론

우리나라 전통주로는 탁주, 약주 등의 여러 종류의 술이 있으며, 감미, 산미, 고미 등의 맛이 어우러진 발효주이다 (Jeong 등 2015). 전통주의 주원료는 쌀을 비롯한 곡류 및 고구마, 감자 등의 전분질이 풍부한 원료를 사용하는데 이들을 알코올 발효에 이용하기 위해서는 전분질을 분해하는 효소 및 분해된 당질을 이용하여 알코올 발효를 시작하기 위한 효모가 필요하다(Han 등 1997). 최근에는 전통주 중 탁주와 막걸리에 대해 신제품과 기능성에 대한 연구가 활발히 진행되고 있고 특히 기능성을 가진 제품이 개발되어 시판되고 있

며(Lee 등 2005, Lee 등 2010), 기능성 청주, 약주에 대한 소비자 수요가 증가하여 주류 업계에는 신제품 및 리뉴얼 제품 출시로 시장 상황에 대응하고 있다(Seo & Ryu 2002; Shin 등 2016). 주세법상 탁주와 약주는 곡류 기타 전분이 함유된 물료 또는 전분당과 국 및 물을 원료로 하여 발효시킨 주요(술덧)를 여과하지 않고, 혼탁하게 제성한 또는 발효제성과정에서 대통령령이 정하는 물료를 첨가한 것으로 되어 있고, 약주는 발효시킨 술덧을 여과제성한 것 또는 그 발효 제성과정에서 대통령령이 정하는 물료를 첨가한 것으로 되어 있는데(Lee 등 2004a), 특히 부재료로 사용되는 약용식물에 함유되어 있는 생리기능성 물질이 약주 발효과정 중에 생성되거나 용출되

† Corresponding author: Hyun-Ju Eom, Associate Researcher, Chungcheongbukdo Agricultural Research and Extension Services, Cheongju 28130, Korea. Tel: +82-43-220-5691, Fax: +82-43-220-5679, E-mail: hyunjueom@korea.kr

는 것으로 알려져 있어 이를 통한 약주의 건강기능성 향상에 기여할 수 있다(Lee & Kim 2011). 또한 국내에서의 주류 소비는 전반적으로 감소 추세인데 반해, 전통주 시장 규모는 소폭으로 성장하고 있으며(National Tax Service 2020), 최근 젊은층들을 중심으로 전통주에 관한 관심이 증가하고 있어 다양한 소재를 활용한 탁주 및 약주 등의 전통주 개발이 필요하다.

한편 포도는 세계적으로 광범위하게 재배되는 과실 중 하나로써 우리나라에서는 포도 생산량의 90%가 생과로 소비되고 있으며(Park & Kim 2000), 포도에는 anthocyanin, catechin, quercetin 및 resveratrol 등의 폴리페놀을 다량 함유하고 있다(Iacopini 등 2008). 국내에서는 일반적으로 양조용 유럽계통의 *Vitis vinifera*종의 노지재배가 어렵기 때문에 *Vitis labrusca* 품종을 이용하여 와인을 양조하고 있으며, 주로 캠벨얼리(Campbell Early), MBA(Muscat Bailey A) 등을 이용하여 와인(Lee 등 2004b) 등 양조에 이용하고 있다. 또한 캠벨얼리는 내한성이 강하며 한국의 토질과 기후에 적합하고, 완숙이 되면 단맛과 신맛을 나타내며, 미국종 특유의 향미가 있어 주로 생과용으로서 사용되는 품종으로 알려져 있다(Kim MA 2015). 하지만 캠벨얼리 포도는 국내에서 많이 생산되고 있을 뿐만 아니라 주로 와인 등 양조 재료에 많이 이용되고 있으며 특유의 단맛과 신맛이 우리나라 소비자들에게 거부감을 주지 않기 때문에 다양한 발효주 양조용 소재로서의 검토 또한 필요하다.

과실 등을 소재를 이용한 탁주 및 약주 제조 및 품질향상에 관한 연구로는 키위를 첨가한 막걸리의 품질특성 연구(Kim 등 2013a)에서 키위의 영양학적 효용성을 겸비한 기능성 막걸리의 제조에 관해 품질을 검토하였으며, 오미자를 첨가하여 제조한 막걸리(Kim 등 2007) 및 오미자약주(Cho 등 2012) 제조 및 품질특성에 관한 연구, 유자즙을 첨가하여 제조한 막걸리의 발효 기간 중 이화학적 특성 및 제조된 막걸리의 관능적 특성(Yang & Eun 2011) 및 백년초 분말과 키도 올리고당을 첨가한 탁주의 제조 및 품질특성(Park 등 2011) 등이 있다. 캠벨얼리 포도를 이용한 양조연구로는 캠벨얼리를 이용하여 국내에서 시판하는 12종의 효모를 이용하여 발효 특성과 포도주 품질에 대한 연구(Roh 등 2008), 캠벨얼리를 이용하여 만든 포도주의 산도 감소에 관한 연구(Lee & Kim 2006) 및 동결 농축 캠벨얼리 포도 과즙의 무가당 적포도주 발효 특성(Hwang & Park 2009) 등 주로 와인 제조에 관한 연구가 대부분으로 탁주 및 약주에 관한 연구가 미비하다. 또한 양조 시 알코올 발효에 있어 매우 중요한 역할을 하는 미생물에 따른 발효주의 품질에 관한 연구로는 주류의 풍미 및 품질 향상을 위한 야생 효모의 분리 및 특성 분석에 관한 연구(Baek 등 2015), 누룩 종류에 따른 현미 탁주의 품

질 특성연구(Woo 등 2010a), Woo 등(2010b)의 수수 첨가량 및 누룩의 종류를 달리하여 제조한 발효주의 이화학적 특성에 관한 연구 및 Yoon 등(2015)이 토종효모를 이용한 블루베리 발효주의 발효 특성 및 항산화 활성에 관해 보고하였다.

본 연구에서는 전통주인 약주 제조 시 소재로 포도를 첨가함에 있어 국내에서 재배되는 캠벨얼리 포도를 양조 재료로 다양한 전처리 방법으로 첨가하여 양조적성을 검토하였으며 양조 시 알코올 발효에 필수적인 미생물인 효모를 시판용 효모와 개발한 효모의 종류별로 이용해 양조한 약주의 품질 특성과 기능성 등을 조사하여 다양한 전통주 개발을 위한 가능성을 제시하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 실험재료

본 연구에서 실험 재료로 사용한 포도는 충북 영동군에서 2022년에 재배한 캠벨얼리를 사용하였으며 짙은 2021년에 생산한 청원생명쌀(Cheongwon Saeng-myeong Cooperative Rice Center, Cheongju, Korea)을 구입하여 사용하였다. 양조에 사용한 누룩은 서울곡(Songhagokja Co., Ltd., Gwangju, Korea)을 사용하였으며, 효모는 시판 균주로는 퍼미빈(yeswine, Yeongdong, Korea)과 라빠리장(yeswine, Yeongdong, Korea)을 사용하였고, 개발한 효모 균주로는 충청북도농업기술원 와인연구소에서 개발한 국내 재배 포도 발효액에서 분리한 내당성 및 알코올 내성이 있으며 양조 적성이 우수한 특징이 있는 와인 생산용 효모 특허균주인 ES22(제 10-2204584호)를 사용하였다. 일반 품질 특성 분석 시약 및 기능성 성분 및 항산화 활성 분석에 사용된 gallic acid, Folin-Ciocalteu reagent, sodium carbonate, Rutin, diethylene glycol, ABTS(2,2'-azino-3-ethylbenzothiazoline-6- sulfonic acid), potassium persulfate, DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) 시약은 Sigma Chemical Co.(St. Louis, MO, USA) 등에서 구입한 특급 및 HPLC 등급 시약을 사용하였다.

2. 캠벨얼리 전처리에 따른 약주 제조 방법

포도의 전처리 방법에 따른 포도 첨가 약주를 제조하기 위하여 Yoon 등(2020)의 연구를 일부 변형하여 약주를 제조하였다. 또한 포도의 전처리 방법에 따라 기능성 및 생리활성에 차이를 비교하기 위해 캠벨얼리 포도는 3가지 방법으로 전처리하여 약주 제조에 첨가하였다. 즉, A처리구는 포도를 손으로 으갠 후 첨가 하였으며, B처리구는 포도를 으개지 않고 60~70°C에서 30분간 저어주며 가열처리 하여 첨가하였다. C처리구는 착즙기(Hurom, Gimhae, Korea)를 이용하여 즙을 내고 하루동안 동결한 후 포도즙의 양이 50%가 될 때까지

녹여 동결농축한 다음에 첨가하였다. 모든 처리구에 메타중아황산칼륨을 0.01% 처리하여 -70°C 의 저온 냉동고(DuoFreez U500, Wonju, Korea)에서 보관하고 약주 제조 시 2단 담금 단계에서 재료로 사용하였다.

다음으로 쌀은 흐르는 물에 이물질을 제거하며 깨끗한 물이 나올 때까지 2-3회 깨끗이 세척한 다음에 1시간 동안 물에 침지하고 침지한 물을 1시간 동안 제거한 다음, 찹기에서 1시간 동안 증자하여 완성된 고두밥은 넓게 펴서 식힌 후 양조용 재료로 사용하였다. 첨가한 양조 재료는 먼저 1단 담금 시 찻쌀의 무게를 기준으로 소울곡은 10%를 첨가하였고, 물은 1.5배로 첨가하였다. 효모는 시판 균주인 퍼미빈과 라빠리장, 특히 균주인 ES22를 첨가하였으며 포도를 첨가하지 않은 대조구에는 시판 균주인 퍼미빈을 사용하였다. 찻쌀 기준으로 1%(w/w)를 첨가 전에 활성화하여 첨가하였다. 알코올로 깨끗이 소독한 15 L 발효용기(yeswine, Yeongdong, Korea)에 발효 온도는 20°C 를 유지하여 발효 기간은 3일간 발효하였고, 1단 담금 후 발효 기간 3일 이후에 2단 담금을 실시하였다. 2단 담금은 1단 담금과 동일한 양의 쌀에 앞의 방법으로 전처리한 포도를 쌀과 같은 비율로 각각 첨가하였고, 물은 찻쌀을 기준으로 1.5배를 넣어 주었으며 효모의 양은 1단 담금 때와 동일하게 하여 첨가하여 발효를 하였다. 포도 첨가 약주를 발효 온도 20°C 에서 12일 동안 발효하였으며 캠벨얼리 첨가 약주를 제조하기 위해 발효가 끝난 다음 시료를 여과하여 하루 동안 침전시켜 맑은액을 취하여 제조하였고, 일주일 간격으로 상정액을 취하며 시료의 품질 및 기능성 분석 실험에 사용하였다.

3. 품질 분석

1) pH, 총산, 당도

포도 첨가 약주의 일반 품질특성을 분석하기 위해 먼저 pH meter(Sartorius AG, Goettingen, Germany)를 이용하여 pH를 측정하였고, 총산 함량은 시료 10 mL에 1% phenolphthalein 2-3 방울 넣고 0.1 N NaOH를 가하여 pH 8.2가 되는 시점을 종말점으로 적정한 다음에 0.1 N NaOH의 소비된 양으로부터 젯산으로 환산하여 분석하였으며 당도($^{\circ}\text{Brix}$)는 디지털당도계(PAL-1, Atago, Tokyo, Japan)를 이용하여 측정하였다(Park 등 2018).

2) 알코올 함량

시료의 알코올 함량은 국제청주류분석법(NTSTSI 1999)의 증류법을 기준으로 측정하였는데 먼저, 약주 100 mL를 취하여 여기에 증류수 100 mL를 혼합한 후 증류한 다음 증류액이 70 mL가 되면 증류를 중지하였다. 그리고 나서 받은 증류액을 증류수로 100 mL에 맞추어 정용한 다음 이 증류액의

온도가 $10\sim 15^{\circ}\text{C}$ 가 되도록 냉각시키고 주정계를 사용하여 측정하였다. 그리고 나서 주정분 온도 환산표를 이용하여 대입해 시료의 알코올 함량을 나타내었다.

3) 색도

시료의 색도를 분석하기 위해 시료 15 mL를 취하여 색도 색차계(CM-3500d, Minolta, Tokyo, Japan)를 이용하여 측정하였는데 시료의 색도는 각각의 3회 측정된 값의 평균값으로 나타내었다. 이때의 표준백색판의 색도는 $L=96.89$, $a=-0.07$, $b=-0.18$ 이었으며 시료의 명도는 L값(lightness), 적색도는 a값(redness), 황색도는 b값(yellowness)으로 나타내었다(Park 등 2022).

4) 환원당 함량

환원당 함량 분석은 dinitrosalicylic acid(DNS)법(Luchsinger & Cornesky 1962)을 변형하여 진행하였다. 시료 200 μL 에 DNS 시약 400 μL 를 넣고 끓는 물에서 5분간 증탕 후 1 mL의 증류수를 혼합하고 원심 분리하여 상등액을 취하여 분광광도계(Carry UV-Vis spectrophotometer, Agilent Technologies, Santa Clara, CA, USA)를 이용해 흡광도를 측정하였다(550 nm). 이때 환원당 함량을 정량하기 위해 glucose(Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA)를 표준물질로 위의 방법과 동일하게 실험하여 작성한 환원당 함량 표준곡선으로부터 환산하였다.

4. 기능성 성분 및 항산화 활성 분석

1) 총 폴리페놀 함량

포도 첨가 약주의 기능성 성분 및 항산화 활성을 분석하기 위해 먼저, 총 폴리페놀 함량은 Folin-Ciocalteu phenol reagent를 이용하여 청색으로 발색되는 원리를 이용해 분석하였다. 즉, 시료 50 μL 에 2% Na_2CO_3 1 mL를 혼합하여 3분간 방치하고, 50% Folin-Ciocalteu's phenol reagent(Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA) 50 μL 를 혼합하여 1시간 반응시킨 후에 분광광도계를 이용해 750 nm에서 흡광도 값을 측정하였다. 이때, gallic acid를 표준물질로 사용하여 동일하게 실험해 검량선을 작성하였으며 시료의 총 폴리페놀 함량을 나타내었다(Amerine & Ough 1980).

2) 총 플라보노이드 함량

총 플라보노이드 함량은 colorimetric의 방법 중 Zhuang 등(1992)을 변형하여 실험하였다. 즉, 시료 용액 200 μL 또는 Rutin을 4 mL의 diethylene glycol 및 600 μL 의 1 N NaOH와 혼합하여 실험을 진행하였다. 반응액을 37°C 에서 60 min 반

응시킨 다음 분광광도계를 이용해 흡광도를 420 nm에서 측정하였다. 표준물질은 Rutin을 사용하여 검량선을 작성하였고, 총 플라보노이드 함량은 Rutin의 검량선에 기초해 환산하여 나타내었다.

3) 탄닌 함량

탄닌 함량을 분석하기 위해 Duval & Shetty(2001)의 방법에 따라 먼저, 시료를 여과하여 10배 희석한 시료 1 mL에 95% ethanol 1 mL와 증류수 1 mL를 가하여 진탕하고, 5% Na₂CO₃ 용액 1 mL와 1 N Folin-Ciocalteu's re-agent(Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA) 0.5 mL를 첨가한 후 실온에서 60분간 발색시킨 다음 분광광도계를 이용해 725 nm에서 흡광도를 측정하였다. 시료의 탄닌 함량은 tannic acid 표준품을 이용해 동일하게 실험한 표준곡선으로 양을 환산하였다.

4) 총 안토시아닌 함량 분석

안토시아닌 분석은 Cheng & Breen(1991)의 방법을 일부 변형하여 분석하였다. 즉, 시료 500 µL에 4,500 µL의 0.025 M potassium chloride buffer(pH 1.0)와 0.4 M sodium acetate buffer(pH 4.5)를 각각 혼합한 후 520 nm와 700 nm에서 흡광도를 측정하였으며 총 안토시아닌의 함량(mg/L)은 cyanidin-3-glucoside의 몰흡광계수($\epsilon=26,900 \text{ M}^{-1}\text{cm}^{-1}$)를 이용하여 아래의 식에 의해 산출하였다.

$$\text{Anthocyanin content (mg/L)} = \frac{A \times MW \times DF \times 1000}{\epsilon \times 1}$$

$$(A=(A_{520} - A_{700})\text{pH}_{1.0} - (A_{520} - A_{700})\text{pH}_{4.5})$$

$$MW=449.2, DF=\text{dilution factor}, \epsilon=26,900)$$

5) ABTS 라디칼 소거능 분석

시료의 항산화 활성을 확인하기 위해 라디칼 소거능을 분석하였다. 먼저, ABTS 라디칼 소거능은 ABTS(2,2'-azino-3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) 7.4 mM ABTS(Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA)와 2.6 mM potassium persulfate를 하루 동안 암소에 방치하여 ABTS 양이온을 형성시킨 후 이 용액을 735 nm에서 흡광도가 1.4~1.5가 되도록 증류수로 희석하여 실험하였는데 이렇게 희석된 ABTS 용액 1 mL에 시료 50 µL를 혼합하여 30분 동안 반응시킨 후 흡광도를 측정하였다(735 nm). ABTS 라디칼의 소거능은 시료 첨가구와 시료를 첨가하지 않은 대조구의 흡광도를 백분율(%)로 나타내었다(Re 등 1999).

6) DPPH 라디칼 소거능 분석

시료의 DPPH 라디칼 소거능은 DPPH(1,1-diphenyl-2-

picrylhydrazyl) 0.4 mM DPPH(Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA) 용액을 525 nm에서 흡광도 값이 1.3~1.4가 되도록 희석한 다음 분석 하였다. 즉, 시료 0.2 mL에 희석한 DPPH 용액 0.8 mL를 가한 후 실온에서 30분 동안 반응시킨 다음 525 nm에서 흡광도를 측정하였다. DPPH 라디칼 소거능은 시료 첨가구와 비첨가구(대조구)의 흡광도 차이를 백분율(%)로 나타내었다(Choi 등 2003).

5. 통계분석

모든 실험은 3번 반복 실시하였으며 평균값과 표준편차를 산출하였다. 또한 실험 결과의 통계적 유의성을 확인하기 위해 SPSS 통계프로그램(Statistical Package for the Social Science, Ver 12.0 SPSS Inc., Chicago, State of Illinois, USA)을 이용하여 $p<0.05$ 수준으로 Duncan's multiple range test로 검증하였고 효모 종류별 및 포도 전처리에 따른 실험 결과에 대해 각각 일원배치분산분석(one-way ANOVA test)을 실시하였고, Duncan multiple range test로 유의성을 검증하였다.

결과 및 고찰

1. 효모 및 전처리를 달리하여 제조한 캠벨얼리 첨가 약주의 일반 품질 특성

효모 및 포도 전처리를 달리하여 제조한 캠벨얼리 첨가 약주의 일반 품질 특성 및 색도를 분석한 결과는 Table 1 및 Table 2와 같다. 일반 품질 특성으로는 pH, 당도, 환원당, 총산 및 알코올 함량과 색도를 분석하였다. 먼저 pH는 3.77~4.10, 총산은 0.32~0.62%로 분석되어 특히 균주인 ES22로 제조한 시료에서 pH는 낮고 총산은 높은 것으로 나타났다($p<0.05$). 알코올 발효과정 중 pH는 숙성 및 저장 중 잡균의 오염에 영향을 주며(Park 등 2004), 막걸리에서의 총산은 휘발성 향기 성분과 함께 막걸리의 맛, 냄새와 직접 관련되어 있으며, 보존성에도 영향을 준다고 알려져 있다(Lee 등 2002). Lee & Kim(1995)이 약주를 14주간 저장하는 동안 약주의 pH가 4.0 부근에서 안정된 상태를 유지한다고 보고하였으며, 전통 발효주의 경우 pH 3.4 정도와 약 0.54%의 산도를 보이는 것으로 보고하였다(Kim 등 1996). 본 연구에서는 약주 제조 시 캠벨얼리를 첨가하였을 경우 대조구보다 약주의 총산이 대체로 증가하는 것으로 나타났고 특히 ES22 효모로 발효한 시료에서 가장 높았으며($p<0.05$) 포도 전처리에 따른 차이는 크지 않은 것으로 나타났다.

발효가 완료된 시료의 알코올 함량은 11.6~13.60%로 분석되었으며 당도(가용성 고형분 함량)는 7.90~9.37 °Brix로 나타났고, 환원당 함량은 0.33~1.26%로 분석되어 모든 처리구에서 발효가 완료된 것으로 나타났는데 탁주 제조 중 당류의

Table 1. Chemical characteristics of Korean traditional wines (*yakju*) with different yeast and pretreatment^{1),2)}

| Sample | pH | | | Total acidity (% w/v) | | | Soluble solid (°Brix) | | | Reducing sugar contents (%) | | | Alcohol contents (%) | | |
|---------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|-----------------------------|-------------------------|-------------------------|----------------------|-------|-------|
| | A | B | C | A | B | C | A | B | C | A | B | C | A | B | C |
| Control | 3.95±0.01 ^a | | | 0.34±0.00 ^c | | | 8.87±0.05 ^b | | | 0.55±0.01 ^d | | | 12.80 | | |
| ES22 | 3.77±0.03 ^{Cb} | 3.84±0.00 ^{Ca} | 3.78±0.03 ^{Cab} | 0.60±0.01 ^{Aa} | 0.58±0.00 ^{Ab} | 0.62±0.00 ^{Aa} | 8.70±0.08 ^{Ab} | 8.50±0.00 ^{Bc} | 9.20±0.00 ^{Ba} | 0.51±0.01 ^{Bb} | 0.43±0.01 ^{Bc} | 0.79±0.01 ^{Ba} | 11.80 | 12.00 | 12.40 |
| La Parisienne | 4.10±0.01 ^{Aa} | 4.08±0.00 ^{Aa} | 4.07±0.02 ^{Aa} | 0.32±0.00 ^{Ca} | 0.32±0.00 ^{Ca} | 0.32±0.00 ^{Ca} | 7.97±0.05 ^{Aa} | 7.87±0.05 ^{Cb} | 7.90±0.00 ^{Cab} | 0.35±0.01 ^{Cb} | 0.39±0.01 ^{Ca} | 0.33±0.01 ^{Cc} | 13.00 | 12.80 | 13.60 |
| Fermivin | 3.89±0.01 ^{Bb} | 3.93±0.01 ^{Ba} | 3.87±0.02 ^{Bb} | 0.39±0.00 ^{Bb} | 0.39±0.00 ^{Bb} | 0.42±0.00 ^{Ba} | 8.60±0.00 ^{Bd} | 8.70±0.00 ^{Ac} | 9.37±0.05 ^{Aa} | 0.70±0.01 ^{Ac} | 0.78±0.02 ^{Ab} | 1.26±0.02 ^{Aa} | 11.90 | 11.60 | 12.10 |

¹⁾ All values are mean±S.D. of triple determinations.

²⁾ Different capital letters in the same items indicate a significant difference ($p<0.05$) among different yeast. Different small letters in the same items indicate a significant difference ($p<0.05$) among different pretreatment.

The name of the yeast used: ES22, La Parisienne, Fermivin.

Control (not added grapes); A, crushing grapes; B, heating grapes at 60~70°C for 30 min; C, freeze concentrating grape juice.

Table 2. Colorimetric characteristic of Korean traditional wines (*yakju*) with different yeast and pretreatment^{1),2)}

| Sample | L (Lightness) | | | a (Redness) | | | b (Yellowness) | | |
|---------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|
| | A | B | C | A | B | C | A | B | C |
| Control | 97.54±0.01 ^a | | | -0.40±0.01 ^d | | | 4.11±0.02 ^c | | |
| ES22 | 81.31±0.01 ^{Cb} | 89.12±0.01 ^{Ca} | 80.76±0.02 ^{Cc} | 17.89±0.01 ^{Aa} | 10.33±0.00 ^{Ac} | 17.10±0.02 ^{Ab} | 19.16±0.03 ^{Bb} | 4.86±0.01 ^{Ac} | 22.12±0.02 ^{Ca} |
| La Parisienne | 86.37±0.00 ^{Ac} | 92.74±0.01 ^{Aa} | 86.98±0.05 ^{Ab} | 12.07±0.01 ^{Ca} | 7.15±0.01 ^{Cc} | 8.29±0.00 ^{Cb} | 21.94±0.02 ^{Ab} | 3.34±0.02 ^{Bc} | 27.55±0.02 ^{Aa} |
| Fermivin | 85.94±0.00 ^{Bd} | 91.21±0.00 ^{Bb} | 85.87±0.02 ^{Bc} | 12.13±0.02 ^{Ba} | 9.67±0.01 ^{Bc} | 10.24±0.01 ^{Bb} | 18.89±0.01 ^{Cb} | 3.10±0.02 ^{Cd} | 26.55±0.02 ^{Ba} |

¹⁾ All values are mean±S.D. of triple determinations.

²⁾ Different capital letters in the same items indicate a significant difference ($p<0.05$) among different yeast. Different small letters in the same items indicate a significant difference ($p<0.05$) among different pretreatment.

The name of the yeast used: ES22, La Parisienne, Fermivin.

Control (not added grapes); A, crushing grapes; B, heating grapes at 60~70°C for 30 min; C, freeze concentrating grape juice.

양적 변화에 관한 연구에서 총당과 환원당의 함량이 2단 담금 직후인 3일 후부터 급격히 감소한다고 보고하였으며(Kim CJ 1963), 일반적으로 막걸리의 알코올 농도는 발효 조건에 따라 달라지고 최종 12~15%이며 여기에 물을 첨가하여 6~8%의 알코올 농도를 유지하고 있다고 알려져 있다(Kwon 등 2011).

효모 및 전처리별 캠벨얼리 첨가 약주의 색도를 비교하기 위해 Hunter L, a, b를 측정하였다(Table 2). 먼저 명도인 L값은 80.76~97.54로 분석되어 대조구에서 가장 높은 값을 나타내었고, 적색도인 a값은 -0.40~17.89로 나타나 캠벨얼리를 첨가한 시료에서 대조구보다 높은 적색도를 나타내었는데($p<0.05$), 이것은 캠벨얼리 포도 껍질의 안토시아닌 성분의 붉은 색소가 발효 과정 중 용출되어 약주의 적색도가 높아진 것으로 판단되며 Choi 등(1995)의 연구에서도 발효과정을 통해 오미자의 안토시아닌계 색소의 용출로 인해 무첨가구의 적색도와 색차값의 차이가 크게 나타났다고 하였다. 포도 전처리별 적색도는 모든 효모에서 포도를 으개서 첨가한 약주에서 높은 것으로 나타났고 효모 종류별로 비교하면 a값은 모든 처리구에서 특히 효모인 ES22로 발효한 시료에서 유의

적으로 높은 값을 나타내었는데($p<0.05$), Lee 등(2013)의 연구에서도 효모의 종류를 달리한 복분자 발효주의 색도는 효모 종류에 따라 유의적인 차이를 나타내었다고 보고하였다. 따라서 포도를 으개서 첨가하고 ES22 효모로 발효하면 적색도가 높은 약주 제조가 가능할 것으로 판단된다. 황색도인 b값은 3.10~27.55로 분석되었는데 효모별 차이보다는 전처리별 차이가 나타나 으개 포도를 첨가한 A와 동결농축 포도즙을 첨가한 C에서 전반적으로 높은 값이 분석되었다.

2. 효모 및 전처리별 캠벨얼리 첨가 약주의 기능성 성분

효모 종류와 전처리에 따른 캠벨얼리 첨가 약주의 기능성 성분으로 총 폴리페놀, 총 플라보노이드, 탄닌 및 안토시아닌 함량을 분석하였다. 총 폴리페놀 함량 분석 결과 36.16~53.08 mg/100 mL로 나타나(Fig. 1) 효모별 총 폴리페놀 함량은 모든 전처리에서 특히 효모인 ES22로 발효한 시료에서 유의적으로 가장 높은 값을 나타내었으며($p<0.05$), 전처리별 총 폴리페놀 함량은 ES22 효모로 발효한 약주에서는 A 및 B 처리구에서 높았고, 라파리장 효모로 발효한 약주에서는 포도를 가열처리하여 첨가한 B처리구에서 가장 높았으나

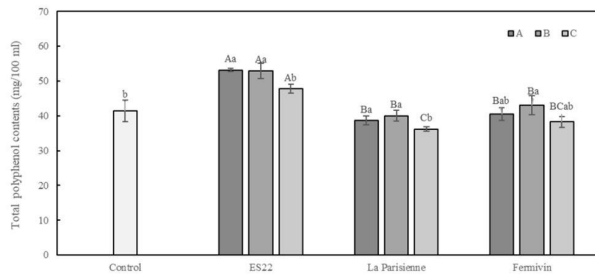


Fig. 1. Total polyphenol contents of Korean traditional wines (*yakju*) with different yeast and pretreatment. ¹⁾ All values are mean±S.D. of triple determinations. ²⁾ Different capital letters in the same items indicate a significant difference ($p<0.05$) among different yeast. Different small letters in the same items indicate a significant difference ($p<0.05$) among different pretreatment. The name of the yeast used: ES22, La Parisienne, Fermivin. Control (not added grapes); A, crushing grapes; B, heating grapes at 60~70°C for 30 min; C, freeze concentrating grape juice.

A와 유의적인 차이는 없었으며 퍼미빈 효모로 발효한 약주에서는 캠벨얼리를 가열처리하여 첨가한 B처리구에서 유의적으로 가장 높은 총 폴리페놀 함량을 나타내었다($p<0.05$). 이는 peanut hulls를 고온에서 볶음처리 하였을 때 열처리 시간이 증가할수록 총 폴리페놀 함량이 증가하는 연구(Lee 등 2006), 발효 전 포도 으깬이의 열처리 온도 50°C, 60°C, 70°C로 와인을 제조했을 때, 열처리 온도가 증가함에 따라 총 폴리페놀 함량이 증가하였다는 연구와 일치하였다(Chang 등 2010). 총 플라보노이드 함량은 10.59~20.25 mg/100 mL로 포도를 첨가하지 않은 대조구보다 캠벨얼리를 첨가한 처리구에서 높은 함량을 나타내었다(Fig. 2). 이는 Park 등(2022)의 수수와 옥수수 첨가 비율별 발효주의 총 플라보노이드 함량 분석 결과 10.63~18.44 mg/100 mL와 유사한 함량이었으며 포도 전처리에 따른 총 플라보노이드 함량은 모든 효모에서 캠벨얼리 포도를 으개서 첨가한 A처리구에서 높은 것으로 나타났으며 효모별 차이는 ES22 효모로 발효한 약주에서 높은 값을 나타내었다($p<0.05$). 플라보노이드는 페놀 화합물의 일종으로 *in vitro* 연구에서 항산화, 항염증 및 항암효과를 보이는 것으로 알려져 있다(Ahn 등 2007). 탄닌 함량 분석결과는 Fig. 3과 같으며 24.52~39.39 mg%으로 나타나 모든 처리구에서 ES22 효모로 발효한 시료에서 가장 높은 것으로 분석되었다($p<0.05$). 캠벨얼리 포도 전처리별 약주의 탄닌 함량은 ES22의 경우 포도를 가열처리한 또는 으개서 첨가한 처리구에서 가장 높았고, 라파리장 및 퍼미빈 효모로 발효한 약주는 캠벨얼리를 가열처리해서 첨가한 시료에서 유의적으로 높은 것으로 나타났($p<0.05$). 이는 페놀성물질이 높은 온도

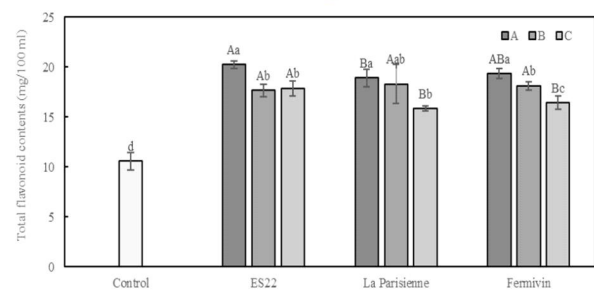


Fig. 2. Total flavonoid contents of Korean traditional wines (*yakju*) with different yeast and pretreatment. ¹⁾ All values are mean±S.D. of triple determinations. ²⁾ Different capital letters in the same items indicate a significant difference ($p<0.05$) among different yeast. Different small letters in the same items indicate a significant difference ($p<0.05$) among different pretreatment. The name of the yeast used: ES22, La Parisienne, Fermivin. Control (not added grapes); A, crushing grapes; B, heating grapes at 60~70°C for 30 min; C, freeze concentrating grape juice.

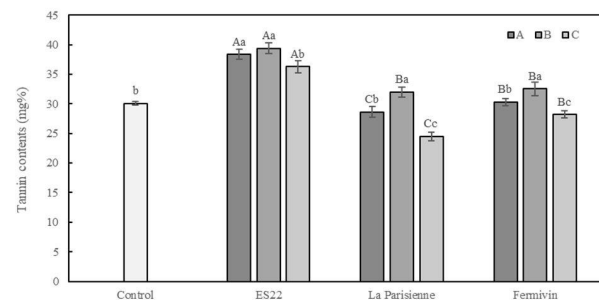


Fig. 3. Tannin contents of Korean traditional Korean traditional wines (*yakju*) with different yeast and pretreatment. ¹⁾ All values are mean±S.D. of triple determinations. ²⁾ Different capital letters in the same items indicate a significant difference ($p<0.05$) among different yeast. Different small letters in the same items indicate a significant difference ($p<0.05$) among different pretreatment. The name of the yeast used: ES22, La Parisienne, Fermivin. Control (not added grapes); A, crushing grapes; B, heating grapes at 60~70°C for 30 min; C, freeze concentrating grape juice.

에서 용출이 용이해지기 때문인 것으로 판단되며 발효 전 포도 으깬이의 열처리 온도가 상승함에 따라 탄닌의 함량이 증가되는 것으로 보고된 바 있으며(Chang 등 2010), 포도 착즙에 있어서는 포도를 80~90°C에서 60분간 열처리하는 것이 포도즙의 착즙수율과 색, 향, 맛에 있어서 우수한 포도즙을 생산할 수 있다는 보고(Kim 등 1999)가 있어 향후 관능적인

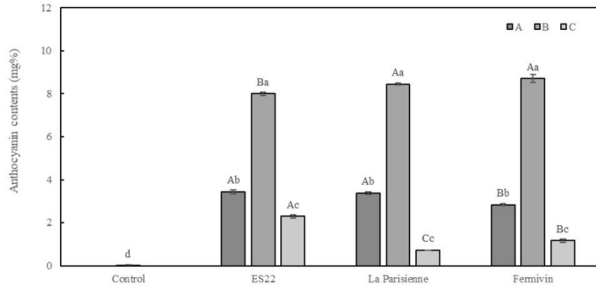


Fig. 4. Anthocyanin contents of Korean traditional Korean traditional wines (*yakju*) with different yeast and pretreatment. ¹⁾ All values are mean±S.D. of triple determinations. ²⁾ Different capital letters in the same items indicate a significant difference ($p<0.05$) among different yeast. Different small letters in the same items indicate a significant difference ($p<0.05$) among different pretreatment. The name of the yeast used: ES22, La Parisienne, Fermivin. Control (not added grapes); A, crushing grapes; B, heating grapes at 60~70°C for 30 min; C, freeze concentrating grape juice.

평가가 필요할 것으로 판단된다. 안토시아닌은 플라보노이드의 일종으로서 포도의 색상을 결정하는 대표적인 색소 물질로 anthocyanidin 배당체이며 포도 가공 식품의 품질 평가에 중요한 지표가 되는 색소 물질이다(Lee & Park 2004). 시료의 안토시아닌 함량을 분석한 결과 Fig. 4와 같이 0.02~8.71 mg%으로 포도를 첨가하지 않은 대조구에서 가장 낮은 함량이 분석되었고, A 및 C 전처리구에서는 ES22 효모를 사용한 약주에서 가장 높았으며 B 전처리구는 라파리장 및 퍼미빈에서 높았는데 모든 효모별 시료에서 특히 가열처리한 시료에서 가장 높은 안토시아닌 함량을 나타내어($p<0.05$) 8.00~8.71 mg%이 분석되었는데 이는 Kim 등(2013b)의 추출 방법에 따른 포도 추출액의 품질 특성과 항산화 활성 연구에서 80°C에서 열수 추출한 캠벨얼리 추출물의 안토시아닌 함량 10.5 mg%와 유사한 수치였다. 효모 및 전처리에 따른 캠벨얼리 첨가 약주의 기능성 성분을 분석한 결과 캠벨얼리 포도를 으깨거나 가열처리하여 첨가하고 ES22 효모로 발효한 약주에서 전반적으로 높은 총 폴리페놀, 총 플라보노이드, 탄닌 및 안토시아닌 함량을 나타내었다.

3. 효모 및 전처리별 캠벨얼리 첨가 약주의 항산화 활성

효모 및 전처리를 달리한 캠벨얼리 첨가 약주의 항산화 활성을 분석하기 위해 ABTS 및 DPPH 라디칼 소거능을 분석하였고 결과는 Fig. 5 및 Fig. 6과 같다. 먼저 ABTS 라디칼 소거능 분석 결과 32.19~84.08%로 분석되었으며 대조구보다 캠벨얼리 첨가 시료에서 높은 것으로 나타났는데 일반적인

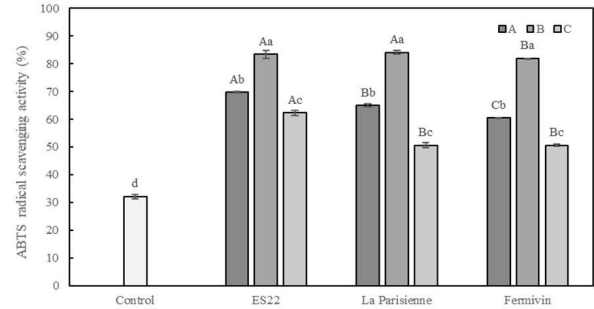


Fig. 5. ABTS free scavenging activity of Korean traditional Korean traditional wines (*yakju*) with different yeast and pretreatment. ¹⁾ All values are mean±S.D. of triple determinations. ²⁾ Different capital letters in the same items indicate a significant difference ($p<0.05$) among different yeast. Different small letters in the same items indicate a significant difference ($p<0.05$) among different pretreatment. The name of the yeast used: ES22, La Parisienne, Fermivin. Control (not added grapes); A, crushing grapes; B, heating grapes at 60~70°C for 30 min; C, freeze concentrating grape juice.

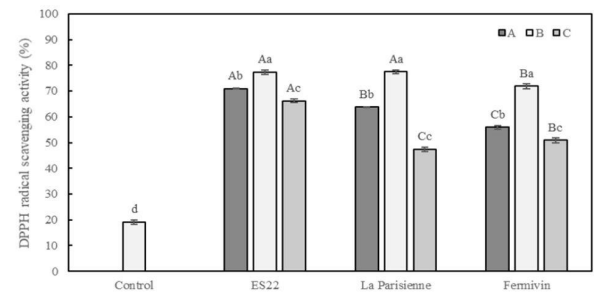


Fig. 6. DPPH free scavenging activity of Korean traditional Korean traditional wines (*yakju*) with different yeast and pretreatment. ¹⁾ All values are mean±S.D. of triple determinations. ²⁾ Different capital letters in the same items indicate a significant difference ($p<0.05$) among different yeast. Different small letters in the same items indicate a significant difference ($p<0.05$) among different pretreatment. The name of the yeast used: ES22, La Parisienne, Fermivin. Control (not added grapes); A, crushing grapes; B, heating grapes at 60~70°C for 30 min; C, freeze concentrating grape juice.

로 와인을 포함한 술은 포도, 사과, 쌀 등의 재료를 사용하여 제조하며, 그들의 생리활성은 사용된 원재료의 종류에 의해 크게 영향을 받는다고 알려져있고(Song 등 2015), Cho 등 (2016)과 Song 등(2015)은 여주, 자색고구마, 오미자 등을 술에 첨가하였을 때 항산화 활성이 향상된 결과를 나타내었다. 효모별 약주는 포도를 으깨서 첨가한 A 및 동결농축한 포도

즙을 첨가한 C 처리구에서는 특히 효모인 ES22로 제조한 약주에서 높은 전자공여능을 나타내었으며 가열처리한 B 처리구에서는 ES22 및 라빠리장 효모에서 높은 값이 분석되었다. 포도 전처리에 따른 차이는 ES22, 라빠리장 및 퍼미빈 효모 모두 캬벨얼리를 가열 처리하여 첨가한 약주에서 각각 83.37%, 84.08% 및 81.91%로 유의적으로 높은 활성을 나타내었는데($p < 0.05$) 이것은 Park 등(2019)이 동결농축 두누리 와인을 비울별로 항산화 활성을 분석한 결과 82.95~83.93%로 높은 항산화 효과가 있는 것으로 나타났다고 보고한 연구와 유사한 수치를 나타내었다. 또한 효모 및 전처리별 캬벨얼리 첨가 약주의 DPPH 라디칼 소거능은 19.10~77.56%로 나타나 A 및 C 처리구에서는 ES22로 제조한 약주에서 높은 활성이 분석되었으며 B 처리구에서는 ES22 및 라빠리장 효모에서 우수하였다. 포도 전처리에 따른 DPPH 라디칼 소거능은 모든 효모에서 캬벨얼리를 가열 처리하여 첨가한 시료에서 유의적으로 가장 높은 활성을 나타내어 ABTS 라디칼 소거능과 유사한 경향을 나타내었다. Kang 등(1996)은 전자공여능이 phenolic 물질에 대한 항산화 작용의 지표라 하였으며 이러한 물질은 환원력이 클수록 전자공여능이 더 높다고 하였다.

이상의 결과로 약주 제조 시 포도를 첨가한 시료에서 대조구보다 기능성 및 항산화 활성이 우수하며 특히 캬벨얼리 포도를 으깨거나 가열처리하여 첨가하고, ES22 효모로 발효한 약주에서 전반적으로 높은 기능성 성분 함량과 항산화 활성을 나타내어 약주 제조에 다양하게 활용할 수 있을 것으로 판단된다.

요약 및 결론

본 연구에서는 캬벨얼리 포도 전처리 및 효모를 달리하여 첨가해 약주를 제조한 다음 약주의 품질 특성과 기능성 성분 및 항산화 활성을 비교하였다. 약주 제조 방법으로 먼저, 1단 담금은 대조구와 실험구의 차이 없이 모든 재료를 동일하게 제조한 다음 2단 담금에서 캬벨얼리 포도의 전처리 방법으로 포도를 으갠 후 첨가(A), 포도를 가열 처리하여 첨가(B), 포도즙을 동결 농축하여 첨가(C)의 세가지 방법으로 전처리 하였고 효모는 ES22, 라빠리장, 퍼미빈을 사용하여 약주를 제조하였다. 일반 품질 특성 분석 결과 pH는 3.77~4.10, 총산은 0.32~0.62%로 분석되어 특히균주인 ES22로 제조한 시료에서 pH는 낮고 총산은 높은 것으로 나타났다. 색도 중 적색도인 a_{490} 은 -0.40~17.89로 나타나 캬벨얼리를 첨가한 시료에서 대조구보다 높았으며 포도를 으개서 첨가하고 ES22로 발효한 시료에서 높은 것으로 나타났다. 총 폴리페놀 분석 결과 36.16~53.08 mg/100 mL로 ES22로 발효한 약주에서 높

았고 캬벨얼리를 으개거나 열처리한 시료에서 가장 높은 함량을 나타내었으며 총 플라보노이드 함량은 10.59~20.25 mg/100 mL로 캬벨얼리를 으개어 첨가하고 ES22 효모로 발효한 시료에서 가장 높은 값을 나타내었다. 안토시아닌 함량은 0.02~8.71 mg%으로 모든 효모에서 포도를 가열처리에서 첨가할 경우에 가장 높은 것으로 나타났고 탄닌 함량은 ES22 효모로 발효한 시료에서 높았다. 항산화 활성 분석 결과 대조구보다 캬벨얼리 첨가 시료에서 높은 것으로 나타났으며 ABTS 라디칼 소거능 분석 결과 세 가지 효모 모두 캬벨얼리를 가열 처리하여 첨가한 약주에서 83.37%, 84.08% 및 81.91%로 유의적으로 높은 활성을 나타내었고 포도를 으개서 첨가하고 동결농축한 포도즙을 첨가한 처리구에서는 ES22로 제조한 약주에서 높은 전자공여능을 나타내었으며 가열처리한 처리구에서는 ES22 및 라빠리장 효모에서 높은 값이 분석되었다. DPPH 라디칼 소거능은 ABTS 라디칼 소거능과 유사한 경향을 나타내었다. 이와 같은 결과로 약주 제조 시 캬벨얼리 포도를 으개거나 가열처리하여 첨가하고, ES22 효모로 발효한 약주에서 전반적으로 높은 기능성 성분 함량과 항산화 활성을 나타내었고 다양한 활용이 가능할 것이다.

감사의 글

본 논문은 농촌진흥청 연구사업(주관과제명: 국산 포도의 안정생산과 와인 경쟁력 강화를 위한 생산기술 개발 및 실용화, 과제번호: RS-2021-RD012438)의 지원에 의한 것으로, 이에 감사드립니다.

