

# 한국식품영양학회지

THE KOREAN JOURNAL OF FOOD AND NUTRITION

Vol. 37, No. 4, August 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) 김종희(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 4호 2024년 8월

---

## 목 차

### <연구논문>

- 171 국내 유채 품종별 저온압착유의 품질특성 비교 ..... 안다희 · 유경단 · 정재희 · 최지봉 · 조현민 · 김동성 · 차영록
- 180 전처리 방법에 따른 생강과 생강박 분말의 품질 특성 ..... 조윤정 · 이종국 · 이소연 · 주정일
- 189 초산균을 달리하여 제조한 사과식초의 품질특성 ..... 박혜진 · 박재은 · 강혜정 · 김민자 · 김건희 · 엄현주
- 197 Development of an Optimal Convolutional Neural Network Backbone Model for Personalized Rice Consumption Monitoring in Institutional Food Service Using Feature Extraction ..... Young Hoon Park and Eun Young Choi
- 211 곤드레, 삼채, 아로니아 주정 추출물의 항산화 및 세포 보호 효과 ..... 류혜숙 · 최해연
- 220 밀싹의 재배 정도별 항산화 활성과 이를 첨가한 설기떡의 품질특성 ..... 이경행
- 
- 226 ■ 학회소식
- 228 ■ 저자 체크표
- 229 ■ 저작권 이전 동의서
- 230 ■ 연구윤리서약서
- 231 ■ 한국식품영양학회 회칙
- 237 ■ 한국식품영양학회 연구윤리 규정
- 248 ■ 한국식품영양학회 논문 투고 규정

# THE KOREAN JOURNAL OF FOOD AND NUTRITION

Vol. 37, No. 4, August 2024

---

## CONTENTS

### <Original Articles>

- 171 Quality Characteristics of Cold-pressed Rapeseed Oils according to Different Varieties in Republic of Korea  
..... Da-Hee An, Gyeong-Dan Yu, Jae-Hee Jeong, Ji-Bong Choi,  
Hyun-Min Cho, Dong-Sung Kim and Young-Lok Cha
- 180 Quality Characteristics of Ginger and Ginger Pomace Powder according to Pretreatment Methods  
..... Yun-Jeong Jo, Jong-Kug Lee, So-Yeon Lee and Jung-Il Ju
- 189 Quality Characteristics of Apple Vinegar using Various Acetic Acid Bacteria  
..... Hye Jin Park, Jae Eun Park, Hye Jeong Kang, Min-Ja Kim, Geonhee Kim and Hyun-Ju Eom
- 197 Development of an Optimal Convolutional Neural Network Backbone Model for Personalized Rice Consumption Monitoring in Institutional Food Service using Feature Extraction ..... Young Hoon Park and Eun Young Choi
- 211 Antioxidant and Cell Protection Effects of Ethanolic Extract from *Cirsium setidens*, *Allium hookeri*, *Aronia melanocarpa*  
..... Hye Sook Ryu and Hae Yeon Choi
- 220 Antioxidant Activities of Wheat Sprouts by Cultivation Degree and Quality Characteristics of *Sulgidduk* added Wheat Sprouts  
..... Kyung-Haeng Lee
- 
- 226 ■ News of the Korean Society of Food and Nutrition
- 228 ■ Checklist for Original Article
- 229 ■ Copyright Transfer and Statement of Originality Korean Journal of Food and Nutrition
- 230 ■ Declaration of Ethical Conduct in Research
- 231 ■ The Rules of the Korean Society of Food and Nutrition
- 237 ■ Research Ethics Rules of the Korean Society of Food and Nutrition
- 248 ■ Guidelines for Submitting Manuscripts

## 국내 유채 품종별 저온압착유의 품질특성 비교

<sup>†</sup>안다희 · 유경단 · 정재희 · 최지봉 · 조현민 · 김동성 · 차영록\*

농촌진흥청 국립식량과학원 바이오에너지작물연구소 농업연구사,  
\*농촌진흥청 국립식량과학원 바이오에너지작물연구소 농업연구관

### Quality Characteristics of Cold-pressed Rapeseed Oils according to Different Varieties in Republic of Korea

<sup>†</sup>Da-Hee An, Gyeong-Dan Yu, Jae-Hee Jeong, Ji-Bong Choi,  
Hyun-Min Cho, Dong-Sung Kim and Young-Lok Cha\*