References

- Ahn MS, Kim HJ, Seo MS. 2007. A study on the antioxidative and antimicrobial activities of the citrus unshju peel extracts. *Korean J Food Cult* 22:454-461
- Amerine MA, Ough CS. 1980. Methods for Analysis of Musts and Wines. pp.176-180. John Wiley & Sons
- Baek SY, Lee YJ, Kim JH, Yeo SH. 2015. Isolation and characterization of wild yeasts for improving liquor flavor and quality. *Microbiol Biotechnol Lett* 43:56-64
- Chang EH, Jeong ST, Roh JH, Jeong SM, Lee HC, Choi JU. 2010. Wine quality properties with reference to the temperature of grape-must prior to fermentation. *Korean J Food Preserv* 17:608-615
- Cheng GW, Breen PJ. 1991. Activity of phenylalanine ammonia-lyase (PAL) and concentrations of anthocyanins and phenolics in developing strawberry fruit. *J Am Soc Horticult*

- Sci* 116:865-869
- Cho KM, Hwang CE, Lee HY, Ahn MJ, Joo OS. 2016. Quality characteristics and antioxidant activities of *makgeolli* prepared using rice *nuruk* containing bitter melon (*Momordica charantia*). *Korean J Food Preserv* 23:259-266
- Cho KS, Jeong EY, Choi HS, Kim MK. 2012. Brewing and quality characteristics of *Schisandra chinensis yakju*. *J Appl Biol Chem* 55:163-167
- Choi JT, Joo HK, Lee SK. 1995. The effect of *Schizandrae fructus* extract on alcohol fermentation and enzyme activities of *Saccharomyces cerevisiae*. *Agricult Chem Biotechnol* 38:278-282
- Choi Y, Kim M, Shin JJ, Park J, Lee J. 2003. The antioxidant activities of the some commercial teas. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32:723-727
- Duval B, Shetty K. 2001. The stimulation of phenolics and antioxidant activity in pea (*Pisum sativum*) elicited by genetically transformed anise root extract. *J Food Biochem* 25:361-377
- Han EH, Lee TS, Noh BS, Lee DS. 1997. Quality characteristics in mash of *takju* prepared by using different *nuruk* during fermentation. *Korean J Food Sci Technol* 29:555-562
- Hwang SW, Park HD. 2009. Characteristics of red wine fermentation of freeze-concentrated Campbell Early grape juice using various wine yeasts. *Korean J Food Preserv* 16:977-984
- Iacopini P, Baldi M, Storch P, Sebastiani L. 2008. Catechin, epicatechin, quercetin, rutin and resveratrol in red grape: Content, *in vitro* antioxidant activity and interactions. *J Food Compos Anal* 21:589-598
- Jeong JH, Chai HS, Lee YH, Kim JM, Lee JH. 2015. Quality characteristics of *takju*, *yakju*, spirit made by cereal *nuruks*. *Korean J Culin Res* 21:267-280
- Kang YH, Park YK, Lee GD. 1996. The nitrite scavenging and electron donating ability of phenolic compounds. *Korean J Food Sci Technol* 28:232-239
- Kim CJ. 1963. Studies on the quantitative changes of organic acid and sugars during the fermentation of *takju*. *J Appl Biol Chem* 4:33-42
- Kim E, Chang YH, Ko JY, Jeong Y. 2013a. Quality characteristics of *makgeolli* added with kiwifruit (*Actinidia deliciosa*). *J Korean Soc Food Sci Nutr* 42:1821-1828
- Kim IH, Park WS, Koo YJ. 1996. Comparison of fermentation characteristics of Korean traditional alcoholic beverage with different input step and treatment of rice and *nuruk* (Korean-style bran koji). *Korean J Diet Cult* 11:339-348
- Kim JH, Lee SY, Kim KBWR, Song EJ, Kim AR, Kim MJ, Ji KW, Ahn IS, Ahn DH. 2007. Effects of *Glycyrrhiza uralensis*, *Menthae herba*, *Schizandra chinensis* and chitosan on the shelf-life and quality of *takju*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 36:1436-1443
- Kim JS, Kim SH, Lee WK, Pyun JY, Yook C. 1999. Effects of heat treatment on yield and quality of grape juice. *Korean J Food Sci Technol* 31:1397-1400
- Kim MA. 2015. Fermentation characteristics of Campbell Early wine based on the amount of Korean indigenous *Hanseniaspora uvarum* cells. Master's Thesis, Kyungpook National Univ. Daegu. Korea
- Kim MH, Kwak HJ, Yoo BH, Kim DJ, Youn SJ. 2013b. Quality characteristics and antioxidant effects of grape juice obtained with different extraction methods. *Korean J Food Preserv* 20:784-790
- Kwon RH, Chae GY, Ha BJ. 2011. The effects of the *makgeolli* on the antioxidative activity in the endotoxin LPS-treated rats. *J Food Hyg Saf* 26:166-170
- Lee CH, Kim GM. 1995. Determination of the shelf-life of pasteurized Korean rice wine, *yakju*, in aseptic packaging. *Korean J Food Sci Technol* 27:156-163
- Lee DH, Park WJ, Lee BC, Lee JC, Lee DH, Lee JS. 2005. Manufacture and physiological functionality of Korean traditional wine by using *gugija* (*Lycii fructus*). *Korean J Food Sci Technol* 37:789-794
- Lee HS, Park CS, Choi JY. 2010. Quality characteristics of the mashes of *takju* prepared using different yeasts. *Korean J Food Sci Technol* 42:56-62
- Lee JK, Kim JS. 2006. Study on the deacidification of wine made from Campbell Early. *Korean J Food Sci Technol* 38:408-413
- Lee JO, Kim CJ. 2011. The influence of adding buckwheat sprouts on the fermentation characteristics of *yakju*. *Korean J Food Culture* 26:72-79
- Lee SB, Ko KH, Yang JY, Oh SH, Kim JG. 2004a. Science of Food Fermentation. pp.205-206. Hyoil
- Lee SC, Jeong SM, Kim SY, Park HR, Nam KC, Ahn DU. 2006. Effect of far-infrared radiation and heat treatment on the antioxidant activity of water extracts from peanut hulls. *Food Chem* 94:489-493
- Lee SJ, Lee JE, Kim SS. 2004b. Development of Korean red

- wines using various grape varieties and preference measurement. *Korean J Food Sci Technol* 36:911-918
- Lee SS, Kim KS, Eom AH, Sung CK, Hong IP. 2002. Production of Korean traditional rice-wines made from cultures of the single fungal isolates under laboratory conditions. *Korean J Mycol* 30:61-65
- Lee SY, Park JD. 2004. Effects of heating temperatures and times on anthocyanin pigments in grape juice. *Korean J Food Preserv* 11:336-341
- Lee Y, Kim JC, Hwang KT, Kim DH, Jung CM. 2013. Quality characteristics of black raspberry wine fermented with different yeasts. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 42:784-791
- Luchsinger WW, Cornesky RA. 1962. Reducing power by the dinitrosalicylic acid method. *Anal Biochem* 4:346-347
- National Tax Service. 2020. Regulatory reform report of liquor market. Available from <http://www.nts.go.kr> [cited 29 January 2021]
- National Tax Service Technical Service Institute [NTSTSI]. 1999. Alcoholic Liquors Analytical Rule: National Tax Service Technical Service Instructions. pp.37-38. NTSTSI
- Park ER, Kim KS. 2000. Volatile flavor components in various varieties of grape (*Vitis vinifera* L.). *Korean J Postharvest Sci Technol* 7:366-372
- Park H, Park JM, Han B, Choi W, Noh J. 2018. Quality characteristics of Korean domestic commercial meoru wines. *Korean J Food Nutr* 31:703-711
- Park H, Choi W, Han B, Noh J, Park JM. 2019. Quality characteristics and volatile flavor compounds of Doonuri wine using freeze concentration. *Korean J Food Nutr* 32:485-493
- Park HJ, Kwon NR, Kang HJ, Kim JH, Eom HJ. 2022. Quality characteristics of Korean traditional wines with different amounts of sorghum and corn. *Korean J Food Nutr* 35:369-377
- Park SS, Kim JJ, Yoon JA, Lee JH, Jung BO, Chung SJ. 2011. Preparation and quality characteristics of *takju* (rice wine) with *Opuntia ficus-indica* var. *saboten* and chitooligosaccharide. *J Chitin Chitosan* 16:164-169
- Park WM, Park HG, Rhee SJ, Kang KI, Lee CH, Yoon KE. 2004. Properties of wine from domestic grape, *Vitis labrusca* cultivar. Campbell's Early, fermented by carbonic maceration vinification process. *Korean J Food Sci Technol* 36:773-778
- 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
- Roh HI, Chang EH, Joeng ST, Jahng KY. 2008. Characteristics of fermentation and wine quality. *Korean J Food Preserv* 15:317-324
- Seo MJ, Ryu SR. 2002. Improvement of Cheongju manufacturing process using gelatinized rice and zeolite. *Korean J Food Sci Technol* 34:610-616
- Shin DS, Yoo SM, Han GJ, Oh SG. 2016. Quality of *tteokbokki* tteok prepared by adding various concentration of brown rice. *Korean J Food Preserv* 23:194-203
- Song YR, Lim BU, Song GS, Baik SH. 2015. Quality characteristics and antioxidant activity of *makgeolli* supplemented with *omija* berries (*Schizandra chinensis* Baillon). *Korean J Food Sci Technol* 47:328-335
- Woo KS, Lee JS, Ko JY, Song SB, Oh BG, Kang JR, Nam MH, Ryu IS, Seo MC. 2010b. Physicochemical characteristics of Korean traditional wine fermented from foxtail millet (*Setaria italica* Beauv.) and *nuruk* at different addition rates. *Korean J Food Sci Technol* 42:298-303
- Woo SM, Shin JS, Seong JH, Yeo SH, Choi JH, Kim TY, Jeong YJ. 2010a. Quality characteristics of brown rice *takju* by different *nuruks*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39:301-307
- Yang HS, Eun JB. 2011. Fermentation and sensory characteristics of Korean traditional fermented liquor (*makgeolli*) added with citron (*Citrus junos* SIEB ex TANAKA) juice. *Korean J Food Sci Technol* 43:438-445
- Yoon HH, Chae KS, Son RH, Jung JH. 2015. Antioxidant activity and fermentation characteristics of blueberry wine using traditional yeast. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 44:840-846
- Yoon HS, Kang HJ, Eom HJ, Jeong HS. 2020. Quality properties of *makgeolli* brewed with Korean sweet potato cultivars (*Ipomoea batatas* (L.) Lam). *Korean J Food Nutr* 33:624-630
- Zhuang XP, Lu YY, Yang GS. 1992. Extraction and determination of flavonoid in ginkgo. *Chin Herb Med* 23:122-124

Received 14 December, 2023
 Revised 13 March, 2024
 Accepted 01 April, 2024

대체 감미료를 활용한 저당 유자 시럽 제조 및 이화학적 특성 조사

박윤하 · 이보배* · 임애은** · 조정용*** · †남승희****,*****

전남대학교 융합식품바이오공학과 석사과정생, *전남농업기술원 과수연구소 농업연구사,
전남대학교 융합식품바이오공학과 석사연구원, *전남대학교 융합식품바이오공학과 교수,
****전남대학교 융합식품바이오공학과 연구교수, *****전남대학교 농업과학기술연구소 책임연구원

Production Process and Physicochemical Characterization of Low-sugar Yuzu Syrup

Yunha Bak, Bo-Bae Lee*, Ae Eun Im**, Jeong-Yong Cho*** and †Seung-Hee Nam****,*****

Master's Student, Dept. of Integrative Food, Bioscience and Biotechnology, Chonnam National University, Gwangju 61186, Korea

*Researcher, Fruit Research Institute of Jeollanamdo Agricultural Research and Extension Services, Haenam 59021, Korea

**Master's Degree Researcher, Dept. of Integrative Food, Bioscience and Biotechnology, Chonnam National University, Gwangju 61186, Korea

***Professor, Dept. of Integrative Food, Bioscience and Biotechnology, Chonnam National University, Gwangju 61186, Korea

****Research Professor, Dept. of Integrative Food, Bioscience and Biotechnology, Chonnam National University, Gwangju 61186, Korea

*****Senior Researcher, Institute of Agricultural Life Science Technology, Chonnam National University, Gwangju 61186, Korea

Abstract

Yuzu (*Citrus junos*) undergoes traditional processing to create preserved yuzu with a sugar content of 50%. This study aimed to produce low-sugar yuzu syrup using artificial or natural sweeteners instead of sugar. Among artificial sweeteners, maltitol showed minimal browning and lack of deposition at high temperatures. The addition of xanthan gum (0.2%) and carboxymethyl cellulose (0.2%) resolved the issue of layer separation and viscosity decrease of yuzu syrup. Alternatively, grain syrup, a natural sweetener, improved viscosity and homogeneity without the additives. Yuzu syrups were developed using yuzu juice and preserved yuzu, with maltitol (20-40%) or grain syrup (50-70%) as the sweetener. Yuzu syrups containing 35% maltitol (M35) or 55% grain syrup (G55) had less than 5% and 10% free sugar, respectively. These syrups exhibited taste patterns similar to commercial yuzu syrup in analysis using an electronic tongue. Furthermore, M35 and G55 contained yuzu flavonoids at concentrations of 19.82 mg/g and 24.09 mg/g, respectively. Antioxidant activity (DPPH, ABTS radical scavenging) of M35 and G55 was equivalent to 10.55, 17.59 mg/100 g of Vitamin C and 97.39, 33.92 mg/100 g of Vitamin C, respectively. Consequently, M35 and G55 offer promising alternatives to preserved yuzu, providing low-sugar yuzu syrups enriched with functional ingredients.

Key words: low-sugar, yuzu, maltitol, grain syrup, carboxymethyl cellulose, xanthan gum

서 론

유자(*Citrus junos*)는 감귤류의 일종으로, vitamin C, limonoid가 풍부하며, tannic acid, caffeic acid 등의 페놀성 화합물과 naringin, hesperidin 등과 같은 플라보노이드 화합물이 다량 함유되어 있다(Shin Y 2012). 또한 유자는 이러한 성분들에 기인하여 높은 항산화 활성을 비롯한 항염증, 항당뇨 그리고 항암 활성과 같은 건강상의 이점이 입증되었다(Yoo 등

2004a; Jeong 등 2023). 그러나 유자는 저장성이 좋지 않아 당 절임 형태인 유자청으로 주로 가공되며(Lee 등 2023), 이외에도 주스, 시럽, 잼, 젤리, 샐러드 드레싱 및 식초 등과 같은 다양한 제품들이 연구 되어 왔다(Yoo 등 2004b; Fukutome N 2020).

주로 시판되는 과일 청 역시 당 절임 제품으로 맛과 저장성을 부여하기 위해 40% 이상의 설탕이 함유되어 있다. 하지만 설탕의 과도한 섭취는 혈당을 과도하게 높이고, 충치, 비

* Corresponding author: Seung-Hee Nam, Research Professor, Dept. of Integrative Food, Bioscience and Biotechnology, Chonnam National University, Gwangju 61186, Korea. Tel: +82-62-530-0207, Fax: +82-62-530-2079, E-mail: namsh1000@jnu.ac.kr

만, 당뇨병과 같은 여러 질병의 원인이 된다(Rubio-Arreaz 등 2017). 이에 따라 설탕 대신 대체 감미료를 넣은 식음료가 인기를 얻고 있으며, 제로 슈가 음료, 젤리, 아이스크림, 과자와 같은 다양한 저당 제품이 연구되고 있다(Dunford 등 2022).

대체 감미료는 감미도에 따라 고감미료, 저감미료로 구분된다. 고감미료에는 수크랄로스, 아스파탐, 스테비아 등이 포함되며, 저감미료에는 당 알콜(말티톨, 자일리톨, 솔비톨, 만니톨), 올리고당, 기능성 당(알룰로스, 자일로스, 트레할로스) 등이 속한다(Kim 등 2016). 이중에서도 솔비톨은 glucose에 수소를 첨가하여 만든 당 알콜로, 설탕의 70%에 해당하는 감미도를 지니고 있다. 만니톨은 솔비톨의 이성체로, 감미도는 40~50%에 해당한다. 또한, 포도당과 솔비톨로 이루어진 이당 당 알콜인 말티톨은 설탕의 90%에 해당하는 감미도를 가지며, 열량과 혈당 지수(glycemic index, GI)는 설탕의 절반에 해당한다(Park 등 2016). 말티톨은 자일리톨과 동일한 수준의 충치 예방 효과가 있는 것으로 보고되었다. 기능성 당인 자일로스와 알룰로스는 혈당 상승을 억제하며, 특히 알룰로스는 체지방 감소 효과를 가진다(Maguire 등 2000; Kim 등 2016). 천연 당인 조청은 옥수수나 쌀 등의 전분질 곡류를 이용하여 제조된 식품으로, 총 폴리페놀 함량이 풍부하다(Wee 등 2016). 특히, 조청 제조 시 생성되는 말토올리고당은 단당류나 이당류에 비해 점도를 증가시켜 식품의 물성을 효과적으로 개선시킨다고 알려져 있다(Seog 등 2002).

가공식품은 기호성이 중요하므로, 무설탕 제품은 설탕의 맛을 유사하게 하면서도 물성, 저장성 등의 가공 특성 및 관능 특성을 부여할 수 있어야 한다(Kim 등 2016). 이에 따라 물성 및 관능적 측면을 개선할 수 있는 식품 첨가제의 사용이 요구된다. 시럽의 경우 설탕 대체 감미료를 사용 시 점도가 낮아진다는 단점이 있어, 증점제로 식품 첨가제가 사용되고 있다(Sikora 등 2003; Krystijan 등 2012; Lambert-Meretei 등 2021). 식품 첨가제는 유화제, 안정제, 증점제 및 겔화제 등으로 사용되는 첨가제로, 대표적으로 carboxymethyl cellulose(CMC)와 잔탄검 활용은 점도 및 안정성을 향상시켜 품질을 향상시킨다. 그 중 카라멜, 코코아 시럽에 식품 첨가제가 사용된 연구가 있지만, 대체 감미료와 식품첨가제를 이용한 저당 유자 시럽의 연구는 미비한 실정이다(Sikora 등 2003; Krystijan 등 2012; Fukutome N 2020).

따라서 본 연구에서는 설탕으로 절임 된 유자청 대신, 저감미료(말티톨, 만니톨, 솔비톨, 자일로스, 알룰로스) 또는 천연 당인 조청을 이용하여 저당 유자 시럽을 개발하고자 하였다. 또한, 이들의 제형 안정성, 이화학적 특성, 유리당 함량, 전자 혀를 통한 감각적 특성, 기능성 성분 함량 및 항산화 활성을 조사하고자 한다.

재료 및 방법

1. 재료 및 시약

본 실험에서는 2023년에 전라남도 고흥군 에덴식품영농조합(Goheung, Korea)에서 제조된 유자청과 유자즙을 사용하였다. 유자청은 유자 60%와 설탕을 40%를 혼합 숙성 후 착즙하여 제조되었으며, 유자즙은 첨가물 없이 순수한 유자만을 착즙한 제품을 사용하였다. 또한 경상북도 경산시에서 생산된 쌀 조청 제품을 활용하였다. 모든 화학 시약은 분석 등급으로 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl(DPPH)는 Sigma-Aldrich(St. Louis, MO, USA)에서 구입하였다. 실험에 사용된 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl, Folin-denis reagent, gallic acid, quercetin, ascorbic acid는 모두 Sigma-Aldrich에서, 그리고 2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)(ABTS)는 BIO BASIC Inc.(Ontario, Canada)에서 구입하여 사용하였다. 나머지 분석 시약은 90% 순도 이상의 품질을 갖춘 시약을 선택하여 사용하였다. 말티톨, 만니톨, 솔비톨, 자일로스, 알룰로스는 ES 식품원료(Gunpo, Korea)로부터 구입하여 사용하였다.

2. 설탕 대체 감미료 선발

유자 시럽에서 설탕을 대체할 감미료를 선발하기 위해, 유자청, 유자즙, 감미료를 3:3:4 비율로 제조하였다. 해당 배합 비율은 유자 60%와 설탕 및 감미료를 40% 함유하여 제조된 유자청의 조성도와 딸기와 당알코올을 65:35비율로 제조한 Park MK(2007)의 방법을 참고하였다. 또한 제조 시 사용되는 유자즙의 높은 산도(8.83%)는 기호도를 감소시키므로, 시럽 제조 시 동량의 유자청을 첨가하였다. 제조된 유자 시럽은 온도에 따른 품질 특성을 조사하기 위해, water bath(Heating Bath BS-31, Jeio tech., Daejeon, Korea)에서 60°C, 80°C, 100°C로 120 rpm, 30분간 가열하여 4°C에서 5일간 보관 후 제형 변화를 관찰하였다. 이후, 갈변도는 microplate spectrophotometer(Biotek Epoch, Winooski, USA)로 420 nm에서 측정하여 비교하였다(Lee 등 2008).

3. 시럽 품질 향상 위한 식품 첨가제 선발 및 특성 조사

유자청과 유자즙 혼합 시 발생하는 층 분리 현상 및 점도 개선을 위해 carboxymethyl cellulose(CMC), hydroxymenthyl cellulose(HPMC), 잔탄검, 구아검, 펙틴, 젤란검 및 아라비아검과 같은 식품용 첨가제 7종을 선별하여 첨가하였다. 시료에 각 첨가제를 0.5% 비율로 투입하고 Tissue Ruptor(TR 12520423, QIAGEN Co., Hombrechtikon, Switzerland)를 사용하여 균질화한 후, 3일 이상 4°C에서 방치시켰다. 이후 점도는 점도계(Brookfield DV-II+Pro, AMTEK, Berwyn, PA, USA)를 이용하여 spindle no.5로 100 rpm에서 1분간 측정하였다.

균일도는 시럽을 2,544×g에서 10분간 원심분리(Combi 514R, Hanil Scientific Co., Incheon, Korea) 후, microplate spectrophotometer 를 이용하여 500 nm에서 상층액과 하층액의 흡광도 차이로 측정하였다(Mirhosseini 등 2008).

4. 유자 시럽 제조

유자 시럽은 저감미로 중 선정된 말티톨을 이용한 유자 시럽(yuzu maltitol syrup)과 첨가제 없이도 물성을 증진시킬 수 있는 조청을 이용한 유자 시럽(yuzu grain syrup) 2가지로 각각 제조하였다. 말티톨 유자 시럽의 경우, 유자청의 조성을 참고하여 유자청과 유자즙을 최대 60% 함유하거나, 감미료인 말티톨을 최대 40% 함유할 수 있는 비율로 조성하였다(Table 1). 말티톨을 이용한 유자 시럽은 유자청, 유자즙, 말티톨 및 증점제를 혼합하여 제조하였다. 시럽을 제조할 때에는 먼저 말티톨 함량 별에 CMC와 잔탄검을 첨가하여 Tissue Ruptor를 사용하여 균질화한 후, 이에 유자청과 유자즙 및 물을 첨가하여 80℃에서 30분 동안 가열하였다. 가열 후에는 20℃까지 냉각하여 실온에서 보관하였다. 조청 유자 시럽의 경우, 유자즙을 약 50% 함유한 상업용 무설탕 유자 시럽의 조성을 참고하여 제조되었으며, 올리고당 함량 및 물성을 향상시키기 위해 조청의 양을 조절하여 배합비를 정하였다(Table 1). 유자청 함량 별, 조청 함량 별, 유자즙을 혼합하여 80℃에서 30분 동안 가열한 후 20℃까지 냉각하여 제조하였다. 최종적으로 제조된 유자 시럽을 이후 실험에 활용하였다.

5. 당도, pH, 산도 및 색도

당도는 디지털 당도계(Pocket refractometer PAL-1, ATAGO Co., Ltd, Tokyo, Japan)로 측정하였다. pH는 pH meter(Ion S220, METTLER TOLEDO, Columbus, OH, USA)를 이용하여 대기 온도에서 pH 4와 pH 7 buffer로 보정한 후에 측정하였

다. 산도는 시료 1 g을 증류수 25 mL에 용해하여 사용하였으며, 시료 용액 10 mL에 1% phenolphthalein 50 µL를 첨가하고, 0.1 N NaOH를 첨가할 때 적색이 30초간 유지되는 시점까지 소비된 NaOH 양(mL)을 구연산을 기준으로 환산하여 백분율로 표시하였다. 색도는 시료 1 mL를 표준 백색 L*=96.29, a*=-0.44, b*=1.32로 교정한 Colorimeter(Hunter color, Spectrophotometer NS-800, 3nh, Guangzhou, China)를 이용하여 L값(명도), a값(적색도), b값(황색도)를 측정하였다.

6. 유리당 및 말토올리고당 분석

유리당 함량은 HPLC(Agilent 1260 infinity II LC series system, Agilent Technologies, Palo Alto, CA, USA)를 사용하여 분석하였다. ZORBAX Carbohydrate(4.6×250mm, 5-Micron, Agilent Technologies) column이 사용되었으며, 용매 조성은 80% acetonitrile을 20분간 isocratic으로 설정하여 분석하였다. 용매의 흐름 속도는 1.0 mL/min로 하였고, column의 온도는 30℃로 설정되었다. 시료는 10 µL 주입되었으며, refractive index detector(RID, Agilent Technologies)로 검출하였다(Won 등 2016). 표준 물질인 rhamnose, arabinose, xylose, fructose, galactose, glucose, sucrose, lactose, maltose(Sigma-Aldrich)를 각각 농도 별로 제조하여 peak 면적을 측정하고 회귀방정식을 통해 검량선을 작성하여 정량하였다.

말토올리고당은 샘플을 10배 희석하여 thin layer chromatography (TLC Silica gel 60 F254, Sigma-Aldrich)를 통해 분석하였다. 시료를 1 µL씩 점적하고, 전개 용매 nitromethane: 1-propanol: water=2:5:1.5 (v/v/v)로 2회 전개한 후, 황산발색용매(0.3% N-(1-Naphthyl) ethylenediamine dihydrochloride, 5% H₂SO₄ in methanol)로 발색했다. 그 후, 120℃ 오븐에서 5분 동안 굽고 spot을 확인하였다(Wang 등 2004). 말토올리고당의 표준물질로는 glucose(degree of polymerization 1; DP1), maltose(DP2),

Table 1. Recipes of low-sugar yuzu syrup with maltitol or grain syrup

| Ingredients (%) | Yuzu maltitol syrup | | | | Yuzu grain syrup | | | |
|-------------------|---------------------|------|------|------|------------------|-----|-----|-----|
| | M20 | M30 | M35 | M40 | G50 | G55 | G60 | G70 |
| Maltitol | 20 | 30 | 35 | 40 | - | - | - | - |
| Grain syrup | - | - | - | - | 50 | 55 | 60 | 70 |
| Preserved yuzu | 30 | 20 | 15 | 10 | 40 | 35 | 30 | 20 |
| Yuzu juice | 30 | 30 | 30 | 30 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| CMC ¹⁾ | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | - | - | - | - |
| Xanthan gum | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | - | - | - | - |
| Water | 19.6 | 19.6 | 19.6 | 19.6 | - | - | - | - |
| Total | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |

¹⁾ CMC: carboxymethyl cellulose.

maltotriose(DP3), maltotetraose(DP4), maltopentaose(DP5), maltohexaose (DP6), maltoheptaose(DP7), maltooctaose(DP8), maltonaose (DP9), maltododecaose(DP10)을 Carboexpert (Daejeon, Korea)에서 구입하여 사용하였다.

7. 전자 혀 분석

제조된 유자 시럽과 상업용 시럽 간의 맛 패턴과 유사성을 평가하기 위해 전자 혀(Astreez, Alpha MOS, Toulouse, France)를 사용하여 센텀테크(Centumtech Co., Seoul, Korea)에 의뢰하여 분석하였다. 전자 혀에 부착된 7가지 센서는 각각 AHS (sourness), ANS(bitterness), PKS(sweetness), NMS(umami), CTS(saltiness), CPS(보조 인자), SCS(보조 인자)이며, 이 중 CPS와 SCS를 제외한 5개의 센서 감응도를 0에서 10사이의 범위로 표현하였다. 각 시료를 10%로 희석한 후, 100 mL의 시료 용액을 120초 동안 3번 반복하여 측정하였다. 이를 통해 시료 간의 맛 특성 및 차이를 정량적으로 분석하였다(Kim 등 2019).

8. 총 폴리페놀, 총 플라보노이드 및 기능성 플라보노이드 성분 함량

총 폴리페놀 함량은 Folin-denis 방법을 일부 변형하여 측정했다(Slinkard & Singleton 1977). 시료 30 μ L를 증류수 32.5 μ L로 희석한 후, 이에 12.5 μ L의 Folin-denis 시약을 첨가하여 6분 동안 암소에서 반응시켰다. 이 혼합액에 12.5 μ L의 7% sodium carbonate와 250 μ L의 증류수를 첨가하고, 이후 60분간 암소에서 반응시킨 후 760 nm에서 microplate spectrophotometer로 흡광도를 측정하였다. Gallic acid를 표준 물질로 하여 검량선을 작성하였고, 이를 통해 총 폴리페놀 화합물 함량을 계산하여 mg gallic acid equivalent(GAE)/100 g로 나타내었다.

총 플라보노이드 함량은 Asokkumar 등(2010)의 방법을 응용하여 측정했다. 시료 20 μ L에 diethylene glycol 200 μ L와 2N NaOH 20 μ L를 첨가하고, 이를 37°C에서 30분간 반응시켰다. 이후 420 nm에서 microplate spectrophotometer로 흡광도를 측정하였다. 표준물질 quercetin를 이용하여 작성한 검량선을 통해 총 플라보노이드 화합물 함량을 구하였고, mg quercetin equivalent(QE)/100 g으로 나타내었다.

기능성 플라보노이드 함량은 HPLC를 사용하여, ZORBAX eclipse plus C18(4.6×250mm, 5-Micron, Agilent Technologies) 컬럼을 사용하였다. 용매 조성은 A: 0.1% formic acid in DW, B: acetonitrile로 설정되었다. 용매 구매는 A:80, B:20에서 시작하여 15~25분에는 A:65, B:35, 25.1~30분에는 A:55, B:45, 30.1~31분에는 A:20, B:80로 조절하여 분석하였다. 용매의 흐름속도는 1.0 mL/min로 설정하였고, column의 온도는 35°C로

고정되었다. 시료는 10 μ L 주입되었으며, diode array detectors(DAD, Agilent Technologies)로 280 nm에서 검출하였다. 표준물질인 naringin, narirutin, hesperidin, neohesperidin (ChromaDex, Irvine, CA, USA)을 각각 농도 별로 제조하여 peak 면적을 측정하고 회귀방정식을 통해 검량선을 작성하여 정량하였다.

9. DPPH 및 ABTS 라디칼 소거 활성

DPPH 라디칼 소거능은 Blois MS(1958)의 방법을 일부 변형하여 평가하였다. 각 농도의 시료 50 μ L에 1 mM DPPH 용액 250 μ L를 첨가한 후, 이 혼합물을 10분간 반응시켜 517 nm에서 microplate spectrophotometer로 흡광도를 측정하였다. ABTS 라디칼 소거능은 Re 등(1999)의 방법을 변형하여 측정했다. 시료 50 μ L와 ABTS reagent 250 μ L를 혼합하여 암소에서 30분 동안 반응시킨 후, 735 nm에서 microplate spectrophotometer로 흡광도를 측정하였다. ABTS reagent는 7 mM ABTS 950 mL와 2.5 mM potassium persulfate 50 mL를 혼합하여 4°C에서 12시간 이상 보관 후 사용하였다. DPPH 및 ABTS 라디칼 소거 활성 측정에 표준 물질로 ascorbic acid를 사용하였으며 각 농도에 대한 검량선을 작성하여 계산하였다. 시료의 소거 활성은 mg ascorbic acid equivalent(AAE)/100 g으로 나타내었다.

10. 통계분석

모든 실험 결과는 3회 이상 반복되었으며, 통계 분석은 SPSS 통계프로그램(Statistical Package for the Social Science, Ver. 26.0, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하여 각 시료군의 평균과 표준편차를 산출하였다. 시료 간의 유의적인 차이를 확인하기 위해 일원 배치 분산분석(One-way ANOVA)을 실시한 후, Duncan's multiple range test를 통해 $p < 0.05$ 의 유의수준에서 사후 검정하였다.

결과 및 고찰

1. 설탕 대체 감미료 선정 및 품질 특성 조사

다량의 설탕이 함유된 유자청을 대체할 제품을 제조하기 위해 식품첨가물에 주로 사용되는 5가지 감미료를 사용하여 저당 유자 시럽을 제조하였다. 시럽은 제조 과정 중 각 성분의 혼합 및 살균을 위해 열 처리 과정이 필수적이다. 하지만 유자는 ascorbic acid 및 furfural, 5-hydroxymethyl furfural 등의 과즙 성분이 함유되어 있어 가열 온도에 따라 갈변하는 특성이 있다(Li 등 1990; Lee 등 2023). 또한 시럽 제조 시 감미료 종류에 따라 제형안정성에 영향을 미치므로(Yoon & Kim 2003), 대체 감미료 종류에 따른 유자 시럽의 가열 온도에 대한 제형 변화와 갈변도를 조사하였다(Fig. 1).

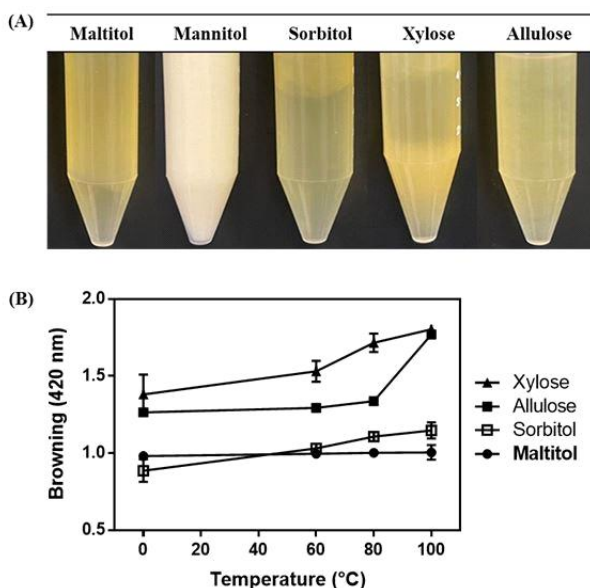


Fig. 1. (A) Comparison of yuzu syrups with different alternative sweeteners in preserved yuzu and yuzu juice. (B) Variations in browning of yuzu syrup at different heating temperature with various alternative sweeteners.

제조 5일 후 제형 변화를 조사한 결과, 가열 온도에 상관 없이 말티톨과 알룰로스는 층 분리 및 석출이 나타나지 않았으며, 솔비톨은 층 분리가 관찰되었다. 또한 만니톨과 자일로스는 석출되었으며, 특히 만니톨은 물에 대한 용해도가 18%(w/v)로 낮아(Soetaert 등 1999), 다량으로 첨가된 만니톨이 석출되어 시럽이 점차 혼탁해지는 현상이 나타났다(Fig. 1A). 이에 따라 가열 온도에 따른 갈변도는 만니톨을 제외하여 조사하였다.

가열 온도에 따른 갈변도를 조사한 결과, 말티톨을 제외한 모든 감미료는 온도가 높아짐에 따라 갈변도가 증가하였다. 100°C에서 가열 전후 갈변도의 차이는 알룰로스(0.505), 자일로스(0.422), 솔비톨(0.261), 말티톨(0.023) 순으로 높게 나타났다(Fig. 1B). 이는 알룰로스와 자일로스는 메일라드 반응으로 인해 온도가 높을수록 갈변을 유발한다는 보고와 일치하는 경향을 보였다(Lee 등 2020; Nakamura 등 2021). 비교적 낮은 갈변도를 나타낸 솔비톨은 설탕의 50%에 준하는 감미도를 지니며, 말티톨은 설탕의 90%의 감미도를 나타낸다(Kim 등 2016). 결과적으로 설탕과 유사한 감미도를 가진 말티톨을 이용한 유자 시럽이 다른 감미료보다 제형안정성이 높았으며, 갈변도 또한 고온에서도 가장 낮게 나타났다.

2. 물성 증진을 위한 식품 첨가제의 점도 및 균일도 조사 대체 감미료를 첨가한 시럽의 경우 설탕을 함유한 시럽보

다 점도가 낮아진다(Lambert-Meretei 등 2021). 이러한 단점을 극복하고자 잔탄검, 구아검, 젤란검 등의 식품 첨가제가 사용되고 있다(Sikora 등 2003; Krystyjan 등 2012). 따라서 본 연구에서는 이러한 식품 첨가제 7종을 말티톨이 함유된 유자 시럽에 0.5% 첨가하여 시럽의 균일도와 점도를 조사하였다.

비균일도(non-homogeneity)는 상층액과 하층액의 탁도(500 nm) 차이로 구하였으며, 비균일도가 낮을수록 균일도가 높다고 판단하였다. 식품첨가제 7종 중 무처리(CON)에 비해 HPMC, 펙틴, 젤란검 및 아라비아검은 오히려 탁도 차이가 0.11~0.29 더 높게 나타났으며, 층 분리가 관찰되었다(Table 2, Fig. 2A). 또한, 잔탄검(Δ O.D 0.14), 구아검(Δ O.D 0.19), CMC(Δ O.D 0.29) 순으로 탁도 차이가 낮았다. 점도를 조사한 결과, HPMC, 구아검, 젤란검, 아라비아검이 첨가된 시럽은 점도가 낮아 측정이 불가했으며, 펙틴(950 cP), 잔탄검(642 cP), CMC(150 cP) 순으로 시럽 점도가 높았다(Table 2). 하지만 잔탄검을 첨가 시 시럽이 응어리지는 현상이 발생하였는데(Fig. 2A), 이는 산성 조건의 유자 시럽에서 잔탄검이 유화 안정성은 증가하나 응집도가 증가한 것에서 기인된다(Sriprabom 등 2019).

이러한 결과를 통해, 제형안정제로 CMC 및 증점제로 잔탄검을 각각 0.1~0.3%, 0.1~0.4% 별로 첨가하여 점도를 측정하였다. 점도를 조사한 결과 CMC와 잔탄검의 함량이 높을수록 점도는 증가하였다. 그 중에서도 0.2% CMC와 0.2% 잔탄검을 복합 첨가했을 때, 점도가 924 cP로 유자청의 점도인 866 cP와 가장 유사하게 나타났으며 응어리지는 현상도 나타나지 않았다(Fig. 2B). 이는 과일 소스에 CMC와 잔탄검을 혼합하여 층 분리와 점도 저하를 예방한 이전 연구 결과와 일치하였다(Nilar & Myint 2012). 따라서 단독 사용 시보다 복합 사용 시 제형이 안정적이면서 물리적 특성이 향상되는 것을 확인하였으며(Hayati 등 2016), 추후 저당 유자 시럽 제조 시 0.2% CMC와 0.2% 잔탄검을 첨가하여 실험하였다.

3. 유자 시럽의 품질 특성

저당 유자 시럽의 품질특성으로 당도, pH, 산도, 색도, 점도를 측정하였으며, 대조군으로 상업용 무설탕 유자 시럽 및 유자청을 사용하였다(Table 3).

말티톨을 이용한 유자 시럽(M20, M30, M35, M40)의 당도는 45.33~49.33 °Brix로 상업용 무설탕 유자 시럽에 비해 약 20 °Brix 낮았다(Table 3). 유자 시럽 내 말티톨의 함량의 증가에 따라 당도가 높은 유자청(65.33 °Brix)의 비율이 낮아져 시럽의 당도가 감소하였다. 이는 설탕 대신 자일리톨을 사용하여 당도가 낮은 홍시 스프레드를 제조한 Choi 등(2021)의 연구와, 고감미료인 sodium cyclamate 및 sodium saccharin

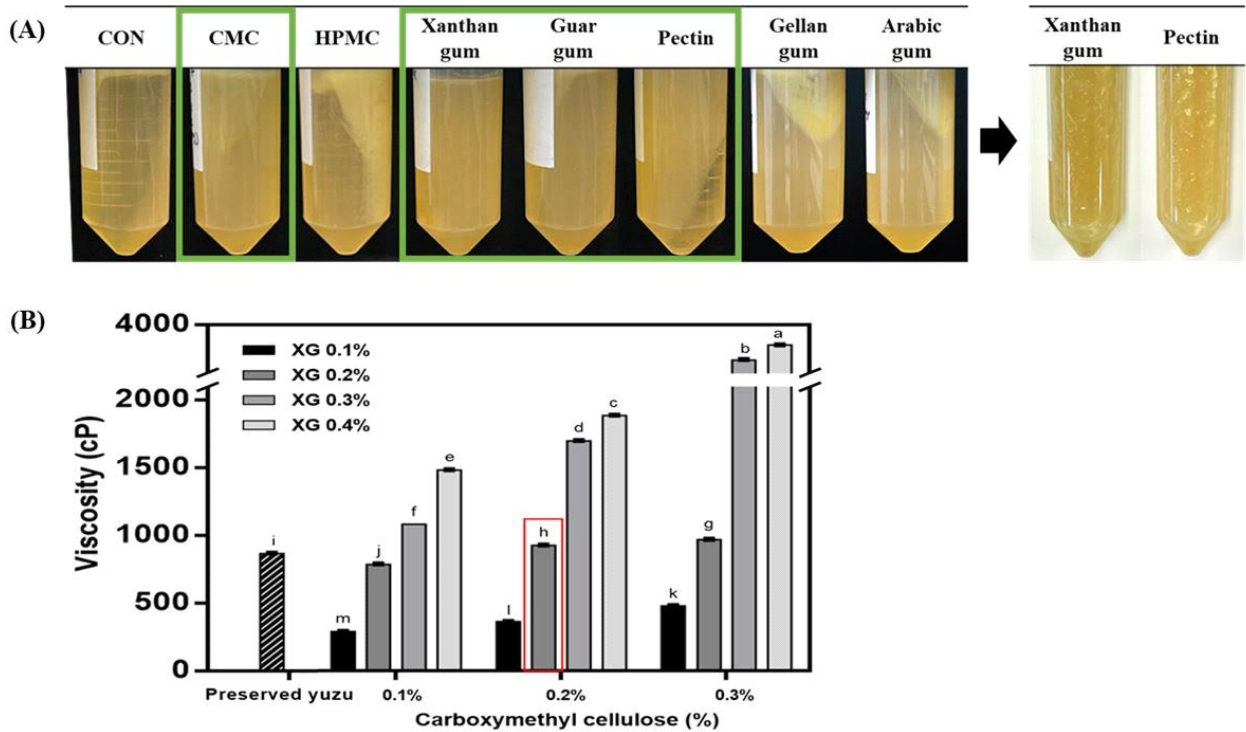


Fig. 2. (A) Comparison of yuzu syrups with different food additives (0.5%, w/v) for mixing preserved yuzu and yuzu juice, (B) viscosity changes with different amounts of CMC and xanthan gum addition. CON: normal control. CMC: carboxymethyl cellulose. XG: xanthan gum. HPMC: hydroxymethyl cellulose.

Table 2. Viscosity and non-homogeneity by types of food additive

| | Preserved yuzu | Control | Food additive (0.5% w/v) | | | | | | |
|-----------------|-----------------------|------------------------|--------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|
| | | | CMC ¹⁾ | HPMC ²⁾ | Xanthan gum | Guar gum | Pectin | Gellan gum | Arabic gum |
| Non-homogeneity | ND | 0.74±0.00 ^d | 0.29±0.00 ^e | 1.03±0.10 ^a | 0.14±0.00 ^f | 0.19±0.02 ^f | 0.85±0.00 ^c | 0.95±0.01 ^b | 1.00±0.02 ^{ab} |
| Viscosity (cP) | 866±2.00 ^b | ND | 150±0.00 ^d | ND | 642±2.00 ^c | ND | 950±2.00 ^a | ND | ND |

¹⁾ CMC: carboxymethyl cellulose.

²⁾ HPMC: hydroxymethyl cellulose.

^{a-f} Means±S.D. within a row with different letters are significantly different ($p < 0.05$).

ND: not detected.

stevioside를 사용하여 당도가 낮은 구아바 잼을 제조한 Correa 등(2011)의 연구와 유사하다. 조청을 이용한 유자 시럽(G50, G55, G60, G70)의 경우 시럽의 성분인 조청의 당도가 평균 78.33 °Brix로, 상업용 무설탕 유자 시럽과 유사하였다. 조청 함량이 높을수록 시럽의 당도도 증가하는 경향을 보였는데, 특히 G50과 G55는 각각 63.67, 64.67 °Brix로 상업용 무설탕 유자 시럽보다 당도가 3.5, 2.5 °Brix 낮았다(Table 3).

pH가 2.46, 산도가 8.83%인 유자즙이 30% 첨가되는 말티톨 유자 시럽의 pH는 2.61~2.67, 산도는 3.79~4.76%로 상업용 저당 유자 시럽보다 pH는 1 정도 낮고, 산도는 1~1.7% 높았다(Table 3). Lee & Kim(2004)의 연구에 따르면 당 종류별로

pH와 산도의 차이가 유의적이지 않다는 것을 감안할 때, pH와 산도는 말티톨의 함량보다 유자즙의 영향을 받은 것으로 판단된다. 조청 유자 시럽의 경우에는 50% 이상 첨가되는 조청의 pH 및 산도가 각각 5.14, 0.33%이기 때문에, 조청의 함량이 증가할수록 pH가 증가하고 산도가 낮아지는 경향을 보였다. 그 중 G60과 G70은 상업용 저당 유자 시럽과 유사한 값을 나타냈다(Table 3).

말티톨 및 조청 유자 시럽의 색도는 각각 말티톨과 조청 함량이 증가할수록 L값(명도)과 b값(황색도)은 감소하고 a값(적색도)은 증가하였다(Table 3). 이는 조청이 유자청과 유자즙에 비해 a값이 5.12 높기 때문이며, Kim YH(2019)의 연구

Table 3. Quality characteristics of low-sugar yuzu syrup products with maltitol or grain syrup

| | Sugar content (°Brix) | pH | Acidity (%) | Color | | | Viscosity (cP) | |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| | | | | L | a | b | | |
| Commercial ¹⁾ | 67.17±0.29 ^b | 3.69±0.00 ^b | 2.98±0.03 ^f | 12.04±0.03 ^f | -2.20±0.08 ^f | 4.53±0.30 ^b | 1,018±2.00 ^e | |
| Preserved yuzu | 65.33±0.29 ^c | 3.35±0.03 ^d | 1.39±0.03 ^j | 13.02±0.01 ^b | -2.18±0.01 ^f | 4.85±0.06 ^b | 866±2.00 ⁱ | |
| Yuzu juice | 10.50±0.00 ^h | 2.46±0.01 ^j | 8.83±0.03 ^a | 34.78±0.01 ^a | -3.94±0.03 ^g | 12.2±0.06 ^a | ND | |
| Grain syrup | 78.33±0.29 ^a | 5.14±0.00 ^a | 0.33±0.03 ^l | 8.14±0.15 ^h | 2.92±0.19 ^a | -3.5±0.59 ^b | 1,318±2.00 ^c | |
| Yuzu maltitol syrup | M20 | 49.33±0.58 ^e | 2.67±0.01 ^g | 3.79±0.29 ^e | 12.92±0.01 ^c | -2.14±0.02 ^f | 2.07±0.03 ^e | 938±2.00 ^g |
| | M30 | 47.33±0.58 ^f | 2.65±0.00 ^h | 4.10±0.29 ^d | 12.78±0.01 ^g | -2.14±0.02 ^f | 1.99±0.01 ^e | 873±2.31 ^h |
| | M35 | 47.00±0.00 ^f | 2.62±0.00 ⁱ | 4.49±0.00 ^c | 12.70±0.01 ^d | -1.93±0.01 ^e | 1.04±0.01 ^d | 833±6.11 ^j |
| | M40 | 45.33±0.58 ^g | 2.61±0.00 ⁱ | 4.76±0.29 ^b | 12.62±0.02 ^e | -1.91±0.02 ^e | 0.78±0.01 ^d | 786±2.00 ^k |
| Yuzu grain syrup | G50 | 63.67±0.58 ^d | 3.10±0.01 ^f | 2.43±0.58 ^g | 6.70±0.05 ⁱ | -0.37±0.11 ^d | 0.33±0.12 ^e | 973±2.31 ^f |
| | G55 | 64.67±0.58 ^c | 3.23±0.01 ^e | 2.00±0.58 ^h | 6.65±0.03 ⁱ | 0.26±0.15 ^e | -0.09±0.06 ^e | 1,073±2.31 ^d |
| | G60 | 65.00±0.00 ^c | 3.68±0.00 ^b | 1.91±0.01 ^k | 6.05±0.02 ^j | 0.23±0.17 ^e | -0.56±0.06 ^f | 1,422±6.11 ^b |
| | G70 | 67.33±0.58 ^b | 3.79±0.02 ^c | 1.49±0.58 ⁱ | 4.33±0.04 ^k | 1.11±0.12 ^b | -2.27±0.15 ^g | 2,281±2.31 ^a |

¹⁾ Commercial: commercial sugar-free yuzu syrup.

^{a-l} Means±S.D. within a column with different letters are significantly different ($p<0.05$).

에서 조청이 증가함에 따라 L값이 감소하고, a, b값이 낮아진 결과와 일부 일치하였다.

점도는 말티톨 유자 시럽에서 말티톨 함량이 증가할수록 점도는 감소하였으며, 그 중 M30, M35가 각각 873 cP, 832 cP로 유자청(866 cP)과 유사한 점도를 나타냈다. 조청 유자시럽은 조청 함량이 증가할수록 점도는 증가하였으며, 그 중 G55는 1,073 cP로 상업용 유자 시럽(1,018 cP)과 가장 유사하였다.

4. 유자 시럽의 유리당 함량 측정

영양강조표시 중 “저당” 표시를 하기 위해서는 식품 100 mL 기준으로 5 g(2.5 mL) 미만의 당류가 포함되어야 한다 (Son & Chang 1997). 따라서 본 연구에서는 말티톨 또는 조청을 이용한 유자 시럽의 총 유리당 함량을 HPLC로 측정하였다 (Table 4, Fig. 3). 그 결과 maltose, fructose, glucose, sucrose 외 5종의 유리당은 모든 시료에서 검출되지 않았다. 상업용 무설탕 유자 시럽, 유자청에는 과당, 포도당, 설탕이 검출되었으며, 총 유리당 함량은 각각 34.08%, 48.69%로 높게 나타났다. 조청에는 glucose와 maltose가 함유되어 있었으며, 이는 조청의 재료인 쌀의 전분이 당화 과정 중에 엿기름의 amylase에 의해 분해되어 maltose가 생성되기 때문이다 (Bae 등 2001). 말티톨 유자 시럽의 경우 시럽 내 총 유리당 함량이 10% 이하로 나타났으며, 그 중 M35와 M40의 경우 5% 이하의 유리당을 함유하고 있어 저당 시럽에 해당되었다. 조청 유자 시럽의 경우 8.74~10.18%의 유리당을 함유하고 있으나,

상업용 무설탕 유자 시럽과 유자청에 비하여 유의적으로 약 4~6배 낮은 유리당 함량을 보였다($p<0.05$).

5. 말토올리고당 분석(TLC)

올리고당 중 말토올리고당은 글루코스 분자가 중합도 (degree of polymerization, DP) 2~9에 대해 하나 이상의 α -1,4 결합을 형성하는 단당류 중합체이며 (Pan 등 2017), 충전제, 점도 조절제, 보습제, 결정화 방지제로 이용되는 기능성 올리고당이다 (Min 등 1998). 말토올리고당의 규격은 식품공전에 따르면 DP3~DP10당을 포함한 올리고당 함량 40% 이상으로 정해져 있다. 이에 따라 본 연구에서는 조청 유자 시럽의 말토올리고당을 TLC로 분석하였고, Fig. 4에 결과를 나타내었다. 말토올리고당의 성분인 1~10당류의 spot이 모두 나타났으며, 조청을 55% 함유한 조청 유자 시럽 G55의 결과에도 같은 패턴이 나타났다. ImageJ 프로그램을 통해 spot density를 측정 후 DP3~DP10을 각각 정량하여 말토올리고당 함량을 분석한 결과, 조청은 말토올리고당 함량이 40% 이상인 것으로 나타났다 (data not shown). 그 중 G55의 경우 24%의 DP3~DP10을 함유하였다.

6. 전자 혀 분석

인간의 미각 인식 매커니즘은 식품 내 미각 분자와 혀의 미뢰가 상호 작용하여 생성된 신호를 뇌에서 처리함으로써 최종적으로 인식된다. 전자 혀 분석은 이러한 인간의 매커니즘을 모방하여 설계되었으며, 용액 내의 다양한 화학 물질에

Table 4. Free sugars content in low-sugar yuzu syrup products with added maltitol or grain syrup

| | | Free sugar (mg/g) | | | | Total free sugar (%) |
|--------------------------|-----|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|
| | | Fructose | Glucose | Sucrose | Maltose | |
| Commercial ¹⁾ | | 72.90±1.46 ^b | 100.00±1.00 ^b | 167.50±3.35 ^b | ND | 34.08±0.68 ^b |
| Preserved yuzu | | 87.80±1.76 ^a | 132.00±2.64 ^a | 266.50±2.67 ^a | ND | 48.69±1.46 ^a |
| Grain syrup | | ND | 44.30±0.89 ^c | ND | 215.84±6.48 ^a | 26.01±0.52 ^c |
| Yuzu maltitol syrup | M20 | 26.20±0.52 ^c | 44.10±1.32 ^c | 7.03±0.35 ^d | ND | 7.74±0.39 ^f |
| | M30 | 18.30±0.55 ^d | 33.00±0.66 ^d | 3.48±0.03 ^e | ND | 5.49±0.05 ^g |
| | M35 | 13.90±0.28 ^f | 26.30±0.53 ^f | 2.21±0.04 ^{ef} | ND | 4.25±0.04 ^h |
| | M40 | 9.83±0.39 ^h | 20.70±0.83 ^h | 1.55±0.03 ^{ef} | ND | 3.22±0.06 ⁱ |
| Yuzu grain syrup | G50 | 18.00±0.18 ^d | 30.70±0.61 ^e | 12.39±0.37 ^c | 40.20±1.21 ^c | 10.18±0.07 ^d |
| | G55 | 17.50±0.18 ^{de} | 29.90±0.60 ^e | 12.71±0.38 ^c | 39.08±2.74 ^c | 9.93±0.30 ^d |
| | G60 | 16.50±0.16 ^e | 28.90±0.58 ^e | 10.76±0.11 ^c | 42.21±1.27 ^c | 9.84±0.30 ^d |
| | G70 | 11.40±0.34 ^g | 23.00±0.46 ^g | 6.08±0.18 ^d | 46.79±1.40 ^b | 8.74±0.26 ^e |

¹⁾ Commercial: commercial sugar-free yuzu syrup

^{a-i} Means±S.D. within a column with different letters are significantly different ($p<0.05$).

ND: not detected.

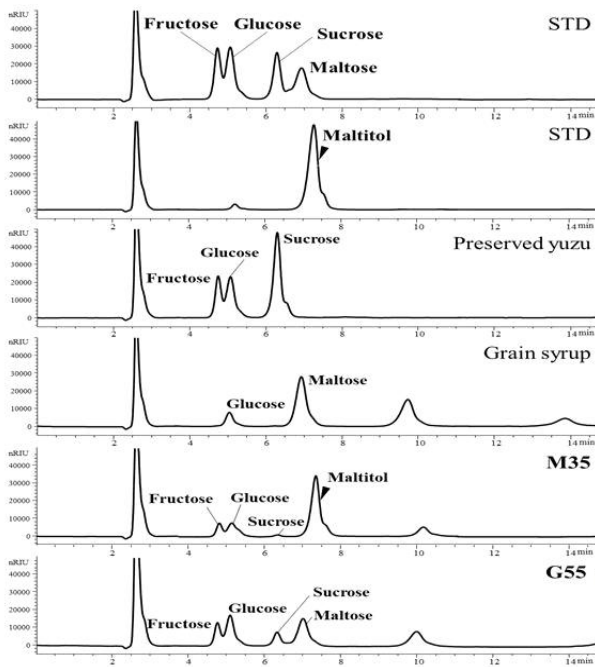


Fig. 3. HPLC chromatogram of free sugar content in low-sugar yuzu syrup.

반응하는 미각 센서를 사용하여 용액을 판별할 수 있다 (Raithore 등 2015). 미각 센서는 출력 값과 인간의 미각 간의 상관 관계를 측정하여 샘플 간의 상대적인 값을 비교한다 (Vlasov 등 2005). 전자 혀를 이용한 연구는 음료의 식별과 품질 비교뿐만 아니라, 성숙도에 따른 성분 변화를 추적하는

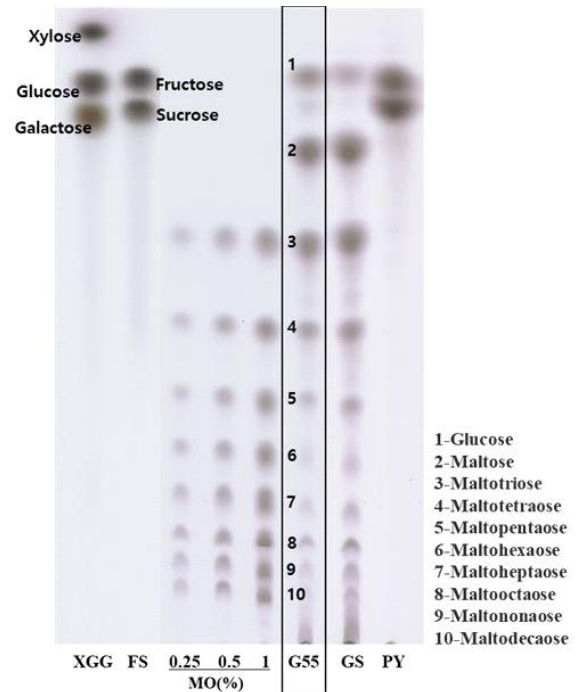


Fig. 4. TLC analysis of yuzu grain syrup products of malto-oligosaccharide. MO, malto-oligosaccharide; GS, grain syrup; PY, preserved yuzu.

연구 등, 다양한 분야에서의 연구가 보고되고 있다(Legin 등 1997; Campos 등 2013).

대조구와 저당 유사 시럽의 맛의 차이와 유사성을 평가하

기 위해 각 센서의 감응도를 0~10의 범위 내로 나타낸 후 전자 혀 분석 결과를 비교하였다(Fig. 5). 전체적인 맛 패턴을 비교해보았을 때, 말티톨 유자 시럽은 대조구인 상업용 유자 시럽과 유사정보다 단맛, 짠맛, 쓴맛이 적고, 신맛이 증가한 결과를 나타냈다. 유자 내 다량 존재하는 limonoid는 쓴맛을 나타내며, sucrose, fructose, glucose는 단맛을 나타내므로(Raithore 등 2015), 유자청 함량이 감소함에 따라 쓴맛과 단맛이 감소한 것으로 판단된다. 그 중에서도 M35가 가장 대조구와 유사한 맛 패턴을 나타내었다. 또한 조청 유자 시럽의 경우 대조구보다 단맛, 쓴맛, 짠맛이 적고, 감칠맛이 높았으며, G55가 대조구와 가장 맛 패턴이 유사한 것으로 나타났다. 이러한 결과를 통해 조청이 함유된 유자 시럽의 기호도는 설탕 대체 올리고당이 함유된 미숙복숭아의 당 절입 처리 시 기호도가 개선된 이전 연구와 유사할 것으로 예상된다(Jung 등 2017).

7. 총 폴리페놀, 총 플라보노이드 및 기능성 플라보노이드 함량 측정

저당 유자 시럽의 총 폴리페놀 및 총 플라보노이드 함량은 Table 4에 나타내었다. 총 폴리페놀 함량의 경우 상업용 무설탕

탕 유자 시럽은 15.00 mg GAE/100 g, 유자청은 32.54 mg GAE/100 g으로, 유자청에서 약 2배 높았다. 또한 총 플라보노이드 함량의 경우 상업용 유자 시럽과 유자청은 각각 122.44 mg QE/100 g, 130.64 mg QE/100 g으로 유사하게 나타났다. 말티톨 및 조청 저당 유자 시럽의 경우 말티톨 및 조청 함량이 증가할수록 유자청의 함량이 감소함에 따라 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량이 유의적으로 감소하였다($p < 0.05$). 이는 유자 음료 연구에서 유자 추출물 함량이 감소함에 따라 총 폴리페놀 함량이 감소한 결과와 경향이 일치하였다(Park 등 2019).

유자 시럽 내 유자의 기능성 플라보노이드 성분인 naringin, narirutin, hesperidin, neohesperidin 함량을 HPLC로 분석하였다(Table 5). Narirutin과 hesperidin은 항염증, 미백 및 주름 방지 특성을 가지며, hesperidin은 콜레스테롤 합성과 흡수를 억제한다. Naringin과 hesperidin은 신경 보호 효과가 있으며, naringin은 지질 저하 효과가 입증되었다(Jeong 등 2023). 유자 시럽의 주 성분인 유자청의 naringin, narirutin, hesperidin, neohesperidin 함량은 각각 14.58, 4.37, 12.15, 5.87 mg/g이었으며, 이때 narirutin이 가장 높은 비율을 차지했다. 이에 따라 말티톨 및 조청 유자 시럽 중 유자청이 가장 많이 함유된 M20, G50이 전체적으로 높은 함량을 나타냈다. 또한, M35의 경우 총 함량이 19.82 mg/g이었으며, G55는 총 24.09 mg/g을 함유하였다.

8. 항산화능 측정

DPPH 및 ABTS 라디칼 소거능 측정 결과는 Table 4에 나타내었다. DPPH 라디칼 소거능 측정 결과, 말티톨 유자 시럽의 경우 9.63~15.11 mg AAE/100 g의 소거능을 나타냈으며, 유자청의 함량이 줄어들수록 소거능이 유의적으로 감소하였다($p < 0.05$). 이는 유자 음료 연구에서 유자 추출물 함량이 감소함에 따라 DPPH 라디칼 소거능이 감소한 결과와 경향이 일치하였다(Park 등 2019). 조청 유자 시럽은 75.01~103.61 mg AAE/100 g으로 조청의 함량이 높을수록 유의적으로 증가하였다($p < 0.05$). 이는 상업용 저당 유자 시럽보다 2.3~3.2배 더 높은 DPPH 라디칼 소거능이었다. DPPH 라디칼 소거능은 M35, G55에서 각각 10.55, 97.39 mg AAE/100 g으로 나타났으며, 특히 G55의 DPPH 라디칼 소거능은 상업용 무설탕 유자 시럽에 비해 약 3배가량 높은 활성이었다. ABTS 라디칼 소거능 측정 결과, 말티톨 유자 시럽과 조청 유자 시럽은 각각 14.78~20.72 mg AAE/100 g, 31.25~34.05 mg AAE/100 g으로 나타났으며, 유자청의 함량이 줄어들수록 소거능이 유의적으로 감소하였다($p < 0.05$). 이 중 M35, G55의 소거능은 각각 10.55, 33.92 mg AAE/100 g으로 나타났다. 이러한 결과는 유자가 함유하고 있는 naringin 및 hesperidin 등의 플라보노이드

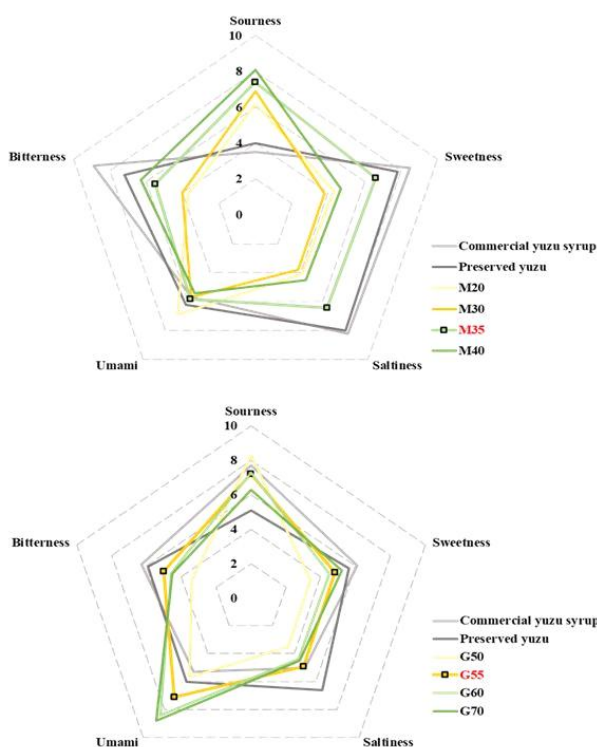


Fig. 5. Analysis of electronic tongue characteristics in low-sugar yuzu syrup.

Table 5. Functional characteristics of low-sugar yuzu syrup products with maltitol or grain syrup

| | Total polyphenol (mg GAE ¹⁾ /100 g) | Total flavonoid (mg QE ²⁾ /100 g) | Flavonoides (mg/g) | | | | DPPH radical scavenging activity (mg AAE ³⁾ /100 g) | ABTS radical scavenging activity (mg AAE /100 g) | |
|--------------------------|--|--|--------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|--|--|-------------------------|
| | | | Narirutin | Naringin | Hesperidin | Neo-hesperidin | | | |
| Commercial ⁴⁾ | 15.00±0.28 ^b | 122.44±7.08 ^b | 14.58±0.58 ^b | 4.37±0.17 ^b | 12.15±0.24 ^b | 5.87±0.06 ^b | 31.62±0.11 ^f | 41.49±0.03 ^b | |
| Preserved yuzu | 32.54±0.96 ^a | 130.64±2.21 ^a | 24.89±0.25 ^a | 7.84±0.16 ^a | 17.29±0.35 ^a | 6.92±0.07 ^a | 33.54±0.45 ^{ef} | 46.28±0.51 ^a | |
| Grain syrup | 6.26±0.66 ^h | 23.15±0.63 ^g | ND | ND | ND | ND | 37.98±6.56 ^f | 32.67±0.08 ^d | |
| Yuzu maltitol syrup | M20 | 10.23±0.45 ^d | 88.93±2.79 ^c | 12.56±0.25 ^c | 4.20±0.13 ^c | 9.48±0.28 ^c | 4.02±0.08 ^c | 15.11±0.41 ^g | 20.72±0.28 ^f |
| | M30 | 8.30±0.22 ^{fg} | 71.74±3.93 ^d | 10.83±0.43 ^c | 3.28±0.07 ^c | 7.67±0.15 ^c | 3.33±0.07 ^{ef} | 11.87±0.52 ^g | 17.59±0.06 ^g |
| | M35 | 7.13±0.33 ^{gh} | 59.17±1.81 ^e | 8.00±0.24 ^g | 2.36±0.05 ^{fg} | 5.88±0.18 ^g | 2.68±0.05 ^h | 10.55±0.32 ^g | 16.37±0.17 ^h |
| | M40 | 6.37±0.09 ^h | 52.62±2.38 ^{ef} | 7.72±0.15 ^g | 2.26±0.05 ^g | 5.46±0.05 ^g | 2.55±0.05 ^h | 9.63±1.16 ^g | 14.78±0.22 ⁱ |
| Yuzu grain syrup | G50 | 12.60±0.33 ^c | 73.18±3.33 ^d | 11.80±0.24 ^d | 3.60±0.04 ^d | 8.36±0.67 ^d | 3.59±0.14 ^d | 75.01±5.15 ^d | 34.05±0.32 ^c |
| | G55 | 11.47±0.09 ^{cd} | 58.30±3.46 ^e | 10.40±0.21 ^e | 3.12±0.12 ^e | 7.34±0.15 ^e | 3.23±0.10 ^f | 97.39±5.48 ^c | 33.92±0.08 ^c |
| | G60 | 9.93±0.77 ^{de} | 57.78±4.53 ^e | 9.37±0.14 ^f | 2.51±0.08 ^f | 6.67±0.13 ^f | 3.01±0.12 ^g | 99.88±1.05 ^b | 32.71±0.14 ^d |
| | G70 | 8.73±1.37 ^{ef} | 48.81±4.09 ^f | 5.88±0.12 ^h | 1.72±0.02 ^h | 4.91±0.10 ^h | 2.40±0.10 ⁱ | 103.61±3.16 ^a | 31.25±0.20 ^e |

¹⁾ GAE: gallic acid equivalent.

²⁾ QE: quercetin equivalent.

³⁾ AAE: ascorbic acid equivalent.

⁴⁾ Commercial: commercial sugar-free yuzu syrup.

^{a-i} Means±S.D. within a column with different letters are significantly different ($p<0.05$).

ND: not detected.

류와 다량의 vitamin C가 항산화 효과를 나타냈기 때문인 것으로 판단된다(Kim 등 2014).

요약 및 결론

본 연구에서는 유자청 대체 저당 유자 시럽을 제조하기 위해 감미료, 식품첨가제, 조청을 사용하였으며, 제조된 시럽의 품질 특성, 물리적 특성, 기능성 성분 및 항산화능을 조사하였다. 품질이 높은 저당 유자 시럽을 제조하기 위해 유자청과 유자즙에 설탕 대체 감미료 5가지를 각각 첨가하여 균일도와 갈변도를 조사한 결과, 말티톨이 다른 감미료에 비해 100℃에서 가열 전후 갈변도의 차이가 약 13~25배 낮아 열안정성 측면에서 우수함을 보였다. 그러나 점도가 낮고 제형이 균일하지 않아 제형 안정제, 증점제 등으로 사용되는 식품첨가제 7종을 혼합하여 제형 안정성을 조사하였다. 균일도 및 제형안정성에서는 CMC가 안정적으로 높게 나타났으며, 점도 측면에서는 잔탄검이 가장 높게 나타나 CMC와 잔탄검을 농도 별로 혼합 첨가하여 품질을 조사하였다. 결과적으로 CMC와 잔탄검을 각 0.2%씩 혼합 처리했을 때, 점도가 924 cP로 유자청과 가장 유사하여, 추후 말티톨이 함유된 저

당 유자 시럽 제조에 0.2% CMC 및 잔탄검을 사용하였다. 또한, 감미료나 식품첨가제 대신 물성 증진 특성이 있는 조청을 사용하였을 때 점도 및 균일도가 개선되었다. 제조된 유자 시럽의 당 함량을 조사하기 위해 말티톨 및 조청을 각각 농도 별로 첨가하여 물리적 특성, 유리당 함량을 조사하였다. 점도는 대조구인 유자청과 비교했을 때 말티톨 유자 시럽에서는 M30, M35가 유사했고, 상업용 무설탕 유자 시럽과 비교했을 때, 조청 유자 시럽에서는 G55가 가장 유사했다. 말티톨 유자 시럽은 상업용 무설탕 유자 시럽 및 유자청에 비해 최대 11배, 16배 낮은 유리당 함량을 보였고, 조청 유자 시럽은 최대 4배, 6배 낮은 유리당 함량을 나타냈다. 이때 M35, M40은 총 유리당 함량이 각각 4.25, 3.22%로 저당 유자 시럽에 해당하였다. 또한 말티톨 및 조청 유자 시럽을 전자현미경으로 분석한 결과, M35, G55가 상업용 무설탕 시럽과 가장 유사한 맛 패턴을 보여주었다. 유자 시럽의 주요 기능성 플라보노이드 성분인 naringin, narirutin, hesperidin, neohesperidin의 함량은 유자청의 함량이 많을수록 증가하였다. 이때 총 함량은 M35의 경우 19.82 mg/g, G55는 24.09 mg/g을 함유하였다. 유자 시럽의 항산화능은 주로 유자청, 유자즙, 조청의 성분에 의해 결정되며, 유자청 함량이 높은 경우 더 높은 항산화

능을 나타냈다. DPPH 라디칼 소거능은 M35, G55에서 각각 10.55, 97.39 mg ascorbic acid equivalent/100 g으로 나타났으며, 특히 G55의 DPPH 라디칼 소거능은 상업용 무설탕 유자 시럽에 비해 약 3배가량 높은 활성이었다. ABTS 라디칼 소거능은 M35, G55에서 각각 10.55, 33.92 mg ascorbic acid equivalent/100 g으로 나타났다. 결과적으로, 품질과 기능성 특성이 개선된 말티톨 및 조청 유자 시럽은 유자청 대체제로서 저당 유자 시럽으로 사용될 수 있음을 시사한다. 또한 이러한 저당 유자 시럽의 연구는 고당도 시럽 대안으로서 자료를 제공하는 데 기여한다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청의 연구 사업인 「수출용 농산물의 생산성 향상 및 수확 후 관리 기술 개발 (RS-2023-00236699)」 및 「지역특화 기술개발 연구 사업, 전남 특화 유자 수출 경쟁력 향상을 위한 업사이클링 기술개발 및 상품화」에서 지원받아 수행된 연구결과입니다.

References

- Asokkumar K, Umamaheswari M, Bahrudeen A, Sivashanmugam AT, Subhadradevi V, Ravi TK. 2010. Antioxidant and hepatoprotective activities of the fractions of *Ficus microcarpa* using *in vitro* and *ex vivo* models. *Funct Plant Sci Biotechnol* 4:17-27
- Bae SM, Park KJ, Shin DJ, Hwang YI, Lee SC. 2001. Preparation and characterization of jochung with sweet persimmons. *J Korean Soc Agric Chem Biotechnol* 44:88-91
- Blois MS. 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature* 181:1199-1200
- Campos I, Bataller R, Armero R, Gandia JM, Soto J, Martínez-Mañez R, Gil-Sánchez L. 2013. Monitoring grape ripeness using a voltammetric electronic tongue. *Food Res Int* 54:1369-1375
- Choi JY, Cho MG, Moon KD. 2021. Quality characteristics of soft persimmon spread prepared with different functional saccharides. *Korean J Food Preserv* 28:209-217
- Correa RCG, Sora GTS, Haminiuk CIW, Ambrosio-Ugri MCB, Bergamasco R, Vieira AMS. 2011. Physico-chemical and sensorial evaluation of guava jam made without added sugar. *Chem Eng Trans* 24:505-510
- Dunford EK, Coyle DH, Louie JCY, Rooney K, Blaxland A, Pettigrew S, Jones A. 2022. Changes in the presence of nonnutritive sweeteners, sugar alcohols, and free sugars in Australian foods. *J Acad Nutr Diet* 122:991-999
- Fukutome N. 2020. Yuzu in Japan and South Korea: A comparative study of usage. *Mem Tokyo Seiei Coll* 12:1-17
- Hayati IN, Ching CW, Rozaini MZH. 2016. Flow properties of o/w emulsions as affected by xanthan gum, guar gum and carboxymethyl cellulose interactions studied by a mixture regression modelling. *Food Hydrocoll* 53:199-208
- Jeong H, Nam SH, Jo JA, Cho S, Yang KY, Aung T, Mirzapour-Kouhdasht A, Park SW. 2023. Extraction and purification of narirutin and hesperidin from green yuzu (*Citrus junos*) and evaluating their biological activities. *Process Biochem* 133:132-141
- Jung KM, Choi MA, Park SI. 2017. Effect of oligosaccharides on quality characteristics and antioxidant activities of *Prunus persica* Batsch var. *davidiana* Max. preserved in sugar. *Culin Sci Hosp Res* 23:163-172
- Kim DS, Lee JT, Hong SJ, Cho JJ, Shin EC. 2019. Thermal cased effect of comprehensive changes in the flavor/taste of *Cynanchi wilfordii*. *J Food Sci* 84:2831-2839
- Kim KM, Lee JE, Kim JS, Choi SY, Jang YE. 2014. Quality characteristics of mayonnaise with varied amounts of yuzu juice added during the storage period. *Korean J Food Preserv* 21:799-807
- Kim YH, Kim SB, Kim SJ, Park SW. 2016. Market and trend of alternative sweeteners. *Food Sci Ind* 49:17-28
- Kim YH. 2019. Effects of sucrose and Jochung on textural properties of dough and quality characteristics of white pan bread. *Korean J Food Nutr* 32:79-88
- Krystyjan M, Sikora M, Adamczyk G, Tomasik P. 2012. Caramel sauces thickened with combinations of potato starch and xanthan gum. *J Food Eng* 112:22-28
- Lambert-Meretei A, Vozary E, Kaszab T. 2021. Physical properties of raspberry and orange flavoured fruit syrups. *Prog Agric Eng Sci* 17:157-165
- Lee BB, Yoon CY, Nam SH. 2023. Non-heat sterilization of yujacheong using ozone treatment. *Korean J Food Nutr* 36:334-339
- Lee JO, Lee SA, Kim KH, Choi JJ, Yook HS. 2008. Quality characteristics of cookies added with hot-air dried yellow and red onion powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37:342-347
- Lee KJ, Kim MR. 2004. Quality evaluation of pumpkin jam replaced sucrose with sugar alcohols during storage. *J East*

- Asian Soc Diet Life* 14:123-130
- Lee P, Oh H, Kim SY, Kim YS. 2020. Effects of d-allulose as a sucrose substitute on the physicochemical, textural, and sensorial properties of pound cakes. *J Food Process Preserv* 44:e14472
- Legin A, Rudnitskaya A, Vlasov Y, Di Natale C, Davide F, D'Amico A. 1997. Tasting of beverages using an electronic tongue. *Sens Actuators B Chem* 44:291-296
- Li ZF, Sawamura M, Yano H, Kusunose H. 1990. Chemical studies on the quality of citrus juices. Part IV. Synergistic effect of several components related to the browning of 'yuzu' juice. *Jpn Food Ind Assoc* 37:978-980
- Maguire A, Rugg-Gunn J, Wright G. 2000. Adaptation of dental plaque to metabolise maltitol compared with other sweeteners. *J Dent* 28:51-59
- Min BC, Yoon SH, Kim JW, Lee YW, Kim YB, Park KH. 1998. Cloning of novel maltooligosaccharide-producing amylases as antistaling agents for bread. *J Agric Food Chem* 46:779-782
- Mirhosseini H, Tan CP, Aghlara A, Hamid NSA, Yusof S, Chern BH. 2008. Influence of pectin and CMC on physical stability, turbidity loss rate, cloudiness and flavor release of orange beverage emulsion during storage. *Carbohydr Polym* 73:83-91
- Nilar, Myint KM. 2012. A study on the factors influence the processing of some fruit sources. *Univ Res J* 5:1-11
- Nakamura M, Mikami Y, Noda K, Murata M. 2021. Browning of Maillard reaction systems containing xylose and 4-hydroxy-5-methyl-3(2H)-furanone. *Biosci Biotechnol Biochem* 85:401-410
- Pan S, Ding N, Ren J, Gu Z, Li C, Hong Y, Cheng L, Holler TP, Li Z. 2017. Maltooligosaccharide-forming amylase: Characteristics, preparation, and application. *Biotechnol Adv* 35:619-632
- Park JA, Oh JE, Cho MS. 2019. Development of yuja (*Citrus junos*) beverage based on antioxidant properties and sensory attributes using response surface methodology. *J Food Sci Technol* 56:1854-1863
- Park MK. 2007. Quality characteristics of strawberry jam containing sugar alcohols. *Korean J Food Sci Technol* 39:44-49
- Park YC, Oh EJ, Jo JH, Jin YS, Seo JH. 2016. Recent advances in biological production of sugar alcohols. *Curr Opin Biotechnol* 37:105-113
- Raithore S, Bai J, Plotto A, Manthey J, Irely M, Baldwin E. 2015. Electronic tongue response to chemicals in orange juice that change concentration in relation to harvest maturity and citrus greening or huanglongbing (HLB) disease. *Sensors* 15:30062-30075
- 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
- Rubio-Arreaez S, Ferrer C, Capella JV, Ortolá MD, Castelló ML. 2017. Development of lemon marmalade formulated with new sweeteners (isomaltulose and tagatose): Effect on antioxidant, rheological and optical properties. *J Food Process Eng* 40:e12371
- Seog HM, Seo MS, Kim SR, Park YK, Lee YT. 2002. Characteristics of barley polyphenol extract (BPE) separated from pearling by-products. *Korean J Food Sci Technol* 34:775-779
- Shin Y. 2012. Correlation between antioxidant concentrations and activities of Yuja (*Citrus junos* Sieb ex Tanaka) and other citrus fruit. *Food Sci Biotechnol* 21:1477-1482
- Sikora M, Juszczak L, Sady M, Krawontka J. 2003. Use of starch/xanthan gum combinations as thickeners of cocoa syrups. *Food/Nahrung* 47:106-113
- Slinkard K, Singleton VL. 1977. Total phenol analysis: Automation and comparison with manual methods. *Am J Enol Vitic* 28:49-55
- Soetaert W, Vanhooren PT, Vandamme EJ. 1999. The production of mannitol by fermentation. In Bucke C (Ed.), *Carbohydrate Biotechnology Protocols*. pp.261-275. Humana Press
- Son HS, Chang YK. 1997. Understanding nutrition labeling and standard of labeling of food. *Food Sci Ind* 30:69-76
- Sriprabhom J, Luangpituksa P, Wongkongkatep J, Pongtharangkul T, Suphantharika M. 2019. Influence of pH and ionic strength on the physical and rheological properties and stability of whey protein stabilized o/w emulsions containing xanthan gum. *J Food Eng* 242:141-152
- Vlasov Y, Legin A, Rudnitskaya A, Di Natale C, D'Amico A. 2005. Nonspecific sensor arrays ("electronic tongue") for chemical analysis of liquids (IUPAC technical report). *Pure Appl Chem* 77:1965-1983
- Wang Y, Suzuki A, Tanaka T, Kumura H, Shimazaki K. 2004. Partial characterization of dextran-degrading enzyme

- obtained from blue cheese. *J Dairy Sci* 87:1627-1633
- Wee KI, Kang YH, Lee KT. 2016. Physicochemical and sensory quality characteristics of various rice jochung products. *Korean J Food Preserv* 23:804-810
- Won SY, Seo JS, Kang HY, Lee YS, Choi Y, Lee HK, Park IT. 2016. Rapid quantitative analysis for sugars of agricultural products by HPLC. *Food Eng Prog* 20:406-410
- Yoo KM, Lee KW, Park JB, Lee HJ, Hwang IK. 2004a. Variation in major antioxidants and total antioxidant activity of Yuzu (*Citrus junos* Sieb ex Tanaka) during maturation and between cultivars. *J Agric Food Chem* 52:5907-5913
- Yoo KM, Seo WY, Seo HS, Kim WS, Park JB, Hwang IK. 2004b. Physicochemical characteristics and storage stabilities of sauces with added Yuza (*Citrus junos*) juice. *Korean J Food Cook Sci* 20:403-408
- Yoon J, Kim H. 2003. Effect of xylitol and erythritol on the quality characteristics of Yuza tea. *Korean J Food Cook Sci* 19:737-744
-
- Received 11 March, 2024
Revised 28 March, 2024
Accepted 03 April, 2024

충북산 토종고추의 계통별 품질 분석

박재은 · 박혜진 · 강혜정* · 김성겸 · 신현만** · 김흥태*** · †엄현주

충청북도농업기술원 지방농업연구소, *충청북도농업기술원 연구원,
충청북도농업기술원 지방농업연구소, *충북대학교 식물외과 교수

Quality Characteristics of by Lines of Native Pepper Grown in Chungbuk Province

Jae Eun Park, Hye Jin Park, Hye Jeong Kang*, Seong Kyeom Kim,
Hyun-Man Shin**, Heung Tae Kim*** and †Hyun-Ju Eom

Associate Researcher, Chungcheongbukdo Agricultural Research and Extension Services, Cheongju 28130, Korea

*Researcher, Chungcheongbukdo Agricultural Research and Extension Services, Cheongju 28130, Korea

**Senior Researcher, Chungcheongbukdo Agricultural Research and Extension Services, Cheongju 28130, Korea

***Professor, Dept. of Plant Medicine, Chungbuk National University, Cheongju 28644, Korea

Abstract

This study examined the quality characteristics of 10 different lines of native peppers collected from organic farms in Chungbuk province. The study found a strong correlation between the redness (a*) and ASTA values, which both contribute to the perceived quality of peppers. The highest values were observed in the Iyugsa line. The content of capsaicinoid and beta-carotene also showed a positive correlation, with Chilsungcho having the highest statistically significant value. While the total polyphenol content did not correlate with the other indicators, Chilsungcho again had the highest levels. The Yuwolcho line exhibited the highest ABTS radical scavenging ability, while the Eumseongcho line showed the highest DPPH radical scavenging ability. Taking into account the overall bioactivity quality, Chilsungcho had the highest values in terms of total polyphenol, beta-carotene, capsaicinoid, and redness. It also had the second highest total flavonoid content, ABTS, and DPPH radical scavenging activity, all statistically significant. Therefore, Chilsungcho can be considered an excellent choice when considering physiological activity. Furthermore, this study provides valuable information about the unique characteristics of these 10 native pepper lines, which can assist in selecting the appropriate pepper for food manufacturing and serve as a helpful resource for future research.

Key words: native pepper, Chilsungcho, capsaicinoid, ASTA values

서 론

고추(*Capsicum annuum* L.)는 가지과에 속하는 다년생 작물로, 우리나라에서 가장 많이 재배되고 있는 작물이며, 전통발효음식인 고추장과 김치의 주 원료로 우리 식탁에 없어서는 안될 식재료이다(Hwang 등 2014). 고추가 가지고 있는 영양학적 가치로는 비타민 C, 무기질 뿐만 아니라 carotenoid, quercetin, luteolin 및 capsaicinoids와 같은 페놀성 화합물을 다량 함유하고 있어(Byun 등 2016), 이런 성분들로 인해 항산화

활성(Lee 등 1995), 항암활성(Kwon 등 2005), 면역증강 효과(Park 등 2010) 등의 다양한 기능성을 가진다. 고추의 매운맛은 주로 capsaicin과 dihydrocapsaicin 성분에 기인하며, 고추는 매운맛 정도에 따라 식품 소재로의 활용도가 다양하다(Kawada 등 1985; Chiang GH 1986; Nam 등 2020). 또한 기능성 물질로서의 capsaicin은 고추의 매운맛 성분이면서 동시에 항균작용, 통증완화 효과, 식욕증진(Park 등 1999), 혈중 지질 개선 및 항비만 효과를 나타내는 것으로 알려져 있다(Surh 등 1998; Jung 등 2011). 또한 고추의 색소는 carotenoid류 중

† Corresponding author: Hyun-Ju Eom, Associate Researcher, Chungcheongbukdo Agricultural Research and Extension Services, Cheongju 28130, Korea. Tel: +82-43-220-5691, Fax: +82-43-220-5679, E-mail: hyunjueom@korea.kr

카로틴류의 베타카로틴(beta-carotene)과 잔토피류의 캡산틴(capsanthin)에서 유래하는데(Hwang 등 2010), 고추가 숙성되면서 엽록소의 함량이 적어짐에 따라 이들 성분들이 점차 증가하면서 빨간색으로 바뀌게 된다. 고추의 품질판정은 주로 외관적 요소 중 적색소에 평가되므로 그 색소 성분의 함량은 중요한 요소 중 하나이다(Hwang 등 2014).

고추는 다년생 작물이지만 연작장애가 심하고 집중호우 등 기상여건에 의해 작황이 달라지기 때문에 내병성 또는 내재해성 품종이 많이 개발되고 재배되어 왔다. 반면, 토종고추는 예전부터 우리나라 각 지역에서 재배되어 왔으나 역병이나 탄저병에 취약하고 생산성이 적다는 이유로 품종선택에서 배제되어 왔다(Hwang & Chung 1998). 하지만, 최근에는 종의 다양성, 국내산 품종에 중요성 및 기존 품종과의 차별화 등의 이유로 토종고추 종자에 대한 관심이 증가하고 있다. 토종고추 중 품종 등록이 되어있고, 가장 연구가 많이 된 '수비초'는 매운맛과 단맛이 조화롭고, 선택은 좋으나 역병에 약한 단점으로 인해 역병저항성 유전인자 도입을 하는 연구가 그동안 진행되어 왔으며, 이외에도 경북을 중심으로 일부 연구가 진행되어 왔다. 우리나라 토종고추는 종의 다양성 확보 및 보존, 다양한 색, 맛 등의 품질 특성을 고려한다면 보다 많은 기관에서의 연구가 필요하다(Hwang & Chung 1998; Jung 등 2011).

따라서 본 연구는 충북 괴산 지역에서 유기농으로 재배되는 토종고추 10종에 대한 색도, 생리활성, 베타카로틴 및 신미성분을 평가하였으며 이들 결과를 활용하여 앞으로 충북의 새로운 특산품으로의 가능성을 확인해보고자 한다.

재료 및 방법

1. 실험 재료 및 전처리

본 연구에 사용된 토종 고추는 충북 괴산군의 유기농 고추 농가에서 재배한 것으로, 2023년에 수확한 것을 구입하였고, 열풍건조(SI-70S2, Shin Heung Industry Co., Cheongju, Korea)는 45°C에서 72시간 건조하였고, 꼭지를 제거한 뒤 분쇄기를 이용하여 12 mesh 정도로 곱게 갈았다. 분쇄한 고추시료의 생리활성 분석은 분말 10 g을 60% 에탄올 90 mL로 2시간 동안 진탕 추출하였고, 원심분리(12,157×g, 20 min) 하여 감압여과(Adventec No.2, Adventec, Tokyo, Japan) 후 분석하였다. 베타카로틴 분석에 사용한 베타카로틴 표준품(≥95% HPLC, Darmstadt, Germany)은 Merck Co.에서 구입하여 사용하였다. Pyrogallol, dibutyl hydroxyl toluene(BHT), potassium hydroxide, ethanol, magnesium sulfate anhydrous는 일반시약(normal-grade)을 사용하였으며, 정량을 위한 기기분석에서 사용된 n-hexane, ethyl acetate, chloroform, acetonitrile, methanol은

특급시약(HPLC grade)을 사용하였다. Capsaicinoids 측정에 이용된 표준물질인 capsaicin과 dihydrocapsaicin은 Sigma-Aldrich Co.(St. Louis, MO, USA)에서 구입하였으며 acetonitrile, methanol, water는 J.T. Baker(Phillipsburg, NJ, USA)로부터 HPLC 등급을 구입하여 사용하였다.

2. 색도 측정

색도 측정은 색도색차계(CM-3500d, Tokyo, Japan)를 이용하여 수행하였다. 10 g의 분쇄된 시료를 petri-dish에 담아 3회 측정한 값의 평균을 취하여 계산하였으며, 이는 명도 L 값(lightness), 적색도 a값(redness) 그리고 황색도 b값(yellowness)으로 나타내었다. 표준백색판의 값은 L=96.89, a=-0.07, b=-0.18이었다.

3. ASTA 값 측정

토종고추의 붉은색은 ASTA(American Spice Trade Association) color value로 측정하였다. 각 고추 분쇄 시료 0.15 g을 200 mL flask에 넣고 100 mL acetone을 첨가하여 16시간 동안 압소에 방치한 후 상등액을 분리하였다. 추출물은 Whatman No. 2(Whatman, Maidstone, UK)를 이용하여 여과한 후 100 mL로 정용하여 460 nm에서 흡광도를 측정하였다. ASTA 값은 다음 공식을 활용하여 산출하였으며(Hwang 등 2011), 모든 시료는 3회 반복 실험하였다.

$$\text{ASTA color value} = A \times 16.4 / W$$

A: absorbance at 460 nm, W: sample weight(g)

4. 총 폴리페놀 함량 측정

토종고추의 총 폴리페놀 함량은 Amerine & Ough(1980) 방법을 이용하여 측정하였다. 토종고추 추출물 50 μL에 2% Na₂CO₃ 1 mL를 혼합하여 3분 동안 방치한 후, 1 N Folin-Ciocalteu's phenol reagent(Sigma-Aldrich Co.) 50 μL를 혼합하여 30분 동안 반응시켰다. 반응액의 흡광도 값을 750 nm에서 측정하였고, 검량선은 표준물질 gallic acid(Sigma-Aldrich Co.)를 사용하여 작성하였다. 값은 mg gallic acid equivalent (GAE)/g(dry basis)로 표시하였다.

5. 총 플라보노이드 측정

총 플라보노이드 함량은 Chung HJ(2014)의 방법을 변형하여 수행하였다. 토종 고추 추출물 200 μL에 1 N NaOH 600 mL와 diethylene glycol 4 mL를 가하여 37°C에서 1시간 동안 반응시킨 후, 420 nm에서 반응액의 흡광도 값을 측정하였다. 총 플라보노이드 함량은 rutin(Sigma-Aldrich Co.)를 사용하여 검량선을 작성한 후, mg rutin equivalent(RE)/g(dry basis)로 표

시하였다.

6. 항산화 활성 측정

토종고추의 항산화 활성을 평가하기 위해 ABTS 및 DPPH 라디칼 소거능을 측정하였다. ABTS라디칼 소거능(Re 등 1999)은 7.4 mM ABTS(2,2'-azino-bis(3-ethylbenzthiazoline-6-sulfonic acid, Sigma-Aldrich Co.)와 2.6 mM potassium persulfate를 24시간 동안 암소에 방치하여 ABTS 양이온을 형성시킨 후 이 용액을 735 nm에서 1.3~1.5의 흡광도 값이 나오도록 증류수로 희석하였다. 희석된 ABTS 용액 1 mL와 토종고추 시료 50 μ L를 혼합하여 30분간 반응시킨 후 흡광도를 735 nm에서 측정하였고, ABTS 값은 시료 첨가구와 시료 비첨가구의 흡광도를 백분율로 나타내었다. DPPH 라디칼 소거능(Choi 등 2003)은 0.4 mM DPPH(2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl, Sigma-Aldrich Co.) 용액을 1.5~1.7의 흡광도 값이 나오도록 희석한 후 희석된 추출물 0.2 mL에 DPPH 용액 0.8 mL를 가하여 실온에서 30 분간 방치한 후 525 nm에서 흡광도를 측정하였다. ABTS 측정과 마찬가지로 DPPH 값 또한 시료 첨가구와 비첨가구의 흡광도 차이를 백분율(%)로 나타내었다.

7. 베타카로틴 측정

토종고추의 베타카로틴 분석은 검화방법으로 추출 후 HPLC를 이용하여 분석하였다(Eom 등 2019). 고추가루 시료를 약 1.5 g 취하여 6% pyrogallol ethanol 20 mL를 첨가한 뒤 30초간 질소가스로 충전한 후 sonication을 5분간 수행하였다. 60% KOH를 8 mL 첨가 후 질소 충전 후 용기에 냉각관을 연결 후 shaking water bath(BS-21, Lab Companion, Jeiotech, Daejeon, Korea)에서 진탕하며 50분간 70°C에서 검화시켰다. 검화 후 1시간 동안 충분히 냉각한 추출관에 2% NaCl 용액, 0.01% butylated hydroxytoluene(BHT)이 포함된 추출용매(n-hexane: ethyl acetate=85:15, v/v)를 각 30 mL, 20 mL를 첨가하여 혼합한 후 충분히 분리되었을 때 상층액을 취하고, 이를 3회 반복하여 상층액을 취하여 베타카로틴 성분을 추출하였다. 추출한 상층액은 무수 MgSO₄가 포함된 여과지를 통과시켜 수분을 제거한 후 50 mL로 정용하였다. 정용한 추출액 10 mL를 취하여 질소가스로 용매를 제거한 후 재용해용매(acetonitrile:chloroform=6:4, v/v) 1 mL를 가하여 재용해했다. 0.45 μ m PTEF syringe filter(Whatman, Clifton, NJ, USA)로 재용해한 추출액을 여과하여 HPLC 분석 시료로 사용하였다. HPLC는 자외부흡광검출기(1290 Infinity, Agilent Technologies, Santa Clara, CA, USA)가 있는 HPLC(Agilent 1200 series) 시스템을 이용하였으며, 컬럼은 35°C의 온도로 유지하였다. 자외부흡광검출기의 파장은 excitation 파장 473 nm를 이용하였으며, 이동상으로는 acetonitrile:ethanol(7:3, v/v), 유속은 1.0

mL/min 및 시료 주입량은 20 μ L였다.

8. 캡사이시노이드 함량 분석

Hwang 등(2014)의 방법에 따라 토종고추의 capsaicin과 dihydrocapsaicin 함량 분석을 실행하였다. 토종고추 건조 시료 1 g과 methanol 40 mL를 혼합하여 homogenizer(HG-15D, WiseMix™, Daihan SCI, Wonju, Korea)를 사용해 2분간 교반하여 추출하였다. 균질화 후 Whatman No. 2를 이용하여 100 mL volumetric flask에 여과한 뒤 methanol로 정용하였다. 다음 정용화한 용액에서 1 mL를 취하여 0.20 μ m nylon syringe filter(Whatman)로 한번 더 여과하였다. 분석은 HPLC(Agilent 1200 series)를 이용하였다. 분석은 ZORBAX Eclipse XDB-C18 column(5 μ m, 4.6×150 mm, Agilent)을 사용하였으며, VWD(variable wavelength detector) detector(Ex λ 280 nm)를 이용하여 검출하였다. HPLC 조건은 이동상으로는 acetonitrile:water:glacial acetic acid(60:39:1, v/v/v) 조건의 용액을 사용하였고, flow rate는 1.0 mL/min이며, 시료의 주입량은 20 μ L였다.

9. 통계처리

모든 시험은 3반복 진행하였으며 결과는 평균±표준편차(standard deviation, SD)로 나타낸 후 통계분석은 SPSS(Statistical Package for the Social Science, Ver 12.0 SPSS INC. Chicago, IL, USA)를 이용하였고, 동질성을 비교하기 위해 일원배치 분산분석(ANOVA)을 실시한 후 측정값 간의 유의성을 Duncan's multiple range test로 $p < 0.05$ 수준에서 검증하였다.

결과 및 고찰

1. 색도 및 ASTA 값 측정

충북 괴산에서 재배되고 있는 토종고추 10종에 대한 색도 및 ASTA 함량 결과는 Table 1에 나타내었다. 토종고추 계통간 명도(L 값)는 48.03~52.24 값의 범위로 나타났고, 적색도(a 값)의 경우는 16.22~20.43, 황색도(b 값)는 11.50~15.89로 나타났다. 명도의 경우는 오이고추(52.24)가 가장 높은 값을 나타냈고, 유월초(48.15), 금패황양각초(48.03)가 가장 어둡게 나타났으며, 2계통에 대한 유의적인 차이는 없었다. 고추의 외관 품질에 가장 중요한 요소인 적색도의 경우, 칠성초(20.43), 이육사(20.42), 금패황양각초(19.77)가 가장 높은 값을 나타냈고, 다음으로는 음성초(18.56), 사근초(19.02), 얇은 땀이 고추(18.68)로 나타났다. 가장 적색도가 낮은 것은 오이고추(16.22), 청룡초(16.46) 및 울릉초(16.75)로 나타났다. 황색도의 경우, 적색도에 낮은 값을 보였던, 오이고추(15.89)가 높은 값으로 나타났다($p < 0.05$).

ASTA는 American Spice Trade Association의 약어로, 고추

Table 1. Comparison of color and ASTA value among 10 lines of native pepper grown in Chungbuk province

| Sample | L* | a* | b* | ASTA value |
|------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|
| Eumseongcho | 48.76±0.05 ^{D1)} | 18.56±0.19 ^{BC} | 12.27±0.12 ^D | 111.13±0.47 ^B |
| Yuwolcho | 48.15±0.27 ^E | 18.09±0.35 ^C | 11.5±0.37 ^D | 65.40±2.15 ^E |
| Cheonglyongcho | 49.21±0.40 ^{CD} | 16.46±0.44 ^D | 11.64±0.48 ^D | 89.36±2.26 ^D |
| Chilsungcho | 49.36±0.12 ^{CD} | 20.43±0.24 ^A | 13.97±0.16 ^B | 98.11±2.33 ^{CD} |
| Oigocho | 52.24±0.54 ^A | 16.22±0.23 ^D | 15.89±0.35 ^A | 22.88±0.50 ^G |
| Sageuncho | 49.81±0.20 ^{BC} | 19.02±0.39 ^B | 13.63±0.36 ^{BC} | 96.89±3.44 ^{CD} |
| Ulleungcho | 50.20±0.41 ^B | 16.75±0.67 ^D | 14.03±0.65 ^B | 35.35±1.55 ^F |
| Geumpaehwangyanggagcho | 48.03±0.16 ^E | 19.77±0.11 ^A | 12.10±0.26 ^D | 96.12±3.91 ^{CD} |
| Anjeunbaengl | 49.07±0.09 ^D | 18.68±0.16 ^{BC} | 13.11±0.16 ^C | 102.80±11.09 ^C |
| Iyugsa | 49.43±0.29 ^{CD} | 20.42±0.36 ^A | 13.72±0.40 ^{BC} | 148.91±7.95 ^A |

¹⁾ Each values mean±S.D.

^{A-G}Values with different capital letters within a column are significantly different by Duncan's multiple range test ($p<0.05$).

와 같은 향신료의 색상을 측정하고 표준화하기 위한 지표이자, 색상의 강도와 채도를 나타내는 값이다. ASTA 값은 주로 고추의 외관적 품질을 객관화할 때 사용되며, 0~160까지의 범위를 가지고 있고, 이는 natural, extra light, light, medium, dark 등 5~6개의 단계로 구분되며, ASTA 값이 높을수록 붉은 색소의 함량이 많은 것을 의미한다(Lee 등 2007; Hwang 등 2011; Hwang 등 2014). 괴산에서 재배되고 있는 토종고추 10종의 평균적인 ASTA 값은 86.70의 값을 가지며, 가장 높은 값은 이육사로 148.91 값을 보였고, 그 다음으로 음성초(111.13), 앓은뱅이고추(102.80) 순으로 낮아졌고, 가장 낮은 값은 오이고추로 22.88 값을 나타내, 계통간 높은 차이가 있음을 알 수 있다. ASTA 값을 색도계로 측정된 적색도와 비교하였을 때, 가장 높은 계통이 이육사, 가장 낮은 값은 오이고추로 나타난 것은 동일한 연구결과로 보여지며, 적색도와 ASTA 값의 상관관계를 나타낸 Table 2와 같이 상관관계수(R)가 0.747로 적색도가 높으면 ASTA 값도 높다고 볼 수 있다. Hwang 등(2011)의 연구에 따르면, 청양 고추의 ASTA 값은 재배지역에 따라 76.54~139.57의 다양한 범위를 나타낸다고 하였고, 한국산 고춧가루의 ASTA 값이 고추 품종과 재배한 지역에 따라 60.5~183.4까지 차이를 나타낸다고 보고한 연구(Choi 등 2000)와 본 연구와 유사한 결과를 나타냈다.

2. 총 폴리페놀, 총 플라보노이드 함량 및 라디칼 소거 활성

충북 괴산에서 유기농으로 재배되고 있는 토종고추 10종에 대한 총 폴리페놀, 총 플라보노이드 함량 및 항산화 활성 결과는 Table 3에 나타내었다. 먼저, 총 폴리페놀 함량은 1,874.33~2,500.32 mg% 함량을 나타냈고, 칠성초(2,500.32 mg%)와 앓은뱅이 고추(2,486.63 mg%)가 수치적으로는 가장

높은 함량을 나타냈고, 이육사가 1,874.33 mg%로 가장 낮은 함량을 나타냈으나 통계적으로 유의한 차이는 없다고 나타났다. 다음으로 총 플라보노이드 함량은 321.72~640.06 mg% 함량을 나타냈고, 금패황양각초(640.06 mg%), 앓은뱅이 고추(628.15 mg%), 음성초(608.79 mg%)가 유의적으로 가장 높은 함량을 나타냈으며, 다음으로 칠성초가 558.87 mg%로 높은 값을 나타냈다. 마지막으로 오이고추(321.72 mg%)가 유의적으로 가장 낮은 값을 나타내, 가장 높은 총 플라보노이드 함량을 나타낸 금패황양각초와는 두배 차이를 보였다. 플라보노이드류에 속하는 베타카로틴과의 상관관계(Table 3)를 살펴보면 상관관계수(R)가 0.882($p<0.01$) 수준에서 양의 관계가 성립되었다. 이외에도 총 플라보노이드 함량은 적색도 및 캡사이신노이드 함량, ASTA 값과는 양의 관계가, 명도와는 음의 관계에서 높은 상관계수를 보였다(Table 3). Lee 등(1995)의 연구에 따르면 품종, 지역 및 환경에 따른 폴리페놀 성분 에 대한 함량 차이가 생길 수 있다고 보고하였다. 토종고추 10종의 ABTS 라디칼 소거능을 분석하기 위하여 고추시료를 60% EtOH에 10배 희석하여 측정된 결과, 유월초는 90.98%로 가장 우수한 ABTS 라디칼 소거 활성을 나타내었다. 다음으로는 청룡초(83.95%), 칠성초(81.66%), 음성초(78.83%)가 높은 활성을 보였고, 세 계통간 유의적인 차이는 없었다. 사근초(72.50%), 울릉초(71.07), 앓은뱅이 고추(72.85%), 이육사(67.98%), 오이고추(68.74%)는 가장 낮은 활성이 나타났다. DPPH 라디칼 소거능의 경우 또한 고추 시료를 60% EtOH에 10배 희석하여 사용하였다. 결과는 음성초(82.60%)가 가장 높게 나오고, 나머지 계통간에는 유의적인 차이는 없었다. Yi 등(2019)에 따르면 고추의 성숙시기와 품종에 따라 항산화 활성이 다르고, ABTS 측정법과 DPPH 측정법 간의 품종

Table 2. Correlation analysis of experimental results

| | L* | a* | b* | capsaicinoid | β -carotene | ASTA value | Total polyphenol | Total flavonoid | ABTS radical scavenging activity | DPPH radical scavenging activity |
|----------------------------------|------------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|-----------------|----------------------------------|----------------------------------|
| L* | 1 | | | | | | | | | |
| a* | -0.4461 ^{*1)} | 1 | | | | | | | | |
| b* | 0.899 ^{**} | -0.068 | 1 | | | | | | | |
| Capsaicinoid | -0.544 ^{**} | 0.792 ^{**} | -0.184 | 1 | | | | | | |
| β -carotene | -0.383 [*] | 0.772 ^{**} | -0.066 | 0.536 ^{**} | 1 | | | | | |
| ASTA value | -0.546 ^{**} | 0.747 ^{**} | -0.368 [*] | 0.386 [*] | 0.670 ^{**} | 1 | | | | |
| Total polyphenol | -0.154 | 0.136 | -0.140 | 0.038 | 0.216 | 0.149 | 1 | | | |
| Total flavonoid | -0.596 ^{**} | 0.708 ^{**} | -0.321 | 0.515 ^{**} | 0.882 ^{**} | 0.645 ^{**} | 0.396 [*] | 1 | | |
| ABTS radical scavenging activity | -0.583 ^{**} | -0.045 | -0.687 ^{**} | 0.223 | -0.242 | -0.006 | 0.290 | -0.010 | 1 | |
| DPPH radical scavenging activity | -0.003 | -0.009 | -0.096 | -0.090 | -0.053 | 0.049 | -0.049 | -0.044 | 0.262 | 1 |

¹⁾ The number of asterisks indicates the level of significance: one (*) signifies a significant correlation, while two (**) indicates a highly significant correlation.