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

Rapeseed (*Brassica napus* L.) oil is mostly refined oil (RO). However, with increasing interest in health, the consumption of cold-pressed oil (CPO) without chemical refining is increasing in Korea. In this study, quality characteristics of CPO from rapeseed varieties 'Jungmo7001', 'Jungmo7002', 'Jungmo7003', and 'Yuryeo' were evaluated and compared with RO, a commercial product. L-value and a-value were lower while b-value was significantly higher for CPO than those for RO. Analysis of fatty acid compositions of each oil revealed that CPO from 'Yuryeo' contained the highest oleic acid at 74%. Analyses of contents of bioactive compounds in CPOs and RO revealed that contents of tocopherol,  $\beta$ -carotene, and canolol were the highest in CPOs from 'Jungmo7003', 'Jungmo7002', and 'Jungmo7001' at 55.5, 0.3, and 0.2 mg/100 g, respectively. In addition, CPOs contained higher contents of bioactive compounds than RO, suggesting that CPO could provide health benefits. The induction period of CPOs measured using Rancimat were 9~52% longer than that for RO, indicating that CPOs had a higher oxidative stability under given conditions. These results could be used to obtain basic data on quality of domestic rapeseed varieties.

Key words: rapeseed, cold-pressed-oil, quality properties, functionality

#### 서 론

유채(*Brassica napus* L.)는 십자화과에 속하는 작물로 식용유 생산에 주요한 자원 중 하나이며, 전 세계 식물성 유지 시장에서 유채유는 팜유, 대두유 다음으로 생산량이 많다(FAO 2017). 유채유는 포화지방산이 적고, 올레인산(oleic acid, C18:1) 등의 불포화지방산이 90% 이상으로 많다(An 등 2023). 유채유의 불포화지방산은 총 콜레스테롤과 저밀도-콜레스테롤을 낮춰 심혈관 질환의 위험을 감소시킬 수 있다(Baxheinrich 등 2012). 더불어, 스테롤 및 폴리페놀 등의 다양

한 지용성 미량 성분이 함유되어 있고, 이러한 유용성분은 항산화, 항염 등 생물학적 효능으로 건강상 이점이 높다(Azadmard-Damirchi 등 2010; Chew SC 2020).

국내에서는 재배 목적에 맞는 다양한 유채 품종이 육성되고 있다. '중모7001'은 대조품종인 '한라유채'에 비해 꽃잎이 약 1.6배 크기 때문에 경관용으로 적합하다(Kim 등 2014). 마찬가지로 '중모7002'는 대조품종 대비 개화초기에 꽃이 일시적으로 개화하는 특성을 나타내기 때문에 개화 균일도가 좋다(Kim 등 2015). '중모7003'의 경우, 흰색 꽃이 피며 대조품종보다 꽃과 꽃잎의 크기가 약 1.2배 정도 크기 때문에 경관

<sup>†</sup> Corresponding author: Da-Hee An, Researcher, National Institute of Crop Science, Rural Development Administration, Muan 58545, Korea. Tel: +82-61-450-0139, Fax: +82-61-453-0085, E-mail: andahee@korea.kr

용으로 재배되고 있다(Kim 등 2016). 경관용 외 식용유 생산용 품종으로 도복 저항성이 높은 품종 ‘유려’가 최근 개발되었다(Jeong 등 2024). 그러나 다양한 유채 품종을 대상으로 수행된 식용유의 품질특성 연구는 부족한 실정이다.