Table 3. Comparison of antioxidant activity (ABTS, DPPH), total polyphenol and total flavonoid content among 10 lines of native pepper grown in Chungbuk province

| Sample | ABTS radical scavenging activity (%) | DPPH radical scavenging activity (%) | Total polyphenol (mg%) | Total flavonoid (mg%) |
|------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------|---------------------------|
| Eumseongcho | 78.83±1.11 ^{BC1)} | 82.60±10.25 ^A | 2,404.50±273.87 ^{AB} | 608.79±10.39 ^A |
| Yuwolcho | 90.98±0.37 ^A | 70.41±4.32 ^B | 2,114.74±211.77 ^{ABC} | 415.51±23.60 ^D |
| Cheonglyongcho | 83.95±1.67 ^B | 71.84±6.01 ^B | 2,310.68±263.42 ^{ABC} | 406.10±12.42 ^D |
| Chilsungcho | 81.66±7.39 ^B | 71.44±2.38 ^B | 2,500.32±411.60 ^A | 558.87±35.45 ^B |
| Oigocho | 68.74±4.23 ^E | 71.50±1.00 ^B | 2,059.55±199.28 ^{ABC} | 321.72±16.18 ^E |
| Sageuncho | 72.50±0.66 ^{DE} | 67.87±3.71 ^{BC} | 2,334.08±193.89 ^{ABC} | 516.95±3.73 ^C |
| Ulleungcho | 71.07±1.20 ^{DE} | 65.35±7.65 ^{BC} | 1,936.69±130.69 ^{BC} | 411.25±43.95 ^D |
| Geumpachwangyanggagcho | 75.75±1.09 ^{CD} | 68.24±2.98 ^{BC} | 2,107.68±161.97 ^{ABC} | 640.06±20.24 ^A |
| Anj-eunbaengI gochu | 72.85±0.96 ^{DE} | 60.00±1.14 ^C | 2,486.63±394.80 ^A | 628.15±17.85 ^A |
| Iyugsa | 67.98±2.57 ^E | 67.67±2.42 ^{BC} | 1,874.33±53.07 ^C | 493.14±19.96 ^C |

¹⁾ Each values mean±S.D.

^{A-E}Values with different capital letters within a column are significantly different by Duncan's multiple range test ($p < 0.05$).

별 차이가 있었으며 ABTS 측정법으로 측정시 더 높은 항산화 활성을 나타냈다고 보고했다. 이러한 결과는 충북 토종 고추 항산화 실험에서도 확인되었다. Yoon 등(2010)의 연구에 따르면 노지, 비가림 등의 재배 방식 간에는 고추의 항산화 활성에서 유의적 차이가 나타나지 않았지만, 품종 간에는 차이가 있다고 보고하였다. 따라서 본 연구에서도 토종 고추 10종의 항산화 활성 차이는 품종간 생리활성 물질의 함량차

이에 기인한 것으로 추측된다.

3. 베타카로틴 분석

베타카로틴은 강력한 항산화 효과뿐만 아니라 항암 및 항노화 등의 효과를 가지고 있다고 한다(Kim 등 2009). 고추 품종별로 그 함량의 차이가 있으며, 특히 붉은색 계열의 고추가 다른색의 고추보다 베타카로틴의 함량이 높다고 알려져

있다(Marín 등 2004; Matsufuji 등 2007; Ornelas-Paz 등 2013). 토종고추 10종에 대한 베타카로틴 함량은 Fig. 1에 나타내었다. 베타카로틴의 범위는 6.03~18.80 mg/100 g으로 가장 높은 함량을 나타낸 금패황양각초는 가장 낮은 유월초와는 3배가량 차이를 나타냈다. 금패황양각초 다음으로 100 g 당 칠성초 17.20 mg, 앓은뱅이고추 15.88 mg 및 음성초 15.55 mg을 나타냈고, 4개 종류 사이에는 유의적인 차이는 없었다. 가장 낮은 값을 나타낸 유월초뿐만 아니라 청룡초 7.30 mg/100 g, 오이고추 7.50 mg/100 g, 울릉초 7.70 mg/100 g도 유의적으로 가장 낮은 값을 나타냈다. 빨간색의 고춧가루의 경우 국내 데이터(RDA 2016)를 살펴보면, 100 g에 13.94 mg으로 보고하고 있는데 음성초, 칠성초, 금패황양각초, 앓은뱅이 및 이육사는 기존의 보고보다 다소 높게 검출되었고, 나머지 5종은 낮은 값을 나타내 고추의 베타카로틴은 나라별, 품종별 다양한 수치를 나타냈으며, 특히 채소 중 고추는 베타카로틴 함량이 높은 편에 속한다고 보고하였다(Eom 등 2019). 베타카로틴과 적색도, 캡사이시노이드, ASTA 값, 총 플라보노이드 함량과의 상관관계(Table 2)를 살펴보면 상관계수(R)가 각각 0.772, 0.536, 0.670 및 0.882($p<0.01$)로 양의 관계가 성립되어 베타카로틴 함량이 높으면 적색도, 캡사이시노이드, ASTA 값 및 총플라보노이드 함량이 높다 할 수 있다.

4. 캡사이시노이드 함량

한국산 고추의 매운맛은 캡사이시노이드 중 캡사이신과 디하이드로캡사이신에 기인한다고 보고되고 있고, 매운맛의 유무 또는 매운 정도에 따라 식품소재로의 활용도가 다양해

질 수 있다(Shin & Lee 1991; Jung 등 2010). 따라서 토종고추 10종에 대한 캡사이시노이드 중 캡사이신과 디하이드로캡사이신 함량을 분석하였다(Fig. 2). 먼저 캡사이신의 범위는 0~890.97 ppm으로 가장 높은 함량을 나타낸 칠성초와는 반대로 청룡초와 오이고추는 전혀 검출되지 않았다. 또한 디하이드로캡사이신의 함량은 0~450.68 ppm으로 캡사이신과 같이 가장 높은 함량을 나타낸 품종은 칠성초였고, 청룡초와 오이고추는 검출되지 않았다. 총 캡사이시노이드는 칠성초가 1,341.65 ppm으로 가장 높은 수치를 나타냈고, 다음으로 금패황양각초가 1,064.89 ppm을 나타냈다. 농림축산식품부의 기준으로 매운맛을 등급을 살펴보면 150 ppm 이하는 순한맛, 150~300 ppm 보통 매운맛, 300~500 ppm 덜 매운맛, 500~1,000 ppm은 매운맛 및 1,000 ppm 이상은 매우 매운맛으로 나타내고 있으며(Ahn 등 2022), 이런 기준으로 피산에서 재배되는 토종고추 10종을 분류해보면, 칠성초와 금패황양각초는 매우 매운맛, 음성초, 유월초, 사근초, 울릉초, 앓은뱅이 및 이육사는 매운맛에 속하며, 마지막으로 청룡초와 오이고추는 순한맛에 속한다. 따라서 식품에 적용 시 매운맛을 원할 경우 칠성초 또는 금패황양각초를 사용하고, 매운맛을 싫어하거나 또는 어린이처럼 매운맛을 먹지 못하는 사람들에게는 청룡초 또는 오이고추를 이용할 수 있으며, 일반적으로는 나머지 6종을 사용하면 될 것이다. 캡사이시노이드와 양의 상관관계가 높은 것은 적색도, 베타카로틴 및 플라보노이드이고, ASTA 값과도 양의 상관관계가 나타났으며, 명도와는 음의 상관관계가 높게 나타났다(Table 2). 따라서 분석한 시료의 상관관계를 통해서 고추의 품질특성 중 적색도, 총플

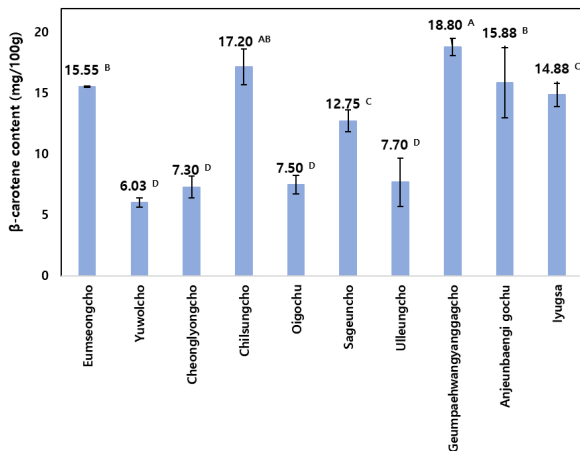


Fig. 1. Analysis of β -carotene content among 10 lines of native pepper grown in Chungbuk province. ^{A-D}Values with different capital letters within a column are significantly different by Duncan's multiple range test ($p<0.05$).

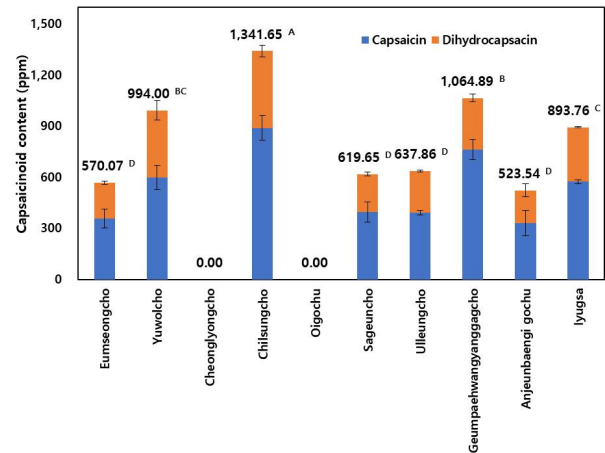


Fig. 2. Analysis of capsaicinoid content among 10 lines of native pepper grown in Chungbuk province. ^{A-D}Values with different capital letters within a column are significantly different by Duncan's multiple range test ($p<0.05$).

라보노이드, 베타카로틴 및 캡사이시노이드는 높은 상관관계가 있음을 알 수 있다.

요약 및 결론

본 연구는 충북 괴산의 유기농 농가에서 채집한 토종고추 10종을 대상으로 캡사이신 함량, 항산화 활성, ASTA 값 등의 품질 특성을 분석하여 토종고추 계통 간의 품질 특성을 분석하고 비교하였다. 고추의 외관적 품질에 영향을 미치는 적색도(a*)와 ASTA 값은 상관관계를 통해 높은 관련성을 확인하였는데 두 값을 모두 고려하였을 때 이육사가 제일 높은 수치로 나타났다. 캡사이시노이드 함량, 베타카로틴 함량은 높은 양의 상관관계를 나타냈는데, 칠성초가 통계적으로 가장 높은 값을 보였다. 총 폴리페놀 함량 또한 다른 지표와 상관관계를 보이진 않으나 마찬가지로 칠성초가 가장 높은 함량을 보였다. ABTS 라디칼 소거능은 유월초가 가장 높은 활성을 보였으며 DPPH 라디칼 소거능은 음성초가 가장 높은 활성을 보였다. 종합적으로 생리활성 등 품질을 고려했을 때, 칠성초가 총 폴리페놀, 베타카로틴, 캡사이시노이드, 적색도에서 통계적으로 가장 높은 값을 나타내고 그 외의 총 플라보노이드 함량, ABTS 및 DPPH 라디칼 소거능 활성 또한 통계적으로 두번째로 높은 수치를 나타냈기 때문에 생리활성면에서 우수한 토종고추 품종으로 판단된다. 본 연구는 토종고추 10품종의 고유한 특성 정보를 제공함으로써 식품 제조 시 적합한 고추 품종을 선택할 수 있는 유용한 정보와 향후 다양한 연구에 도움이 될 것으로 판단된다.

References

- Ahn D, Park E, Kim S, Ku KH, Lim JH, Lee J. 2022. Capsaicinoid content and quality attributes of commercial red pepper powder according to the labeled pungency levels. *Korean J Food Preserv* 29:907-917
- Amerine MA, Ough CS. 1980. *Methods for Analysis of Musts and Wines*. pp.176-180. Wiley
- Byun EB, Park WY, Ahn DH, Yoo YC, Park C, Park WJ, Jang BS, Byun EH, Sung NY. 2016. Comparison study of three varieties of red peppers in terms of total polyphenol, total flavonoid contents, and antioxidant activities. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 45:765-770
- Chiang GH. 1986. HPLC analysis of capsaicins and simultaneous determination of capsaicins and piperine by HPLC-ECD and UV. *J Food Sci* 51:499-503
- Choi SM, Jeon YS, Park KY. 2000. Comparison of quality of red pepper powders produced in Korea. *Korean J Food Sci Technol* 32:1251-1257
- Choi Y, Kim M, Shin JJ, Park JM, Lee J. 2003. The antioxidant activities of the some commercial teas. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32:723-727
- Chung HJ. 2014. Comparison of total polyphenols, total flavonoids, and biological activities of black chokeberry and blueberry cultivated in Korea. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 43:1349-1356
- Eom HJ, Kang HJ, Yoon HS, Kwon NR, Kim Y, Hong ST, Park J, Lee J. 2019. A study on contents of beta-carotene in local agricultural products. *Korean J Food Nutr* 32:335-341
- Hwang IG, Kim HY, Lee JS, Kim HR, Cho MC, Ko IB, Yoo SM. 2011. Quality characteristics of Cheongyang pepper (*Capsicum annuum* L.) according to cultivation region. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40:1340-1346
- Hwang IG, Yoo SM, Lee J. 2014. Quality characteristics of red pepper cultivars according to cultivation years and regions. *Korean J Food Nutr* 27:817-825
- Hwang IK, Kim JW, Byun JW, Han JS, Kim SH, Park CK. 2010. *Essential Food Science*. pp.162-164. Suhagsa
- Hwang JM, Chung KM. 1998. *Guidebook for Pepper Cultivation*. Yeongyang Pepper Research Institute
- Jung MR, Hwang Y, Kim HY, Cho MC, Hwang IG, Yoo SM, Jeong HS, Lee JS. 2011. Evaluation of biological activity in pepper (*Capsicum annuum* L.) breeding lines. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40:642-648
- Jung MR, Hwang Y, Kim HY, Jeong HS, Park JS, Park DB, Lee JS. 2010. Analyses of capsaicinoids and ascorbic acid in pepper (*Capsicum annuum* L.) breeding lines. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39:1705-1709
- Kawada T, Watanabe T, Katsura K, Takami H, Iwai K. 1985. Formation and metabolism of pungent principle of Capsicum fruits: XV. Microdetermination of capsaicin by high-performance liquid chromatography with electrochemical detection. *J Chromatogr A* 329:99-105
- Kim YG, Lee YH, Kang MK, Lee BH, Yun JK, Kim SB, Kim CJ. 2009. Preparation of functional cosmetics containing β -carotene derived from recombinant *Escherichia coli* and evaluation of anti-wrinkle efficacy by clinical testing. *Kor J Microbiol Biotechnol* 37:399-404
- Kwon KS, Park JH, Kim DS, Jeong JB, Sim YE, Kim MS, Lee HK, Chung GY, Jeong HJ. 2005. Antioxidant activity and identification of lunasin peptide as an anticancer peptide on

- growing period and parts in pepper. *J Life Sci* 15:528-535
- Lee HE, Lim CI, Do KR. 2007. Changes of characteristics in red pepper by various freezing and thawing methods. *Korean J Food Preserv* 14:227-232
- Lee Y, Howard LR, Villalón B. 1995. Flavonoids and antioxidant activity of fresh pepper (*Capsicum annuum*) cultivars. *J Food Sci* 60:473-476
- Marín A, Ferreres F, Tomás-Barberán FA, Gil MI. 2004. Characterization and quantitation of antioxidant constituents of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.). *J Agric Food Chem* 52:3861-3869
- Matsufuji H, Ishikawa K, Nunomura O, Chino M, Takeda M. 2007. Anti-oxidant content of different coloured sweet peppers, white, green, yellow, orange and red (*Capsicum annuum* L.). *Int J Food Sci Technol* 42:1482-1488
- Nam CW, Cho YS, Moon HJ, Chae SY, Yang EY, Cho MC. 2020. Yield and fruit quality of pepper as affected by different liquid fertilizer in organic farming. *Korean J Org Agric* 28:387-403
- Ornelas-Paz JJ, Cira-Chávez LA, Gardea-Béjar AA, Guevara-Arauz JC, Sepúlveda DR, Reyes-Hernández J, Ruiz-Cruz S. 2013. Effect of heat treatment on the content of some bioactive compounds and free radical-scavenging activity in pungent and non-pungent peppers. *Food Res Int* 50:519-525
- Park JS, Kim MH, Yu R. 1999. Approximate amounts of capsaicin intakes determined from capsaicin contents in powdered soups of Korean instant noodles and hot peppers. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 28:501-504
- Park MY, Kim DH, Jin MR. 2010. Immunomodulatory effects of orally administrated capsicum extract on Peyer's patches. *Korean J Orient Physiol Pathol* 24:446-451
- 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
- Rural Development Administration [RDA]. 2016. Korean Food Composition Table. 9th ed. Rural Development Administration
- Shin HH, Lee SR. 1991. Quality attributes of Korean red pepper according to cultivars and growing areas. *Korean J Food Sci Technol* 23:296-300
- Surh YJ, Lee E, Lee JM. 1998. Chemoprotective properties of some pungent ingredients present in red pepper and ginger. *Mutat Res* 402:259-267
- Yi TG, Park Y, Choi IY, Park NI. 2019. Comparison of metabolite levels and antioxidant activity among pepper cultivars. *Korean J Breed Sci* 51:326-340
- Yoon J, Ji JJ, Lim SC, Lee KH, Kim HT, Jeong HS, Lee JS. 2010. Changes in selected components and antioxidant and antiproliferative activity of peppers depending on cultivation. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39:731-736

Received 13 March, 2024

Revised 01 April, 2024

Accepted 08 April, 2024

장아찌의 종류와 저장기간에 따른 나트륨 함량 변화 - 건더기와 양념(국물)의 구분 분석법을 적용하여 -

최 지 유 · *김 소 영*

배재대학교 식품영양학과 조교수, *순천향대학교 식품영양학과 부교수

Changes in Sodium Content by Type of *Jangajji* and Length of Storage Period -By Applying an Analysis Technique to Differentiate Solid Ingredients from Seasoning Liquid-

Jiyu Choi and *So-young Kim*

Assistant Professor, Dept. of Food and Nutrition, Pai Chai University, Daejeon 35345, Korea

*Associate Professor, Dept. of Food Science and Nutrition, Soonchunhyang University, Asan 31538, Korea

Abstract

This study aimed to provide an accurate estimate of sodium intake from *jangajji* by examining the changes in sodium content according to the type of *jangajji* and the length of storage period, specifically differentiating between the solid ingredients and the seasoning liquid. It focused on six types of *jangajji*: chili pepper, perilla leaf, onion, radish, garlic scape, and cucumber. The sodium content in the solid ingredients and the seasoning was measured using a salinometer and ICP-AES. The results indicated that across all types of *jangajji*, the seasoning liquid consistently contained significantly higher levels of sodium than the solid ingredients. When comparing the sodium content measured by ICP-AES with that from a salinometer, the salinometer readings were significantly lower for both the solid ingredients and the seasoning liquid in all types of *jangajji*. Additionally, when comparing the sodium content of the solid ingredients with that listed in the nation's representative nutritional databases, a substantial discrepancy was noted, with some cases potentially overstating the actual sodium intake from *jangajji*. Overall, this study suggests that an urgent review should be conducted to identify and resolve the causes of such discrepancies and accurately estimate the actual sodium intake from *jangajji*.

Key words: *jangajji*, sodium content, sodium intake, salted vegetables

서 론

장아찌는 다양한 채소류 및 어패류 등의 농수산물 재료를 데치거나 소금에 절이는 등 적절한 처리를 한 후 주박, 장류 등 절임원에 절여 숙성하는 저장 발효식품이다(Oh CH 2017). 채소류를 활용한 장아찌는 섬유소, 비타민과 무기질이 풍부하고 발효와 숙성과정을 거치며 각종 유기산을 생성시켜 체내 유익한 젖산균도 풍부하다(Jeong 등 2006a; Jung 등 2011). 따라서 우리 조상들은 각종 장아찌를 만들어 저장하였다가 필요할 때마다 꺼내어 먹는 밑반찬으로 활용하였으며, 이를 통해 겨우내 특히 부족하기 쉬운 채소류의 섭취

와 영양소를 보충할 수 있었다. 2021년 국민영양통계 결과에 따르면 장아찌류 중 무장아찌, 깻잎장아찌, 오이지, 고추장아찌, 양파장아찌가 전체 연령층에서 섭취량이 높은 다빈도 식품으로 조사되었다(Korea Health Industry Development Institute 2021).

일반적으로 장아찌는 제조방식에 따라 절임원에 절이는 절임장아찌와 양념 등을 첨가해 조리과정을 거치는 숙장아찌로 분류할 수 있으며, 이 중 절임장아찌는 다시 절임원의 종류에 따라 간장, 된장, 고추장, 식초, 주박 장아찌 등으로 분류할 수 있다(Yun SJ 1997; Kim & Cho 2009; Oh CH 2017). 장아찌는 제조과정에서 고염도의 소금물에 담가 탈수시켜

* Corresponding author: So-young Kim, Associate Professor, Dept. of Food Science and Nutrition, Soonchunhyang University, Asan 31538, Korea. Tel: +82-41-530-1258, Fax: +82-41-530-1257, E-mail: sonyah@sch.ac.kr

세포의 활성을 잃게 한 후에 다시 된장, 간장, 고추장 등의 장류에 넣어 발효시키기 때문에 염도가 5.0~9.0%로 높는데, 이는 김치(염도 약 2.0%)의 약 2.5~4.5배에 달하는 수준이다(Jeong 등 2006a; Jeong 등 2006b; Shim KH 2012).

소금은 인체의 생명유지를 위한 필수 성분이며, 식품의 저장성과 풍미를 향상시키는 조미료로 거의 모든 식품에 이용되고 있다(Ko & Kang 2014; Kim & Jeong 2016). 그러나 고염도 식품의 과다 섭취는 고혈압뿐만 아니라 뇌졸중, 뇌출혈, 만성심부전 등의 심혈관 질환 및 골다공증, 비만과 같은 다양한 만성질환을 유발하며 위암의 심각한 위험요인 중 하나로 보고되어 왔다 (Yeon 등 2017; Jiang 등 2018; Kim 등 2020). 이에 따라 건강에 관심이 높은 소비자들 사이에서 장아찌와 같은 고염도 식품의 섭취를 기피하는 현상이 나타나고 있으며 그 수요도 점차 감소하고 있는 추세이다(Lee 등 1995; Jeong 등 2006a; Jeong 등 2006b; Kim & Cho 2009; Choi & Cho 2012).

이러한 추세를 반영하여 장아찌의 절임액을 고염도에서 저염도로 낮춰 품질특성의 변화를 비교한 연구(Jung 등 2011; Choi & Cho 2012; Shim KH 2012; Park YR 2013; Lee & Kang 2015; Kim & Lee 2019; Shin 등 2020; Jeong & Jegal 2021; Cho & Yoon 2022) 등이 활발히 이루어지고 있다. 특히 장아찌 제조 시 염도를 낮추면 주재료의 연부현상이나 곰팡이가 발생하여 악취를 유발하는 등 저장성의 문제가 제기됨에 따라 침지용액의 최적 염도를 검토(Kim & Lee 2019) 하거나 소금의 일부를 함초 분말로 대체하여 나트륨 함량을 감소시키는 방법(Kim 등 2019) 등에 대한 관심도 높아지고 있다.

특히 소금 중 나트륨 성분은 식품 내 자연적으로 존재하는 것도 있지만 식품의 가공, 조리 및 식사 시에 소금, 간장 및 양념 등을 추가하면서 섭취하게 된다. 우리나라의 경우 식품의 가공, 조리 및 식사 시 첨가되는 나트륨 섭취량이 높은 편으로 한 때 73~80%에 달한 적도 있었다(Son 등 2005). 국민 건강영양조사의 결과에서도 한국인의 1일 나트륨 섭취량은 2007~2010년 사이에 4,464 mg에서 4,831 mg까지 증가세를 나타내었다. 이후 나트륨 저감화 환경을 조성하기 위한 정부 차원의 정책과 실천 전략이 지속적으로 추진됨에 따라 2020년 한국인의 1일 나트륨 섭취량은 3,255 mg으로 30% 이상의 감소세를 보인 바 있으나(KCDC 2022), 여전히 세계보건기구(World Health Organization)의 권고량인 2,000 mg를 상회하는 수준이다(WHO 2012).

나트륨 섭취량과 급원식품의 정확한 현황을 파악하기 위해서는 식품의 조리과정을 거치면서 추가 혹은 손실되는 나트륨 양에 대한 체계적 검토가 필요하며(Terabe 등 1980; Itoh 등 1984; Yoshita 등 2005). 이와 더불어 나트륨 섭취량을 정확히 판정할 수 있는 식품영양성분 데이터베이스의 확보가

필수적이다 (Lee 등 2023). 더욱이 국내의 대표적인 식품영양 성분 데이터베이스들은 나트륨 섭취량 판정시 국물이나 소스 등의 미접취 잔여물을 고려하지 않고 있어 실제 나트륨 섭취량과는 상이한 결과값을 보여줄 가능성이 있다(Park 등 2020). 일례로 장아찌의 영양표시정보 상의 나트륨 함량은 장아찌의 건더기와 양념(국물) 내 나트륨 함량을 모두 포함한 수치로 건더기만을 주로 먹는 실제 섭취 상황을 고려할 때 장아찌로부터의 나트륨 섭취량을 과대평가할 가능성이 있다.

이에 본 연구에서는 장아찌의 종류와 저장기간별 건더기와 양념(국물) 구분하여 나트륨 함량의 변화를 분석하고자 하였다. 또한, ICP-AES와 염도계를 이용한 장아찌 종류와 저장기간별 건더기와 양념(국물)의 나트륨 함량을 비교 분석하고 추가로 기존의 식품영양성분 데이터베이스를 이용한 장아찌 종류별 나트륨 함량을 본 연구결과와 비교 분석함으로써 실제 장아찌 나트륨 섭취량 추정에 있어 문제점을 파악하고자 하였다. 본 연구결과는 장아찌의 종류와 저장기간별 나트륨 함량의 변화를 건더기와 양념(국물)을 구분하여 분석함으로써 장아찌로부터의 실제 나트륨 섭취량 추정을 현실화하고 관련 식품영양성분 데이터베이스를 정비하는데 유용한 기초자료를 제공할 것으로 기대된다.

연구대상 및 방법

1. 분석 대상 및 조리법 선정

본 연구를 위하여 제7기 국민건강영양조사(2016~2018년)에서 제공하는 다빈도 식품과 장아찌류의 건더기로부터 분리되는 양념(국물)의 유무를 고려하여 6종류의 장아찌(고추장아찌, 깻잎장아찌, 양파장아찌, 무장아찌(간장), 마늘종장아찌, 오이지)를 분석대상으로 선정하였다.

선정된 장아찌 종류별 조리법 및 배합비는 농식품 종합정보시스템(National Institute of Agricultural Sciences 2017)과 관련 전문 서적(Chun & Jung 2009; NFTRI 2015; Super Recipe 2018) 등에 소개된 전통 조리법을 바탕으로 하되 본 연구에 적합하도록 일부 수정하여 개발하였다.

2. 분석시료 제조

분석 대상인 장아찌 시료 제조에 사용된 식재료와 그 양은 Table 1과 같다. 완성된 장아찌는 0, 1, 2, 3, 4, 8주차로 저장기간을 나누고 각 주차별 3개씩 밀폐용기(LOCK & LOCK, Korea)에 담아 최대한 공기와 접촉을 피하도록 하였다. 또한 발효과정을 활성화시키기 위하여 하루 동안 상온에 보관한 후 다음 날부터 4℃ 냉장고에 저장하면서 저장기간에 따른 결과를 관찰하였다(Jeong 등 2009; Kim 등 2012; Lee 등 2014; Park 등 2015; Sim & Choi 2015).

Table 1. List of food used to prepare *jangajji*

| Classification | Food ingredients | Weight (g) | Ratio (%) | Classification | Food ingredients | Weight (g) | Ratio (%) |
|--|--------------------|------------|-----------|--|--------------------------|------------|-----------|
| Pepper <i>jangajji</i> (<i>gochu</i>) | Green pepper | 1,000.0 | (44.6) | Perilla <i>jangajji</i> (<i>kkaemnip</i>) | Sesame leaf | 1,000.0 | (51.2) |
| | Soy sauce | 233.0 | (10.4) | | Water | (25.6) | |
| | Fish sauce | 243.0 | (10.8) | | Korean soy sauce | (3.8) | |
| | [liquid] Vinegar | 400.0 | (17.8) | | Soy sauce | (7.5) | |
| | Sugar | 165.0 | (7.4) | | Leek | (1.9) | |
| | Soju | 200.0 | (8.9) | | [liquid] Anchovies | (1.0) | |
| | | | | Kelp | (0.3) | | |
| | | | | Sugar | (1.6) | | |
| | | | | Red pepper | (3.8) | | |
| | | | | Garlic | (3.2) | | |
| | Total | 2,241 | (100.0) | | Total | 1,953 | (100.0) |
| Onion <i>jangajji</i> (<i>yangpa</i>) | Onion | 1,000.0 | (62.5) | Radish <i>jangajji</i> (<i>mu</i>) | Korean radish | 1,000.0 | (60.5) |
| | Vinegar | 200.0 | (12.5) | | Salt water | | |
| | [liquid] Soy sauce | 116.5 | (7.3) | | Soy sauce | 279.6 | (16.9) |
| | Sugar | 82.5 | (5.2) | | Korean soy sauce | 191.2 | (11.6) |
| | Kelp stock | 200.0 | (12.5) | | [liquid] Vinegar | 80.0 | (4.8) |
| | | | | | Sugar | 66.0 | (4.0) |
| | | | | Soju | 36.0 | (2.2) | |
| | | | | Salted water for pickling (salt:water=1:5) | | | |
| | Total | 1,599 | (100.0) | | Total | 1,653 | (100.0) |
| Korean cucumber pickle (<i>oiji</i>) | Cucumbers | 1,000.0 | (53.2) | Garlic stem <i>jangajji</i> (<i>maneuljjong</i>) | Garlic species | 1,000.0 | (42.3) |
| | Salt | 129.6 | (6.9) | | [First liquid] Salt | 200.0 | |
| | [Salt water] Water | 740.7 | (39.4) | | Water | 1,000.0 | |
| | Red pepper seeds | 8.3 | (0.4) | | Red pepper paste | 765.0 | (32.4) |
| | | | | | Soy sauce | 233.0 | (9.9) |
| | | | | | [Second seasoning] Sugar | 165.0 | (7.0) |
| | | | | Cheongju | 100.0 | (4.2) | |
| | | | | Water | 100.0 | (4.2) | |
| | | | | Salted water for pickling (salt:water=1:8) | | | |
| | Total | 1,879 | (100.0) | | Total | 2,363 | (100.0) |

3. 장아찌 종류와 저장기간별 건더기와 양념(국물)의 나트륨 함량 변화

저장기간별 장아찌 시료를 체에 밟쳐 건더기와 양념(국물)으로 구분하여 각각의 중량과 부피를 측정 후 믹서기(HMF-595, Hanil Electric Mini Blender, Korea)로 분쇄하고 여과지(Whatman No 1)로 거른 최종 여과액을 분석에 사용하였다. 장아찌 종류와 저장기간별 균질화된 시료 약 1 g을 채취하여 ICP-AES(Inductively Coupled Plasma Atomic Emission

Spectrometer) 분석을 위한 전처리를 시행한 후 나트륨 농도(ppm)를 3회 반복 실험하여 측정하였다. 이렇게 측정된 나트륨 농도를 바탕으로 장아찌 종류와 저장기간별 건더기와 양념(국물)에 함유된 나트륨 함량을 추정하였다.

4. ICP-AES와 염도계를 이용해 측정한 장아찌 종류와 저장기간별 건더기와 양념(국물)의 나트륨 함량 비교

앞서 ICP-AES를 이용해 측정한 장아찌 종류와 저장기간

별 건더기와 양념(국물)의 나트륨 함량(g)을 염도계 측정값과 비교 분석하기 위하여 동일한 레시피로 제조된 장아찌 시료를 건더기와 양념(국물)으로 각각 전처리하였다. 이후 염도계(Pal-Salt, Atago Co., Ltd., Tokyo, Japan)를 사용하여 장아찌 시료의 나트륨 함량을 측정하였다. 염도는 5회씩 측정하여 평균값을 얻은 다음 희석배수를 곱하여 최종 염도(%)로 환산하였고, 이로부터 장아찌 1 g에 대한 소금량(g)을 산출하였다. 마지막으로 이 소금량(g)을 2.54로 나누고 1,000을 곱하여 나트륨 함량(mg)을 계산하였다.

5. 식품영양성분 데이터베이스를 이용한 장아찌 종류별 나트륨 함량 비교

본 연구결과로 도출된 장아찌 6종의 나트륨 함량과 국내의 대표적인 식품영양성분 데이터베이스 3개(DB I: 농촌진흥청 국가표준식품성분표 제10개정판, DB II: 식품의약품안전처 식품영양성분 데이터베이스 2020, DB III: 한국영양학회 CAN-Pro 5.0)에 탑재된 나트륨 함량을 비교 분석하였다. 또한 본 실험에서 사용된 장아찌 6종의 실제 레시피를 한국영양학회 CAN-Pro에 입력하여 계산한 값(DB IV)과도 비교 분석하였다. 이 때 비교하는 본 연구결과 실험값은 일상 섭취를 고려하여 장아찌의 건더기만을 대상으로 하였으며 저장기간 4주차에서 8주차 사이의 평균 나트륨 함량을 활용하였다.

6. 통계처리

장아찌의 종류별 건더기와 양념(국물) 간 평균 나트륨 함량의 차이는 *t*-test로, 저장기간별 평균 나트륨 함량의 차이는 일원분산분석(one way ANOVA)을 사용하여 유의성을 검정하였다. 이 중 유의차가 있는 항목에 대해서는 던컨의 다중범위 검정(Duncan's multiple range test)으로 사후 검정을 실시하였다. 모든 통계분석에는 SPSS 프로그램(version 27, IBM SPSS Statistical Package for Social Science, SPSS Inc, Chicago IL, USA)을 사용하였으며, 유의수준은 5%로 설정하였다.

결과 및 고찰

1. 장아찌 종류와 저장기간별 건더기와 양념(국물)의 나트륨 함량 변화

장아찌 종류별 건더기와 양념(국물) 각각의 저장기간별 나트륨 함량의 변화는 Table 2와 같다. 장아찌 종류별 건더기와 양념(국물)의 전체 평균 나트륨 함량(mg/g)의 차이를 비교한 결과, 고추장아찌(14.42 vs 28.84, $p < 0.001$), 깻잎장아찌(16.32 vs 23.46, $p < 0.001$), 양파장아찌(5.95 vs 7.72, $p < 0.001$), 무장아찌(14.77 vs 22.08, $p < 0.001$), 오이지(30.51 vs 45.68, $p < 0.001$),

마늘종장아찌(12.52 vs 19.74, $p < 0.001$)로 모두 건더기보다 양념(국물)에서의 나트륨 함량이 유의적으로 높게 나타났다. 이는 국물음식의 경우 양념(국물)의 섭취가 나트륨 섭취를 유의적으로 증가시킬 수 있음을 보고한 선행연구의 결과를 잘 뒷받침해 준다(Kwon & Han 2016). 또한 우리의 일상 섭취가 양념(국물)을 제외한 건더기 위주로 이루어진다는 점을 고려할 때 이러한 연구결과는 건더기와 양념(국물)을 구분하지 않는 기존의 식품영양성분 데이터베이스 상의 장아찌 나트륨 함량 정보가 일상의 나트륨 섭취량을 다소 과대평가할 수 있음을 시사한다.

반면, 건더기와 양념(국물) 각각의 저장기간별 나트륨 함량의 변화를 살펴본 결과, Fig. 1에서처럼 장아찌 종류별 그 차이가 있음을 확인할 수 있었다. 우선, 고추장아찌, 무장아찌, 마늘종장아찌의 경우, 건더기는 저장 0주차에서 1주차까지 각각 1.57배, 1.04배, 1.26배 나트륨 함량이 증가하였으나 2주차 이후부터는 그 증가세가 둔화되는 경향을 보였다. 반면, 양념(국물)의 나트륨 함량은 저장기간이 길어질수록 감소하는 경향을 보였다.

또한, 깻잎장아찌의 건더기는 0주차에서 1주차까지 나트륨 함량이 1.14배 증가하였으며 저장 2주차 이후 미미하게 감소하다가 유지되는 경향을 보였다. 양파장아찌의 경우, 건더기는 저장 0주차에서 1주차까지 나트륨 함량이 1.17배 증가하였으며 저장 3주차 이후 건더기와 양념(국물)의 나트륨 함량 간의 차이가 크게 나타나지 않았다. 오이지의 경우, 소금물을 끓여 식힌 다음 붓기를 2회 반복 후 상온에서 저장하는 2주차까지의 건더기 나트륨 함량은 대략 2.02배 증가하였으며 냉장고(4°C)에서 저장하는 3주차 이후의 나트륨 함량은 비교적 안정하게 유지되는 경향을 보였다. 반면, 오이지 양념(국물)의 나트륨 함량은 0주차에서 2주차까지는 0.87배 감소하였고 냉장고(4°C)에서 저장하는 3주차부터 4주차 사이에는 1.08배 증가하다가 8주차에 다시 2주차의 나트륨 함량과 유사한 수준으로 감소하는 경향을 보였다. 이러한 연구결과는 장아찌 제조 시 절임원 용액에서 절임재료로 염분의 침투가 급격하게 이루어지는 삼투압 현상이 저장 및 숙성 초기 크게 증가하다가 어느 정도 삼투압 평형이 이루어진 후에는 다시 안정세를 유지한다는 기존의 선행 연구결과를 잘 뒷받침하는 것으로 보인다(Shim 등 2003; Jin S 2008; Nakayama & Hasegawa 2010; Jeong 등 2011; Shim KH 2012; Park 등 2015; Oh CH 2017).

2. ICP-AES와 염도계를 이용해 측정한 장아찌 종류와 저장기간별 건더기와 양념(국물)의 나트륨 함량 비교

본 연구에서 ICP-AES를 이용해 측정한 장아찌 종류와 저장기간별 건더기와 양념(국물)의 나트륨 함량(g)을 염도계

Table 2. Changes in sodium content of solid ingredients and seasoning liquid by type and storage period of *jangajji*

| Storage period | Sodium content and ratio | Pepper <i>jangajji</i> (<i>gochu</i>) | | | | Perilla <i>jangajji</i> (<i>kkaennip</i>) | | | |
|----------------|-------------------------------|---|--------------------------|-------------------------|-------------------------------|---|--------------------------|-------------------------|-------------------------|
| | | Solid | Liquid | Whole | <i>t</i> -value ²⁾ | Solid | Liquid | Whole | <i>t</i> -value |
| Raw | Content (mg/g) | 0.29±0.14 ^a | 31.44±1.60 ^{ab} | 31.73±1.74 ^a | -33.556 ^{***} | 0.33±0.16 ^a | 30.19±2.82 ^b | 30.52±2.72 ^a | -18.292 ^{**} |
| | Content ratio (%) | 0.90 | 99.10 | 100.00 | | 1.09 | 98.91 | 100.00 | |
| Week 0 | Content (mg/g) | 10.85±1.67 ^b | 34.42±5.13 ^b | 45.27±5.09 ^b | -7.566 ^{**} | 17.42±4.16 ^b | 24.48±4.15 ^{ab} | 41.90±7.90 ^b | -2.081 |
| | Content ratio (%) | 23.97 | 76.03 | 100.00 | | 41.58 | 58.42 | 100.00 | |
| Week 1 | Content (mg/g) | 16.99±2.72 ^c | 26.57±3.84 ^a | 43.57±1.72 ^b | -3.525 [*] | 19.90±0.46 ^b | 20.80±1.50 ^a | 40.70±1.06 ^b | -0.996 |
| | Content ratio (%) | 39.01 | 60.99 | 100.00 | | 48.90 | 51.10 | 100.00 | |
| Week 2 | Content (mg/g) | 15.75±1.36 ^c | 27.47±5.52 ^{ab} | 43.22±6.15 ^b | -3.574 | 19.38±0.13 ^b | 20.74±2.09 ^a | 40.12±2.17 ^b | -1.121 |
| | Content ratio (%) | 36.43 | 63.57 | 100.00 | | 48.31 | 51.69 | 100.00 | |
| Week 3 | Content (mg/g) | 18.55±1.42 ^{cd} | 30.19±0.50 ^{ab} | 48.74±1.92 ^b | -13.388 ^{***} | 18.99±0.19 ^b | 21.53±2.19 ^a | 40.52±2.21 ^b | -2.005 |
| | Content ratio (%) | 38.06 | 61.94 | 100.00 | | 46.86 | 53.14 | 100.00 | |
| Week 4 | Content (mg/g) | 18.49±1.19 ^{cd} | 26.68±4.82 ^a | 45.17±5.43 ^b | -2.856 [*] | 18.90±0.18 ^b | 25.84±5.67 ^{ab} | 44.74±5.76 ^b | -2.117 |
| | Content ratio (%) | 40.93 | 59.07 | 100.00 | | 42.25 | 57.75 | 100.00 | |
| Week 8 | Content (mg/g) | 19.98±0.62 ^d | 25.11±2.56 ^a | 45.10±3.18 ^b | -3.375 [*] | 19.33±0.16 ^b | 20.64±1.01 ^a | 39.97±0.87 ^b | -2.218 |
| | Content ratio (%) | 44.31 | 55.69 | 100.00 | | 48.37 | 51.63 | 100.00 | |
| | Total | 14.42±0.31 | 28.84±1.72 | 43.26±6.12 | -14.329 ^{***} | 16.32±0.63 | 23.46±1.39 | 39.78±5.37 | -8.091 ^{***} |
| | <i>F</i> -value ³⁾ | 62.966 ^{***} | 2.195 | 5.396 ^{**} | | 59.803 ^{***} | 3.923 [*] | 3.555 [*] | |
| | | Onion <i>jangajji</i> (<i>yangpa</i>) | | | | Radish <i>jangajji</i> (<i>mu</i>) | | | |
| | | Solid | Liquid | Whole | <i>t</i> -value ²⁾ | Solid | Liquid | Whole | <i>t</i> -value |
| Raw | Content (mg/g) | 0.11±0.08 ^a | 10.67±0.19 ^b | 10.78±0.11 ^a | -88.572 ^{***} | 0.32±0.04 ^a | 40.23±0.56 ^c | 40.55±0.52 ^b | -123.065 ^{***} |
| | Content ratio (%) | 1.04 | 98.96 | 100.00 | | 0.78 | 99.22 | 100.00 | |
| Week 0 | Content (mg/g) | 5.95±0.30 ^b | 7.14±1.68 ^a | 13.09±1.90 ^b | -1.212 | 16.03±0.05 ^b | 19.78±0.37 ^b | 35.81±0.36 ^a | -17.206 ^{***} |
| | Content ratio (%) | 45.45 | 54.55 | 100.00 | | 44.76 | 55.24 | 100.00 | |
| Week 1 | Content (mg/g) | 6.94±0.01 ^c | 7.12±0.15 ^a | 14.06±0.15 ^b | -1.970 | 16.60±0.38 ^c | 19.73±0.78 ^b | 36.32±0.80 ^a | -6.251 ^{**} |
| | Content ratio (%) | 49.37 | 50.63 | 100.00 | | 45.69 | 54.31 | 100.00 | |
| Week 2 | Content (mg/g) | 7.06±0.16 ^c | 7.29±0.08 ^a | 14.35±0.14 ^b | -2.229 | 17.57±0.46 ^d | 18.78±0.22 ^{ab} | 36.35±0.35 ^a | -4.118 [*] |
| | Content ratio (%) | 49.18 | 50.82 | 100.00 | | 48.34 | 51.66 | 100.00 | |
| Week 3 | Content (mg/g) | 7.34±0.11 ^c | 7.20±0.12 ^a | 14.55±0.23 ^b | 1.518 | 17.55±0.14 ^d | 18.29±0.17 ^a | 35.84±0.03 ^a | -5.940 ^{**} |
| | Content ratio (%) | 50.48 | 49.52 | 100.00 | | 48.97 | 51.03 | 100.00 | |
| Week 4 | Content (mg/g) | 7.00±0.24 ^c | 7.48±1.45 ^a | 14.48±1.61 ^b | -0.568 | 17.65±0.24 ^d | 18.90±1.18 ^{ab} | 36.64±1.23 ^a | -1.929 |
| | Content ratio (%) | 48.33 | 51.67 | 100.00 | | 48.17 | 51.83 | 100.00 | |
| Week 8 | Content (mg/g) | 7.22±0.89 ^c | 7.17±0.71 ^a | 14.39±1.46 ^b | 0.072 | 17.64±0.33 ^d | 18.75±0.41 ^{ab} | 36.39±0.32 ^a | -3.630 [*] |
| | Content ratio (%) | 50.16 | 49.84 | 100.00 | | 48.48 | 51.52 | 100.00 | |
| | Total | 5.95±0.16 | 7.72±0.19 | 13.67±1.59 | -12.326 ^{***} | 14.77±0.15 | 22.08±0.15 | 36.84±1.66 | -69.611 ^{***} |
| | <i>F</i> -value ³⁾ | 144.626 ^{***} | 6.476 ^{**} | 4.677 ^{**} | | 1582.549 ^{***} | 501.289 ^{***} | 20.830 ^{***} | |

Table 2. Continued

| Storage period | Sodium content and ratio | Korean cucumber pickle (<i>ojji</i>) | | | | Garlic stem <i>jangajji</i> (<i>maneuiljjong</i>) | | | |
|----------------|-------------------------------|--|--------------------------|--------------------------|-------------------------------|---|-------------------------|--------------------------|-------------------------|
| | | Solid | Liquid | Whole | <i>t</i> -value ²⁾ | Solid | Liquid | Whole | <i>t</i> -value |
| Raw | Content (mg/g) | 0.22±0.09 ^a | 59.39±0.59 ^c | 59.62±0.54 ^a | -171.646 ^{***} | 0.32±0.05 ^a | 26.41±0.03 ^d | 26.73±0.08 ^a | -772.081 ^{***} |
| | Content ratio (%) | 0.37 | 99.63 | 100.00 | | 1.21 | 98.79 | 100.00 | |
| Week 0 | Content (mg/g) | 20.50±3.00 ^b | 48.64±1.71 ^b | 69.14±4.72 ^{ab} | -14.100 ^{***} | 10.36±0.42 ^b | 21.21±0.47 ^c | 31.56±0.86 ^b | -29.657 ^{***} |
| | Content ratio (%) | 29.65 | 70.35 | 100.00 | | 32.81 | 67.19 | 100.00 | |
| Week 1 | Content (mg/g) | 34.90±4.44 ^c | 39.10±1.47 ^a | 74.00±5.91 ^{bc} | -1.555 | 13.03±0.50 ^c | 19.51±0.36 ^b | 32.54±0.73 ^{bc} | -18.277 ^{***} |
| | Content ratio (%) | 47.16 | 52.84 | 100.00 | | 40.04 | 59.96 | 100.00 | |
| Week 2 | Content (mg/g) | 41.47±1.57 ^d | 42.47±3.45 ^{ab} | 83.94±4.10 ^{cd} | -0.456 | 14.39±0.56 ^d | 18.13±0.61 ^a | 32.53±1.08 ^{bc} | -7.781 ^{***} |
| | Content ratio (%) | 49.41 | 50.59 | 100.00 | | 44.24 | 55.76 | 100.00 | |
| Week 3 | Content (mg/g) | 37.88±1.35 ^{cd} | 42.94±4.80 ^{ab} | 80.83±6.14 ^{cd} | -1.758 | 15.28±0.16 ^c | 17.49±0.24 ^a | 32.77±0.11 ^{bc} | -13.223 ^{***} |
| | Content ratio (%) | 46.87 | 53.13 | 100.00 | | 46.64 | 53.36 | 100.00 | |
| Week 4 | Content (mg/g) | 40.08±1.75 ^d | 46.00±7.61 ^{ab} | 86.08±9.28 ^d | -1.315 | 16.03±0.40 ^f | 17.67±0.53 ^a | 33.70±0.92 ^c | -4.242 [*] |
| | Content ratio (%) | 46.56 | 53.44 | 100.00 | | 47.58 | 52.42 | 100.00 | |
| Week 8 | Content (mg/g) | 38.52±2.13 ^{cd} | 41.21±1.86 ^a | 79.73±3.97 ^{cd} | -1.648 | 18.20±0.33 ^g | 17.80±0.26 ^a | 35.99±0.51 ^d | 1.694 |
| | Content ratio (%) | 48.31 | 51.69 | 100.00 | | 50.57 | 49.43 | 100.00 | |
| | Total | 30.51±1.52 | 45.68±2.65 | 76.19±9.98 | -8.594 ^{***} | 12.52±0.14 | 19.74±0.06 | 32.26±2.73 | -79.891 ^{***} |
| | <i>F</i> -value ³⁾ | 117.715 ^{***} | 9.566 ^{***} | 8.527 ^{**} | | 702.586 ^{***} | 192.177 ^{***} | 46.636 ^{***} | |

1) Mean±S.D.

2) Student's *t*-test between solid and liquid.

3) Values with different superscripts in the same column are significantly different (*p*<0.05) by Duncan's multiple range test.

* *p*<0.05, ** *p*<0.01, *** *p*<0.001.

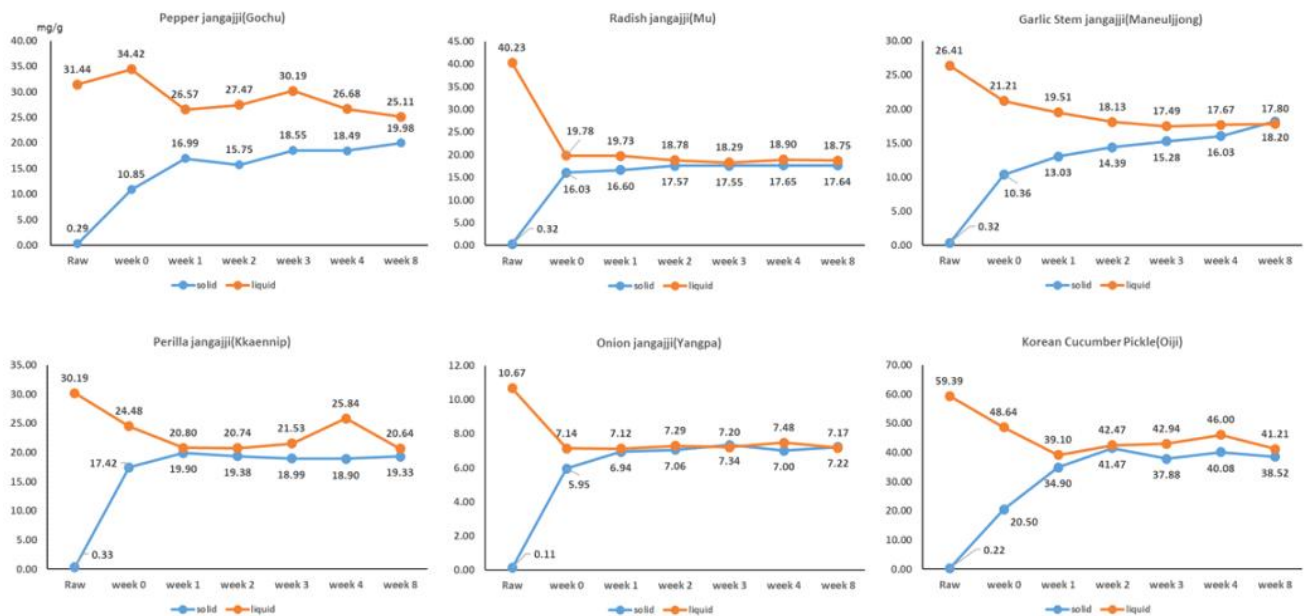


Fig. 1. Changes in the sodium content of solid ingredients and seasoning liquid of *jangajji* according to the storage period.

측정값과 비교한 결과는 Table 3과 같다. 무장아찌 0주차의 건더기를 제외한 나머지 장아찌의 건더기와 양념(국물) 모두 실제 분석결과보다 염도계 결과가 유의적으로 낮게 나타났다. 특히, 고추장아찌, 무장아찌, 마늘중장아찌의 경우 양념(국물)의 나트륨 함량(g)이 전체 저장기간에 걸쳐 실제 분석결과보다 염도계 결과에서 약 0.7~0.9배 유의적으로 낮게 나타났다. 또한 건더기 나트륨 함량(g)의 경우, 고추장아찌는 2주차 이후 약 0.8배($p<0.05$), 무장아찌는 2주차만 약 0.9배($p<0.05$), 마늘중장아찌는 0주차 이후 약 0.8배($p<0.001$)로 실제 분석결과보다 염도계 결과에서 낮게 나타났다. 그 외, 깻잎장아찌는 건더기와 양념(국물)의 나트륨 함량(g) 모두 1주차 이후 약 0.7배, 양파장아찌는 건더기(1주차에서 4주차)와 양념(국물)(1주차에서 3주차)의 나트륨 함량(g)이 약 0.8배, 오이지는 건더기(0주차 이후), 양념(국물)(2주차 까지) 나트륨 함량(g)이 약 0.8배로 실제 분석결과보다 염도계 결과에서 유의적으로 낮게 나타났다.

이는 Kushige & Machida(1988)의 나트륨 측정방법에 따른 절임 가공식품류 나트륨 함량의 차이를 비교한 연구에서 원자흡광분석법의 측정값을 100으로 했을 때 간이측정법인 염도계로 측정한 결과가 약 20% 정도 낮은 측정값을 보인 연구결과와 유사하다. 즉 Kushige & Machida(1988)의 연구결과에 따르면 원자흡광분석법으로 측정한 나트륨 함량은 염도계 측정값의 약 1.28배 수준인 것으로 조사되었고, 이는 본 연구결과에도 유사하게 적용됨을 확인할 수 있었다. 따라서 향후 일상생활에서 편이상 간이측정법인 염도계를 사용할 경우, 이의 사용이 실제 나트륨 함량을 다소 과소평가할 수도 있음을 고려해야 할 것이며 이러한 차이에 대한 원인을 규명하고 그에 따른 보완책을 마련할 수 있도록 관련 후속연구가 뒤따라야 할 것으로 사료된다.

3. 식품영양성분 데이터베이스를 이용한 장아찌 종류별 나트륨 함량 비교

일상 섭취를 고려하여 저장기간 4주차에서 8주차 사이의 장아찌 종류별 건더기만의 나트륨 함량의 평균값을 국내의 대표적인 식품영양성분 데이터베이스 3개(DB I: 농촌진흥청의 국립농업과학원 국가표준식품성분표, DB II: 식품의약품안전처 식품영양성분 데이터베이스, DB III: 한국영양학회 CAN-Pro 5.0)에 탑재된 값과 비교하였다. 추가로 본 실험에 사용된 장아찌 6종의 실제 레시피를 한국영양학회 CAN-Pro에 입력하여 계산한 값(DB IV)과도 비교 분석하였다(Table 4). 그 결과 장아찌 종류별 본 실험에서 도출된 건더기의 나트륨 함량과 앞서 설명한 네 가지 나트륨 함량 비교값 간에 서로 다른 차이를 보이는 것으로 확인되었다.

보다 자세히 살펴보면, 오이지의 경우 본 실험에서 도출된

건더기의 나트륨 함량이 39.30 mg/g으로 가장 높았다. 이와 비교했을 때, 본 실험에 사용된 레시피를 CAN-Pro에 입력해 계산한 나트륨 함량(DB IV)이 1.11배로 상대적으로 가장 높았으며, CAN-Pro 데이터베이스에 탑재된 나트륨 함량(DB III)은 0.37배로 상대적으로 가장 낮게 나타났다. 한편, 양파장아찌의 경우 본 실험에서 도출된 건더기의 나트륨 함량이 7.11 mg/g으로 가장 낮았다. 이와 비교했을 때, 농진청 데이터베이스에 탑재된 나트륨 함량(DB I)이 2.03배로 상대적으로 가장 높았고, 본 실험에 사용한 레시피를 CAN-Pro에 입력해 계산한 나트륨 함량(DB IV)이 0.85배로 상대적으로 가장 낮게 나타났다.

그 외 무장아찌의 경우, 농진청 데이터베이스에 탑재된 나트륨 함량(DB I)이 0.61배로 상대적으로 가장 낮았으며 나머지 데이터베이스는 1.60~1.66배의 수준을 보이며 상대적으로 높게 나타났다. 깻잎장아찌는 본 실험에 사용한 레시피를 CAN-Pro에 입력해 계산한 나트륨 함량(DB IV)이 0.69배로 상대적으로 가장 낮았으며 나머지 데이터베이스는 0.83~0.95배의 유사한 수준을 보였다. 마늘중장아찌는 본 실험에 사용한 레시피를 CAN-Pro에 입력해 계산한 나트륨 함량(DB IV)이 1.85로 상대적으로 가장 높았으며 나머지 데이터베이스는 0.82~1.06배의 유사한 수준을 보였다. 한편 고추장아찌의 경우 모든 데이터베이스에서 1.05~1.37배로 큰 차이는 나타나지 않았다.

무엇보다 본 실험에 사용한 레시피를 CAN-Pro에 입력해 계산한 나트륨 함량과의 차이가 특히 눈에 띄는 이유는 장아찌만의 특수한 절임 조리방법에 기인한 것으로 유추해 볼 수 있다. 즉, 일반적인 장아찌의 조리방법은 절임액을 끓여 식힌 다음 절임재료에 부어 저장 및 숙성시키는 과정을 거친다. 이 때 절임액으로 다량 사용되는 소금이나 간장의 가열 전후 여러 성분상의 변화가 생길 수 있을 뿐만 아니라, 저장 및 숙성기간 중 절임 재료의 침지정도, 침지과정에서의 절임재료와 절임액 간의 나트륨 농도 차이가 나타날 수 있다. 그러나 조리 전 식재료 구성만을 반영하도록 설계되어 있는 CAN-Pro 입력 계산값은 이러한 조리과 저장 및 숙성과정 중의 변화를 고려하지 못하므로 본 연구의 실험값과는 차이를 보일 수밖에 없는 것으로 사료된다(Murai 등 1985; Hata 등 1989; Nakayama & Hasegawa 2010; Kim SH 2017). 또한 일반적으로 제공되는 장아찌류의 식품영양성분 데이터베이스 상의 나트륨 함량은 건더기와 양념(국물) 내 나트륨 함량을 모두 포함한 수치이다. 그러나 장아찌의 건더기만을 주로 먹는 실제 섭취 상황을 고려할 때 이러한 데이터베이스 상의 장아찌류 나트륨 함량은 일상 섭취를 다소 과대평가할 수 있는 가능성이 있다. 따라서 이를 반영한 데이터베이스의 수정 및 보완이 이루어져야 할 것이며 각 식품영양성분 데이터베이스

Table 3. Comparison of sodium content of solid ingredients and seasoning liquid by type and storage period of Jangajji using ICP-AES and salinometer

| Storage period | Pepper <i>jangajji</i> (<i>gochu</i>) | | | Perilla <i>jangajji</i> (<i>kkaennip</i>) | | | Onion <i>jangajji</i> (<i>yangpa</i>) | | | |
|----------------|---|--------------------------------------|-------------------------------|---|--|-----------------|---|--|-----------------|-----------------|
| | ICP-AES ¹⁾ | Salinity meter | <i>t</i> -value ²⁾ | ICP-AES | Salinity meter | <i>t</i> -value | ICP-AES | Salinity meter | <i>t</i> -value | |
| Raw | Solid | 0.29±0.14 | 0.98±0.00 | -8.360* | 0.33±0.16 | 1.81±0.07 | -14.542*** | 0.11±0.08 | 0.26±0.11 | -1.912 |
| | Liquid | 31.44±1.60 | 23.42±1.39 | 6.539** | 30.19±2.82 | 17.35±0.30 | 7.834* | 10.67±0.19 | 10.81±0.32 | -0.690 |
| | Whole | 31.73±1.74 | 24.40±1.39 | 5.684** | 30.52±2.72 | 19.16±0.25 | 7.216* | 10.78±0.11 | 11.08±0.43 | -1.166 |
| Week 0 | Solid | 10.85±1.67 | 8.93±1.11 | 1.667 | 17.42±4.16 | 14.59±0.23 | 1.178 | 5.95±0.30 | 5.64±0.12 | 1.647 |
| | Liquid | 34.42±5.13 | 21.71±0.81 | 4.239* | 24.48±4.15 | 15.28±0.24 | 3.834 | 7.14±1.68 | 6.21±0.09 | 0.958 |
| | Whole | 45.27±5.09 | 30.63±0.81 | 4.922* | 41.90±7.90 | 29.87±0.41 | 2.636 | 13.08±1.90 | 11.85±0.11 | 1.121 |
| Week 1 | Solid | 16.99±2.72 | 13.36±1.42 | 2.053 | 19.89±0.46 | 14.75±0.10 | 19.069*** | 6.94±0.02 | 5.64±0.08 | 26.598*** |
| | Liquid | 26.57±3.84 | 15.09±0.17 | 5.171* | 20.80±1.50 | 15.12±0.21 | 6.520** | 7.12±0.16 | 5.94±0.12 | 10.587*** |
| | Whole | 43.57±1.72 | 28.45±1.26 | 12.295*** | 40.70±1.06 | 29.87±0.22 | 17.324*** | 14.07±0.15 | 11.59±0.13 | 21.845*** |
| Week 2 | Solid | 15.75±1.35 | 12.19±0.88 | 3.815* | 19.38±0.13 | 14.03±0.12 | 52.550*** | 7.06±0.17 | 6.04±0.11 | 8.870*** |
| | Liquid | 27.47±5.52 | 20.28±0.71 | 2.241 | 20.73±2.09 | 14.16±0.02 | 5.447* | 7.29±0.08 | 6.30±0.12 | 11.920*** |
| | Whole | 43.22±6.15 | 32.47±1.09 | 2.980* | 40.12±2.17 | 28.19±0.14 | 9.524* | 14.35±0.14 | 12.34±0.16 | 16.253*** |
| Week 3 | Solid | 18.55±1.42 | 14.28±1.10 | 4.121* | 18.99±0.19 | 13.70±0.24 | 29.594*** | 7.34±0.11 | 5.99±0.09 | 16.072*** |
| | Liquid | 30.19±0.50 | 14.54±0.48 | 39.152*** | 21.53±2.19 | 14.60±0.05 | 5.492* | 7.20±0.12 | 6.21±0.09 | 11.47*** |
| | Whole | 48.74±1.92 | 28.82±0.87 | 16.376*** | 40.52±2.21 | 28.30±0.28 | 9.515*** | 14.55±0.23 | 12.20±0.00 | 17.922** |
| Week 4 | Solid | 18.49±1.19 | 14.37±0.52 | 5.472** | 18.90±0.17 | 13.52±0.08 | 48.850*** | 7.00±0.24 | 6.21±0.10 | 5.359** |
| | Liquid | 28.68±4.82 | 13.96±0.36 | 4.559* | 25.84±5.67 | 14.07±0.18 | 3.593 | 7.48±1.45 | 5.81±0.02 | 1.990 |
| | Whole | 45.17±5.43 | 28.33±0.88 | 5.303** | 44.74±5.76 | 27.58±0.14 | 5.155* | 14.48±1.61 | 12.02±0.09 | 2.653 |
| Week 8 | Solid | 19.98±0.62 | 15.34±0.35 | 11.251*** | 19.33±0.16 | 13.83±0.13 | 46.502*** | 7.22±0.89 | 6.37±0.80 | 1.231 |
| | Liquid | 25.11±2.56 | 13.52±0.39 | 7.757* | 20.64±1.01 | 14.91±0.05 | 9.828** | 7.17±0.71 | 5.90±0.41 | 2.675 |
| | Whole | 45.10±3.18 | 28.86±0.67 | 8.657** | 39.97±0.88 | 28.74±0.12 | 21.968** | 14.39±1.46 | 12.27±1.20 | 1.944 |
| | | Radish <i>jangajji</i> (<i>mu</i>) | | | Korean cucumber pickle (<i>ojji</i>) | | | Garlic stem <i>jangajji</i> (<i>maneuiljong</i>) | | |
| | | ICP-AES | Salinity meter | <i>t</i> -value ³⁾ | ICP-AES | Salinity meter | <i>t</i> -value | ICP-AES | Salinity meter | <i>t</i> -value |
| Raw | Solid | 0.32±0.05 | 1.57±0.20 | -10.874*** | 0.22±0.09 | 0.59±0.00 | -7.269* | 0.32±0.05 | 0.72±0.12 | -5.518** |
| | Liquid | 40.23±0.56 | 38.49±0.15 | 5.201** | 59.39±0.59 | 46.46±1.58 | 13.320*** | 26.41±0.04 | 17.55±0.13 | 114.959*** |
| | Whole | 40.55±0.52 | 40.07±0.08 | 1.590 | 59.62±0.54 | 47.05±1.58 | 13.077*** | 26.73±0.09 | 18.27±0.11 | 107.969*** |
| Week 0 | Solid | 16.03±0.05 | 16.78±0.14 | -8.692*** | 20.50±3.01 | 14.88±1.27 | 2.985* | 10.36±0.42 | 8.86±0.40 | 4.497* |
| | Liquid | 19.78±0.37 | 18.57±0.19 | 5.055** | 48.64±1.71 | 36.51±2.48 | 6.970** | 21.21±0.48 | 14.58±0.42 | 18.039*** |
| | Whole | 35.81±0.36 | 35.35±0.20 | 1.934 | 69.14±4.72 | 51.39±2.88 | 5.563** | 31.57±0.86 | 23.44±0.74 | 12.361*** |
| Week 1 | Solid | 16.60±0.38 | 16.28±0.38 | 1.104 | 34.90±4.45 | 27.25±1.50 | 2.824* | 13.03±0.50 | 9.36±0.06 | 12.683*** |
| | Liquid | 19.73±0.78 | 17.20±0.04 | 5.588** | 39.10±1.47 | 33.52±1.72 | 4.272* | 19.52±0.35 | 12.47±0.02 | 34.351*** |
| | Whole | 36.32±0.81 | 33.48±0.35 | 5.598** | 74.00±5.92 | 60.76±3.00 | 3.455* | 32.55±0.73 | 21.82±0.08 | 25.342*** |
| Week 2 | Solid | 17.57±0.46 | 16.80±0.06 | 2.914* | 41.47±1.57 | 31.02±2.28 | 6.528** | 14.39±0.56 | 10.30±0.97 | 6.328** |
| | Liquid | 18.78±0.22 | 17.67±0.51 | 3.449* | 42.47±3.45 | 36.38±2.27 | 2.554 | 18.14±0.61 | 12.20±0.28 | 15.344*** |
| | Whole | 36.35±0.35 | 34.46±0.56 | 4.949** | 83.94±4.10 | 67.40±4.50 | 4.706** | 32.53±1.07 | 22.51±1.12 | 11.207*** |
| Week 3 | Solid | 17.55±0.14 | 17.06±0.38 | 2.083 | 37.89±1.35 | 31.44±2.63 | 3.774* | 15.28±0.15 | 11.70±0.13 | 30.885*** |
| | Liquid | 18.29±0.17 | 17.68±0.14 | 4.798** | 42.94±4.80 | 35.82±2.17 | 2.341 | 17.49±0.25 | 12.08±0.13 | 33.820*** |
| | Whole | 35.84±0.03 | 34.74±0.48 | 3.997* | 80.83±6.14 | 67.26±4.79 | 3.018* | 32.77±0.11 | 23.78±0.24 | 58.944*** |
| Week 4 | Solid | 17.65±0.24 | 17.31±0.33 | 1.454 | 40.08±1.75 | 30.34±1.66 | 7.000** | 16.04±0.40 | 12.24±0.18 | 14.976*** |
| | Liquid | 18.99±1.18 | 16.83±0.25 | 3.104 | 46.01±7.61 | 35.59±2.39 | 2.262 | 17.67±0.53 | 12.05±0.28 | 16.265*** |
| | Whole | 36.64±1.23 | 34.14±0.58 | 3.196* | 86.08±9.28 | 65.93±4.04 | 3.448* | 33.70±0.91 | 24.29±0.42 | 16.232*** |
| Week 8 | Solid | 17.64±0.33 | 16.97±0.37 | 2.354 | 38.52±2.13 | 32.22±2.18 | 3.589* | 18.20±0.33 | 14.96±0.97 | 5.483** |
| | Liquid | 18.75±0.41 | 17.03±0.39 | 5.223** | 41.21±1.86 | 37.32±2.04 | 2.439 | 17.79±0.26 | 10.06±0.3 | 28.880*** |
| | Whole | 36.39±0.32 | 34.00±0.65 | 5.733** | 79.74±3.97 | 69.54±4.21 | 3.053* | 35.99±0.51 | 25.03±1.28 | 13.791*** |

1) Mean±S.D.

2) Student's *t*-test between ICP-AES and salinity meter.3) Student's *t*-test.* $p<0.05$, ** $p<0.01$, *** $p<0.001$.

Table 4. Nutritional databases comparison of sodium content by type of *jangajji*

| | Sodium content (mg/g) | | | | | Comparing ratio | | | |
|---|-----------------------|-------|-------|--------|-------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| | Solid | DB I | DB II | DB III | DB IV | Ratio ¹⁾ | Ratio ²⁾ | Ratio ³⁾ | Ratio ⁴⁾ |
| Pepper <i>jangajji</i> (<i>gochu</i>) | 19.24 | 20.26 | 25.25 | 25.78 | 25.93 | 1.05 | 1.31 | 1.34 | 1.37 |
| Perilla <i>jangajji</i> (<i>kkaemnip</i>) | 19.12 | 18.09 | 15.90 | 18.22 | 13.27 | 0.95 | 0.83 | 0.95 | 0.69 |
| Onion <i>jangajji</i> (<i>yangpa</i>) | 7.11 | 14.42 | 10.70 | ND | 6.05 | 2.03 | 1.50 | - | 0.85 |
| Radish <i>jangajji</i> (<i>mu</i>) | 17.65 | 10.73 | 29.30 | 29.33 | 28.32 | 0.61 | 1.66 | 1.66 | 1.60 |
| Korean Cucumber Pickle (<i>oiji</i>) | 39.30 | 16.47 | 20.50 | 14.44 | 43.52 | 0.42 | 0.52 | 0.37 | 1.11 |
| Garlic Stem <i>jangajji</i> (<i>manuljjong</i>) | 17.12 | 14.10 | 14.14 | 18.09 | 31.62 | 0.82 | 0.83 | 1.06 | 1.85 |

DB I : Rural Development Administration. National Rural Resources Development Institute (KR). 10th Revision standard food composition table. <http://koreanfood.rda.go.kr/kfi/fct/fctFoodSrch/list?menuId=PS03564>

DB II : Ministry of Food and Drug Safety. Food nutrients database. <https://various.foodsafetykorea.go.kr/nutrient/detail/search/list.do>

DB III : CAN-Pro 5.0 NDB.

DB IV : Calculated using CAN-Pro 5.0 NDB.

¹⁾ Sodium content of DB I / sodium analyzed values.

²⁾ Sodium content of DB II / sodium analyzed values.

³⁾ Sodium content of DB III / sodium analyzed values.

⁴⁾ Sodium content of DB IV / sodium analyzed values.

스 간 동일 장아찌류의 나트륨 함량 차이에 대해서도 시급한 검토가 필요할 것으로 사료된다.

요약 및 결론

본 연구는 장아찌의 종류와 저장기간별 나트륨 함량의 변화를 건더기와 양념(국물)을 구분하여 분석함으로써 장아찌로부터의 실제 나트륨 섭취량 추정을 현실화하고 관련 식품 영양성분 데이터베이스를 정비하는데 기초자료로 제공하고 하였다. 본 연구를 위하여 장아찌 6종(고추장아찌, 깻잎장아찌, 양파장아찌, 무장아찌(간장), 마늘종장아찌, 오이지)을 분석대상으로 선정하였고 제조한 시료는 0, 1, 2, 3, 4, 8주차로 저장기간을 구분하였다. 장아찌 시료는 건더기와 양념(국물)을 구분하여 종류와 저장기간별 나트륨 함량의 변화를 측정하였다. 이후 그 결과를 염도계와 기존의 식품영양성분 데이터베이스 상의 나트륨 함량과 비교 분석하였다.

그 결과, 장아찌 종류별 건더기와 양념(국물)의 전체 평균 나트륨 함량(mg/g)은 모두 건더기보다 양념(국물)에서의 유의적으로 높게 나타났다. 저장기간별 건더기와 양념(국물) 각각의 나트륨 함량 변화는 장아찌 종류별로 차이를 보였다. 즉, 고추장아찌, 무장아찌, 마늘종장아찌의 경우, 건더기는 저장 0주차에서 1주차까지 나트륨 함량이 증가하다가 2주차

이후 증가세가 둔화되는 경향을 보였고 양념(국물)은 저장기간이 길어질수록 나트륨 함량이 감소하는 경향을 보였다. 깻잎장아찌, 양파장아찌의 경우, 건더기는 0주차에서 1주차까지 나트륨 함량이 증가하였으며 각각 저장 2주차, 3주차 이후 미미하게 감소하다가 유지되는 경향을 나타내었다. 오이지의 경우, 건더기는 2주차까지 나트륨 함량이 증가하였으며 냉장고(4℃)에서 저장하는 3주차 이후의 나트륨 함량은 비교적 안정하게 유지되었다. 반면, 오이지 양념(국물)의 나트륨 함량은 0주차에서 2주차까지는 감소하였고 3주차부터 4주차 사이에는 다시 증가하다가 8주차에 다시 2주차의 나트륨 함량과 유사한 수준으로 감소하는 경향을 보였다.

ICP-AES를 이용해 측정한 본 연구의 결과값을 염도계 측정값과 비교하였을 때 무장아찌 0주차 건더기를 제외한 나머지 장아찌의 건더기와 양념(국물) 모두 염도계 측정값에서 유의적으로 낮게 나타났다. 이는 일상생활에서 편이상 염도계를 사용할 경우, 실제 나트륨 함량을 다소 과소평가할 수 있음을 시사한다.

일상 섭취를 고려하여 저장기간 4주차에서 8주차 사이의 장아찌 종류별 건더기만의 나트륨 함량을 국내의 대표적인 식품영양성분 데이터베이스 3개에 탑재된 값과 실제 장아찌 실험 레시피로 CAN-Pro에 입력해 계산한 값과 비교 분석하였다. 그 결과 장아찌 종류에 따라 본 연구의 실험값과 서로

다른 차이를 보이는 것으로 나타났다. 오이지의 경우 본 실험 결과와 비교했을 때, CAN-Pro 입력 계산값이 상대적으로 가장 높았으며, CAN-Pro에 탑재된 나트륨 함량이 상대적으로 가장 낮게 평가되었다. 한편, 양파장아찌의 경우 농진청 데이터베이스에 탑재된 나트륨 함량이 상대적으로 가장 높았고, CAN-Pro 입력 계산값이 상대적으로 가장 낮게 평가되었다. 그 외 무장아찌의 경우는 농진청 데이터베이스에 탑재된 나트륨 함량이, 깻잎장아찌는 CAN-Pro 입력 계산값이 상대적으로 가장 낮게 평가되었다. 한편, 마늘종장아찌는 CAN-Pro 입력 계산값이 상대적으로 가장 높았으며 고추장아찌의 경우는 별다른 차이를 보이지 않았다.

이상의 연구결과는 건더기와 양념(국물)을 구분하지 않는 기존의 식품영양성분 데이터베이스 상의 장아찌 나트륨 함량 정보가 건더기만을 주로 섭취하는 일상의 나트륨 섭취량을 다소 과대평가할 수 있음을 시사한다. 또한 본 연구 실험에서 ICP-AES를 이용해 실제로 측정된 장아찌 종류별 나트륨 함량은 염도계 측정값은 물론 국내의 대표적인 식품영양성분 데이터베이스 상의 나트륨 함량과도 서로 다른 차이가 있음을 확인할 수 있었다. 따라서 향후 장아찌 종류별 실제 나트륨 섭취량의 정확한 추정을 위해서는 이러한 차이의 원인을 규명하고 보완 및 수정하는 시급한 검토가 이루어져야 할 것으로 사료된다.

감사의 글

본 논문은 2023년도 배재대학교 교내학술연구비 지원에 의하여 수행된 성과물이며 이에 감사드립니다.

References

- Cho EY, Yoon HH. 2022. A study on the development of low-salted celery leaves *jangachi* added with white wine. *Culin Sci Hosp Res* 28:17-25
- Choi SA, Cho MS. 2012. Changes in quality characteristics of eggplant pickles by salt content and drying time during storage. *Korean J Food Cult* 27:211-224
- Chun HJ, Jung HS. 2009. Traditional Stored Food. pp.154-216. Gyomunsa
- Hata A, Nanko Y, Minamide T. 1989. Changes in mineral contents in some fresh vegetables by cookry: Japanese radish, edible burdock and Zuiki (petiole of Taro). *Sci Rep Kyoto Prefect Univ Nat Sci Living Sci* 40:25-29
- Itoh K, Ono C, Murai M, Kumagawa K. 1984. Sodium-residual-rates of seasonings in meal by cooking. *J Jpn Soc Nutr Food Sci* 37:251-266
- Jeong CW, Jegal JM. 2021. Quality and sensory characteristics of low salted Chinese artichoke (*Stachys sieboldii* Miq) *jangachi* containing various amounts of vinegar. *Culin Sci Hosp Res* 27:86-96
- Jeong DY, Kim YS, Jung ST, Shin DH. 2006. Changes in physicochemical characteristics during soaking of persimmon pickles treated with organic acids and sugars. *Korean J Food Sci Technol* 38:392-399
- Jeong DY, Kim YS, Lee SK, Jung ST, Jeong EJ, Kim HE, Shin DH. 2006. Comparison of physicochemical characteristics of pickles manufactured in folk villages of Sunchang region. *J Food Hyg Saf* 21:92-99
- Jeong JE, Shin JE, Hwang KJ, Lee JW, Kim SI. 2009. Changes in the components and acceptability of cucumber-hot pepper pickles during storage. *Korean J Food Cookery Sci* 25:345-349
- Jeong JW, Park SS, Lim JH, Park KJ, Kim BK, Sung JM. 2011. Quality characteristics of Chinese cabbage with different salting conditions using electrolyzed water. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40:1743-1749
- Jiang L, Shin DM, Lee YK. 2018. Salinity of representative Korean foods high in sodium from home meals, foodservices, and restaurants. *Korean J Community Nutr* 23:333-340
- Jin S. 2008. Manufacturing of low salt Korean pickled cucumbers by salt replacement and salt content reduction of the Korean pickled cucumbers by centrifugation and press. Master's Thesis, Chonnam Univ. Gwangju. Korea
- Jung EA, Choi SK, Namkung Y. 2011. Quality and sensory characteristics of low-salt fermented king mushroom (*jjangachi*) added with different amounts of soy sauce. *Korean J Culin Res* 17:231-240
- Kim G, Yang J, Lee K. 2019. Quality characteristics of low-sodium *oiji* (traditional Korean cucumber pickles) based on addition of glasswort powder. *J Korean Soc Food Cult* 34:620-628
- Kim JA, Cho MS. 2009. Quality changes of immature green cherry tomato pickles with different concentration of soy sauce and soaking temperature during storage. *Korean J Food Cult* 24:295-307
- Kim KJ, Lee KH. 2019. Optimization of salt concentration in low-salted *oiji* (traditional Korean cucumber pickle). *J East Asian Soc Diet Life* 29:19-26
- Kim K, Park S, Kim JY. 2020. Factors contributing to the

- reduction of sodium intake by food manufacture and cooking venues according to the national sodium reduction policies. *J Nutr Health* 53:648-662
- Kim SH, Jeong YJ. 2016. Domestic and international trends in sodium reduction and practices. *Food Sci Ind* 49:25-33
- Kim SH, Lee MH, Jeong YJ. 2012. Quality characteristics of *Cedrela sinensis* shoot by soy sauce seasoning conditions. *Korean J Food Preserv* 19:873-881
- Kim SH. 2017. Folate content of eating-out menu: Comparison between analyzed values and calculated values with nutrient database. Master's Thesis, Chungbuk National Univ. Cheongju. Korea
- Ko YS, Kang HY. 2014. A study of the major dish group, food group and meal contributing to sodium and nutrient intake in Jeju elementary and middle school students. *J Nutr Health* 47:51-66
- Korea Disease Control and Prevention Agency [KCDC]. 2022 Korea Health Statistics 2021: Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES VIII-2). *Korea Disease Control and Prevention Agency Report No.* 11-1351159-000027-10
- Korea Health Industry Development Institute. 2021. National food & nutrition: statistics commonly consumed food. Available from <https://www.khidi.or.kr/nutristat> [cited 1 April 2024]
- Kushige T, Machida K. 1988. Determination of sodium chloride in processed foods. *Kagoshima Prefectural Coll Depart Bull* 16:1-9
- Kwon YS, Han G. 2016. Dietary assessment according to intake of Korean soup and stew in Korean adults: Based on the 2011~2014 Korea national health and nutrition examination survey. *J Nutr Health* 49:335-346
- Lee HY, Jung ST, Park HJ. 1995. The changes in firmness, Ca content and polygalacturonase and pectinesterase activities during oyijangachi preparation. *J Korean Soc Food Nutr* 24:796-802
- Lee HY, Kwon HJ, Park AR, Choi BK, Heo NK. 2014. The quality changes of watery kimchi made of wild vegetables by the pre-treatment methods. *Korean J Culin Res* 20:136-146
- Lee JY, Kwon SO, Lee SH, Seo MJ, Lee GH, Kim C. 2023. Dietary sodium and potassium intake of Koreans estimated using 2 different sources of their contents in foods, Food & Nutrient Database and the Korean Total Diet Study: A comparative study. *Korean J Community Nutr* 28:235-244
- Lee SH, Kang KM. 2015. Quality characteristics of low salt *Kalopanax pictus* shoot *jangajji* using soybean sauce. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 44:104-110
- Murai M, Itoh K, Ono C, Kumagawa K, Sakamoto M, Toyokawa H. 1985. Differences between analyzed and calculated amounts of sodium in representative foods of daily meals and the availability of the sodium residual rate. *J Jpn Soc Nutr Food Sci* 38:383-386
- Nakayama Y, Hasegawa M. 2010. Formulation of a model for phenomena of water and NaCl transfer on production of pickles (Part 1): Examination of a model of water and NaCl transfer for pickled turnip. *Bull Soc Sea Water Sci Jpn* 64:355-359
- National Institute of Agricultural Sciences. 2017. Korean Food Composition Database overview. Available from <http://korean.food.rda.go.kr/kfi/fct/fctFoodSrch/list> [cited 20 January 2024]
- Natural Food Traditional Research Institute [NFTRI]. 2015. Korean Flavored *Jangaji*. pp.12-163. Seongha books
- Oh CH. 2017. Changes in physicochemical characteristics of apple pre-treated with sugar and salt for manufacturing apple *jangachi*. *Culin Sci Hosp Res* 23:98-105
- Park Y, Yoon J, Chung SJ. 2020. Comparison of the sodium content of Korean soup-based dishes prepared at home, restaurants, and schools in Seoul. *J Nutr Health* 53:663-675
- Park YR. 2013. Quality characteristics of cucumber *jangachi* using sake cake by salt concentration and storage period. Master's Thesis, Myongji Univ. Yongin. Korea
- Park YS, Gweon HJ, Sim KH. 2015. Quality characteristics of low-sodium tomato *jangajji* according to storage time by cultivars. *J East Asian Soc Diet Life* 25:460-473
- Shim KH. 2012. Quality characteristic of low salted yacon *jangachi* using soybean sauce. *Korean J Community Living Sci* 23:79-88
- Shim YH, Ahn GJ, Yoo CH. 2003. Characterization of salted Chinese cabbage in relation to salt content, temperature and time. *Korean J Soc Food Culin Sci* 19:210-215
- Shin SJ, Kim YS, Yoon HH. 2020. Characteristics of *yangha* (*Zingiber mioga* R.) low salt fermented *jangachi* prepared with various amounts of soy sauce and vinegar. *Culin Sci Hosp Res* 26:205-214
- Sim HH, Choi OJ. 2015. Study on optimization of persimmon *kochujang jangachi* using response surface methodology. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 44:1364-1373

- Son SM, Huh GY, Lee HS. 2005. Development and evaluation of validity of dish frequency questionnaire (DFQ) and short DFQ using Na index for estimation of habitual sodium intake. *Korean J Community Nutr* 10:677-692
- Super Recipe. 2018. Real Basic Cookbook. Recipe Factory
- Terabe K, Mizuno H, Ono M. 1980. Studies of cooking on the prevention of excessive salt intake (II) A study of salt content in the cooking process of Japanese noodles. *J Nagoya Women's Coll* 26:89-95
- World Health Organization [WHO]. 2012. Guideline: Sodium intake for adults and children. Available from <https://www.who.int/publications/item/9789241504836> [cited 1 April 2024]
- Yeon JY, Kwon KI, Kim JW, Park HK. 2017. Dietary self-efficacy and dietary behaviors by eating areas according to perceived dietary habit levels related to sodium intake. *Korean J Food Nutr* 30:166-174
- Yoshita K, Miura K, Okayama A, Okuda N, Schakel SF, Dennis B, Saitoh S, Sakata K, Nakagawa H, Stamler J, Ueshima H. 2005. A validation study on food composition tables for the international cooperative INTERMAP study in Japan. *Environ Health Prev Med* 10:150-156
- Yun SJ. 1997. Korean Stored and Fermented Food. p.210. Shinkwang
-
- Received 22 March, 2024
Revised 03 April, 2024
Accepted 08 April, 2024

국내 시중 유통 작두콩차의 품질특성 및 항산화특성

박유진 · 황엄지 · 유경단 · *우관식*

농촌진흥청 국립식량과학원 농업연구사, *농촌진흥청 국립식량과학원 농업연구관

Quality Characteristics and Antioxidant Characteristics of Sword Bean Tea Distributed in Domestic Markets

You-jin Park, Eom-ji Hwang, Gyeong-dan Yu and *Koan Sik Woo*

Researcher, National Institute of Crop Science, Rural Development Administration, Muan 58545, Korea

*Senior Researcher, National Institute of Crop Science, Rural Development Administration, Muan 58545, Korea

Abstract

This study examined the quality characteristics and antioxidant properties of sword bean tea available in domestic markets. Each product of sword bean tea had distinct appearance characteristics. The color, pH, brownness, and turbidity of the tea varied significantly across different products, with tea bags showing higher levels of brownness and turbidity. The total polyphenol content of hot water extraction ranged from 165.13 to 517.69 mg gallic acid equivalents (GAE)/100 g sample for pod tea, 999.36 to 2,054.74 mg GAE/100 g sample for tea bag tea, and 74.62 to 275.00 mg GAE/100 g sample for grain tea, respectively. Similarly, the total flavonoid content, measured in terms of catechin equivalents (CE), ranged from 39.51 to 65.00 mg CE/100 g sample for pod tea, 86.57 to 253.63 mg CE/100 g sample for tea bag tea, and 32.94 to 38.63 mg CE/100 g sample for grain tea, for hot water extraction. The DPPH and ABTS radical scavenging activities of pod tea were 95.68 to 276.19 mg TE/100 g sample and 270.87 to 804.21 mg trolox equivalents/100 g sample, respectively, for hot water extraction. These results suggest the need to establish quality standards to ensure consistent quality of sword bean tea.

Key words: sword bean tea, *Canavalia gladiata*, quality characteristics, phenolic compound, antioxidant activity

서 론

최근 다양한 환경오염으로 인해 발생하는 호흡기계 질환, 악성종양, 혈액순환계 질환 등의 증가로 건강한 삶을 유지하기 위해 천연소재의 효능 연구가 많이 이루어지고 있다(Park 등 2018). 이러한 상황에서 차류 시장은 건강에 대한 관심 증대와 함께 기능성을 가지는 식품으로 소비가 증가하고 있다(Park & Lee 2024). 차류는 식물성 원료를 이용하여 가공한 기호성 식품으로, 침출차, 액상차, 고형차 등으로 분류되고 일반적으로 원료를 건조 후 볶음처리하여 제조하며(Han 등 2022), 건조 및 추출방법, 원료의 형태, 포장 방법 등이 품질에 영향을 미친다(Park 등 2017). 차를 볶는 공정은 원료의

유용성분의 추출 수율 증대, 음용 차의 고유한 향과 색을 위해 사용되며, 볶음처리의 중요 요인은 온도와 시간으로 제품의 기능성과 기호도 증진, 고품질의 제품 생산이 가능한 것으로 보고되어 있다(Yu 등 2008).

작두콩(*Canavalia gladiata*)은 원산지가 동남아시아의 열대 지방으로 알려져 있으며(Shin EH 2019), 한국, 일본, 중국 등 동아시아의 지역에서 식품, 한의약 소재 등으로 사용되고 있다(Bae 등 2020a). 작두콩은 6~7월에 개화하여 8~10월에 꼬투리가 맺히는 콩과의 일년생 덩굴식물로, 꼬투리 모양이 작두를 닮아 도두(刀豆)라고 알려져 있다(Cho 등 1999). 일반적으로 작두콩은 꼬투리를 말려 절단하여 볶아 차로 제조하여 판매되고 있다(Kim 등 2001; Kim 등 2012). 일본에서 작두콩

* Corresponding author: Koan Sik Woo, Senior Researcher, National Institute of Crop Science, Rural Development Administration, Muan 58545, Korea. Tel: +82-61-450-0150, Fax: +82-61-453-0085, E-mail: weeks@korea.kr

씨앗과 꼬투리를 커피 대용으로 이용하고 있으며(Nishizawa 등 2016), 국내에서도 작두콩을 첨가하여 제조한 커피의 항산화활성(Bae 등 2020a)과 혼합 추출물의 항염증 효과에 대해 보고되었다(Bae 등 2020b). 작두콩의 효능에 관한 연구로는 항균활성(Cho 등 2000; Ekanayake 등 2007; Chung 등 2014)에 대한 보고가 있으며, 부위별 이화학 성분 및 항산화활성과 관련된 연구(Cho 등 1999; Kim 등 2012; Kim 등 2013a), 알코올성 위염에 대한 보호효과(Kim 등 2013b), 항암(Jeon 등 2005), 항당뇨(Nimenibo-Uadia R 2003) 등의 효능이 있어 민간요법에서도 화농성 염증을 다스리는 데 사용된 것으로 알려져 있다(Chang 등 2011). 작두콩의 성분에 대한 연구로는 gallic acid 유도체를 분리한 연구(Kim 등 2013a)와 urease, hemagglutinin, canavanine, canavalia gibberellin I 및 II 등의 성분이 함유되어 있는 것으로 보고하였다(Cho 등 1999).

이러한 기능성에도 불구하고 국내 유통되고 있는 작두콩차는 품질이 명확하지 않고 가공업체의 사정에 따라 원료를 가공하여 제품을 판매하고 있다. 따라서 본 연구에서는 국내 시중에서 유통되고 있는 작두콩차를 수집하여 제품에 대한 품질특성과 페놀성분 함량, radical 소거활성 등의 항산화 특성을 검정하여 추후 고품질 작두콩차 제조조건 설정을 위한 기초자료로 활용하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 국내 시중 유통 작두콩차의 외관 특성 검정

본 연구에 사용한 작두콩차는 국내 시중에 유통되고 있는 제품을 2023년 4월 인터넷에서 구입하여 이용하였으며, 작두콩 꼬투리를 절단하여 볶음 가공한 꼬투리차(pod tea) 9종, 볶음 가공한 꼬투리를 조분쇄하여 포장한 티백차(tea bag tea) 6종, 작두콩 콩알을 볶은 콩알차(grain tea) 4종 등 19종을 사용하였다. 작두콩차의 외관 특성은 꼬투리차의 경우 꼬투리의 폭, 절단 길이, 콩알의 길이와 두께를 버니어캘리퍼스(CD-30AX, Mitutoyo, Kawasaki, Japan)로 측정하였으며, 콩알 혼합비율을 조사하였다. 티백차의 경우는 10, 20 및 30 mesh의 표준체(Chunggye Sieve Co., Gunpo, Korea)를 이용하여 구성 비율을 조사하였다. 콩알차는 버니어캘리퍼스로 콩알의 길이와 두께를 측정하였다.

2. 국내 시중 유통 작두콩차의 품질특성 검정

시료는 Micro Hammer-Cutter Mill(Cullati MFC grinder CZ 13, Cullati AG, Zurich, Switzerland)을 이용하여 80 mesh로 분쇄하여 4°C 냉장고에 저장하면서 분석용 시료로 사용하였다. 수분함량은 분쇄한 시료를 수분함량측정기(MA-100, Sartorius, Sartorius Lab Instruments GmbH & Co., Goettingen, Germany)

로 분석하였다(Hwang 등 2023). 색도, pH, 갈색도 및 탁도를 측정하기 위해 음용 조건인 90°C의 증류수에 시료를 넣고 3분간 추출하여 분석하였다. 색도는 색차계(CM-5, Konica Minolta, Tokyo, Japan)를 이용하여 명도(L-value), 적색도(a-value) 및 황색도(b-value)를 측정하였으며(An 등 2023), 표준백색판의 색도는 각각 99.23, -0.05 및 -0.26이었다. pH는 pH meter(CH/S210, Mettler Toledo GmbH, Greifensee, Switzerland)를 이용하였으며, 갈색도와 탁도는 UV/VIS spectrophotometer(Thermo Fisher Scientific, Waltham, MA, USA)를 이용하여 각각 420 및 600 nm에서 투과도를 측정하였다(Lee 등 2017).

3. 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량 분석

국내 시중 유통 작두콩차의 페놀성 화합물 및 radical 소거활성을 분석하기 위해 열수 추출은 음용 조건(90°C, 3분)에서 추출하여 여과하여 분석용 시료로 사용하였으며, 에탄올 추출은 일정량의 분쇄 시료에 80% 에탄올(Daejung Chemical & Metals, Siheung, Korea)을 넣고 homogenizer(HG-15A, Daihan Scientific Co., Ltd., Wonju, Korea)로 균질화시킨 후, 상온에서 24시간 동안 진탕추출(Wise-Cube WIS-RL010, Daihan Scientific Co., Ltd.)한 다음 4°C, 1,500×g에서 20분간 원심분리(Sorvall ST-40R, Thermo Fisher Scientific)하고 상등액을 취하여 -20°C 냉동고에 보관하면서 분석용 시료로 사용하였다. 추출물에 대한 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량은 Kim 등(2018)의 방법으로 분석하였다. 총 폴리페놀 함량은 추출물 50 µL에 2% sodium carbonate(Na₂CO₃; Sigma-Aldrich) 용액 1 mL를 가한 후 3분간 방치하여 50% Folin-Ciocalteu reagent(Sigma-Aldrich) 50 µL를 가하였다. 30분 후, 반응액의 흡광도 값을 735 nm에서 측정하였고, 표준물질인 gallic acid(Sigma-Aldrich)를 사용하여 검량선을 작성하였으며, 시료 100 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 가한 다음, 5분 후 10% aluminum chloride hexahydrate(AlCl₃ · 6H₂O; Sigma-Aldrich) 150 µL를 가하여 6분 방치하고, 1 N sodium hydroxide(NaOH; Sigma-Aldrich) 500 µL를 첨가해 11분 후 반응액의 흡광도 값을 510 nm에서 측정하였다. 표준물질인 catechin(Sigma-Aldrich)을 사용하여 검량선을 작성하였으며, 시료 100 g 중의 mg catechin equivalents(CE, dry basis)로 나타내었다.

4. Radical 소거활성 측정

국내 시중 유통 작두콩차 추출물의 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(Kim 등 2018). DPPH radical 소거활

성은 0.2 mM DPPH 용액(99.9% 에탄올에 용해) 0.8 mL에 시료 0.2 mL를 첨가한 후 520 nm에서 30분 후에 흡광도 감소치를 측정하였으며, trolox(Sigma-Aldrich)로 검량식을 작성하여 시료 100 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 이용액을 735 nm에서 흡광도 값이 1.4~1.5가 되도록 에탄올로 희석하여 사용하였다. 희석된 ABTS 용액 1 mL에 추출액 50 μ L를 가하여 흡광도의 변화를 정확히 30분 후에 측정하였으며, trolox(Sigma-Aldrich)로 검량식을 작성하여 시료 100 g당 mg trolox equivalent antioxidant capacity(TE, dry basis)로 표현하였다.

5. 통계분석

모든 데이터는 3회 반복 측정하였으며, 평균 \pm 표준편차로 제시하였다. 또한 얻어진 결과는 통계프로그램(Statistical Analysis System; version 9.4, SAS Institute, Cary, NC, USA)을 이용하여 one-way ANOVA(analysis of variance)로 분석한 후 신뢰구간 $p < 0.05$ 에서 Duncan's multiple range test를 이용하여 유의성을 검정하였으며, 각 분석항목 간의 상관관계를 분석하였다(Woo 등 2021).

결과 및 고찰

1. 국내 시중 유통 작두콩차 제품의 외관 특성

국내 시중에 유통 중인 작두콩 꼬투리차 9종, 티백차 6종, 콩알차 4종 등 19종을 수집하여 외관특성을 검정한 결과 Fig. 1과 제품별로 상이한 것으로 나타났다. 제품별 수분함량은 꼬투리차, 티백차 및 콩알차에서 각각 0.70~4.37, 0.90~4.75 및 0.07~0.30 g/100 g으로 조사되었다(data not show). 각 제품별로 외관 품질특성을 분석한 결과 Table 1~Table 3과 같이 제품별로 유의적인 차이를 보였다. 꼬투리 차의 경우 Table 1과 같이 외피의 가로 폭과 절단 길이는 각각 35.3~47.6 및 3.8~10.8 mm로 나타났으며, C제품의 내용물 크기가 유의적으로 가장 작은 것으로 조사되었다. 차의 내용물 중 콩알의 두께와 길이는 각각 2.9~11.8 및 13.9~25.5 mm로 나타났고 콩알 비율은 1.0~51.5% 범위로 큰 편차를 보였다. 특히 A, B 및 F제품에서 콩알의 비율이 33.9~51.5% 범위로 높았고, C제품은 콩알이 1% 이하로 거의 포함되어 있지 않았다. 티백 차의 경우 Table 2와 같이 입자의 크기가 다양한 것으로 조사되었다. 표준체를 이용하여 입자를 크기별로 분류하고 입자 크기별 비율을 확인한 결과, 20~30 mesh(600~850 μ m) 이하의 입자는 거의 나타나지 않았고 10 mesh(2 mm) 이상의 입자



Fig. 1. Appearance of sword bean tea distributed in domestic markets. A~I: pod tea, J~O: tea bag tea, P~S: grain tea.

Table 1. Raw materials characteristics of sword bean pod tea distributed in domestic markets

| Products | Width of pod (mm) | Cutting length of pod (mm) | Length of sword bean (mm) | Thickness of sword bean (mm) | Ratio of sword bean (%) |
|-----------|---------------------------|----------------------------|---------------------------|------------------------------|---------------------------|
| A | 42.33±5.47 ^{b1)} | 9.52±1.39 ^b | 25.53±1.33 ^a | 11.81±0.81 ^a | 51.49±2.30 ^a |
| B | 41.84±4.97 ^b | 6.10±1.28 ^c | 22.55±4.89 ^{ab} | 8.51±4.88 ^b | 33.89±0.20 ^{abc} |
| C | 35.26±5.90 ^d | 3.83±0.90 ^d | 14.16±2.94 ^d | 2.93±0.63 ^e | 0.91±0.67 ^c |
| D | 35.71±3.87 ^d | 9.30±4.84 ^b | 17.17±2.57 ^{cd} | 5.60±1.47 ^{cd} | 3.44±0.07 ^c |
| E | 37.10±3.43 ^{cd} | 9.37±1.10 ^b | 14.25±1.44 ^d | 4.45±0.76 ^{de} | 1.57±0.13 ^c |
| F | 40.04±6.44 ^{bc} | 9.55±1.66 ^b | 19.89±3.24 ^{bc} | 7.39±1.43 ^{bc} | 40.32±8.51 ^{ab} |
| G | 47.35±9.81 ^a | 10.75±1.75 ^a | 13.88±4.24 ^d | 6.36±1.58 ^{cd} | 13.74±0.23 ^{bc} |
| H | 37.65±3.90 ^{cd} | 10.05±1.98 ^{ab} | 15.47±2.24 ^d | 5.72±1.01 ^{cd} | 6.73±0.07 ^{bc} |
| I | 47.63±8.99 ^a | 9.59±1.25 ^b | 22.70±3.69 ^a | 5.85±1.28 ^{cd} | 7.89±4.75 ^{bc} |
| Range | 35.26-47.63 | 3.83~10.75 | 13.88~25.53 | 2.93~11.81 | 0.91~51.49 |
| Mean±S.D. | 40.55±4.65 | 8.67±2.22 | 18.40±4.39 | 6.51±2.55 | 17.77±19.02 |
| CV | 11.47 | 25.62 | 23.89 | 39.07 | 106.99 |

¹⁾ All values are expressed as the mean±S.D. of triplicate determinations. Means with different letters within a column are significantly different at $p<0.05$ by a Duncan's multiple range test.