성숙한 유채 종자로부터 식용 유채유를 생산하는 공정은 원료곡 전처리, 원유 추출 및 기름 정제 등 여러 단계를 포함한다(Matthäus B 2012). 정제(refining) 과정에는 일반적으로 탈검(degumming), 중화(neutralization), 탈색(bleaching) 및 탈취(deodorization)의 연속적인 작업이 해당한다. 정제는 불필요한 성분을 제거함으로써 식용유의 감각적·기능적 특성을 개선할 수 있으나, 정제 중 건강에 유용한 성분들이 다소 소실되며 유해한 트랜스지방산 등이 형성될 수 있다(Szydłowska-Czerniak 등 2008; Lamas 등 2016; Gharby S 2022). 최근 국내에서 안전한 먹거리에 관한 관심이 높아짐에 따라 정제를 최소화한 저온압착 유채유의 생산·소비가 증가하고 있다. 그러나 유채유의 제조 방법에 따른 품질 및 영양학적 특성에 대한 정보가 부족하므로 관련 연구가 필요하다.

따라서 본 연구에서는 국내에서 육성된 4품종을 대상으로 저온압착유의 지방산 조성, 유용성분 함량 및 산화안정성 등의 품질특성을 구명하였으며, 시중에 판매되는 정제유와 비교하여 국내 유채 활용성 증진을 위한 기초자료로 활용하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 시험재료

본 연구에서는 농촌진흥청 국립식량과학원 바이오에너지 작물연구소에서 육성된 품종 ‘중모7001’, ‘중모7002’, ‘중모7003’ 및 ‘유려’를 이용하였다(Kim 등 2014; Kim 등 2015; Kim 등 2016; Jeong 등 2024). 2021년 10월 중순 파종하여 2022년 6월경 수확한 종실을 정선 및 세척한 후 재료로 사용하였다. 각 품종별로 반복당 100 g의 종실을 엑스펠러식 소형착유기(Korea-pack, Korea)로 착유부의 가열없이 착유하였다(저온압착유, cold-pressed oil; CPO). 대조구로 사용한 카놀라유는 저온압착유와 달리 정제 과정을 거친 기름으로 시중에 유통되는 제품을 구매하여 이용하였으며, 품종별 저온압착유와 구분하기 위해 정제유(refined oil; RO)로 표기하였다.

### 2. 색도 측정

유채유의 색도를 측정하기 위해 분광측색계(CM-5, Konica Minolta, Tokyo, Japan)를 사용하였고, 명도(L-value), 적색도(a-value) 및 황색도(b-value)로 나타내었다. 대조구 대비 품종별 저온압착유의 색차( $\Delta E$ )는 다음과 같은 식으로 계산하였다.

$$\Delta E = \sqrt{(L-L_0)^2 + (a-a_0)^2 + (b-b_0)^2}$$

### 3. 산가 및 요오드가 측정

대조구와 품종별 저온압착유의 산가 및 요오드가는 식품공전(MFDS 2021)에 준하여 측정하였다. 산가는 기름 5 g에 ether : ethanol(3:2, v/v) 혼합용액 100 mL을 가하여 녹인 후 1% phenolphthalein 용액을 지시약으로 첨가하였고 옅은 홍색이 될 때까지 0.1 N KOH 에탄올성 용액으로 적정하였다.

요오드가는 기름 0.2 g을 chloroform 25 mL에 용해한 후 Wijs solution 25 mL을 가하여 암소에서 30분간 반응시켰다. 1 N potassium iodine 용액 20 mL과 증류수 100 mL을 넣은 후 1% starch 용액을 지시약으로 첨가하였고 무색이 될 때까지 0.01 N sodium thiosulfate 용액으로 적정하였다.