Table 2. Raw materials characteristics of sword bean tea bag tea distributed in domestic markets

| Products | >10 mesh | 10~20 mesh | 20~30 mesh | <30 mesh |
|-----------|--------------------|---------------------|-------------------|-------------------|
| J | 37.4 ^{ab} | 46.2 ^{abc} | 9.8 ^{ab} | 6.6 ^{ab} |
| K | 17.6 ^b | 66.8 ^a | 8.6 ^{ab} | 7.0 ^{ab} |
| L | 65.6 ^a | 24.0 ^c | 3.6 ^b | 6.8 ^{ab} |
| M | 65.8 ^a | 29.2 ^{bc} | 4.4 ^b | 0.6 ^b |
| N | 64.0 ^a | 30.8 ^{bc} | 4.8 ^b | 0.4 ^b |
| O | 21.8 ^b | 55.2 ^{ab} | 12.6 ^a | 10.4 ^a |
| Range | 17.6~65.8 | 24.0~66.8 | 3.6~12.6 | 0.4~10.4 |
| Mean±S.D. | 45.4±22.6 | 42.0±16.9 | 7.3±3.6 | 5.3±4.0 |
| CV | 49.9 | 40.1 | 49.1 | 75.0 |

¹⁾ All values are expressed as the mean±S.D. of triplicate determinations. Means with different letters within a column are significantly different at $p<0.05$ by a Duncan's multiple range test.

Table 3. Raw materials characteristics of sword bean grain tea distributed in domestic markets

| Products | Length of sword bean (mm) | Thickness of sword bean (mm) |
|-----------|---------------------------|------------------------------|
| P | 27.05±1.29 ^a | 12.23±1.13 ^a |
| Q | 21.57±2.60 ^b | 5.94±1.67 ^{bc} |
| R | 19.38±2.36 ^c | 6.22±1.06 ^b |
| S | 19.23±2.79 ^c | 5.14±1.27 ^c |
| Range | 19.23~27.05 | 5.14~12.23 |
| Mean±S.D. | 21.81±3.65 | 7.38±3.26 |
| CV | 16.76 | 44.21 |

¹⁾ All values are expressed as the mean±S.D. of triplicate determinations. Means with different letters within a column are significantly different at $p<0.05$ by a Duncan's multiple range test.

비중이 가장 큰 것으로 나타났다. L, M 및 N제품에서 10 mesh 이상의 입자가 64~65.8%로 가장 많았고 K제품은 10 mesh 이상의 입자는 가장 적은 것으로 조사되었다. 콩알차는 Table 3과 같이 콩알을 그대로 볶은 것과 분쇄하여 볶은 것으로 구분되어 판매되고 있었다. P제품은 콩알을 그대로 볶아 크기가 가장 컸고, 분쇄된 콩알 차의 경우 콩알의 두께가 길이에 큰 차이가 없었고 S제품은 볶아진 외관이 진한 것을 확인하였다.

2. 국내 시중 유통 작두콩차의 품질특성

국내 시중에 유통 중인 작두콩차를 동일한 음용 조건(90°C, 3분)에서 추출하여 색도, pH, 갈색도, 탁도를 분석한 결과 Table 4와 같이 조사되었다. 꼬투리차, 티백차 및 콩알차의 명도(L-value)는 각각 93.25~97.91, 65.60~87.32 및 98.66~99.73으로 나타났고 황색도(b-value)는 각각 9.88~30.33, 49.60~84.74 및 1.12~7.21로 나타나 콩알차가 명도는 높고 황색도는 낮은 것으로 조사되었다. 티백차는 명도는 78.86±7.81로 가장 낮았고, 적색도와 황색도는 각각 값은 10.43±7.86 및 65.55±12.44로 가장 높게 조사되었다. 꼬투리차, 티백차 및 콩알차의 pH는 각각 5.15~5.62, 5.19~5.33 및 5.84~6.22로 나타나 전체적으로 콩알차가 높은 경향을 보였다. 갈색도는 꼬투리차, 티백차 및 콩알차에서 각각 0.135~0.475, 0.870~2.764 및 0.016~0.098로 나타났으며, 탁도는 각각 0.010~0.031, 0.062~0.236 및 0.002~0.006으로 나타나 티백차가 갈색도와 탁도가 높은 경향을 보였는데 이는 제조과정에서 분쇄로 인해 제품에 함유된 성분이 꼬투리차나 콩알차에 비해 용출이 용이하여 이러한 결과가 나온 것으로 생각된다. 기존에 옥수수(Lee 등 2017), 수수(Ko 등 2012), 팥(Song 등 2013) 등의 연구에 의하면 원료의 볶음 온도와 시간이 증가할수록 명도는 감소하고 탁도와 적색도, 황색도는 증가하는 것으로 보고하였는데, 작두콩차 제품의 제조 과정에서 볶음 온도나 시간이 제품마다 달라 품질의 차이가 보이는 것으로 생각된다. 시중에 유통 중인 작두콩차의 음용 조건 추출물의 색도, pH, 갈색도, 탁도 등 품질특성간의 상관성을 검토한 결과 Table 5와 같이 높은 상관성($p < 0.001$)을 보이는 것으로 조사되었다.

3. 국내 시중 유통 작두콩차의 항산화성분 함량

국내 시중에 유통 중인 작두콩차를 동일한 음용 조건(90°C, 3분; 열수 추출) 추출물과 80% 에탄올 추출물에 대한 총 폴리페놀 함량을 측정된 결과 Fig. 2와 같이 제품 간에 유의적인 차이를 보이는 것으로 나타났다($p < 0.05$). 꼬투리차의 총 폴리페놀 함량은 열수 추출물과 에탄올 추출물에서 각각 165.13~517.69 및 1,009.47~1,621.73 mg GAE/100 g sample로 에탄올 추출물에서 높은 것을 확인하였다. 티백차의 경우 각

각 999.36~2,054.74 및 770.80~1,170.00 mg GAE/100 g sample로 열수 추출물에서 높게 나타났고 콩알차는 각각 74.62~275.00 및 471.87~771.07 mg GAE/100 g sample로 나타나 전체적으로 티백차에서 총 폴리페놀 함량이 높았다. 제품별로는 꼬투리차는 열수 추출은 C제품(517.69±28.27 mg GAE/100 g sample)이 높았고, 에탄올 추출은 I제품(1,621.73±5.86 mg GAE/100 g sample)이 유의적으로 높은 함량을 나타내었다. 티백차의 경우 J제품이 열수 추출과 에탄올 추출에서 각각 2,054.74±97.48 및 1,170.00±23.46 mg GAE/100 g sample로 높게 나타났다. 콩알차는 열수 추출은 R제품(275.00±21.37 mg GAE/100 g sample)이 높았고, 에탄올 추출은 S제품(771.07±6.35 mg GAE/100 g sample)이 유의적으로 높은 함량을 나타내었다.

국내 시중에 유통 중인 작두콩차를 열수 추출물과 80% 에탄올 추출물에 대한 총 플라보노이드 함량을 측정된 결과 Fig. 3과 같이 제품 간에 유의적인 차이를 보이는 것으로 나타났다($p < 0.05$). 열수 추출의 경우 꼬투리차, 티백차 및 콩알차의 총 플라보노이드 함량은 각각 39.51~65.00, 86.57~253.63 및 32.94~38.63 mg CE/100 g sample로 나타났으며, 에탄올 추출은 각각 148.43~370.98, 112.67~261.41 및 76.31~175.49 mg CE/100 g sample로 나타났다. 제품별로 총 플라보노이드 함량이 높은 제품은 꼬투리차의 경우 열수 추출은 C제품(65.00±1.93 mg CE/100 g sample)이 높았고, 에탄올 추출은 I제품(370.98±8.57 mg CE/100 g sample)이 유의적으로 높게 나타났다. 티백차의 경우 O제품이 열수 추출과 에탄올 추출에서 각각 253.63±8.12 및 261.41±3.20 mg CE/100 g sample로 높았으며, 콩알차는 S제품이 각각 38.63±1.03 및 175.49±1.83 mg CE/100 g sample로 유의적으로 높은 함량을 나타내었다. 시중에 유통 중인 작두콩차의 음용 조건 추출물의 품질특성과 항산화성분과의 상관성을 검토한 결과 Table 5와 같이 높은 상관성($p < 0.001$)을 보이는 것으로 조사되었다. 전라남도 화순에서 재배된 작두콩 껍질을 65°C에서 건조하여 총 페놀 및 플라보노이드 함량을 분석한 결과 47.6±0.4 mg gallic acid equivalents/g 및 3.8±0.2 mg rutin equivalents/g으로 보고하였고(Shin EH 2019), Kim 등(2012)은 작두콩의 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량이 1,152.0 및 493.2 mg/100 g으로 보고하였는데, 항산화성분의 함량 차이는 재배환경, 채취시기(생육정도), 추출용매 및 방법, 볶음처리 등에 의한 차이로 생각된다. 식량작물에 함유된 페놀성 화합물은 항산화활성이 높은 것으로 알려져 있어(Woo 등 2021) 작두콩차에 함유된 페놀성 화합물 또한 항산화활성을 가지므로 이의 활용성 확대를 위해 유용성분의 구명이 필요할 것으로 보인다.

4. 국내 시중 유통 작두콩차의 radical 소거활성

국내 시중에 유통 중인 작두콩차의 DPPH radical 소거활성

Table 4. Quality characteristics of sword bean tea distributed in domestic markets

| Products ¹⁾ | L-value | a-value | b-value | pH | Brownness | Turbidity | |
|------------------------|-----------|---------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|---------------------------|--------------------------|
| Pod tea | A | 97.64±0.00 ^{g2)} | -1.15±0.01 ^k | 10.62±0.00 ^l | 5.59±0.04 ^d | 0.149±0.002 ⁱ | 0.011±0.001 ^k |
| | B | 94.67±0.02 ^k | -1.36±0.01 ^p | 22.71±0.02 ^h | 5.45±0.13 ^e | 0.337±0.002 ^g | 0.025±0.002 ^h |
| | C | 93.25±0.01 ^l | -1.30±0.01 ⁿ | 30.33±0.01 ^g | 5.15±0.02 ^g | 0.475±0.001 ^f | 0.031±0.002 ^g |
| | D | 97.72±0.02 ^f | -1.07±0.00 ^j | 9.88±0.01 ^o | 5.62±0.03 ^d | 0.135±0.001 ⁱ | 0.011±0.001 ^k |
| | E | 97.71±0.03 ^f | -1.25±0.00 ^m | 10.57±0.01 ^m | 5.62±0.07 ^d | 0.146±0.001 ⁱ | 0.010±0.000 ^k |
| | F | 95.62±0.03 ⁱ | -1.49±0.01 ^r | 18.55±0.02 ^j | 5.28±0.08 ^f | 0.272±0.003 ^{gh} | 0.022±0.002 ⁱ |
| | G | 96.24±0.02 ^h | -1.38±0.01 ^q | 16.45±0.02 ^k | 5.30±0.03 ^f | 0.236±0.002 ^h | 0.018±0.002 ^j |
| | H | 97.91±0.01 ^e | -1.31±0.01 ^o | 10.24±0.01 ⁿ | 5.50±0.02 ^e | 0.143±0.002 ⁱ | 0.011±0.002 ^k |
| | I | 95.17±0.01 ^j | -1.49±0.00 ^r | 20.57±0.01 ⁱ | 5.30±0.02 ^f | 0.305±0.001 ^g | 0.023±0.000 ⁱ |
| | Range | 93.25~97.91 | -1.49~-1.07 | 9.88~30.33 | 5.15~5.62 | 0.135~0.475 | 0.010~0.031 |
| | Mean±S.D. | 96.21±1.66 | -1.31±0.14 | 16.66±7.10 | 5.42±0.17 | 0.244±0.116 | 0.018±0.008 |
| CV | 1.73 | -10.76 | 42.63 | 3.16 | 47.44 | 42.72 | |
| Tea bag tea | J | 65.60±0.01 ^r | 24.35±0.00 ^a | 84.74±0.05 ^a | 5.19±0.05 ^g | 2.764±0.001 ^a | 0.236±0.000 ^a |
| | K | 81.74±0.02 ^p | 7.86±0.01 ^c | 63.93±0.00 ^c | 5.32±0.02 ^f | 1.318±0.002 ^c | 0.103±0.001 ^c |
| | L | 82.65±0.01 ⁿ | 5.71±0.01 ^e | 57.12±0.01 ^e | 5.32±0.07 ^f | 1.238±0.167 ^d | 0.101±0.001 ^d |
| | M | 87.32±0.01 ^m | 2.70±0.01 ^f | 49.60±0.02 ^f | 5.32±0.04 ^f | 0.870±0.002 ^e | 0.062±0.001 ^f |
| | N | 81.98±0.03 ^o | 7.36±0.01 ^d | 63.71±0.02 ^d | 5.33±0.02 ^f | 1.316±0.003 ^c | 0.097±0.002 ^e |
| | O | 73.85±0.02 ^q | 14.59±0.01 ^b | 74.17±0.02 ^b | 5.20±0.04 ^g | 1.916±0.002 ^b | 0.171±0.001 ^b |
| | Range | 65.60~87.32 | 2.70~24.35 | 49.60~84.74 | 5.19~5.33 | 0.870~2.764 | 0.062~0.236 |
| | Mean±S.D. | 78.86±7.81 | 10.43±7.86 | 65.55±12.44 | 5.28±0.07 | 1.570±0.674 | 0.128±0.064 |
| CV | 9.90 | 75.38 | 18.98 | 1.29 | 42.94 | 49.44 | |
| Grain tea | P | 99.73±0.02 ^a | -0.18±0.00 ^g | 1.12±0.01 ^s | 6.22±0.01 ^a | 0.016±0.002 ^k | 0.003±0.001 ^m |
| | Q | 99.67±0.01 ^b | -0.37±0.00 ^h | 1.74±0.00 ^r | 6.04±0.02 ^b | 0.024±0.001 ^k | 0.002±0.001 ^m |
| | R | 99.40±0.01 ^c | -0.71±0.01 ⁱ | 3.56±0.00 ^q | 5.84±0.04 ^c | 0.048±0.001 ^{jk} | 0.003±0.001 ^m |
| | S | 98.66±0.01 ^d | -1.21±0.00 ^l | 7.21±0.01 ^p | 5.88±0.01 ^c | 0.098±0.001 ^{ji} | 0.006±0.001 ^l |
| | Range | 98.66~99.73 | -1.21~-0.18 | 1.12~7.21 | 5.84~6.22 | 0.016~0.098 | 0.002~0.006 |
| | Mean±S.D. | 99.37±0.49 | -0.62±0.45 | 3.41±2.74 | 6.00±0.17 | 0.046±0.037 | 0.004±0.002 |
| CV | 0.50 | -73.22 | 80.34 | 2.91 | 79.28 | 42.95 | |

¹⁾ A-I: pod tea, J-O: tea bag tea, P-S: grain tea.

²⁾ All values are expressed as the mean±S.D. of triplicate determinations. Means with different letters within a column are significantly different at $p<0.05$ by a Duncan's multiple range test.

을 측정된 결과 Fig. 4와 같이 제품 간에 유의적인 차이를 보이는 것으로 나타났다($p<0.05$). 꼬투리차, 티백차 및 콩알차에 대한 열수 추출물의 DPPH radical 소거활성은 각각 95.68~276.19, 403.96~459.78 및 12.99~84.43 mg TE/100 g sample로 나타났으며, 에탄올 추출은 각각 642.49~898.86, 582.92~766.90 및 301.55~560.47 mg TE/100 g sample로 조사되어 전체적으로 티백차의 DPPH radical 소거활성이 높게 나타났다. 제품별로 DPPH radical 소거활성이 높은 제품은 꼬투리차의 경우 열수 추출은 C제품(276.19±9.72 mg TE/100 g sample)이 높았고, 에탄올 추출은 I제품(898.86±3.42 mg TE/100

g sample)이 유의적으로 높게 나타났다. 티백차의 경우 열수 추출은 K제품(459.78±0.09 mg TE/100 g sample)이 높았고, 에탄올 추출은 N제품(766.90±0.51 mg TE/100 g sample)이 유의적으로 높았다. 콩알차는 열수 추출은 R제품(84.43±1.27 mg TE/100 g sample)이 높았고, 에탄올 추출은 S제품(560.47±6.41 mg TE/100 g sample)이 유의적으로 높았다.

항산화성분에 의해 ABTS radical이 억제되는 특성을 이용한 방법(Kim 등 2009)으로 국내 시중에 유통 중인 작두콩차의 ABTS radical 소거활성을 측정된 결과 Fig. 5와 같이 제품 간에 유의적인 차이를 보이는 것으로 나타났다($p<0.05$). 꼬투

Table 5. Correlation coefficients among quality and antioxidant characteristics of sword bean tea

| Factor | a-value | b-value | pH | Brownness | Turbidity | Polyphenol | Flavonoid | DPPH | ABTS |
|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|-----------|
| L-value | -0.956*** | -0.977*** | 0.616*** | -0.997*** | -0.992*** | -0.942*** | -0.961*** | -0.901*** | -0.979*** |
| a-value | 1.000 | 0.877*** | -0.421*** | 0.970*** | 0.980*** | 0.878*** | 0.931*** | 0.751*** | 0.900*** |
| b-value | | 1.000 | -0.689*** | 0.962*** | 0.944*** | 0.957*** | 0.922*** | 0.970*** | 0.994*** |
| pH | | | 1.000 | -0.588*** | -0.567*** | -0.577*** | -0.571*** | -0.724*** | -0.647*** |
| Brownness | | | | 1.000 | 0.996*** | 0.936*** | 0.956*** | 0.875*** | 0.969*** |
| Turbidity | | | | | 1.000 | 0.911*** | 0.968*** | 0.843*** | 0.951*** |
| Polyphenol | | | | | | 1.000 | 0.840*** | 0.932*** | 0.973*** |
| Flavonoid | | | | | | | 1.000 | 0.827*** | 0.913*** |
| DPPH | | | | | | | | 1.000 | 0.960*** |

Significant at *** $p < 0.001$.

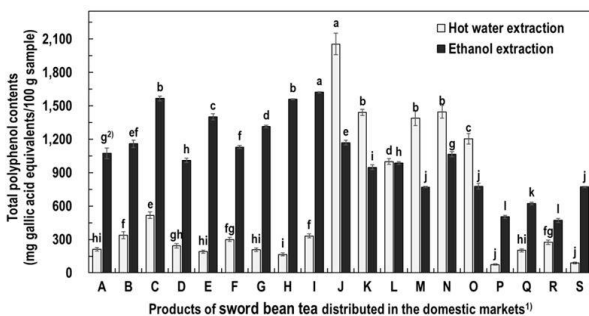


Fig. 2. Total polyphenol contents of sword bean tea distributed in domestic markets according to different products and extracting solvents. ¹⁾ A~I: pod tea, J~O: tea bag tea, P~S: grain tea. ²⁾ All values are expressed as the mean±S.D. of triplicate determinations. Means with different letters within a column are significantly different at $p < 0.05$ by a Duncan's multiple range test.

리차, 티백차 및 콩알차에 대한 열수 추출물의 ABTS radical 소거활성은 각각 270.87~804.21, 1,302.06~2,414.13 및 96.60~265.40 mg TE/100 g sample로 나타났으며, 에탄올 추출은 각각 1,070.67~1,553.24, 907.68~1,264.64 및 288.94~453.47 mg TE/100 g sample로 조사되어 전체적으로 티백차의 ABTS radical 소거활성이 높게 나타났다. 제품별로 ABTS radical 소거활성이 높은 제품은 꼬투리차의 경우 열수 추출은 C제품(804.21±6.03 mg TE/100 g sample)이 높았고, 에탄올 추출은 I제품(1,553.24±70.97 mg TE/100 g sample)이 유의적으로 높게 나타났다. 티백차의 경우 J제품이 열수 추출과 에탄올 추출에서 각각 2,414.13±52.77 및 1,264.64±8.29 mg TE/100 g sample로 높게 나타났다. 콩알차는 열수 추출은 R제품(265.40±6.33 mg TE/100 g sample)이 높았고, 에탄올 추출은 S제품(453.47±16.34 mg TE/100 g sample)이 유의적으로 높은

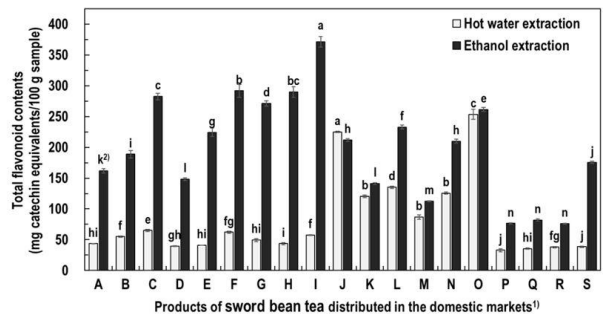


Fig. 3. Total flavonoid contents of sword bean tea distributed in domestic markets according to different products and extracting solvents. ¹⁾ A~I: pod tea, J~O: tea bag tea, P~S: grain tea. ²⁾ All values are expressed as the mean±S.D. of triplicate determinations. Means with different letters within a column are significantly different at $p < 0.05$ by a Duncan's multiple range test.

것으로 나타났다. Shin EH(2019)은 작두콩 껍질의 DPPH radical 소거활성이 2.5, 5.0, 10 mg/mL의 농도에서 각각 29.43, 38.06 및 57.56%, ABTS radical 소거활성은 각각 5.40, 6.76 및 16.23%로 보고하였다. 또한 Kim 등(2012)은 작두콩의 DPPH radical 소거활성을 측정한 결과 SC₅₀(50% scavenging concentration)이 13.1 µg/mL라고 보고하였으며, 작두콩의 주요 항산화성분을 methyl 3,4,5-trihydroxybenzoate(methyl gallate), 3,4,5-trihydroxybenzoic acid(gallic acid), 1,6-di-O-galloyl β-D-glucopyranoside, 1,4,6-tri-O-galloyl β-D-glucopyranoside로 보고하였다(Kim 등 2013a). 시중에 유통 중인 작두콩차의 음용 조건 추출물의 품질특성과 항산화성분 및 항산화활성과의 상관성을 검토한 결과 Table 5와 같이 높은 상관성($p < 0.001$)을 보이는 것으로 조사되었다. 이상의 결과를 종합해 보면 국내 시중에 유통 중인 작두콩차의 품질 및 항산화특성이 상이한 것으로 조사

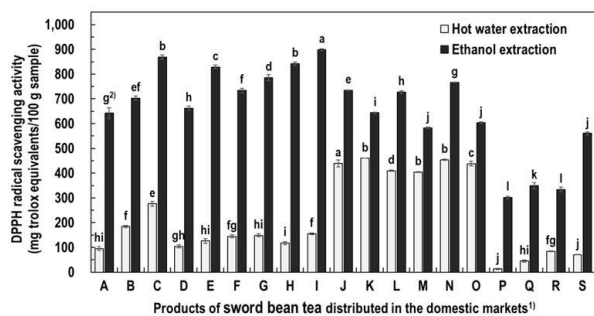


Fig. 4. DPPH radical scavenging activity of sword bean tea distributed in domestic markets according to different products and extracting solvents. ¹⁾ A~I: pod tea, J~O: tea bag tea, P~S: grain tea. ²⁾ All values are expressed as the mean \pm S.D. of triplicate determinations. Means with different letters within a column are significantly different at $p < 0.05$ by a Duncan's multiple range test.

되어 제품의 규격화를 위한 품질 기준 설정이 필요할 것으로 생각된다.

요약 및 결론

국내 시중에서 유통되고 있는 작두콩차 19종을 수집하여 제품에 대한 품질특성과 페놀성분 함량, radical 소거활성 등의 항산화 특성을 검정한 결과 꼬투리 절단길이, 콩알의 비율, 입도 등 외관 품질이 제품별로 상이한 것으로 조사되었다. 음용 조건으로 추출하여 특성을 검정한 결과 색도, pH, 갈색도, 탁도 등의 품질 또한 제품별로 유의적인 차이를 보였으며, 티백차가 갈색도와 탁도가 높게 나타났다. 음용 조건의 열수 추출물과 80% 에탄올 추출물에 대한 총 폴리페놀 함량은 꼬투리차의 경우 각각 165.13~517.69 및 1,009.47~1,621.73 mg GAE/100 g sample, 티백차는 각각 999.36~2,054.74 및 770.80~1,170.00 mg GAE/100 g sample, 콩알차는 각각 74.62~275.00 및 471.87~771.07 mg GAE/100 g sample로 나타나 전체적으로 티백차에서 높았다. 꼬투리차, 티백차 및 콩알차의 총 플라보노이드 함량은 열수 추출의 경우 각각 39.51~65.00, 86.57~253.63 및 32.94~38.63 mg CE/100 g sample, 에탄올 추출은 각각 148.43~370.98, 112.67~261.41 및 76.31~175.49 mg CE/100 g sample로 나타났다. 작두콩차의 radical 소거활성은 제품 간에 유의적인 차이를 보이는 것으로 나타났다. 열수 추출한 꼬투리차, 티백차 및 콩알차의 DPPH radical 소거활성은 각각 95.68~276.19, 403.96~459.78 및 12.99~84.43 mg TE/100 g sample로 나타났고 에탄올 추출은 각각 642.49~898.86, 582.92~766.90 및 301.55~560.47 mg TE/100 g sample로 나타났다. 꼬투리차, 티백차 및 콩알차의

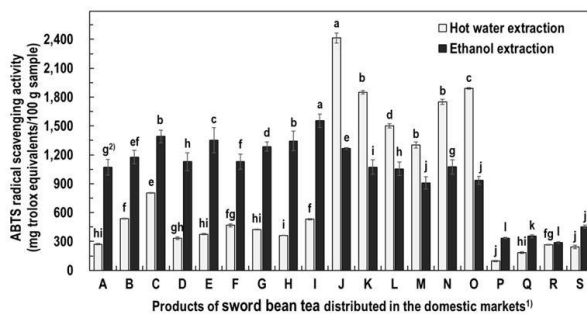


Fig. 5. ABTS radical scavenging activity of sword bean tea distributed in domestic markets according to different products and extracting solvents. ¹⁾ A~I: pod tea, J~O: tea bag tea, P~S: grain tea. ²⁾ All values are expressed as the mean \pm S.D. of triplicate determinations. Means with different letters within a column are significantly different at $p < 0.05$ by a Duncan's multiple range test.

열수 추출물에 대한 ABTS radical 소거활성은 각각 270.87~804.21, 1,302.06~2,414.13 및 96.60~265.40 mg TE/100 g sample로 나타났고 에탄올 추출은 각각 1,070.67~1,553.24, 907.68~1,264.64 및 288.94~453.47 mg TE/100 g sample로 나타나 전체적으로 radical 소거활성은 티백차가 높은 것으로 나타났다. 이상의 결과에서 작두콩차의 품질 표준화를 위한 품질 규격 설정이 필요할 것으로 생각된다.

감사의 글

본 논문은 농촌진흥청 시험연구사업(과제번호: PJ01726 7042023)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
- Bae HC, Kim HS, Kim EH, Moon JH. 2020a. Antioxidant activity of coffee added with sword bean. *Korean J Food Preserv* 27:385-392
- Bae HC, Park JU, Moon JH. 2020b. Anti-inflammatory effects of a mixture of coffee and sword bean extracts. *Korean J Food Sci Technol* 52:237-243
- Chang MI, Kim JY, Kim SJ, Baek SH. 2011. Effect of sword bean *chunggukjang* addition on quality of *kochujang*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40:1292-1299

- Cho YS, Bae YI, Shim KH. 1999. Chemical components in different parts of Korean sword bean (*Canavalia gladiata*). *Korean J Postharvest Sci Technol* 6:475-480
- Cho YS, Seo KI, Shim KH. 2000. Antimicrobial activities of Korean sword bean (*Canavalia gladiata*) extracts. *Korean J Postharvest Sci Technol* 7:113-116
- Chung J, Lee J, Ha D. 2014. Antimicrobial activities of sword bean (*Canavalia gladiata*) extracts against food poisoning bacteria. *J Food Hyg Saf* 29:376-382
- Ekanayake S, Skog K, Asp NG. 2007. Canavanine content in sword beans (*Canavalia gladiata*): Analysis and effect of processing. *Food Chem Toxicol* 45:797-803
- Han JH, Kim D, Chun JY. 2022. Effect of thickness and drying method on properties of dried tangerine tea. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 51:245-253
- Hwang EJ, Kim TH, Park W, Lee KH, Nam SS, Park YJ, Kim S, Lee HU, Chung MN, Ha TJ, Woo KS. 2023. Antioxidant characteristics of sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) according to different plant parts and drying methods. *Korean J Food Nutr* 36:327-333
- Jeon KS, Na HJ, Kim YM, Kwon HJ. 2005. Antiangiogenic activity of 4-O-methylgallic acid from *Canavalia gladiata*, dietary legume. *Biochem Biophys Res Commun* 330:1268-1274
- 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
- Kim JE, Joo SI, Seo JH, Lee SP. 2009. Antioxidant and a-glucosidase inhibitory effect of tartary buckwheat extract obtained by the treatment of different solvents and enzymes. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38:989-995
- Kim JP, Lee HH, Moon JH, Ha DR, Kim ES, Kim JH, Seo KW. 2013a. Isolation and identification of antioxidants from methanol extract of sword bean (*Canavalia gladiata*). *Korean J Food Sci Technol* 45:777-784
- Kim JP, Yang YS, Kim JH, Lee HH, Kim ES, Moon YW, Kim JY, Chung JK. 2012. Chemical properties and DPPH radical scavenging ability of sword bean (*Canavalia gladiata*) extract. *Korean J Food Sci Technol* 44:441-446
- Kim OK, Nam DE, You Y, Jun W, Lee J. 2013b. Protective effect of *Canavalia gladiata* on gastric inflammation induced by alcohol treatment in rats. *Korean Soc Food Sci Nutr* 42:690-696
- Kim SS, Kim KT, Hong HD. 2001. Development of chunggukjang adding the sword beans. *Korea Soybean Dig* 18:33-50
- Ko JY, Woo KS, Song SB, Seo HI, Kim HY, Kim JI, Lee JS, Jung TW, Kim KY, Kwak DY, Oh IS. 2012. Physicochemical characteristics of sorghum tea according to milling type and pan-fried time. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 41:1546-1553
- Lee JH, Kim HJ, Kim MJ, Jung GH, Lee BW, Lee BK, Woo KS. 2017. Quality and antioxidant characteristics of roasted maize tea with different moisture contents. *Korean J Food Nutr* 30:1149-1156
- Nimenibo-Uadia R. 2003. Effect of aqueous extract of *Canavalia ensiformis* seeds on hyperlipidaemia and hyperketonaemia in alloxan-induced diabetic rats. *Biokemistri* 15:7-15
- Nishizawa K, Masuda T, Takenaka Y, Masui H, Tani F, Arii Y. 2016. Precipitation of sword bean proteins by heating and addition of magnesium chloride in a crude extract. *Biosci Biotechnol Biochem* 80:1623-1631
- Park BH, Koh KM, Jeon ER. 2018. Quality characteristics of wet noodles added with sword bean powder. *J Korean Soc Food Cult* 33:374-381
- Park HS, Lee HJ, Youn KS, Kim DS, Kim HS, Lee YG, Seong JH, Chung HS. 2017. Quality comparison of hot-water leachate from teabags containing *Citrus junos* peels dried using different methods. *Korean J Food Preserv* 24:1088-1093
- Park JA, Lee SJ. 2024. Quality characteristics and antioxidant activity of *Kalopanax pictus* cortex tea depending on the preparation methods, namely: Pan-roasting and steaming. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 53:173-179
- Shin EH. 2019. Chemical properties and antioxidants ability of sword bean (*Canavalia gladiata*) pod extract. *Culin Sci Hosp Res* 25:127-134
- Song SB, Ko JY, Kim JI, Lee JS, Jung TW, Kim KY, Kwak DY, Oh IS, Woo KS. 2013. Changes in physicochemical characteristics and antioxidant activity of adzuki bean and adzuki bean tea depending on the variety and roasting time. *Korean J Food Sci Technol* 45:317-324
- Woo KS, Bae HH, Jung GH, Son BY, Kim HJ. 2021. Quality and physicochemical characteristics of Korean maize hybrids according to the seed and pollen parent. *Korean J Food Nutr* 34:407-414
- Yu JS, Woo KS, Hwang IG, Chang YD, Jeong JH, Lee CH,

Jeong HS. 2008. Quality characteristics of *Chrysanthemum indicum* L. flower tea in relation to the number of pan-firing. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37:647-652

Received 18 March, 2024
Revised 28 March, 2024
Accepted 11 April, 2024

도라지 잎 에탄올 추출물의 주요 성분 분석 및 마우스 대식세포와 인체 폐암세포에서 항염효과

이정민 · 배병준 · 최지림* · †정영신**,**

호서대학교 대학원 생명공학과 대학원생, *(주)황초원 대표이사,
호서대학교 생명공학과 교수, *호서대학교 기초과학연구소 교수

Analysis of Major Constituents of an Ethanol Extract of *Platycodon Grandiflorum* Leaves and Protective Effects on Inflammation in Murine Macrophage and Human Lung Carcinoma Cells

Jung Min Lee, Byeong Jun Bae, Jee-Lim Choi* and †Young-Shin Chung**,**

Master's Student, Dept. of Biotechnology, Graduate School, Hoseo University, Asan 31499, Korea

*CEO, Royal Greens Co., Ltd., Seongnam 13201, Korea

**Professor, Dept. of Biotechnology, Hoseo University, Asan 31499, Korea

***Professor, The Research Institute for Basic Sciences, Hoseo University, Asan 31499, Korea

Abstract

This study investigated major constituents and anti-inflammatory effects of an ethanol extract of *Platycodon grandiflorum* leaves. Through HPLC analysis, chlorogenic acid and luteolin-7-O-glucoside were identified as predominant constituents in the ethanol extract. Their anti-inflammatory effects were evaluated using murine macrophage (RAW 264.7 cells) and human lung carcinoma cells (NCI-H292 & A549). The ethanol extract significantly ($p<0.01$) inhibited the production of nitrite, interleukin-6 (IL-6), and prostaglandin E2 (PGE2) induced by lipopolysaccharide (LPS) in RAW 264.7 cells. Furthermore, the ethanol extract suppressed the expression of cyclooxygenase-2 (COX-2) and inducible NO synthase (iNOS) proteins in RAW 264.7 cells stimulated with LPS. In NCI-H292 and A549 cells, treatment with the ethanol extract significantly ($p<0.05$) decreased levels of pro-inflammatory cytokines IL-6 and IL-8 induced by IL-1 β . The phosphorylation of ERK rather than JNK in the mitogen-activated protein kinase signaling pathway was observed to be a more important mediator in the down-regulation of pro-inflammatory cytokines in NCI-H292 cells. These findings suggest that the ethanol extract of *Platycodon grandiflorum* leaves containing luteolin-7-O-glucoside exhibits promising anti-inflammatory properties.

Key words: *Platycodon grandiflorum* leaves, anti-inflammatory effect, RAW 264.7 cells, NCI-H292 cells, A549 cells, luteolin-7-O-glucoside

서론

도라지(*Platycodon grandiflorum*) 식물은 도라지속(platycodon genus)에 속하는 유일한 종으로 동북 아시아에 분포되어 자라며 풍선꽃(balloon flower)이라고도 한다. 전통약물에서는 주로 뿌리(Rhizom)를 사용하고 있고 한국은 길경(kilkyoung), 중국은 jiepeng, lingdanghua, 일본은 kikyō, 몽골은 Hurijunzhaga

로 기침, 가래, 목아픔, 폐농양, 흉통 등에 오랫동안 사용하였다(Ha & Kim 2009; Zhang 등 2015; Wang 등 2017). 국내에서 식품 원료로 섭취되고 있고 다양한 가공 형태의 건강기능식품으로도 섭취되고 있는 도라지 뿌리의 주성분은 트리테르페노이드 글리코사이드(triterpenoid glycoside)인 사포닌(saponins)으로 75종이 보고되었고(Ji 등 2020) 길경 추출물 또는 단일 사포닌의 효능연구 분야는, 전통약물로 사용된 예를 바탕으로

† Corresponding author: Young-Shin Chung, Professor, Dept. of Biotechnology, Hoseo University, Asan 31499, Korea. Tel: +82-41-540-9671, Fax: +82-41-540-9538, E-mail: yschung@hoseo.edu

항염, 면역증강, 진해거담 뿐 아니라 다양한 질환, 항암, 항비만, 항당뇨, 간보호 및 심혈관 활성 등이 보고되었다(Shin 등 2002; Ahn 등 2005; Wu 등 2012; Li 등 2014; Li 등 2015; Bailly & Vergoten 2020; Jung 등 2022; Shen 등 2023).

뿌리 외에도 자생식물의 부위별 성분 및 효능에 관심이 높아지면서 최근 도라지 식물의 지상부위(잎과 줄기), 싹 그리고 씨에 대한 성분분석 및 효능에 관한 연구가 보고 되었으며 식물의 부위 및 산지에 따라 성분이 다른 것으로 판단된다. Inada 등(1992)은 씨에서 플라보노이드 성분을 분석하여 4종 즉 (2R,3R)-taxifolin, quercetin-7-O-glucoside, quercetin-7-O-rutinoside, luteolin-7-O-glucoside를 제시하였고, Kim 등(2020)은 UPLC-DAD-QTOF/MS를 사용하여 새싹의 추출물에서 플라보노이드 성분인 kaempferol-3-O-galactoside와 1-O-caffeoylquinic acid를 분석하였다. 대구의 약령시장(Daegu Herbal market)에서 구매한 도라지의 줄기와 잎, 즉 지상 부위에서는 가장 많이 검출된 대사물질이 tetrahydroxy flavone 종류로 5,7,2',5'-위치에 hydroxy 작용기를 가지는 물질과 apigenin로 확인되었다(Lee 등 2015). Jeong 등(2010)은 진주에서 수집한 도라지 지상부의 부탄을 분획을 분석하였고 apigenin-7-O-glucoside와 luteolin-7-O-glucoside를 주성분으로 보고하였다. Wang 등(2017)은 잎의 biomarker로 7종의 물질을 제시하였고 그중 3종이 플라보노이드로 grosvenorin, 7-hydroxy-1-methoxy-2-methoxyanthone, 4',7-dimethyltectorigenin였다. Mazol 등(2004)은 폴란드 도라지의 지상부를 꽃이 피었을 때 채취하여 분석하였고 luteolin-7-O-glucoside를 주성분으로, 그 외 apigenin 7-O-glucoside, luteolin, apigenin 성분을 보고하였으며, 3,4-dimethoxycinnamic, caffeic, chlorogenic, ferulic을 포함하여 12종의 폴리페놀 성분이 함유되어 있음을 확인하였다. 도라지 잎의 효능에 관한 연구는 제한적이며 Jeong 등(2010)이 지상 부위의 부탄을 분획의 항산화가 탁월함을 검증하였고, Kim 등(2020)은 새싹의 에탄올 추출물에 항산화효능이 탁월하며 플라보노이드 함량과 관련이 있음을 보고하였으며, RAW 264.7 세포에서 LPS에 의해 유도된 염증 관련 사이토카인들을 분석한 결과, 새싹 추출물보다 뿌리 추출물에서 NO 억제 효과가 높았고, 뿌리와 새싹 추출물에서 IL-6 억제 효과가 관찰되었으며, 새싹 추출물에서 TNF- α 억제 효과가 더 유의적으로 높은 것으로 평가하였다.

염증반응은 감염, 손상, 오염의 노출 등에 의해 체내 항상성이 깨지면서 야기되는 일련의 반응으로 선천적 면역 수용체가 병원체나 손상된 세포들을 인지하면서 시작되며 전염증성 사이토카인(IL-6, IL-8, TNF- α , INF- γ 등)이 매개하여 다양한 질환, 즉 류마티스 관절염, 천식, 심혈관 및 뇌혈관 질환, 당뇨, 비만, 암 등을 유발한다. 따라서, 염증을 억제하면 다양한 질환의 유발을 감소시킬 수 있어서 염증 억제 약

물들의 개발과 함께 자생식물 또는 식용 작물로부터 항염작용을 나타내는 성분들의 연구개발이 중요해지고 있고 그중 폴리페놀(polyphenol) 또는 플라보노이드(flavonoid)들이 보고되었다(Bialsalski HK 2007; Mueller 등 2010; Leyva-López 등 2016).

도라지는 다년생 식물로 다년생 뿌리를 사용하기 위하여 여러 해를 재배하는 동안에 자라는 지상 부위 또는 잎을 사용할 수 있어서 도라지 잎의 활용이 늘고 있으므로 잎의 성분 및 효능 또는 안전성에 관한 연구가 필요한 시점이다. 사전연구(Lee JY 2019)에서 도라지 잎 추출물에 총 플라보노이드와 총 페놀산(phenolic acid) 성분이 뿌리보다 20배 이상 많은 것을 확인하였고 마우스 대식세포에서 nitrite 생성억제 효과가 뿌리 추출물과 유사하게 관찰되어 본 연구를 통하여 주요성분 분석과 항염효능을 검증함으로써 잎에 대한 활용도 및 부가 가치를 높이고자 하였다. 또한, 최근 바이러스성 호흡기 질환, 미세먼지의 증가 및 고령화의 추세로 일상에서 호흡기 건강 관리가 중요해지고 있으므로 항염효능을 기관지, 천식 등 폐 보호 기능에도 적용할 수 있을지를 타진하고자 다양한 세포, 마우스 대식세포(RAW 264.7)와 함께 인체 유래 폐암세포(NCI-H292와 A549)를 사용하여 본 연구를 진행하였다.

재료 및 방법

1. 도라지 잎 추출물

충북 옥천 산골도라지농원(청성면 삼남리)에서 도라지 식물의 지상(줄기와 잎) 부위 원료를 봄(6월)과 가을(10월)에 2회 직접 수집하였다. 지상 부위를 60°C에서 8시간 건조한 후 잎만을 분리하고 분쇄하여 80 mesh를 통과한 분말을 사용하였다. 잎 분말을 70% 에탄올과 1:10 비율로 섞고 40분간 초음파 추출을 2회 수행하였고 microfibre glass filter(47 mm, 1.6 μ m, Chmlab Group, Barcelona, Spain)로 여과 후 회전진공농축기에서 감압 농축하였다.

2. 지표성분 확인 및 함량 측정

주요 성분으로 예측되는 플라보노이드 또는 폴리페놀 성분의 정량 분석을 위하여 HPLC 분석조건을 확립하였다. Inno C18 컬럼(5.0 μ m, 4.6 mm×250 mm, YoungJin Biochrom Co., Ltd., Seongnam, Korea)을 사용하였고 용리액으로는 0.1% formic acid 포함 증류수와 acetonitrile을 90:10부터 50:50까지의 구배 조건으로 40분간 분석하였다. 유속은 1.0 mL/min으로 하였고 검출 파장은 348 nm로 하였다. Luteolin-7-O-glucoside(Cat. No. CFN98565)와 chlorogenic acid(Cat. No. CFN99116)의 표준시료는 ChemFaces(Wuhan, Hubei, China)에

서 각각 구입하였다.

3. 세포배양

마우스 대식세포는 RAW 264.7(KCLB No. 40071, Korean Cell Line Bank, KCLB, Seoul, Korea)을 사용하였고 10% fetal bovine serum(FBS, Gibco/Thermo Fisher Scientific, Waltham, MA, USA)과 1% penicillin-streptomycin(Pen/Strep, Welgene Inc., Gyeongsan, Korea)이 첨가된 DMEM(Gibco/Thermo Fisher Scientific) 배양액을 사용하여 37°C, 5% CO₂ 조건에서 배양하였다. 인체 폐암세포는 NCI-H292(KCLB No. 21848, KCLB)와 A549(KCLB No. 10185, KCLB)를 사용하였고 10% FBS와 1% Pen/Strep이 첨가된 RPMI-1640(Gibco/Thermo Fisher Scientific) 배양액에서 배양하였다.

4. 세포 생존율 측정

RAW 264.7 세포의 생존율은 24웰 플레이트를 사용하여 2×10⁵ cells/well로 분주한 후 24시간 배양하고 에탄올 추출물을 DMSO(Cat. No. DMS666, BioShop, Burlington, OT, Canada)에 용해하여 농도별(0~0.5 mg/mL) 배양액의 1%(v/v)가 되도록 처리하였고 2시간 후 lipopolysaccharide(LPS, Cat. No. L4516, Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA)를 100 ng/mL로 처리한 후 24시간에 WST assay kit(EZ-Cytox, DoGenBio, Seoul, Korea)을 사용하여 평가하였다. EZ-Cytox 시료 처리 조건은 37°C에서 2시간이었으며 450 nm에서 흡광도를 측정하여 세포 생존율을 평가하였다. NCI-H292 세포는 24웰 플레이트에 1×10⁵ cells/well로 분주하였고, A549 세포는 5×10⁴ cells/well로 분주하였다. 48시간 배양하여 세포가 80% 이상 증식 후에 10 ng/mL의 IL-1β(Cat. No. 201-LB, R&D Systems Inc., Minneapolis, MN, USA)를 포함하는 배지로 교체하였다. 4시간 후 추출물을 DMSO에 용해하여 처리하고 12시간 후에 세포 생존율을 측정하였다.

5. Nitrite 및 cytokine 측정

RAW 264.7을 24웰 플레이트에 2×10⁵ cells/well로 분주한 후, 24시간 배양하고 에탄올 추출물을 세포독성이 없는 농도인 0.125, 0.25, 0.5 mg/mL로 처리하였으며 2시간 후 LPS를 100 ng/mL로 처리하였다. 24시간 후 배양액 일부를 사용하여 nitrite를 측정하였다. 배양액에 Griess reagent(Cat. No. G2930, Promega, Madison, WI, USA)를 첨가하였고 37°C에서 15분 후 530 nm에서 흡광도를 측정하였다. 동일한 배양액에서 mouse IL-6 kit(Cat. No. M6000B, R&D Systems Inc.)와 PGE2 kit(Cat. No. KGE004B, R&D Systems Inc.)를 사용하여 IL-6와 PGE2 함량을 각각 측정하였다. NCI-H292 세포와 A549 세포를 24 웰 플레이트에 1×10⁵ cells/well과 5×10⁴ cells/well로 각각 분주

하였고 48시간 배양한 후 IL-1β를 처리하고 4시간 후 추출물을 0.125, 0.25, 0.5 mg/mL 농도로 12시간 처리하였다. 배양액을 수거하였고 인체 IL-6 ELISA kit(Cat. No. K0331194, Komabiotech, Seoul, Korea)와 인체 IL-8/CXCL8 ELISA kit(Cat. No. D8000C, R&D Systems Inc.)를 사용하여 IL-6와 IL-8을 각각 측정하였다.

6. 전기영동 및 western blot 분석

RAW 264.7 세포에 LPS와 추출물을 처리·배양 후, protease inhibitor(Cat. No. 87785, Thermo Fisher Scientific)를 첨가한 RIPA buffer(Cat. No. 89900, Thermo Fisher Scientific)를 사용하여 세포를 용해시키고 원심분리 후 상층액을 사용하여 단백질을 정량하였다. NCI-H292 세포는 protease inhibitor와 phosphorylase inhibitor(Cat. No. 78420, Thermo Fisher Scientific)를 첨가한 RIPA buffer로 용해 시켰다. 10% SDS-PAGE 겔을 사용하여 100 V에서 전기영동하여 단백질을 분리한 후, 80 V에서 1.5시간 동안 PVDF 멤브레인(Roche, Basel, Swiss)에 옮겼다. 멤브레인을 3% non-fat dry milk 또는 5% BSA가 포함된 PBS buffer에서 1시간 동안 blocking하였고, 1차 항체를 4°C에서 밤샘 반응시켰다. 2차 항체로 1시간 반응 후 화학발광 기질로 EzWestLumiOne(ATTO, Tokyo, Japan)을 처리하고 Chemiluminescence imaging system(LuminoGraph II EM, ATTO)을 사용하여 단백질 밴드를 확인하였으며, Image J(NIH, USA)를 사용하여 정량화하였다. RAW 264.7 세포의 단백질 발현을 분석하기 위해 사용한 1차 항체는 anti-COX-2(Cat. No. 12282, 1:2,000, Cell signalling, Danvers, MA, USA), anti-iNOS(Cat. No. 13120, 1:1,000, Cell signalling)와 anti-β-actin(Cat. No. sc-47778, 1:1,000, Santa Cruz Biotechnology Inc., Santa Cruz, CA, USA)을 사용하였고 2차 항체는 Horse radish peroxidase(HRP)가 결합된 anti-rabbit-IgG(Cat. No. 7074, 1:1,000, Cell signalling) 또는 anti-mouse-IgG(Cat. No. sc525409, 1:1,000, Santa Cruz Biotechnology Inc.)를 사용하였다. NCI-H292 세포의 단백질 발현 분석을 위하여 사용한 1차 항체는 Santa Cruz Biotechnology Inc.의 EKR(Cat. No. sc-514302), p-ERK(Cat. No. sc-7838), JNK(Cat. No. sc-7345), p-JNK(Cat. No. sc-6254) 및 β-actin(Cat. No. sc-47778)에 대한 항체를 1:1,000으로 희석하여 사용하였고, 2차 항체는 HRP가 결합된 anti-mouse IgG(Santa Cruz Biotechnology Inc.)를 사용하였다.

7. 통계처리

통계처리를 위하여 최소 3회 반복시험 결과를 사용하였고 모든 결과는 평균과 표준편차(mean±S.D.)로 제시하였으며 추출물 처리에 의한 유의성 검증은 SPSS(PASW statistics 18)의 Dunnett *t*-test 또는 Graphpad prism의 multiple *t*-test를 사용

하였고, 0.05와 0.01의 *p*값을 기준으로 유의성을 평가하였다.

결과 및 고찰

1. 도라지 잎 에탄올 추출물의 지표성분 함량분석

도라지 잎 추출물의 지표성분을 선정하기 위하여 HPLC 분석을 수행한 결과에서 2종의 주요 피크가 관찰되었다. 표준물질들의 HPLC 피크의 retention time과 200-400 nm의 UV 스펙트럼을 비교한 결과에서 에탄올 추출물 분석에 따른 2종의 주요 피크가 chlorogenic acid와 luteolin-7-O-glucoside으로 확인되었다. Spike test를 수행하였고 추출물에 표준물질을 각각 첨가했을 때, 피크가 각각 커지는 것을 확인하였다 (Fig. 1). Chlorogenic acid와 luteolin-7-O-glucoside의 retention

time은 각각 11.12 ± 0.11 분과 20.23 ± 0.15 분이었다. 지표성분의 정량분석을 위하여 분석조건의 직선성, 정확성, 반복성 및 정성한계와 정량한계 등을 확인하였고 그 결과를 Table 1에 제시하였다. 정확성은 세 농도의 표준물질이 첨가된 각각의 추출물에서 표준물질의 회수율을 측정하여 RSD(relative standard deviation)를 산출하였고 chlorogenic acid와 luteolin-7-O-glucoside 정확성 분석의 RSD가 각각 5% 이내로 평가되었다. 정밀성은 5개 별도 농도로 조제된 추출물을 당일 분석한 반복성(intra-day)과 다른 날에 분석하여 평가한 반복성(inter-day)으로 평가하였고 2종의 주요 성분에 대하여 모두 RSD가 5% 이하로 확인되었다. 이에 따라서 에탄올 추출물의 계절(봄 또는 가을)에 따른 시료에서 주요 성분 2종의 함량을 측정하였고 Table 2에 제시하였다. 봄에 채취한 도라지 잎 추출

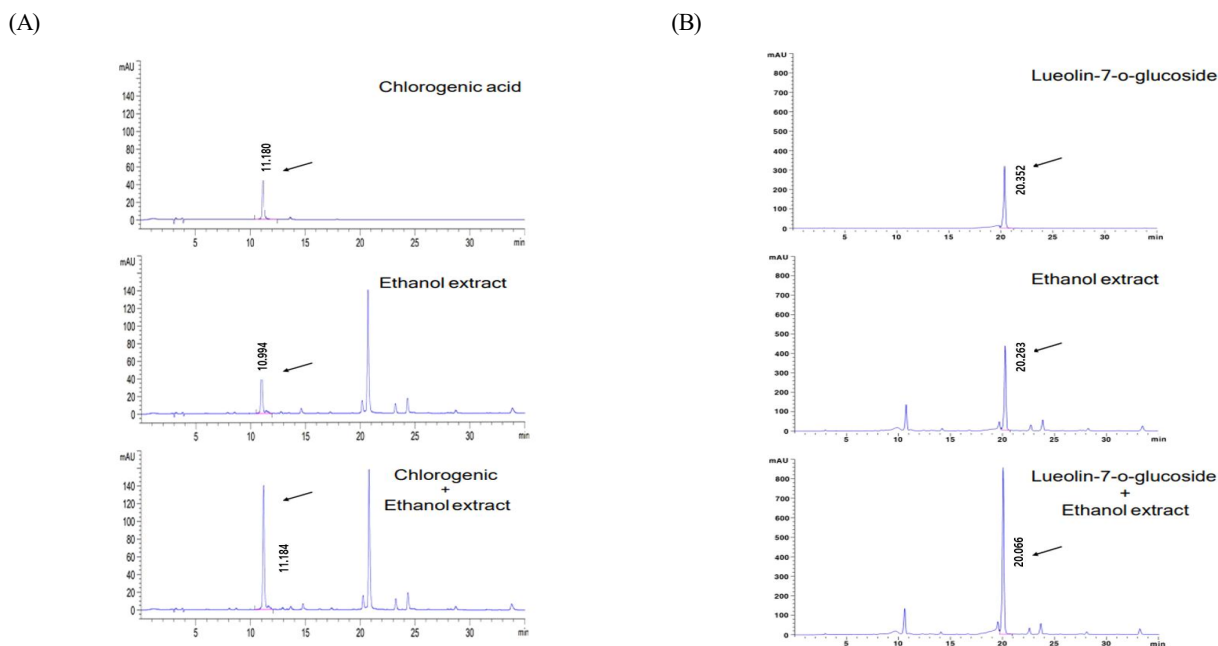


Fig. 1. HPLC chromatograms of standard, ethanol extract and standard+ethanol extract at 348 nm in spike tests. (A) chlorogenic acid and (B) luteolin-7-O-glucoside.

Table 1. Linearity, precision, accuracy and limit of HPLC analysis method for chlorogenic acid and luteolin-7-O-glucoside

| Components | Regression equation ¹⁾ | r^2 | Intra-day ²⁾ (RSD%) | Inter-day ³⁾ (RSD%) | Recovery ⁴⁾ (RSD%) | LOD ($\mu\text{g/mL}$) | LOQ ($\mu\text{g/mL}$) |
|------------------------|-----------------------------------|--------|-----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Chlorogenic acid | $y=6.644x+3.141$ | 0.9997 | 2.94 | 1.90 | 2.57 | 0.18 | 0.59 |
| Luteolin-7-O-glucoside | $y=13.147x+2.715$ | 0.9996 | 3.16 | 2.07 | 1.58 | 1.03 | 3.42 |

¹⁾ y: peak area, x: amount ($\mu\text{g/mL}$).

²⁾ Intra-day: intra-day precision in RSD% of peak area (n=5).

³⁾ Inter-day: inter-day precision in RSD% of peak area for 3 days.

⁴⁾ Recovery %: accuracy in three different samples.

r: regression coefficient, RSD: relative standard deviation, LOD: Limit of detection, LOQ: Limit of quantitation.

Table 2. Contents of chlorogenic acid and luteolin-7-O-glucoside in extracts of *Platycodon grandiflorum* leaves evaluated from HPLC analysis

| Samples (Codes) | Chlorogenic acid (mg/g) | Luteolin-7-O-glucoside (mg/g) | Ratio ¹⁾ |
|-----------------|--------------------------|-------------------------------|---------------------|
| ES-PGL | 73.42±1.42 ²⁾ | 75.74±1.38 | 1.03 |
| EF-PGL | 78.08±2.87 | 100.93±3.06 | 1.29 |

¹⁾ Ratio of luteolin-7-O-glucoside to chlorogenic acid.

²⁾ Mean±S.D. (n=3).

ES-PGL: ethanol extract of *Platycodon grandiflorum* leaves (PGL) harvested in spring, EF-PGL: ethanol extract of PGL harvested in fall.

물(ES-PGL)보다는 가을에 채취한 도라지 잎 추출물(EF-PGL)에서 luteolin-7-O-glucoside가 3.3% 정도 더 많이 함유된 것으로 나타났다. 본 연구에서 분석한 2종의 주요 성분 중 luteolin-7-O-glucoside는 Mazol 등(2004)이 폴란드 도라지 식물 지상부의 분석에서 luteolin-7-O-glucoside를 주성분으로 보고한 결과와 일치하는 것으로 평가되었고 함량에서는 건조 중량 단위 g당 7.06 mg으로 보고되었다. 또한, Jeong 등(2010)은 도라지 지상부의 부탄을 분획에서 apigenin-7-O-glucoside와 luteolin-7-O-glucoside를 주성분으로 분석하였고 부탄을 분획의 건조 중량을 기준으로 각각 19.9 mg/g과 23.0 mg/g으로 보고하였다. 싹(Kim 등 2020)에서와 씨(inada 등 1992)에서는 luteolin-7-O-glucoside가 관찰되지 않았고 Wang 등(2017)의 보고에서는 잎보다 뿌리와 씨에서 luteolin-7-O-glucopyranoside를 관찰한 것으로 보고하였다.

2. 마우스 유래 대식세포에서 에탄올 추출물의 항염작용

염증을 야기시키는 매개체들 중에는 cytokines, nitrite와 PGE2 등이 있는데 cytokines 중 IL-6는 조직 손상이나 병원체에 대해 즉각적으로 생성 분비되어 염증 유발을 매개하며 (Tanaka 등 2014), nitrite는 병원체를 사멸시키고 혈관벽의 투과성을 증가시켜 백혈구의 조직이동을 촉진시키며(Ji 등 2004), PGE2도 혈관을 이완시켜 염증기전을 촉진하는 것으로 알려져 있다(Kang 등 2000). IL-6, nitrite와 PGE2는 대식세포에서 생성 분비되므로 도라지 잎 추출물의 염증억제 효과를 측정하기 위하여 마우스 대식세포인 RAW 264.7 세포를 사용하여 염증 매개체들을 평가하였다.

RAW 264.7 세포에서 에탄올 추출물의 처리 농도를 결정하기 위해 세포 생존율을 관찰하였고 Fig. 2A에 제시하였다. ES-PGL과 EF-PGL을 각각 0.50 mg/mL까지 세포에 처리하였고 모든 농도에서 에탄올 추출물은 세포 생존율에 영향을 주지 않았다. 따라서 항염효과 검증을 위하여 0.50 mg/mL를 최고농도로 하고 0.125, 0.25, 0.5 mg/mL 농도에서 항염효과를 측정하였다. 대식세포에서 생성되고 분비되는 nitrite, IL-6 및 PGE2를 세포 배양액에서 측정한 결과를 Fig. 3에 제시하였다. LPS는 nitrite 생성을 유도하였고 에탄올 추출물 세 농도

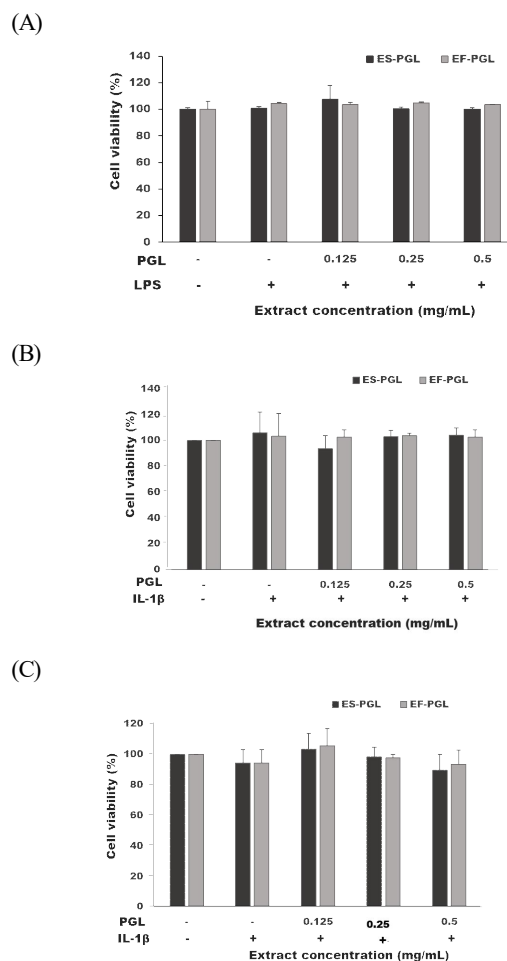


Fig. 2. Effects of the ethanol extracts on the cell viabilities. (A) RAW 264.7 cells were treated with the indicated concentrations of the extracts of PGL (*Platycodon grandiflorum* leaves) and stimulated with LPS (100 ng/mL), and (B) NCI-H292 & (C) A549 cells treated with the extract of PGL and stimulated with IL-1 β (10 ng/mL). Cell viabilities were analyzed by EZ-Cytox and data are presented as mean±S.D. (n=3). ES-PGL: ethanol extract of PGL harvested in spring, EF-PGL: ethanol extract of PGL harvested in fall.

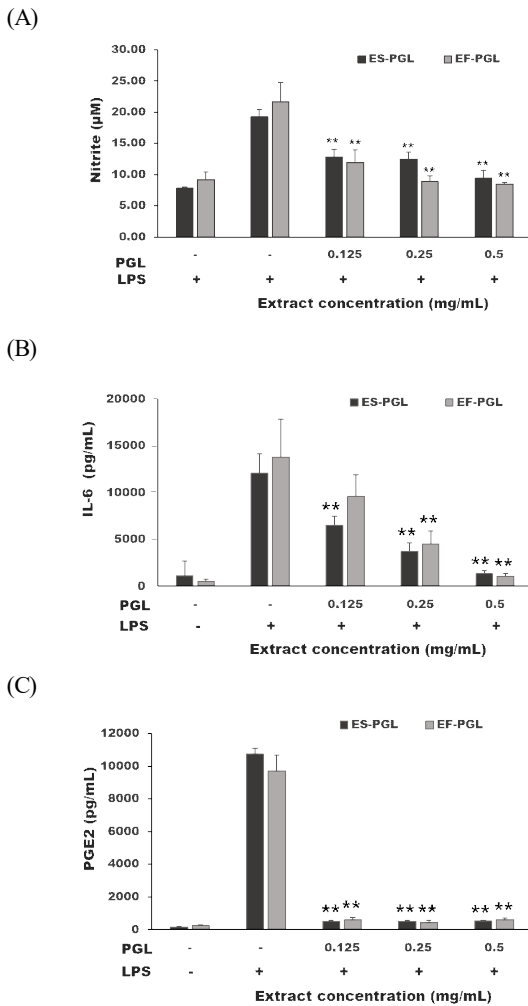


Fig. 3. Effects of ethanol extracts on the levels of nitrite, IL-6 and PGE2 in LPS-stimulated RAW 264.7 cells. RAW 264.7 cells were treated with the indicated concentrations of the extracts of PGL (*Platycodon grandiflorum* leaves) and stimulated with LPS (100 ng/mL). (A) Nitrite, (B) IL-6 and (C) PEG2 were analyzed by ELISA kits and data are presented as mean±SD (n=3). Ethanol extract treatment groups were compared with LPS-stimulated group without extract treatment by Dunnet *t*-test (**p*<0.05, ***p*<0.01). ES-PGL: ethanol extract of PGL harvested in spring, EF-PGL: ethanol extract of PGL harvested in fall.

에서 모두 LPS에 의해 유도된 nitrite 생성을 통계 유의적 (*p*<0.01)으로 억제하였으며 농도 의존적이었다(Fig. 3A). 염증성 사이토카인 IL-6의 생성은 LPS 처리로 유도되어 12,800~14,300 pg/mL까지 증가하였고 에탄올 추출물 0.25, 0.5 mg/mL 농도에서 통계 유의적(*p*<0.01)으로 감소하였으며 농도 의존적이었다(Fig. 3B). PGE2 생성은 LPS에 의해 증가하

였고 에탄올 추출물 모든 농도에서 통계 유의적(*p*<0.01)으로 억제되었다(Fig. 3C). 봄잎 추출물과 가을잎 추출물의 차이는 크게 관찰되지 않기 때문에 식물성장에 영향을 적게 미칠 수 있는 가을잎을 채취하여 활용하는 것이 바람직 할 것으로 사료된다.

PGE2와 nitrite 생성억제에 대한 기전을 확인하기 위하여 arachidonic acid(아라키돈산)으로부터 PGE2를 생성하는 COX-2 효소와 nitrite 생성 효소인 iNOS의 단백질 발현을 평가하였다(Kang 등 2000; Ji 등 2004). 세포 용해액을 사용하여 웨스턴 블롯으로 COX-2와 iNOS 효소의 단백질 발현을 평가하였고 그 결과를 Fig. 4A 웨스턴 블롯 이미지로 제시하였다. COX-2 효소는 LPS에 의해 발현이 유도되어 증가하였고 에탄올 추출물에 의해 감소하였으며, COX-2의 발현정도를 β-actin의 상대적인 발현으로 수치화하였을 때 봄잎 추출물 (*p*<0.01)에 의한 감소가 가을잎 추출물(*p*<0.05)보다 통계 유의성이 높았다(Fig. 4B). LPS에 의해 iNOS의 발현이 증가하였고 에탄올 추출물에 의해 감소하였으며(Fig. 4A) 거의 발현되지 않아 수치화하지 않았다. 도라지 잎 에탄올 추출물에 의한 PGE2 생성의 감소는 COX-2 발현 조절 작용에 의한 것으로 판단되며 nitrite 생성의 감소는 iNOS 발현 감소에 따른 것으로 사료된다.

3. 인체 유래 폐암세포에서 에탄올 추출물의 항염작용

인체 기관지 상피세포(bronchial epithelial) 유래의 NCI-H292 세포와 폐포 상피세포(alveolar epithelial) 유래의 선암종(adenocarcinoma) A549 세포를 사용하였다. NCI-H292는 염증 유발 물질에 노출 시 사이토카인들과 점액을 생성하여 분비하므로 항염작용 및 점액 생성 관련 연구에 사용되고 있으며(Hulina-Tomašević 등 2019), A549는 폐포의 type II 상피세포 모델로 암에 의한 염증 그리고 바이러스에 의한 염증 유발 모델로 사용되며 IL-1β에 의해 전염증성 cytokine들의 생성을 촉진시키는 것으로 알려져 있다(Boost 등 2008). 두 세포에 대한 에탄올 추출물의 세포 생존율에 미치는 영향을 관찰하였고 결과를 Fig. 2B, Fig. 2C에 각각 제시하였다. 에탄올 추출물은 봄잎과 가을잎 추출물 모두 0.5 mg/mL까지 처리하였고 두 세포의 생존율에 영향을 주지 않았다. 폐암 세포에 대한 항염작용을 관찰하기 위하여 IL-1β를 염증 유도제로 사용하였고 전염증성 사이토카인 IL-6와 IL-8을 측정하였다. NCI-H292 세포에서 IL-1β는 IL-6와 IL-8의 생성을 각각 유도하였고 에탄올 추출물의 세 농도에서 모두 IL-6 생성이 통계 유의적(*p*<0.05 또는 *p*<0.01)으로 감소하였으며 농도 의존적 경향을 보였다(Fig. 5A). IL-8 생성은 봄 잎 추출물의 0.5 mg/mL에서 통계 유의적(*p*<0.05)으로 억제되었다(Fig. 5B).

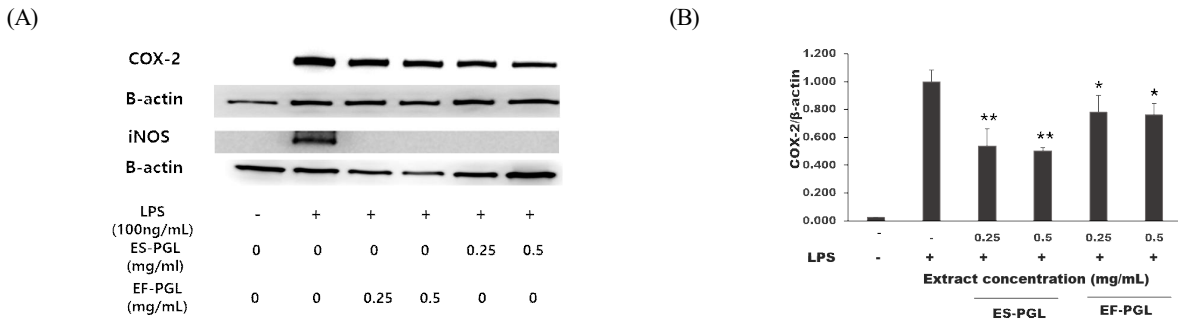


Fig. 4. Effects of ethanol extracts on the protein expressions of COX-2 and iNOS in LPS-stimulated RAW 264.7 cells. RAW 264.7 cells were treated with the indicated concentrations of the extracts of PGL (*Platycodon grandiflorum* leaves) and stimulated with LPS (100 ng/mL). Western blot analysis of cell lysates showed the protein expressions of COX-2 and iNOS. (A) Representative image of western blot and (B) the relative expression levels of COX-2 protein were normalized as an internal protein of β -actin. Data are presented as mean \pm S.D. (n=3). Ethanol extract treatment groups were compared with LPS-stimulated group without extract treatment by Dunnet *t*-test (* p <0.05, ** p <0.01). ES-PGL: ethanol extract of PGL harvested in spring, EF-PGL: ethanol extract of PGL harvested in fall.

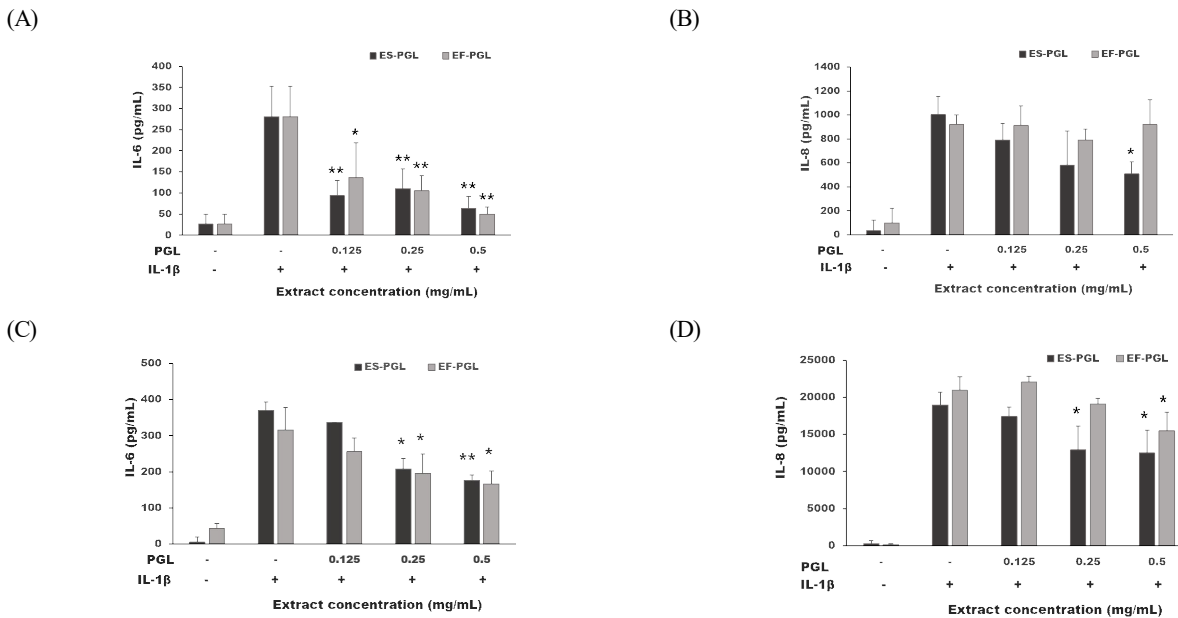


Fig. 5. Inhibitory effects of ethanol extracts on cytokines productions. NCI-H292 & A549 cells were treated with the extracts of PGL (*Platycodon grandiflorum* leaves) and stimulated with IL-1 β (10 ng/mL). The levels of (A) IL-6 & (B) IL-8 in NCI-H292 cells, and (C) IL-6 & (D) IL-8 in A549 cells were evaluated using ELISA kits and data are presented as mean \pm S.D. (n=3). Data are Ethanol extract treatment groups were compared with IL-1 β -stimulated group without extract treatment by Dunnet *t*-test (* p <0.05; ** p <0.01). ES-PGL: ethanol extract of PGL harvested in spring, EF-PGL: ethanol extract of PGL harvested in fall.

A549 세포에서도 IL-1 β 는 IL-6와 IL-8의 생성을 각각 유도하였고 에탄올 추출물은 0.25, 0.5 mg/mL 농도에서 IL-6를 각각 통계 유의적(p <0.05 또는 p <0.01)으로 감소시켰으며 농도 의존적인 경향을 나타냈다(Fig. 5C). IL-8 생성억제 정도는 봄잎

추출물의 0.25, 0.5 mg/mL에서, 가을잎 추출물의 0.5 mg/mL에서 각각 통계 유의적(p <0.05)으로 관찰되었다(Fig. 5D).

IL-1 β 는 세포막 수용체(IL-1R)에 결합하여 세포내로 신호를 전달하며 IKK(I-kappa-B kinase) 또는 MAPKases(mitogen-

activated protein kinases)를 통하여 전사인자를 활성화시켜 염증 매개체들의 전사 및 발현을 촉진하는 것으로 보고되었다. MAPKases는 3종 즉 ERK, JNK, p38이 알려져 있으며 각각 인산화를 통해 활성화된다(Behl 등 2021). 본 연구에서는 도라지 잎 추출물의 전염증성 cytokines 억제 작용이 신호전달 체계의 ERK와 JNK의 인산화 활성화와 관련이 있는지 평가하였다. NCI-H292 세포에서 ERK와 JNK 단백질의 인산화를 웨스턴 블롯으로 평가하였고 그 결과, 웨스턴 블롯 결과는 Fig. 6A, Fig. 6C)에 각각 제시하였으며 IL-1 β 에 의해 유도된 인산화정도를 100으로 하여 상대적인 인산화 정도를 Fig. 6B, Fig. 6D)에 각각 제시하였다. IL-1 β 는 ERK 단백질의 인산화(p-ERK/ ERK)를 증가시켰고 에탄올 추출물은 ERK의 인산화를 유의적($p < 0.05$ 또는 $p < 0.01$)으로 감소시켰다(Fig. 6B). JNK의 인산화는 IL-1 β 에 의해 유도되었고 에탄올 추출물에 의해 감소하는 경향은 보이나 통계적으로 유의하지 않았다(Fig.

6D). 따라서, 도라지 잎의 에탄올 추출물은 MAPKases 경로 중 ERK의 인산화를 통해 신호를 전달하는 것으로 관찰되었다.

일상에서 섭취하는 식물들은 다양한 종류의 폴리페놀 화합물들을 함유하고 있으며 많은 종류의 폴리페놀 물질들은 항산화 효과 및 항염효과가 있는 것으로 알려져 있다(Biesalski HK 2007). 플라보노이드는 폴리페놀 물질의 한 형태로 10,000종이 넘는 플라보노이드 물질들이 식물에서 발견되었고, 소량으로도 특별한 기능을 나타내기 때문에 그 특성에 관한 연구들이 활발히 수행되고 있다(Caporali 등 2022). 이러한 플라보노이드는 radical oxygen species(ROS)와 radical nitrogen species(RNS)의 생성을 억제하는 항산화 활성을 나타내며 nitric oxide와 전염증성 사이토카인들을 억제하는 항염효과와 관련이 있어서 주목을 받고 있으며(Leyva-López 등 2016) 대표적인 플라보노이드로는 quercetin, wogonin, catechin, naringin, daidzine, genistine, cyanidin, luteolin, apigenin 등이 있

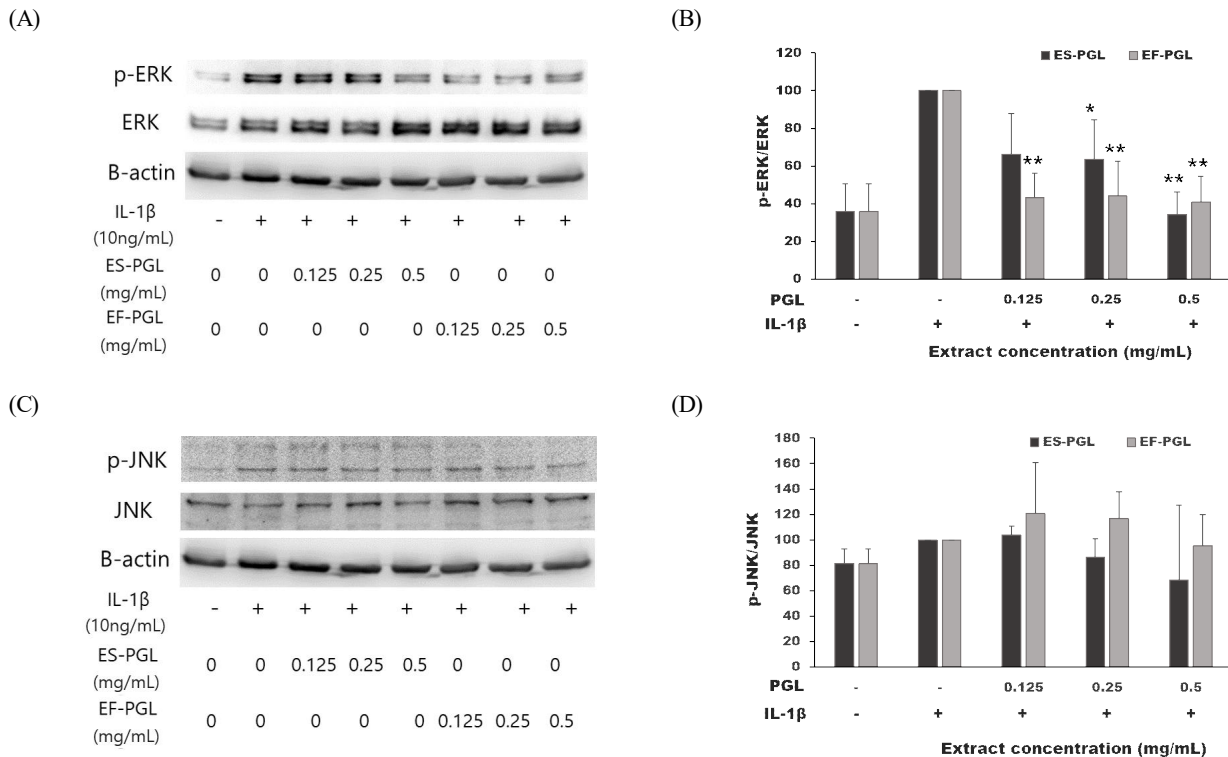


Fig. 6. Inhibitory effects of ethanol extracts on the phosphorylation of MAPK signaling proteins. NCI-H292 were treated with the extracts of PGL (*Platycodon grandiflorum* leaves) and stimulated with IL-1 β (10 ng/mL). Western blot analysis of cell lysates showed the expression levels of the phosphorylated or unphosphorylated MAPK signaling proteins. Representative images of western blots of (A) p-ERK & ERK and (C) p-JNK & JNK are presented and phosphorylated signals of (B) ERK & (D) JNK were normalized to unphosphorylated forms and expressed as a ratio to IL-1 β -stimulated group without extract. Data are presented as mean \pm S.D. (n=3). Ethanol extract treatment groups were compared with IL-1 β -stimulated group without extract by Dunnett *t*-test (* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$). ES-PGL, ethanol extract of PGL harvested in spring; EF-PGL, ethanol extract of PGL harvested in fall.

다(Chahar 등 2011; Jeon & Kim 2011; Douglas 등 2013; Kozłowska & Szostak-Wegierek 2014; Leo & Woodman 2015; Panche 등 2016). 본 연구에서 에탄올 추출물의 주성분인 luteolin-7-O-glucoside는 flavonoids 중 flavones에 속하는 물질로서 luteolin 구조에서 7번 위치의 산소에 배당체가 결합된 형태로 설치류 또는 인체의 소장에서 장내 미생물의 β -glucosidase에 의해 가수 분해되어 luteolin(비배당체)으로 흡수되는 것으로 보고되었다(Shimoi 등 1998). 흡수된 luteolin은 소장세포에서 다시 glucuronide/sulfate와 결합하여 혈액으로 이동하는 것으로 관찰되었으며(Wittemer 등 2005), 몇몇 논문에서는 luteolin-7-O-glucoside의 배당체 형태로도 일부 흡수되며(Andlauer 등 2000), 비배당체와 체내 이용률은 다르지 않다고 보고하였다(Zubik & Meydani 2003).

Luteolin에 관한 다양한 연구들이 보고되었는데 대표적인 효능은 항염효능으로 인체 mast cell, 설치류 mast cell, macrophage cell, microglial cell, cardiomyocytes, 인체 synovial sarcoma cell, umbilical vein endothelial cell, retinal pigment epithelial cell, glioblastoma cell 등에서 염증 관련 중간 매개체들에 영향을 주는 것으로 보고되었다(Seelinger 등 2008; Nabavi 등 2015; Aziz 등 2018; Caporali 등 2022). 급성 폐 손상 ICR mice(Li 등 2012), COPD mice(Li 등 2023), 신장 손상 Balb/cN mice(Domitrović 등 2013), 알코올 유도 간손상 C57BL/6 mice(Rafacho 등 2015), 심각한 췌장 손상 ICR mice(Xiong 등 2017), 알츠하이머 마우스 모델(Kou 등 2022)에서 항염효과가 관찰되었다. 최근 보고된 luteolin-7-O-glucoside에 관한 효능연구는 De Stefano 등(2021)이 인체 유래 HUVEC 세포에서 ROS와 전염증성 사이토카인을 감소시켜 콜레스테롤의 수산화와 지질 축적을 억제하였고 결과적으로 동맥경화와 심혈관에 긍정적인 영향을 확인하였고 STAT3 기전을 억제함으로써 나타나는 효과임을 제시하였다. Palombo 등(2016)은 건선모델 마우스의 피부 표피세포(keratinocytes)에서 luteolin-7-O-glucoside가 IL-22/STAT3 기전을 억제하여 흑색극세포증(acanthosis)과 염증을 억제하는 것으로 보고하였다. Jin 등(2011)은 luteolin-7-O-glucoside가 마우스 골수 유래의 mast cells에서 MAPKases와 phospholipase C γ 1의 인산화를 억제하여 leukotriene C 생성과 탈과립화를 감소시키는 것을 관찰하였다. Palombo 등(2019)은 luteolin-7-O-glucoside가 표피세포 내에서 HEK2와 상호작용하여 에너지 생성을 감소시키는 것으로 보고하였다. Luteolin-7-O-glucoside와 luteolin의 비교 연구에서는 RAW 264.7 세포에 처리했을 때, 강력한 항산화효과가 heme oxygenase-1(HO-1)를 매개체로 하는 기전으로 보고하였고(Song & Park 2014), 또한 항염효과 기전(Park & Song 2013)에 있어서 luteolin은 전사인자인 NF- κ B와 AP-1의 활성을 억제하고, 반면에 luteolin-7-O-glucoside는

NF- κ B의 활성을 억제하는 것으로 평가하였다. GalN/LPS에 의해 유도된 간염에서 염증매개체 억제 효과는 luteolin이 더 강력하고 2단계 효소 조절능은 luteolin-7-O-glucoside가 더 강력한 것으로 보고하였다(Park & Song 2019). 또한, Luteolin은 독성이 없는 물질로 마우스 경구투여 시 LD₅₀가 2,500 mg/mL 보다 큰 안전한 물질로 보고되었고(Aziz 등 2018) 유전독성을 유발하지 않으며(Czeczot 등 1990) 오히려 유전독성을 억제하는 물질로 평가되고 있으므로(Horváthová 등 2005) luteolin-7-O-glucoside도 유사한 안전성을 나타낼 것으로 예측된다.

최근 27종의 유통채소류에서 플라보노이드 성분의 분석 결과에 따르면 luteolin과 luteolin-7-O-glucoside가 풍부한 식물로 고추잎, 민들레, 샐러리 등을 보고하였고(Kang 등 2021), Hu & Kitts(2004)는 민들레속 식물의 에틸아세테이트 분획을 분석한 결과에서 luteolin이 25.2±0.6 mg/g(2.5%)과 luteolin-7-O-glucoside은 83.3±0.2 mg/g(8.3%)으로 함유량을 보고하였다. 에틸아세테이트 분획에 chlorogenic acid(4.8%)와 caffeic acid(0.7%)가 함유된 것으로 제시하였고 각각의 주요 성분대 대한 표준물질의 nitric oxide의 항염효과도 측정하였는데 chlorogenic acid와 caffeic acid는 100 μ M 농도까지 nitric oxide 억제 효과가 관찰되지 않았고 luteolin과 luteolin-7-O-glucoside는 10 μ M에서 각각 91.8%, 102.4% 억제 효과가 나타난 것으로 보고하였다. 본 연구에서는 도라지 잎의 에탄올 추출물에 luteolin-7-O-glucoside가 평균적으로 7.6%(봄 잎) 또는 10%(가을 잎) 함유된 것으로 평가되었고, 민들레속 식물의 에틸아세테이트 분획에 버금가는 용량이므로 도라지 잎의 유용성이 더 클 것으로 기대된다. 본 연구에서도 도라지 잎 에탄올 추출물에 chlorogenic acid와 luteolin-7-O-glucoside의 함량과 동일한 농도의 표준물질로 항염효능을 평가한 결과 RAW 264.7 세포에서 chlorogenic acid에 의한 nitrite의 억제효과는 관찰되지 않았고 luteolin-7-O-glucoside에 의한 억제효과가 관찰되었으며 RAW 264.7 세포에서 두 물질을 혼합하여 처리하였을 때도 synergistic effect는 관찰되지 않았다(결과는 제시하지 않음).

본 연구에서 도라지 잎의 주성분으로 확인된 chlorogenic acid는 폴리페놀 물질 중 페놀산(henolic acid)으로 항산화력과 항염효능이 탁월하여 산화적 스트레스 또는 염증으로 인한 심장과 뇌 질환을 완화하고 심혈관 및 뇌혈관을 보호하는 작용이 있는 것으로 보고하였다. 항염효과는 염증과 관련된 다양한 동물 모델 및 염증 유발 세포 모델에서 연구되었고 LPS로 유도된 마우스 대식세포에서 iNOS 발현억제에 의한 NO 감소효과 및 바이러스 또는 화학물질 유도 장염 모델에서 전염증성 사이토카인(IL-6, IL-1 β , TNFF- α)의 감소가 관찰되었다. 이러한 항염효과는 I κ B와 NF- κ B의 인산화 억제 기

전 또는 MAPK/ERK/JNK의 인산화 억제 기전을 통해 전염증성 사이토카인들의 전사발현이 감소되어 염증이 완화되는 것으로 설명하였다(Santana-Gálvez 등 2017; Gao 등 2019; Huang 등 2023). 그러나 chlorogenic acid는 구조적으로 안정성이 낮아 빠르게 산화되며 생체이용률도 낮아서 활용하는 데 문제가 되기 때문에 liposome, micelle, nanoparticle들을 사용하여 생체이용률을 높이는 연구들이 수행되고 있다(Mortelé 등 2021; Trivedi & Puranik 2023). 대식세포에서 LPS에 의해 유도된 NO가 chlorogenic acid에 의해 감소되는 결과도 있지만, 영향을 주지 않는 결과도 보고되었는데(Wang & Mazza 2002), chlorogenic acid에 처리 농도가 다르기 때문으로 판단된다. Shan 등(2009)은 37.5 µg/mL(105.8 µM)까지 처리하였고 COX-2 mRNA 발현은 감소하였으나 iNOS mRNA 발현과 NO에는 영향을 주지 않았다. 또한, Kim 등(2017)의 보고에서는 0.05~2 mM로 chlorogenic acid를 LPS로 유도된 대식세포에서 0.5 mM에서부터 NO와 iNOS mRNA 발현이 감소하기 시작하는 것으로 나타났다. 민들레속 식물에서는 100 µM까지 NO에 영향을 주지 않았고 본 연구에서도 0.5 mg/mL 에탄올 추출물에 chlorogenic acid 함량은 36.5 µg/mL로 산출되므로 에탄올 추출물 0.5 mg/mL까지의 농도에서는 chlorogenic acid 보다는 luteolin-7-O-glucoside에 의한 항염효과로 예측된다. 그러나, 주요 성분과 추출물의 비교연구가 추가적으로 필요한 것으로 판단되며, 도라지 뿌리에서 항염증 성분으로 알려진 사포닌 계통의 성분들이 지상부에도 함유된 것으로 보고되므로(Lee 등 2015) 잎 추출물에서 사포닌 계통의 성분들에 대한 분석도 필요한 것으로 사료된다.

요약 및 결론

본 연구는 도라지 식물(*Platycodon grandiflorum*)의 잎을 사용하여 에탄올 추출물을 제조하고 주요 성분을 분석하고 항염효과를 검증하기 위해 수행하였다. HPLC 분석을 통해 chlorogenic acid와 luteolin-7-O-glucoside이 에탄올 추출물의 주요 성분임을 확인하였다. 에탄올 추출물의 항염효과는 마우스 대식세포(RAW 264.7 cells)와 인체 유래 폐암 세포(NCI-H292 & A549)에서 검증하였다. 에탄올 추출물은 LPS로 처리된 RAW 264.7 cells에서 nitrite, IL-6, PGE2의 생성을 통계 유의적($p < 0.01$)으로 감소시켰다. LPS로 활성화된 RAW 264.7 cells에서 iNOS(inducible NO synthase)와 COX-2(cyclooxygenase-2) 효소 발현이 에탄올 추출물 처리에 의해 감소하였다. NCI-H292 and A549 cells에서 IL-1 β 는 전염증성 사이토카인 IL-6와 IL-8의 생성을 증가시켰고, 에탄올 추출물은 통계 유의적($p < 0.05$)으로 감소시켰다. 에탄올 추출물은 MAPK(mitogen-activated protein kinase) 중 JNK 보다는 ERK의 인산화를 통해 전

염증성 사이토카인을 감소시키는 것으로 관찰되었다. 따라서, 본 연구를 통해 luteolin-7-O-glucoside가 다량 함유된 도라지 잎의 추출물은 마우스 대식세포의 염증 유발을 억제하고 인체 유래 폐암 세포에서도 염증을 감소시키는 탁월한 항염효과가 확인되어 지속적인 기전연구 및 안전성평가연구 등이 기대된다.

감사의 글

본 연구는 2020년도 중소벤처기업부 창업성장기술개발사업 전략형 창업과제(Big3, S287589) 연구비 지원으로 수행되었으며 이에 감사드립니다. 2022년도 호서대학교 연구년 결과물로 제출됩니다.

References

- Ahn KS, Noh EJ, Zhao HL, Jung SH, Kang SS, Kim YS. 2005. Inhibition of inducible nitric oxide synthase and cyclooxygenase II by *Platycodon grandiflorum* saponins via suppression of nuclear factor- κ B activation in RAW 264.7 cells. *Life Sci* 76:2315-2328
- Andlauer W, Kolb J, Fürst P. 2000. Isoflavones from tofu are absorbed and metabolized in the isolated rat small intestine. *J Nutr* 130:3021-3027
- Aziz N, Kim MY, Cho JY. 2018. Anti-inflammatory effects of luteolin: A review of *in vitro*, *in vivo*, and *in silico* studies. *J Ethnopharmacol* 225:342-358
- Bailly C, Vergoten G. 2020. Proposed mechanisms for the extracellular release of PD-L1 by the anticancer saponin platycodin D. *Int Immunopharmacol* 85:106675
- Behl T, Upadhyay T, Singh S, Chigurupati S, Alsubayiel AM, Mani V, Vargas-De-La-Cruz C, Uivarosan D, Bustea C, Sava C, Stoicescu M, Radu AF, Bungau SG. 2021. Polyphenols targeting MAPK mediated oxidative stress and inflammation in rheumatoid arthritis. *Molecules* 26:6570
- Biesalski HK. 2007. Polyphenols and inflammation: Basic interactions. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 10:724-728
- Boost KA, Sadik CD, Bachmann M, Zwissler B, Pfeilschifter J, Mühl H. 2008. IFN-gamma impairs release of IL-8 by IL-1beta-stimulated A549 lung carcinoma cells. *BMC Cancer* 8:2656
- Caporali S, De Stefano A, Calabrese C, Giovannelli A, Pieri M, Savini I, Tesaro M, Bernardini S, Minieri M, Terrinoni A. 2022. Anti-inflammatory and active biological properties of the plant-derived bioactive compounds luteolin and luteolin

- 7-glucoside. *Nutrients* 14:1155
- Chahar MK, Sharma N, Dobhal MP, Joshi YC. 2011. Flavonoids: A versatile source of anticancer drugs. *Pharmacogn Rev* 5:1-12
- Czczot H, Tudek B, Kuzstelak J, Szymczyk T, Dobrowolska B, Glinkowska G, Malinowski J, Strzelecka H. 1990. Isolation and studies of the mutagenic activity in the Ames test of flavonoids naturally occurring in medical herbs. *Mutat Res* 240:209-216
- De Stefano A, Caporali S, Di Daniele N, Rovella V, Cardillo C, Schinzari F, Minieri M, Pieri M, Candi E, Bernardini S, Tesaro M, Terrinoni A. 2021. Anti-inflammatory and proliferative properties of luteolin-7-O-glucoside. *Int J Mol Sci* 22:1321
- Domitrović R, Cvijanović O, Pugel EP, Zagorac GB, Mahmutefendić H, Škoda M. 2013. Luteolin ameliorates cisplatin-induced nephrotoxicity in mice through inhibition of platinum accumulation, inflammation and apoptosis in the kidney. *Toxicology* 310:115-123
- Douglas CC, Johnson SA, Arjmandi BH. 2013. Soy and its isoflavones: The truth behind the science in breast cancer. *Anticancer Agents Med Chem* 13:1178-1187
- Gao W, Wang C, Yu L, Sheng T, Wu Z, Wang X, Zhang D, Lin Y, Gong Y. 2019. Chlorogenic acid attenuates dextran sodium sulfate-induced ulcerative colitis in mice through MAPK/ERK/JNK pathway. *BioMed Res Int* 2019:6769789
- Ha YW, Kim YS. 2009. Preparative isolation of six major saponins from Platycodi Radix by high-speed counter-current chromatography. *Phytochem Anal* 20:207-213
- Horváthová K, Chalupa I, Šebová L, Tóthová D, Vachálková, A. 2005. Protective effect of quercetin and luteolin in human melanoma HMB-2 cells. *Mutat Res* 565:105-112
- Hu C, Kitts DD. 2004. Luteolin and luteolin-7-O-glucoside from dandelion flower suppress iNOS and COX-2 in RAW264.7 cells. *Mol Cell Biochem* 265:107-113
- Huang J, Xie M, He L, Song X, Cao T. 2023. Chlorogenic acid: A review on its mechanisms of anti-inflammation, disease treatment, and related delivery systems. *Front Pharmacol* 14:1218015
- Hulina-Tomašković A, Grdić Rajković M, Jelić D, Bosnar M, Sladoljev L, Žanić Grubišić T, Rumora L. 2019. Pro-inflammatory effects of extracellular Hsp70 on NCI-H292 human bronchial epithelial cell line. *Int J Exp Pathol* 100: 320-329
- Inada A, Murata H, Somekawa M, Nakanishi T. 1992. Phytochemical studies of seeds of medicinal plants II. A new dihydroflavonol glycoside and a new 3-methyl-1-butanol glycoside from seeds of *Platycodon grandiflorum* A. DE CANDOLLE. *Chem Pharm Bull* 40:3081-3083
- Jeon YS, Kim MW. 2011. The antioxidative effects and isolation and characterization of the extracts from *Morus alba* L. *Korean J Food Nutr* 24:94-100
- Jeong CH, Choi GN, Kim JH, Kwak JH, Kim DO, Kim YJ, Heo HJ. 2010. Antioxidant activities from the aerial parts of *Platycodon grandiflorum*. *Food Chem* 118:278-282
- Ji JD, Lee YH, Song GG. 2004. Prostaglandin E₂ (PGE₂): Roles in immune responses and inflammation. *J Rheum Dis* 11:307-316
- Ji MY, Bo A, Yang M, Xu JF, Jiang LL, Zhou BC, Li MH. 2020. The pharmacological effects and health benefits of *Platycodon grandiflorus*: A medicine food homology species. *Foods* 9:142
- Jin M, Son KH, Chang HW. 2011. Luteolin-7-O-glucoside suppresses leukotriene C₄ production and degranulation by inhibiting the phosphorylation of mitogen activated protein kinases and phospholipase C γ 1 in activated mouse bone marrow-derived mast cells. *Biol Pharm Bull* 34:1032-1036
- Jung JI, Lee HS, Kim SM, Kim S, Lim J, Woo M, Kim EJ. 2022. Immunostimulatory activity of hydrolyzed and fermented *Platycodon grandiflorum* extract occurs via the MAPK and NF- κ B signaling pathway in RAW 264.7 cells. *Nutr Res Pract* 16:685-699
- Kang JM, Yeo SW, Lee HY, Chang KH, Suh BD. 2000. Effect of antioxidants and dexamethasone on inducible nitric oxide synthase expression and nitric oxide production in murine macrophage cells. *Korean J Otorhinolaryngol-Head Neck Surg* 43:136-142
- Kang KJ, Kim BH, Kim DH, Yun HJ, Cho YS, Han NE, Choi JC, Lee SN, Choi OK. 2021. Determination of the contents of apigenin and luteolin in vegetables. *Korean J Food Nutr* 34:233-241
- Kim M, Hwang IG, Kim SB, Choi AJ. 2020. Chemical characterization of balloon flower (*Platycodon grandiflorum*) sprout extracts and their regulation of inflammatory activity in lipopolysaccharide-stimulated RAW 264.7 murine macrophage cells. *Food Sci Nutr* 8:246-256
- Kim SH, Park SY, Park YL, Myung DS, Rew JS, Joo YE. 2017. Chlorogenic acid suppresses lipopolysaccharide-induced