### 4. 지방산 조성 분석

대조구 및 품종별 저온압착유를 100  $\mu$ L 취하여 sodium methoxide 30 wt% solution 1 mL과 methanol 15 mL을 가한 후 지방산의 메틸화를 위해 80°C에서 2시간 반응시켰다. 상온에서 냉각한 후 n-hexane 15 mL을 가하여 형성된 fatty acid methyl esters(FAMEs)를 추출하였고, 상층액을 0.2  $\mu$ m PTFE syringe filter로 여과한 후 분석에 이용하였다(Lee 등 2014). 지방산 조성은 gas chromatograph(7890A, Agilent Technologies, Santa Clara, CA USA)로 분석하였고, 검출기는 flame ionization detector(FID; Agilent Technologies)로 하였다. 분석에 사용한 컬럼은 HP-INNOWAX(30 m $\times$ 0.32 mm $\times$ 0.25  $\mu$ m, Agilent Technologies)이며, 주입부와 검출기의 온도는 각 200°C와 250°C로 설정하였다. 오븐 온도는 140°C에서 1분간 유지하고 분당 6°C씩 상승시켜 250°C에서 5분간 유지하도록 하였다. 크로마토그램상 각 지방산의 머무름 시간을 확인하여 각 peak의 면적을 상대적인 백분율로 나타내었다.

### 5. 기능성분 함량 분석

대조구 및 품종별 저온압착유의 토코페롤 함량 분석을 위해 각각의 기름 0.1 g을 정밀히 칭량하여 2-propanol 1 mL에 용해한 다음, 0.2  $\mu$ m PTFE syringe filter로 여과한 후 분석용 시료로 사용하였다(Gliszczyńska-Świągło & Sikorska 2004).

$\beta$ -카로틴 함량을 비교하기 위해 알칼리 비누화법으로 추출 및 분석하였다(Hwang 등 2019). 기름 1 g에 3% pyrogallol 에탄올 용액 10 mL과 60% KOH 용액 2 mL을 가한 후 70°C 수욕 상에서 30분간 진탕하며 비누화하였다. 반응물을 냉각시킨 후 2.25% NaCl 용액 10 mL과 n-hexane : ethyl acetate (9:1, v/v) 혼합용액 15 mL을 가하여 진탕하였다. 분리된 상층액을 취하고 n-hexane : ethyl acetate 혼합용액을 동량 가하여

2회 반복 추출하였다. 추출한 용액은 감압농축한 후 ethanol로 적정량까지 희석하고 0.2  $\mu\text{m}$  PTFE syringe filter로 여과한 것을 시험용액으로 하였다.

카놀롤 함량은 Yu 등(2021)의 방법을 일부 변형하여 분석하였다. 기름 4 g에 80% methanol 용액 5 mL을 가한 후 15분간 초음파(sonication) 처리하여 폐놀 성분을 추출하였다. 추출물은 4,200 $\times$ g에서 25분간 원심분리하였고, 상층액을 취하여 0.2  $\mu\text{m}$  PTFE syringe filter로 여과한 후 분석에 사용하였다. 기름의 기능성분 함량은 high performance liquid chromatograph (HPLC; Agilent 1200, Agilent Technologies)를 이용하여 분석하였으며, 각 분석조건은 Table 1과 같다.

## 6. 산화안정성 분석

정제유와 품종별 저온압착유 간의 산화안정성 비교를 위해 Rancimat(893 biodiesel, Metrohm, Switzerland)을 이용하여 강제 산화시킨 후 산화유도기간(induction period)을 측정하였다. 각각의 기름을 reaction vessel에 1.5 g 취하여 100 $^{\circ}\text{C}$  가열

및 20 L/h의 공기 주입하여 산화를 유도하였다. 산화반응 중 케톤류, 알데하이드류 등의 발생에 따른 measuring vessel 내 증류수의 전도도 변화를 측정하여 산화유도기간을 결정하였으며, 모든 시료에 대하여 3회 반복 측정한 평균값으로 나타내었다.

## 7. 통계분석

본 연구의 결과는 R-studio(ver. 1. 3. 1093)을 이용하여 통계 분석하였으며, 각 분석 항목의 평균에 대한 ANOVA 분석 후 던칸 다중범위검정(Duncan's multiple range test)을 수행하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 품종별 저온압착유의 색도 비교

국내 육성 유채 4품종 ‘중모7001’, ‘중모7002’, ‘중모7003’ 및 ‘유려’ 유채 저온압착유 간의 색도를 비교하였고, 정제유

**Table 1. The analytical conditions of HPLC for  $\beta$ -carotene and tocopherol in rapeseed oils**

Bioactive compounds	Parameters	Conditions
Tocopherol	Mobile phase	Acetonitrile-methanol (5:5, v/v)
	Flow rate	1 mL/min
	Column	Symmetry C18 (3.9 $\times$ 150 mm, 5 $\mu\text{m}$ ) $\mu$ -bondapak C18 guard column (3.9 $\times$ 20 mm, 10 $\mu\text{m}$ )
	Oven temp.	30 $^{\circ}\text{C}$
	Injection vol.	20 $\mu\text{L}$
	Detector	Fluorescence detector (1260, Agilent Technologies)
	Wavelength	Excitation 295 nm, Emission 325 nm
$\beta$ -carotene	Mobile phase	Acetonitrile-methanol-dichloromethane (6:1:3, v/v)
	Flow rate	0.6 mL/min
	Column	Capcell Pak C18 UC120 (4.6 $\times$ 150 mm, 5 $\mu\text{m}$ )
	Oven temp.	40 $^{\circ}\text{C}$
	Injection vol.	20 $\mu\text{L}$
	Detector	UV detector (1260, Agilent Technologies)
	Wavelength	450 nm
Canolol	Mobile phase	Sol. A: 0.2% acetic acid (v/v), Sol. B: Methanol Gradient: Sol. B 50% (0~8 min) $\rightarrow$ Sol. B 70% (8~20 min) $\rightarrow$ Sol. B 75% (20~25 min) $\rightarrow$ Sol. B 95% (25~30 min) $\rightarrow$ Sol. B 50% (30~35 min)
	Flow rate	0.8 mL/min
	Column	Luna RP C18 (4.6 $\times$ 250 mm, 5 $\mu\text{m}$ )
	Oven temp.	30 $^{\circ}\text{C}$
	Injection vol.	10 $\mu\text{L}$
	Detector	UV detector (1260, Agilent Technologies)
	Wavelength	280 nm

**Table 2. Comparison of color values between cold-pressed rapeseed oils from 4 varieties and refined oil**

Oil type <sup>1)</sup>	Varieties	L*	a*	b*	ΔE <sup>2)</sup>
RO	-	100.1 <sup>a</sup>	-0.45 <sup>a</sup>	1.48 <sup>c</sup>	-
	JM7001	94.15 <sup>c</sup>	-4.03 <sup>b</sup>	76.64 <sup>a</sup>	49.9
CPO	JM7002	94.30 <sup>c</sup>	-4.24 <sup>b</sup>	70.88 <sup>a</sup>	52.2
	JM7003	94.62 <sup>c</sup>	-4.64 <sup>c</sup>	69.53 <sup>a</sup>	56.3
	YR	95.83 <sup>b</sup>	-4.75 <sup>c</sup>	50.84 <sup>b</sup>	57.1

Different lowercase letters indicate significant difference at  $p < 0.05$  by Duncan's multiple range test.

<sup>1)</sup> RO: refined oil, CPO: cold-pressed oil.

<sup>2)</sup> ΔE: total color difference parameter.

와 색차(TCD parameter, ΔEab)를 평가하였다(Table 2). 저온압착유의 명도(L-value), 적색도(a-value) 및 황색도(b-value)는 각각 94.2~95.8, -4.8~-4.0 및 50.8~76.6의 범위로 나타났으며, 정제유의 명도, 적색도 및 황색도(각 100.1, -0.5 및 1.5)와 비교하여 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 특히 '유려'의 경우, 95.8 (L\*), -4.8 (a\*) 및 50.8 (b\*) 값을 나타내어 타 품종 대비 명도가 높고 적색도와 황색도는 낮았다. 이에 따라 정제유와의 색차 역시 크게 나타나는 것을 확인하였다. 기름의 색은 제품의 품질 및 소비자의 선호도 등과 연관이 있어 중요한 관능적 특성 중 하나이다. 하지만 기름은 원료곡의 재배 지역, 수확 시기 등의 환경요인뿐만 아니라 착유방법, 정제-저장조건 등의 생산공정에 따라 색도가 상이할 수 있기 때문에 품종 외 다른 요인도 함께 고려해야 할 필요가 있다(Sydow 등 2021; Ning 등 2023).