- nitric oxide and interleukin-1 β expression by inhibiting JAK2/STAT3 activation in RAW264.7 cells. *Mol Med Rep* 16:9224-9232
- Kou JJ, Shi JZ, He YY, Hao JJ, Zhang HY, Luo DM, Song JK, Yan Y, Xie XM, Du GH, Pang XB. 2022. Luteolin alleviates cognitive impairment in Alzheimer's disease mouse model via inhibiting endoplasmic reticulum stress-dependent neuroinflammation. *Acta Pharmacol Sin* 43:840-849
- Kozłowska A, Szostak-Wegierek D. 2014. Flavonoids-food sources and health benefits. *Rocz Panstw Zakl Hig* 65:79-85
- Lee JW, Ji SH, Kim GS, Song KS, Um Y, Kim OT, Lee Y, Hong CP, Shin DH, Kim CK, Lee SE, Ahn YS, Lee DY. 2015. Global profiling of various metabolites in *Platycodon grandiflorum* by UPLC-QTOF/MS. *Int J Mol Sci* 16:26786-26796
- Lee JY. 2019. Antioxidant and anti-inflammatory effects of ethanol extracts from *Platycodon grandiflorum* leaves. Master's Thesis, Hoseo Univ. Asan. Korea
- Leo CH, Woodman OL. 2015. Flavonols in the prevention of diabetes-induced vascular dysfunction. *J Cardiovasc Pharmacol* 65:532-544
- Leyva-López N, Gutierrez-Grijalva EP, Ambriz-Perez, DL, Heredia JB. 2016. Flavonoids as cytokine modulators: A possible therapy for inflammation-related diseases. *Int J Mol Sci* 17:17060921
- Li M, Wang H, Lu Y, Cai J. 2023. Luteolin suppresses inflammation and oxidative stress in chronic obstructive pulmonary disease through inhibition of the NOX4-mediated NF- κ B signaling pathway. *Immun Inflamm Dis* 11:e820
- Li T, Xu WS, Wu GS, Chen XP, Wang YT, Lu JJ. 2014. Platycodin D induces apoptosis, and inhibits adhesion, migration and invasion in HepG2 hepatocellular carcinoma cells. *Asian Pac J Cancer Prev* 15:1745-1749
- Li W, Liu Y, Wang Z, Han Y, Tian YH, Zhang GS, Sun YS, Wang YP. 2015. Platycodin D isolated from the aerial parts of *Platycodon grandiflorum* protects alcohol-induced liver injury in mice. *Food Funct* 6:1418-1427
- Li YC, Yeh CH, Yang ML, Kuan YH. 2012. Luteolin suppresses inflammatory mediator expression by blocking the Akt/NF κ B pathway in acute lung injury induced by lipopolysaccharide in mice. *Evid Based Complement Alternat Med* 2012:383608
- Mazol I, Gleńsk M, Cisowski W. 2004. Polyphenolic compounds from *Platycodon grandiflorum* A. DC. *Acta Pol Pharm* 61:203-208
- Mortelé O, Jörisen J, Spacova I, Lebeer S, van Nuijs ALN, Hermans N. 2021. Demonstrating the involvement of an active efflux mechanism in the intestinal absorption of chlorogenic acid and quinic acid using a Caco-2 bidirectional permeability assay. *Food Funct* 12:417-425
- Mueller M, Hobiger S, Jungbauer A. 2010. Anti-inflammatory activity of extracts from fruits, herbs and spices. *Food Chem* 122:987-996
- Nabavi SF, Braidy N, Gortzi O, Sobarzo-Sanchez E, Daglia M, Skalicka-Woźniak K, Nabavi SM. 2015. Luteolin as an anti-inflammatory and neuroprotective agent: A brief review. *Brain Res Bull* 119:1-11
- Palombo R, Caporali S, Falconi M, Iacovelli F, Morozzo Della Rocca B, Lo Surdo A, Campione E, Candi E, Melino G, Bernardini S, Terrinoni A. 2019. Luteolin-7-O- β -D-glucoside inhibits cellular energy production interacting with HEK2 in keratinocytes. *Int J Mol Sci* 20:2689
- Palombo R, Savini I, Avigliano L, Madonna S, Cavani A, Albanesi C, Mauriello A, Melino G, Terrinoni A. 2016. Luteolin-7-glucoside inhibits IL-22/STAT3 pathway, reducing proliferation, acanthosis, and inflammation in keratinocytes and in mouse psoriatic model. *Cell Death Dis* 7:e2344
- Panche AN, Diwan AD, Chandra SR. 2016. Flavonoids: An overview. *J Nutr Sci* 5:e47
- Park CM, Song YS. 2013. Luteolin and luteolin-7-O-glucoside inhibit lipopolysaccharide-induced inflammatory responses through modulation of NF- κ B/AP-1/PI3K-Akt signaling cascades in RAW 264.7 cells. *Nutr Res Pract* 7:423-429
- Park CM, Song YS. 2019. Luteolin and luteolin-7-O-glucoside protect against acute liver injury through regulation of inflammatory mediators and antioxidative enzymes in GalN/LPS-induced hepatic ICR mice. *Nutr Res Pract* 13: 473-479
- Rafacho BPM, Stice CP, Liu C, Greenberg AS, Ausman LM, Wang XD. 2015. Inhibition of diethylnitrosamine-initiated alcohol-promoted hepatic inflammation and precancerous lesions by flavonoid luteolin is associated with increased sirtuin 1 activity in mice. *Hepatobiliary Surg Nutr* 4:124-134
- Santana-Gálvez J, Cisneros-Zevallos L, Jacobo-Velázquez DA. 2017. Chlorogenic acid: Recent advances on its dual role as a food additive and a nutraceutical against metabolic syndrome. *Molecules* 22:358
- Seelinger G, Merfort I, Schempp CM. 2008. Anti-oxidant,

- anti-inflammatory and anti-allergic activities of luteolin. *Planta Med* 74:1667-1677
- Shan J, Fu J, Zhao Z, Kong X, Huang H, Luo L, Yin Z. 2009. Chlorogenic acid inhibits lipopolysaccharide-induced cyclooxygenase-2 expression in RAW264. 7 cells through suppressing NF- κ B and JNK/AP-1 activation. *Int Immunopharmacol* 9:1042-1048
- Shen Q, Zhong YT, Liu XX, Hu JN, Qi SM, Li K, Wang Z, Zhu HY, Li XD, Wang YP, Li W. 2023. Platycodin D ameliorates hyperglycaemia and liver metabolic disturbance in HFD/STZ-induced type 2 diabetic mice. *Food Funct* 14:74-86
- Shimoi K, Okada H, Furugori M, Goda T, Takase S, Suzuki, M, Hara Y, Yamamoto H, Kinae N. 1998. Intestinal absorption of luteolin and luteolin 7-O- β -glucoside in rats and humans. *FEBS lett* 438:220-224
- Shin CY, Lee WJ, Lee EB, Choi EY, Ko KH. 2002. Platycodin D and D3 increase airway mucin release *in vivo* and *in vitro* in rats and hamsters. *Planta Med* 68:221-225
- Song YS, Park CM. 2014. Luteolin and luteolin-7-O-glucoside strengthen antioxidative potential through the modulation of Nrf2/MAPK mediated HO-1 signaling cascade in RAW 264.7 cells. *Food Chem Toxicol* 65:70-75
- Tanaka T, Narazaki M, Kishimoto T. 2014. IL-6 in inflammation, immunity, and disease. *Cold Spring Harb Perspect Biol* 6:a016295
- Trivedi HR, Puranik PK. 2023. Chlorogenic acid-optimized nanophytosomes: A novel approach for enhanced permeability and oral bioavailability. *Future J Pharm Sci* 9:116
- Wang C, Zhang N, Wang Z, Qi Z, Zhu H, Zheng B, Li P, Liu J. 2017. Nontargeted metabolomic analysis of four different parts of *Platycodon grandiflorum* grown in northeast China. *Molecules* 22:1280
- Wang J, Mazza G. 2002. Inhibitory effects of anthocyanins and other phenolic compounds on nitric oxide production in LPS/IFN- γ -activated RAW 264.7 macrophages. *J Agric Food Chem* 50:850-857
- Wittermer SM, Ploch M, Windeck T, Müller SC, Drewelow B, Derendorf H, Veit M. 2005. Bioavailability and pharmacokinetics of caffeoylquinic acids and flavonoids after oral administration of artichoke leaf extracts in humans. *Phytomedicine* 12:28-38
- Wu J, Yang G, Zhu W, Wen W, Zhang F, Yuan J, An L. 2012. Anti-atherosclerotic activity of platycodin D derived from roots of *Platycodon grandiflorum* in human endothelial cells. *Biol Pharm Bull* 35:1216-1221
- Xiong J, Wang K, Yuan C, Xing R, Ni J, Hu G, Chen F, Wang X. 2017. Luteolin protects mice from severe acute pancreatitis by exerting HO-1-mediated anti-inflammatory and antioxidant effects. *Int J Mol Med* 39:113-125
- Zhang L, Wang Y, Yang D, Zhang C, Zhang N, Li M, Liu Y. 2015. *Platycodon grandiflorus*: An ethnopharmacological, phytochemical and pharmacological review. *J Ethnopharmacol* 164:147-161
- Zubik L, Meydani M. 2003. Bioavailability of soybean isoflavones from aglycone and glucoside forms in American women. *Am J Clin Nutr* 77:1459-1465

Received 14 February, 2024

Revised 12 April, 2024

Accepted 17 April, 2024

국내산 백태 품종의 지방산 및 유리아미노산 조성

†이 경 행

한국교통대학교 식품영양학 전공 교수

Fatty Acid and Free Amino Acid Composition of Major Domestic Soybean Cultivars

†Kyung-Haeng Lee

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

Abstract

The fatty acid composition and free amino acid content of domestic soybean cultivars were analyzed to confirm the quality characteristics of protein and fat contained in soybeans. The saturated fatty acid content of soybeans included palmitic acid at 9.47~11.15%, followed by stearic acid and myristic acid. The total saturated fatty acid content in soybeans was 12.56~14.34%, with Taekwang having the lowest content, followed by Daewon, Seonyu, Cheonga, and Jimpung. The linoleic acid content, an unsaturated fatty acid, was 45.69~58.17%, with Taekwang showing the lowest composition and Jimpung showing the highest composition. Next was oleic acid at 14.69~33.86%. Jimpung had the highest linoleic acid composition, had the lowest and Taekwang which had the least linoleic acid, had the highest. The unsaturated fatty acid content was in the order of linolenic acid, eicosatrienoic acid, eicosadienoic acid, and eicosapentaenoic acid. The total free amino acid content was 217.28~456.66 mg%, with Daewon showing the highest free amino acid content, followed by Seonyu, Taekwang, Cheonga, and Jimpung. The free amino acid content varied depending on the cultivars, but in general, the free amino acids in the soybeans used in the experiment showed higher aspartic acid, glutamic acid, and proline contents than other amino acids.

Key words: domestic soybean cultivars, fatty acid, free amino acid, composition

서 론

콩(*Glycine max*(L.) Merrill)은 우리 식생활에서 쌀과 함께 세계적으로 중요한 식량자원이다(Lee 등 2018). 또한 콩은 수분함량은 적은 대신 단백질과 지방질 함량이 높아 예전부터 단백질과 지방질 공급원으로 두부류, 두유, 장류 및 식용유 등의 다양한 형태로 활용되고 있다(Lee 등 2013; Shin 등 2019).

콩은 색에 따라서 크게 흰콩, 검은콩 등으로 나뉘며, 그 중 흰콩은 백태, 메주콩으로도 불리는데, 된장 등의 장류, 두부, 두유 제품 등의 식품 제조 및 가공에 주로 이용되고 검은콩은 서리태라고 불리우며 껍질이 검고 속은 파란색을 갖고 있어 밥에 넣어 먹거나 과자나 음료 등의 재료로 활용되고 있다

(Cha 등 2023).

콩은 경제적인 측면에서 어류나 육류 단백질에 비해 비교적 가격이 저렴한 장점을 가지고 있으면서(Kim MJ 2000) 불포화 지방산의 함량이 높고 필수아미노산 함량이 높아 양질의 단백질로 구성되어 우수한 영양성분뿐만 아니라 isoflavone, lecithin, phytic acid, phytosterol, saponin, 식이섬유, 올리고당 및 polyphenol 화합물 등의 기능성 성분들이 다량 함유되어 있어 기능성 식품소재로 관심을 받고 있다(Myung & Hwang 2008; Lee 등 2013). 그중 콩의 대표적인 기능성 성분인 isoflavone은 골다공증 진행 억제(Choi & Sohn 1998) 및 심혈관계 질환 예방(Taku 등 2007) 등이 있는 것으로 알려져 있다. 이처럼 콩의 여러가지 생리적 기능성으로 인해 콩을 찾는 사람들이 증가하고 있고 이에 콩의 시장도 다양하게 변화

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

되어가고 있으나 국내에서 재배되고 있는 콩의 품종에 대한 품질 분석 결과들(Yoon 등 1984; Hong 등 1990)은 오래된 연구 결과들이 많아 새로운 품질기준 설정을 위하여 기초자료가 필요할 것으로 사료된다.

따라서 본 연구에서는 콩의 단백질과 지방의 품질 특성을 확인하기 위하여 우선 대표적인 국내산 백태 품종들을 대상으로 지방산 조성과 유리아미노산 함량을 검토하였다.

재료 및 방법

1. 실험재료

실험에 사용한 콩은 2020년도 국내산 백태(*Glycine max*)로 선유, 진풍, 청아 및 태광 품종은 국립종자원(Gimcheon, Korea)에서, 대원 품종은 농업회사법인 주식회사 항아골(Chungju, Korea)에서 구입하여 사용하였다.

2. 지방산 조성

지방산 조성을 측정하기 위하여 식품공전(MFDS 2023)의 방법에 따라 측정하였다. 즉, 마쇄한 백태 시료에 n-hexane을 첨가하여 지방을 추출하고 n-hexane은 제거시킨 후 메탄올성 NaOH 용액으로 처리하여 알칼리염을 만든 후 BF₃ methanol 용액을 가하고 가열하여 에스테르화한 후 gas chromatograph로 측정하였다. GC 분석 조건은 Table 1과 같으며 이때 사용한 표준물질은 혼합 fatty acid methyl ester(FAME mixture, Supelco 37 component, Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA)를 이용하였다.

3. 유리아미노산

국내산 백태 품종들에서의 유리아미노산 함량의 차이 정도를 확인하기 위하여 유리아미노산을 추출하였다. 즉 분쇄한 시료 2.0 g에 2% trichloric acid 용액 18 mL를 넣은 후

13,500 rpm/min으로 1분 동안 균질화시켜 균질물을 제조하고 균질물을 17,000×g에서 15분간 원심분리하여 0.45 μm의 membrane filter를 이용하여 여과하였으며 이를 Waters AccQ-Tag 법(Waters AccQ-Tag Amino Acid Analysis System 1993)으로 유도체화시킨 후 유리아미노산 시료로 하며 HPLC로 측정하였다. 사용한 column은 AccQ·Tag™ (3.9×150 mm, Waters, Milford, MA, USA)이였으며, injection volume은 5 μL, column 온도는 37°C로 detector는 fluorescent detector(Waters™ 2475, Millipore Co-operative, Milford, MA, USA)로 excitation wavelength 250 nm, emission wavelength 395 nm로 측정하였다. Mobile phase는 Waters AccQ-Tag eluent A(용매 A)와 60% acetonitrile(용매 B)를 gradient법으로 분석하였으며 이때의 분석조건은 Table 2와 같다.

4. 통계처리

SPSS 26.0(IBM Corporation, Armonk, NY, USA)을 이용하여 평균과 표준편차로 나타내었으며, 실험군 간 차이를 one-way ANOVA로 분석한 후, Duncan's multiple range test로 실험군 간 유의성을 검정하였다.

결과 및 고찰

1. 지방산 조성

국내산 백태에서의 지방산 조성을 측정한 결과는 Table 3과 같다.

포화지방산으로는 palmitic acid(16:0)의 조성이 9.47~11.15%로 나타났으며 그 다음으로는 stearic acid(18:0), myristic acid(14:0)의 순이었다. 총 포화지방산의 조성은 12.56~14.34%

Table 2. HPLC gradient conditions for the measurement of free amino acid in soybean

| Time (min) | Flow rate (mL/min) | Mobile phase | |
|------------|--------------------|--------------|-------|
| | | A (%) | B (%) |
| Initial | 1.0 | 100 | 0 |
| 0.5 | 1.0 | 98 | 2 |
| 15.0 | 1.0 | 93 | 7 |
| 19.0 | 1.0 | 90 | 10 |
| 32.0 | 1.0 | 67 | 33 |
| 33.0 | 1.0 | 67 | 33 |
| 34.0 | 1.0 | 0 | 100 |
| 37.0 | 1.0 | 0 | 100 |
| 38.0 | 1.0 | 100 | 0 |
| 45.0 | 1.0 | 100 | 0 |

Table 1. Operation condition of GC for the measurement of fatty acid in soybean

| Instrument | GC (TRACE_1300_1310, ThermoScientific, USA) |
|---------------------------|---|
| Detector temp | 230°C |
| Column | TR-FAME (100 m × 0.25 mm × 0.2 μm) |
| Carrier gas and flow rate | N ₂ , 350 mL/min |
| Injector temp. | 230°C |
| Oven condition | 100°C(0.2 min), 2°C/min, 240°C |
| Injection volume | 1.0 μL |
| Split ratio | 10:1 |

Table 3. Fatty acid composition of major domestic soybean cultivars

(unit: %)

| Fatty acid | Cultivar | | | | |
|------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|
| | Daewon | Seonyu | Jinpung | Cheonga | Taekwang |
| 10:0 | 0.00±0.00 | 0.00±0.00 | 0.00±0.00 | 0.00±0.00 | 0.00±0.00 |
| 12:0 | 0.00±0.00 | 0.00±0.00 | 0.00±0.00 | 0.00±0.00 | 0.00±0.00 |
| 14:0 | 0.07±0.01 ^{bc} | 0.08±0.00 ^b | 0.11±0.01 ^a | 0.08±0.00 ^b | 0.06±0.00 ^c |
| 16:0 | 9.65±0.02 ^d | 10.70±0.04 ^c | 11.04±0.04 ^b | 11.22±0.09 ^a | 9.48±0.01 ^e |
| 16:1 | 0.07±0.00 | 0.08±0.01 | 0.09±0.01 | 0.09±0.01 | 0.08±0.00 |
| 18:0 | 3.29±0.04 ^a | 2.84±0.02 ^d | 3.12±0.05 ^b | 2.69±0.03 ^e | 3.02±0.01 ^c |
| 18:1 | 21.94±0.02 ^b | 21.18±0.08 ^c | 17.66±0.04 ^e | 20.67±0.05 ^d | 33.89±0.04 ^a |
| 18:2 | 54.62±0.20 ^b | 54.25±0.14 ^b | 58.35±0.25 ^a | 53.79±0.03 ^c | 45.75±0.08 ^d |
| 18:3 | 0.17±0.00 ^c | 0.19±0.00 ^b | 0.17±0.00 ^e | 0.19±0.00 ^b | 0.26±0.00 ^a |
| 20:2 | 0.09±0.00 | 0.08±0.01 | 0.09±0.00 | 0.09±0.01 | 0.09±0.00 |
| 20:3 | 0.38±0.02 ^a | 0.33±0.02 ^{ab} | 0.32±0.02 ^b | 0.37±0.01 ^a | 0.38±0.02 ^a |
| 20:5 | 0.08±0.00 ^a | 0.02±0.00 ^d | 0.03±0.00 ^c | 0.02±0.00 ^d | 0.06±0.00 ^b |
| Total | 90.37±0.14 ^c | 89.75±0.14 ^d | 90.97±0.08 ^b | 89.21±0.17 ^e | 93.08±0.10 ^a |
| SFA | 13.01±0.06 ^d | 13.62±0.06 ^c | 14.27±0.10 ^a | 13.99±0.12 ^b | 12.56±0.00 ^e |
| UFA | 77.36±0.20 ^b | 76.14±0.20 ^d | 76.70±0.18 ^c | 75.22±0.04 ^e | 80.52±0.10 ^a |
| MUFA | 22.01±0.01 ^b | 21.27±0.08 ^c | 17.74±0.05 ^e | 20.76±0.04 ^d | 33.97±0.04 ^a |
| PUFA | 55.35±0.18 ^b | 54.87±0.12 ^c | 58.96±0.23 ^a | 54.46±0.01 ^d | 46.55±0.06 ^e |
| UFA/SFA | 5.95±0.04 ^b | 5.59±0.0 ^c | 5.38±0.05 ^d | 5.38±0.04 ^d | 6.41±0.01 ^a |
| n-6 | 54.71±0.20 ^b | 54.33±0.13 ^b | 58.44±0.25 ^a | 53.88±0.02 ^c | 45.84±0.08 ^d |
| n-3 | 0.63±0.02 ^b | 0.54±0.01 ^{cd} | 0.52±0.03 ^d | 0.58±0.01 ^c | 0.70±0.02 ^a |
| n-6/n-3 | 86.28±3.11 ^c | 101.11±2.77 ^b | 112.33±6.28 ^a | 92.68±1.95 ^{bc} | 65.24±2.09 ^d |

¹⁾ Values with different superscripts within a row (^{a-e}) were significantly different ($p < 0.05$).

로 태광 품종이 가장 낮은 포화지방산으로 구성되었으며 다음으로는 대원, 선유, 청아, 진풍의 순이었다. 불포화지방산 중에는 필수지방산인 linoleic acid(18:2)가 45.69~58.17%로 가장 많았으며 그중 태광 품종이 가장 적었고 진풍 품종이 가장 높은 것으로 나타났다. 다음으로 많은 불포화지방산은 oleic acid(18:1)로 14.69~33.86%로 linoleic acid(18:2)의 양이 가장 많았던 진풍 품종이 가장 낮았으며 linoleic acid의 양이 적었던 태광 품종이 가장 높게 나타났다. 이들 지방산 이외에 불포화 지방산으로는 linolenic acid(18:3), eicosatrienoic acid(20:3), eicosadienoic acid(20:2), eicosapentaenoic acid(20:5)의 순이었으며 이들의 함량은 품종 간 큰 차이를 보이지는 않는 것으로 사료되었다. 총 불포화지방산의 조성은 75.19~80.45%로 포화지방산과의 비율로 보면 5.3~6.4배 정도 높은 것으로 나타나 불포화지방산이 포화지방산보다 많이 존재함을 알 수 있었다.

오메가 6와 오메가 3 지방산의 비율에서는 진풍 품종이 다른 품종에 비하여 높았고 태광 품종이 낮은 경향을 보였다.

Choung MG(2006)은 한국산 콩 주요 품종에서 추출된 지방산 조성은 linoleic acid>oleic acid>palmitic acid>linolenic acid>stearic acid라고 하여 본 연구결과와 비교해 보면 palmitic acid까지는 동일하였지만 그 후 부터는 약간의 조성 차이를 보이고 있는 것으로 판단되었다. 튀김용 기름은 포화지방산의 함량이 낮은 유지가 유리한데 Choung MG(2006)은 46종의 콩의 포화지방산 함량을 측정한 결과 평균 14.6% 수준이었다고 하여 본 연구에서 실험한 백태는 평균보다는 다소 낮은 함량을 보여 이들 백태를 활용하여 튀김용 기름으로의 사용이 가능할 것으로 판단되었다.

2. 유리아미노산 함량

국내산 백태의 유리아미노산을 측정한 결과는 Table 4와 같다. 총 분석된 아미노산으로는 15종류의 아미노산이 검출되었고 본 실험에 사용한 방법에서는 arginine과 threonine의 peak가 증첩되어 본 실험 결과에서는 제외시켰다.

본 실험에 사용한 백태에서의 총 유리아미노산의 함량은

Table 4. Free amino acid contents of major domestic soybean cultivars

(unit: mg%)

| | Daewon | Seonyu | Jinpong | Cheonga | Taekwang |
|---------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Alanine | 56.62±9.93 ^{a1)} | 25.55±2.72 ^b | 16.86±0.98 ^b | 22.59±2.11 ^b | 21.76±3.73 ^b |
| Aspartic acid | 77.11±9.31 ^a | 41.28±4.66 ^{ab} | 26.80±26.55 ^b | 46.63±18.99 ^{ab} | 39.08±1.92 ^{ab} |
| Cystine | 36.65±5.78 | 57.46±10.87 | 39.60±9.42 | 52.35±2.92 | 52.23±14.32 |
| Glutamic acid | 65.57±7.98 ^a | 67.06±0.12 ^a | 35.06±2.00 ^{ab} | 21.95±31.01 ^b | 53.47±1.12 ^{ab} |
| Glycine | 6.91±0.95 ^a | 5.07±0.11 ^b | 2.99±0.76 ^c | 3.59±0.55 ^{bc} | 3.76±0.06 ^{bc} |
| Histidine | 20.90±4.82 ^a | 14.71±0.60 ^{ab} | 5.03±2.84 ^c | 4.65±1.10 ^c | 12.97±0.01 ^b |
| isoleucine | 4.35±1.01 ^{ab} | 7.23±3.02 ^a | 2.63±0.15 ^b | 4.04±0.07 ^{ab} | 4.71±0.08 ^{ab} |
| Leucine | 4.88±1.12 ^{ab} | 8.30±3.77 ^a | 2.92±0.15 ^b | 3.65±0.13 ^{ab} | 4.54±0.09 ^{ab} |
| Lysine | 12.45±3.45 ^{ab} | 15.21±6.13 ^a | 6.41±0.87 ^b | 7.31±0.03 ^{ab} | 10.27±0.86 ^{ab} |
| Methionine | 11.68±2.27 ^a | 10.56±1.03 ^{ab} | 7.84±0.17 ^b | 9.10±0.73 ^{ab} | 8.88±0.06 ^{ab} |
| phenylalanine | 11.26±2.15 ^a | 10.63±4.33 ^{ab} | 5.01±0.05 ^b | 6.24±0.16 ^{ab} | 7.58±0.24 ^{ab} |
| Proline | 66.60±10.52 ^a | 44.30±1.48 ^b | 24.60±0.44 ^c | 30.05±1.09 ^c | 33.92±1.34 ^{bc} |
| Serine | 55.17±7.05 ^a | 38.13±0.08 ^{ab} | 18.09±14.23 ^{bc} | 18.56±9.20 ^{bc} | 12.43±0.08 ^c |
| Tyrosine | 15.55±3.02 ^a | 6.79±3.13 ^b | 7.18±1.06 ^b | 9.37±0.02 ^b | 7.58±0.16 ^b |
| Valine | 10.97±2.25 ^c | 20.07±0.38 ^a | 16.26±1.80 ^b | 19.11±0.88 ^{ab} | 21.73±0.62 ^a |
| Total | 456.66±4.48 ^a | 372.34±2.65 ^{ab} | 217.28±3.84 ^c | 259.17±4.31 ^c | 294.91±1.54 ^{bc} |

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

217.28~456.66 mg%로 대원 품종이 다른 품종에 비하여 다소 많은 함량을 보였고 다음으로는 선유, 태광, 청아, 진풍의 순의 함량을 보였다.

각 품종별로 살펴보면 대원 품종에서는 aspartic acid의 함량이 가장 많았고 proline, glutamic acid의 순이었다. 선유 품종에서는 glutamic acid, cysteine, proline 순의 함량을 진풍 품종에서는 cysteine, glutamic acid, aspartic acid, proline의 순으로 나타냈다. 청아 품종에서는 cysteine, aspartic acid, proline의 순으로, 태광 품종은 glutamic acid, cysteine, aspartic acid의 순으로 나타냈다. 본 실험에 사용한 백태에서의 유리아미노산 함량은 aspartic acid, glutamic acid, proline 등이 다른 아미노산들에 비하여 높은 함량을 나타내는 것으로 사료되었다.

Yoon WJ(2010)은 7종을 각기 다른 콩들의 아미노산 함량을 분석한 결과에 있어서 glutamic acid가 가장 많이 함유하고 있는 것으로 나타났고, 다음으로 aspartic acid가 많은 함량을 나타낸다고 하여 본 실험에 사용한 콩과는 품종과 수확시기 등이 다르긴 하지만 본 실험에서 사용한 콩에서도 대체적으로 glutamic acid가 높은 함량을 보여 백태에는 glutamic acid가 많은 것으로 판단되었다.

요약 및 결론

콩의 단백질과 지방의 품질 특성을 확인하기 위하여 우선

대표적인 국내산 백태 품종들을 대상으로 지방산 조성과 유리아미노산 함량을 검토하였다. 포화지방산은 palmitic acid가 9.47~11.15%로 나타났으며 다음으로는 stearic acid, myristic acid의 순이었으며 총 포화지방산의 함량은 12.56~14.34%로 태광 품종이 낮은 포화지방산을 함유하였으며 다음으로는 대원, 선유, 청아, 진풍 품종 순이었다. 불포화지방산으로는 linoleic acid가 45.69~58.17%로 나타났으며 그중 태광 품종이 가장 낮은 조성을, 진풍 품종이 가장 높은 조성을 나타내었다. 다음으로는 oleic acid가 14.69~33.86%로 linoleic acid가 가장 많았던 진풍이 가장 낮았으며 linoleic acid가 가장 적었던 태광 품종이 가장 높게 나타났다. 이외에도 불포화 지방산으로는 linolenic acid, eicosatrienoic acid, eicosadienoic acid, eicosapentaenoic acid의 순이었다. 본 실험에 사용한 백태에서의 총 유리아미노산의 함량은 217.28~456.66 mg%로 대원 품종이 가장 많은 유리아미노산의 함량을 보였고 다음으로는 선유, 태광, 청아 및 진풍의 순으로 나타났다. 백태 품종에 따라 유리아미노산의 함량은 다르지만 대체적으로 실험에 사용한 백태에서의 유리아미노산은 aspartic acid, glutamic acid, proline 등이 다른 아미노산들에 비하여 높은 함량을 나타내었다.

감사의 글

본 성과물은 농촌진흥청 연구사업(세부과제번호: PJ0152

85042020)과 2021년 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업입니다(No. 2021R1A6A1A03046418).

References

- Cha SH, Song HY, Pyeon GN, Hong EA, Bak SL, Park SB, Jiang S, Jang KI. 2023. Changes of isoflavone contents in white and black soybean powders prepared under drying conditions after soaking. *Korean J Food Nutr* 36:87-92
- Choi YB, Sohn HS. 1998. Isoflavone content in Korean fermented and unfermented soybean foods. *Korean J Food Sci Technol* 30:745-750
- Choung MG. 2006. Variation of oil contents and fatty acid compositions in Korean soybean germplasms. *Korean J Crop Sci* 51:139-145
- Hong EH, Kim SD, Kim YH, Chung KW. 1990. Protein and content amino acid composition of soybean cultivars. *Korean J Crop Sci* 35:403-412
- Kim MJ. 2000. Studies on functional compositions and physicochemical characteristics of Korean traditional soybeans. Master's Thesis, Yongin Univ. Yongin. 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 YB, Kim HS. 2013. Analysis of the general and functional components of various soybeans. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 42:1255-1262
- Ministry of Food and Drug Safety [MFDS]. 2023. Korean food standards codex. Available from <https://various.foodsafetykorea.go.kr/fsd/#/ext/Document/FC?searchNm=%EC%A7%80%EB%B0%A9%EC%82%B0&itemCode=FC0A104004005A119> [cited 12 December 2023]
- Myung JE, Hwang IK. 2008. Functional components and antioxidative activities of soybean extracts. *Korea Soybean Digest* 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
- Taku K, Umegaki K, Sato Y, Taki Y, Endoh K, Watanabe S. 2007. Soy isoflavones lower serum total and LDL cholesterol in humans: A meta-analysis of 11 randomized controlled trials. *Am J Clin Nutr* 85:1148-1156
- Yoon TH, Im KJ, Kim DH. 1984. Fatty acid composition of lipids obtained from Korean soybean varieties. *Korean J Food Sci Technol* 16:375-382
- Yoon WJ. 2010. Quality characteristics of traditional soybean paste (doenjang) manufacture with various soybeans. Master's Thesis, Kyungbuk National Univ. Sangju. Korea
- Waters AccQ-Tag Amino Acid Analysis System. 1993. Operator's Manual, Manual Number 154-02TP REV O June. Waters

Received 25 March, 2024
 Revised 27 March, 2024
 Accepted 03 April, 2024

한국식품영양학회 소식

• 일반소식

1. 2024년 03월 04일(월) : 한국학술단체총연합회 가입 이후 차기 연합회 이사회의에서 의결 예정
2. 2024년 03월 06일(수) : 한국식품영양학회 사단법인화 관련 농림축산식품부와 논의
3. 2024년 03월 07일(목) : 2024 춘계학술대회 개최 한양대학교 백남학술정보관 6층 국제회의실 개최
4. 2024년 03월 26일(화) : 2024년도 한국식품영양학회 제2차 이사회의
5. 2024년 04월 15일(월) : 2024 한국식품영양학회 춘계학술대회 개최 공문 회원 대상 발송
6. 2024년 04월 16일(화) : 과총 2024년 학술활동지원사업 신청공고 안내
7. 2024년 04월 16일(화) : 2024년도 한국식품영양학회 제3차 이사회의
8. 2024년 04월 22일(월) : 대구식품협회와 MOU
9. 2024년 04월 30일(화) : 학술지 제37권 제2호에 연구논문 7편 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 : 최승균, E-mail : ksfan88@hanmail.net, 010-2637-6330

전화 : 053-320-1366, 팩스 053-320-1440

주소 : (우) 41453, 대구광역시 북구 영송로15(태전동) 대구보건대학교 식품영양학과 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 : 강주희, E-mail: jhkang78@gmail.com, 010-3527-5658

• 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: 2024. . .

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 편집이사로 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 |

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. 또한 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 2023년 11월 10일자로 일부 변경되었습니다.
36권 6호 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 |

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. 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 **November 10, 2023**. Please refer to the updated guidelines when submitting papers for **Volume 36, Issue 6**, and subsequent issues.

THE KOREAN JOURNAL OF FOOD AND NUTRITION

Vol. 37, No. 2 April 2024

pISSN : 1225-4339

eISSN : 2287-4992

Homepage : <http://ksfn.kr>Full-text : www.eksfan.or.kr**President**

Mi-Ok Kim(Daegu-Health College)

Vice Presidents

Hye Sook Ryu(Sangji Univ.)

Jae Pil Roh(Shingu Univ.)

Ok-Sun Kim(Jangan Univ.)

Young-Ho Seo(Wonkwang Health Science Univ.)

Si Yeon Kang(Sanhaedeul)

Jong Hee Kim(Seoil Univ.)

Jong-Sook Kwon(Shingu 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

Seo Lin Yang

Secretary General

Jean Kyung Paik(Eulji Univ.)

Editorial Board

Ki Hyun Sim(Sookmyung Woman's Univ.)

Hoon Kim(Chung-Ang Univ.)

Young Mo Kim(Mokpo Science Univ.)

Mi Sook Kim(Dankook Univ.)

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)

Min Jeong Kang(Yeonsung Univ.)

Gyu Sang Han(Honam Univ.)

Mee Young Joe(PaiChai 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 Hyun Sun Lee, Department of Food and Nutrition, Bucheon Univ. 25, Sinheung-ro 59beon-gil, Bucheon-si, Gyeonggi-do, Republic of Korea.(Cell: 82-10-8786-3449, E-mail: lksj1234@nate.com) 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, Daegu Health College, 15 Yeongsong St., Buk-gu, Daegu, 41453 Korea
Tel: +82-53-320-1366, Fax: +82-53-320-1440 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 Munhwansa

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

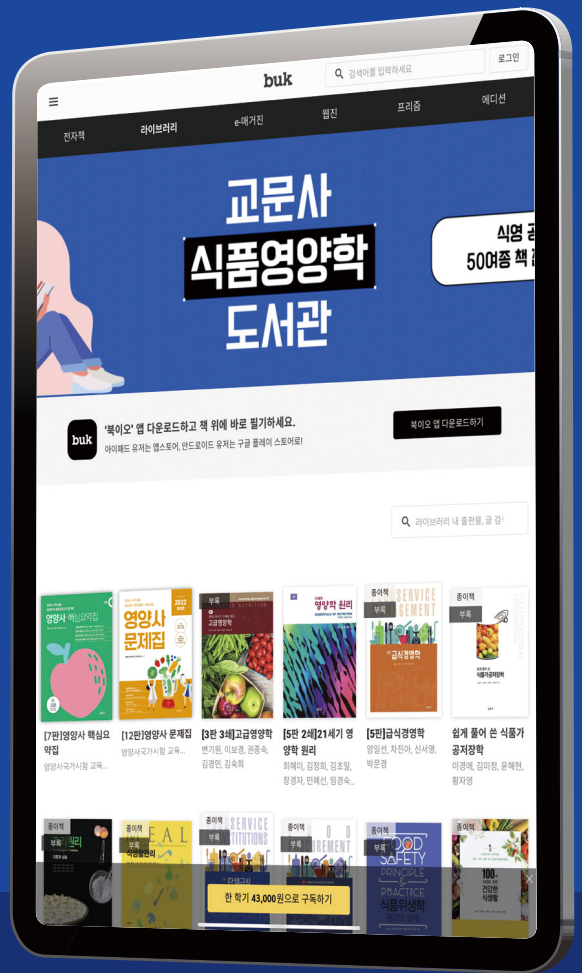
It is printed on acid-free paper.

Copyright ©2024 by The Korean Society of Food and Nutrition

This work was supported by the Korean Federation of Science and Technology Societies(KOFST) grant funded by the Korean government.

교문사 식품영양학 E-Book (50여 종) 구독서비스 실시

최신 영양사 문제집, 영양사 요약집 포함 (계속 업데이트 중)



무거운
도서는
이제 그만!

태블릿
하나로
해결!

더 편하고
더 가볍게
공부하세요!

6개월
43,000원
구독료

학습 효율성은 높여주고! 교재는 가볍게!

식품영양학 강의에 필요한 교재를 태블릿과 모바일을 통해 E-Book으로 만날 수 있습니다.

구독서비스란?

일정 금액으로 정해진 기간동안 교문사에서 출간된 식품영양학 모든 교재를 E-Book으로 열람할 수 있는 구독형 라이브러리 서비스

정용섭 부장 010.4216.9636 subi@gyomoon.com

진경민 차장 010.7130.1350 jinkm@gyomoon.com

서울 및 수도권, 충남, 충북, 대전, 경남, 부산, 전북

서울 및 수도권, 대구, 경북, 강원도, 광주, 전남, 제주



(10881) 경기도 파주시 문발로 116 | TEL 031)955-6111~4 | FAX 031)955-0955
Homepage www.gyomoon.com | E-mail genie@gyomoon.com

한국식품영양관련학과 추천도서 문운당

영양사 시험문제집

개정 제29판 | 2도 인쇄 | 값 43,000원(출간 예정)



문운당 위생사 실기

제11판 | 4도 인쇄 | 값 31,000원(출간 예정)



영양사 요약정리

개정 제25판 | 2도 인쇄 | 값 43,000원(출간 예정)

문운당 위생사 필기

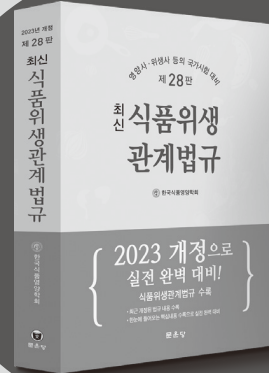
제11판 | 2도 인쇄 | 값 43,000원(출간 예정)

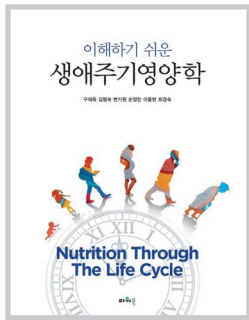
제3판 식품학

2도 인쇄 | 값 24,000원
강의용 보조자료(PPT) 제공

최신 식품위생관계법규

개정 제29판 | 32,000원(출간 예정)





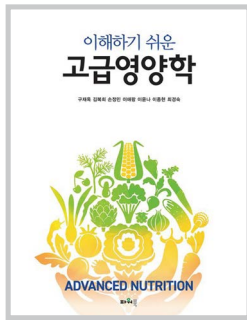
이해하기 쉬운
생애주기영양학

Nutrition Through
The Life Cycle

이해하기 쉬운
생애주기영양학

구재욱 · 김형숙 · 변기원
손정민 · 이종현 · 최경숙

396쪽 | 값 25,000원
978-89-8160-474-5 (93590)



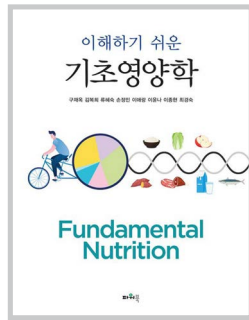
이해하기 쉬운
고급영양학



이해하기 쉬운
고급영양학

구재욱 · 김복희 · 손정민 · 이애랑
이유나 · 이종현 · 최경숙

456쪽 | 값 26,000원
978-89-8160-477-6 (93590)



이해하기 쉬운
기초영양학



Fundamental
Nutrition

이해하기 쉬운
기초영양학

구재욱 · 김복희 · 류혜숙 · 손정민
이애랑 · 이유나 · 이종현 · 최경숙

304쪽 | 값 23,000원
978-89-8160-475-2 (93590)



이해하기 쉬운
식생활관리



Meal
Management

이해하기 쉬운
식생활관리

권순자 · 김미리 · 손정민 · 김중희
이연경 · 최경숙 · 정현아

324쪽 | 값 23,000원
978-89-8160-483-7 (93590)



개정판

DIET
식사요법 및 실습

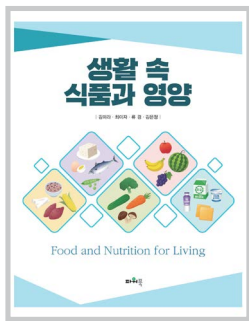


THERAPY
PRACTICE

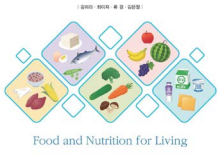
식사요법 및 실습

김미현 · 배운정 · 성미경 · 연지영
이지선 · 임희숙 · 조혜경 · 최미경

500쪽 | 값 27,000원
978-89-8160-480-6 (93590)



생활 속
식품과 영양

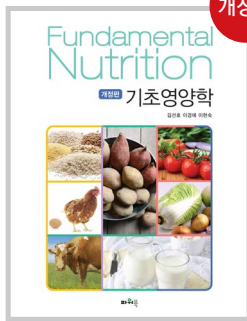


Food and Nutrition for Living

생활 속 식품과 영양

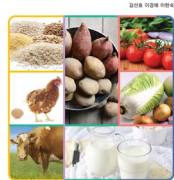
김미라 · 최미자 · 류경 · 김은정

300쪽 | 값 22,000원
978-89-8160-479-0 (93590)



Fundamental
Nutrition

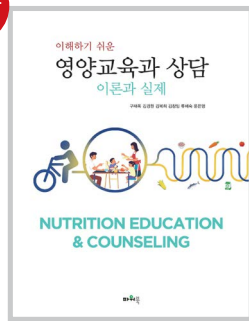
기초영양학



기초영양학

김선호 · 이경애 · 이현숙

376쪽 | 값 24,000원
978-89-8160-471-4 (93590)



이해하기 쉬운
영양교육과 상담
이론과 실제

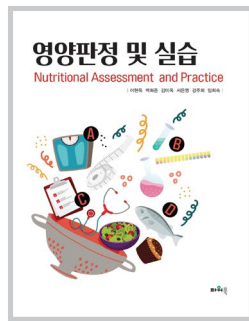


NUTRITION EDUCATION
& COUNSELING

이해하기 쉬운 영양교육과 상담
-이론과 실제-

구재욱 · 김경원 · 김복희
김창임 · 류혜숙 · 윤은영

424쪽 | 값 25,000원
978-89-8160-476-9 (93590)



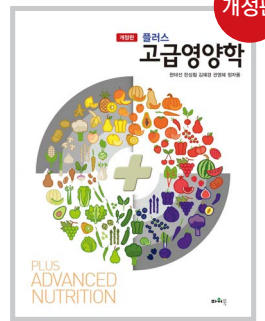
영양판정 및 실습
Nutritional Assessment and Practice



영양판정 및 실습

이현옥 · 백희준 · 김미옥
서은영 · 강주희 · 임희숙

368쪽 | 값 24,000원
978-89-8160-482-0 (93590)



플러스
고급영양학

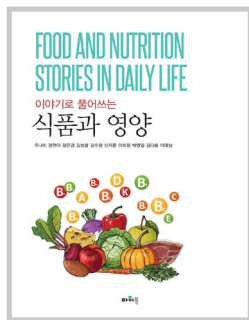


PLUS
ADVANCED
NUTRITION

플러스 고급영양학

현대선 · 한성림 · 김혜경
권영혜 · 정자용

576쪽 | 값 29,000원
978-89-8160-488-2 (93590)



FOOD AND NUTRITION
STORIES IN DAILY LIFE

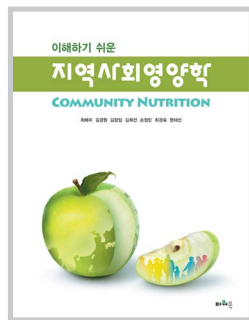
이야기로 풀어쓰는
식품과 영양



이야기로 풀어쓰는
식품과 영양

주나미 · 정현아 · 정은경 · 김보람
김수정 · 신지훈 · 이희정 · 박영일
김다솔 · 이태남

304쪽 | 값 22,000원
978-89-8160-478-3 (93590)



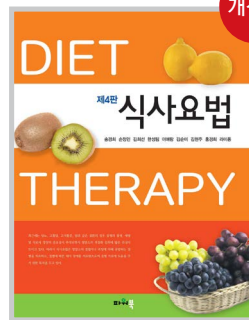
이해하기 쉬운
지역사회영양학
COMMUNITY NUTRITION



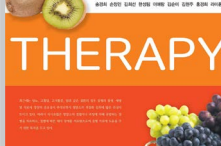
이해하기 쉬운
지역사회영양학

최혜미 · 김경원 · 김창임 · 김희선
손정민 · 최경숙 · 현대선

352쪽 | 값 24,000원
978-89-8160-485-1 (93590)



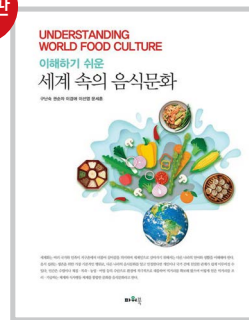
DIET
제4판
식사요법
THERAPY



제4판 식사요법

송경희 · 손정민 · 김희선
한성림 · 이애랑 · 김순미
김현주 · 홍경희 · 라미용

448쪽 | 값 26,000원
978-89-8160-484-4 (93590)



UNDERSTANDING
WORLD FOOD CULTURE

이해하기 쉬운
세계 속의 음식문화



이해하기 쉬운
세계 속의 음식문화

구난숙 · 권순자 · 이경애
이선영 · 문세훈

360쪽 | 값 23,000원
978-89-8160-494-3 (93590)

2024년도 한국식품영양학회 평의원

- | | | |
|----------------|---------------|--------------------|
| 강선문(농촌진흥청) | 배운정(한국교통대학교) | 이정실(경동대학교) |
| 권수연(신구대학교) | 백승희(신구대학교) | 이종현(동남보건대학교) |
| 권순형(한양여자대학교) | 백재은(부천대학교) | 이주희(경상대학교) |
| 권중숙(신구대학교) | 백진경(을지대학교) | 이찬(한서대학교) |
| 금중화(대전보건대학교) | 변기원 | 이호진(한국교통대학교) |
| 김건희(덕성여자대학교) | 변진원 | 이현옥(연성대학교) |
| 김경민(배화여자대학교) | 서현창(신구대학교) | 이현주(목포과학대학교) |
| 김광옥 | 손규목 | 장상문(대구보건대학교) |
| 김동희 | 손춘영(동남보건대학교) | 장재선(가천대학교) |
| 김명숙(서해대학교) | 송태희(배화여자대학교) | 전순실 |
| 김미옥(대구보건대학교) | 송희순(광주보건대학교) | 정민재(신구대학교) |
| 김미자(강원대학교) | 신경옥(삼육대학교) | 정사무엘(충남대학교) |
| 김미지(대구보건대학교) | 신동선(농촌진흥청) | 정수영(제주한의학연구원) |
| 김미현(경일대학교) | 신서영(서일대학교) | 정하숙(덕성여자대학교) |
| 김범식(연성대학교) | 신성균(한양여자대학교) | 정혜연(승의여자대학교) |
| 김병숙(전북과학대학교) | 심기현(숙명여자대학교) | 정혜영(가천대학교) |
| 김숙희(혜전대학교) | 심창환(경민대학교) | 정희선(숙명여자대학교) |
| 김순미(가천대학교) | 양성범(단국대학교) | 조갑연(우송정보대학교) |
| 김애정(경기대학교) | 연지영(서원대학교) | 조우균(가천대학교) |
| 김영모(목포과학대학교) | 오성천(대원대학교) | 주나미(숙명여자대학교) |
| 김영성(신한대학교) | 오세인(서일대학교) | 차윤환 |
| 김영순(고려대학교) | 오왕규(동원대학교) | 최경순 |
| 김옥선(장안대학교) | 오윤신(을지대학교) | 최남순(배화여자대학교) |
| 김정미(대구과학대학교) | 유경혜(대전보건대학교) | 최병범(신한대학교) |
| 김종현(마산대학교) | 윤옥현(김천대학교) | 최승균(승의여자대학교) |
| 김중희(서일대학교) | 윤지영(숙명여자대학교) | 최은영(부천대학교) |
| 김중배(상지영서대학교) | 윤택준(연세대학교) | 최정화(승의여자대학교) |
| 김지명(신한대학교) | 이경행(한국교통대학교) | 최향숙(경인여자대학교) |
| 김창입(대전과학기술대학교) | 이광수 | 최현숙(충청대학교) |
| 김현정(제주대학교) | 이미경(광주보건대학교) | 최희숙(신안산대학교) |
| 김현주(대전보건대학교) | 이별나(대구공업대학교) | 하애화 |
| 남정혜(경민대학교) | 이보숙 | 한규상(호남대학교) |
| 남진식(수원여자대학교) | 이상현(장안대학교) | 한규호(Obihiro Univ.) |
| 류혜숙(상지대학교) | 이석원(유한대학교) | 허성미(안동과학대학교) |
| 문영자 | 이성호(계명문화대학교) | 허채옥 |
| 문숙희(경남정보대학교) | 이세호((주)중앙타프라) | 홍승희(신한대학교) |
| 박경숙(장안대학교) | 이수정(부천대학교) | 황금희(동강대학교) |
| 박금미(신구대학교) | 이애랑 | 황병순(농촌진흥청) |
| 박영심(신한대학교) | 이연리(대전보건대학교) | 황성연(한경대학교) |
| 박우포(마산대학교) | 이옥환(강원대학교) | 황인국(농촌진흥청) |
| 박현국(동남보건대학교) | 이용권(유한대학교) | 황자영(동남보건대학교) |
| 박혜영(농촌진흥청) | 이재우(김천대학교) | 황혜정 |
| 박희옥(가천대학교) | 이재학(서일대학교) | |

한국식품영양학회지 제37권 제2호

The Korean Journal of Food and Nutrition
Vol. 37. No. 2. April 2024

발행인 김미옥
편집인 이호진
발행처 한국식품영양학회
 (우) 41453
 대구광역시 북구 영송로 15(태전동)
 대구보건대학교 미래관 501
 Tel: 053-320-1366/ Fax: 053-320-4572
 E-mail: ksfan88@hanmail.net
발행일 2024. 04. 30.
인쇄 거목문화사/거목인포
 Tel: 02-2277-3324
 Fax: 02-2277-3390
 E-mail: guhmok@guhmok.com

Publisher Mi Ok Kim
Editor Hojin Lee
Published by The Korean Society of Food and Nutrition
 Tel: +82-53-320-1366 / Fax: +82-53-320-4572
 E-mail: ksfan88@hanmail.net
Printed Date 2024. 04. 30.
Printed by Guhmok Publishing/Guhmok Info
 Tel: +82-2-2277-3324
 Fax: +82-2-2277-3390
 E-mail: guhmok@guhmok.com

THE KOREAN JOURNAL OF FOOD AND NUTRITION

제37권 제2호 2024. 4



한 국 식 품 영 양 학 회

THE KOREAN SOCIETY OF FOOD AND NUTRITION
<http://ksfn.kr>