## 2. 품종별 저온압착 유채유의 지방산 조성 비교

정제유와 저온압착유 4종을 대상으로 기름의 지방산 조성을 분석하였고, 일정 비율 이상(>1%)의 조성만을 나타내었다(Table 3). 모든 기름에서 올레인산(C18:1)이 65~74% 정도로 가장 높은 함량을 보였으며, 다음은 리놀렌산(C18:2, 11~20%), 리놀레산(C18:3, 6.9~8.6%), 팔미트산(C16:0, 3.4~4.2%),

그리고 스테아르산(C18:0, 2.0~2.2%) 순으로 나타났다. 4종의 저온압착유 중 '유려' 품종 유래 기름에서 올레인산의 함량이 74%로 타 품종 대비 높았고, 올레인산 함량 증가에 따라 리놀렌산이 유의하게 낮음을 확인하였다. 이는 원료곡에서 보인 고올레산 특성이 원료곡을 압착해 얻은 기름에서도 나타나는 것을 알 수 있었다(Jeong 등 2024). 또한 정제유와 저온압착유의 지방산 조성을 비교했을 때, 정제유에서 팔미트산이 4.2%로 3.4~3.8%인 저온압착유 대비 높은 경향을 보였으나, 그 외 유의미한 지방산 조성 차이는 관찰되지 않았다. 이전 옥수수 등 식물성 기름의 정제 단계별 지방산 조성을 비교한 결과도 본 연구 결과와 같이 유의적인 차이를 보이지 않았으며, 이를 통해 제조 방법에 따른 주요 지방산 조성 변화는 크지 않은 것으로 판단된다(Ferrari 등 1996; Sánchez-Machado 등 2015).

## 3. 유채 품종별 저온압착유의 이화학적 특성 분석

개봉 직후의 정제유 및 착유 직후의 저온압착유를 대상으로 유지의 산패를 나타내는 지표 중 하나인 산가를 측정하였다(Fig. 1). 정제유의 산가는 0.05 mg KOH/g으로 낮았고, 4종의 저온압착유는 0.31~0.67 mg KOH/g으로 정제유 대비 높은 값을 나타냈다. 산가는 글리세라이드 형태에서 유리된 지방

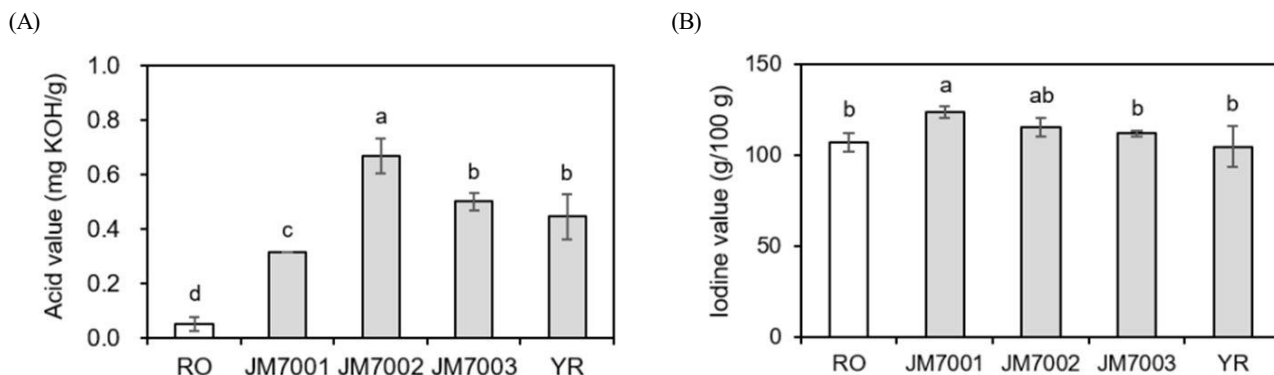
**Table 3. The fatty acid composition of cold-pressed rapeseed oils from 4 varieties and refined oil**

Oil type <sup>1)</sup>	Varieties	Fatty acid composition (%)						
		C16:0	C18:0	C18:1	C18:2	C18:3	C20:1	Etc
RO	-	4.2 <sup>a</sup>	2.0 <sup>b</sup>	65.2 <sup>b</sup>	18.5 <sup>b</sup>	6.9 <sup>c</sup>	1.1 <sup>n.s.</sup>	2.1 <sup>a</sup>
	JM7001	3.7 <sup>c</sup>	2.0 <sup>b</sup>	64.8 <sup>bc</sup>	20.0 <sup>a</sup>	7.7 <sup>b</sup>	1.1	0.7 <sup>b</sup>
CPO	JM7002	3.8 <sup>b</sup>	2.1 <sup>ab</sup>	65.1 <sup>b</sup>	18.3 <sup>b</sup>	8.6 <sup>a</sup>	1.1	1.1 <sup>b</sup>
	JM7003	3.7 <sup>d</sup>	2.2 <sup>a</sup>	64.3 <sup>c</sup>	19.6 <sup>a</sup>	7.4 <sup>b</sup>	1.0	1.8 <sup>a</sup>
	YR	3.4 <sup>c</sup>	2.1 <sup>ab</sup>	73.9 <sup>a</sup>	11.2 <sup>c</sup>	7.4 <sup>b</sup>	1.2	0.6 <sup>b</sup>

Different lowercase letters indicate significant difference at  $p < 0.05$  by Duncan's multiple range test. n.s., not significant.

<sup>1)</sup> RO: refined oil, CPO: cold-pressed oil.





**Fig. 1. The acid value (A) and iodine value (B) of each analyzed oils. Error bars indicated standard deviation of the mean (n=3). Different letters written on the bars indicate significant difference at  $p < 0.05$  by Duncan's multiple range test. RO, refined oil; JM7001, JM7002, JM7003, and YR, CPO from variety 'Jungmo7001', 'Jungmo7002', 'Jungmo7003', and 'Yuryeo'.**

산의 함량을 나타내는 값으로 산패가 진행될수록 유리지방산이 많아 산가 역시 높아지게 된다. 또한 유지 중에 유리지방산이 많을수록 산화 속도 역시 촉진할 수 있어 시중에 판매되는 식용유 대부분은 탈산(neutralization) 공정을 거친다(Barden & Decker 2016). 이에 본 연구 결과와 같이 정제유에서 낮은 산가를 보인 것으로 판단된다. 본 연구에 사용된 모든 유채유는 식품공전 상 규격에 적합한 산가를 보이거나(채종유 <math>0.6 \text{ mg KOH/g}</math>, 압착유 <math>< 4.0</math>), 유지의 저장 및 사용에 따른 산가 변화를 통해 각 시료의 산패도 비교가 필요할 것으로 생각된다.

Fig. 1B는 정제유와 4종의 저온압착유에 대한 요오드가를 나타냈다. 요오드가는 지방질의 불포화도와 비례하며, 값이 클수록 불포화지방산이 많고 산패에 민감하다(Alireza 등 2010). 4종의 저온압착유 중 '중모7001' 유래 기름이  $123.7 \text{ g/100 g oil}$ 로 요오드가가 가장 높았고, '유려' 유래 기름이  $104.9 \text{ g/100 g oil}$ 로 가장 낮았다. 이는 '중모7001'의 다중불포화지방산(polyunsaturated fatty acid; 리놀레산과 리놀렌산의 합) 비율이 27.7%로 저온압착유 중 가장 높고, '유려'가 18.6%로 가장 낮은 것에 기인한 결과로 판단된다(Table 3).

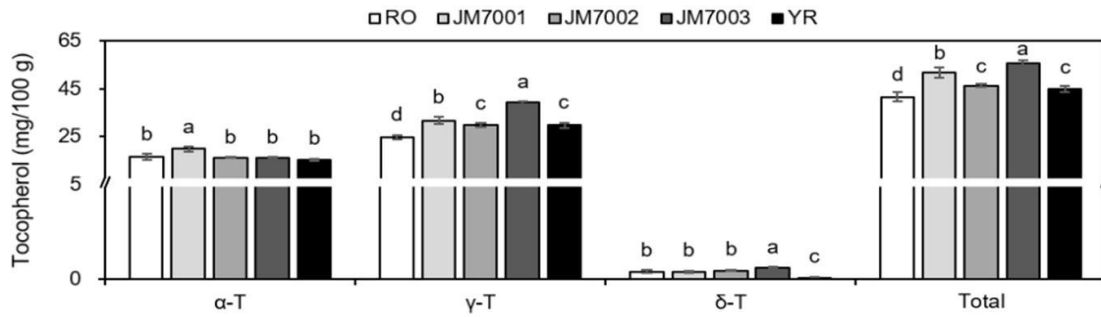
#### 4. 유채 품종별 저온압착유의 기능성분 함량 비교

정제유와 4품종별 저온압착유의 토크페롤,  $\beta$ -카로틴 및 카놀롤의 함량을 비교하였다(Fig. 2). 품종별 저온압착유의 총 토크페롤 함량을 비교하면 '중모7003'이  $55.5 \text{ mg/100 g}$ 로 가장 높고, '중모7001'( $51.8 \text{ mg/100 g}$ ), '중모7002'( $46.3 \text{ mg/100 g}$ ), 그리고 '유려'( $44.9 \text{ mg/100 g}$ ) 순으로 나타났다(Fig. 2A). 정제유의 총 토크페롤 함량은  $41.6 \text{ mg/100 g}$ 로 저온압착유 대비 유의하게 낮았다. 이는 정제유 제조과정 중 정제(refining)를 거치며 기능성분이 일부 소실된 것으로 판

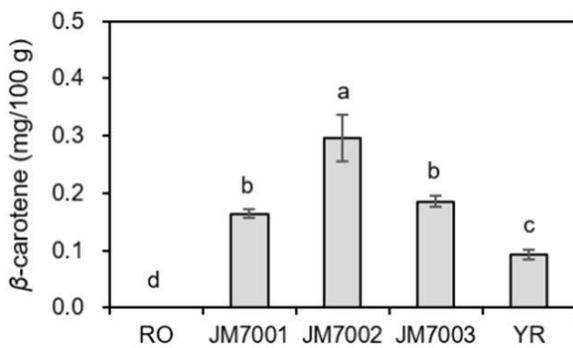
단된다. 이전 연구 결과를 통해 정제 과정 중 약 35%의 토크페롤이 소실되는 것을 확인하였다(Ferrari 등 1996; Ghazani 등 2014). 더불어 Rekas 등(2016)에 따르면 본 연구 결과와 같이 유채 품종 간 토크페롤의 함량이 유의하게 다른 것으로 나타났으나, 식물성 유지의 토크페롤 함량은 기후조건, 가공 및 저장조건 등 다양한 요인에 의해 영향을 받을 수 있으므로 품종 외 다른 요인도 고려해야 할 필요가 있다(Obranović 등 2015). 또한, 유채유의 토크페롤 조성은  $\gamma$ -토크페롤이  $24.7\text{--}39.0 \text{ mg/100 g}$ 로 가장 많았고, 다음  $\alpha$ -토크페롤이  $15.3\text{--}19.7 \text{ mg/100 g}$ ,  $\delta$ -토크페롤이  $0.1\text{--}0.6 \text{ mg/100 g}$ 로 낮았다. 토크페롤은 지용성 비타민 중 하나로 지방산의 유리 라디칼에 수소 원자를 공여함으로써 지질의 자동산화를 지연시킨다(Barouh 등 2022). 주로 식물성 유지에 존재하는 토크페롤은  $\alpha$ -토크페롤과  $\gamma$ -토크페롤이며, 이 두 토크페롤은 다른 형태보다 항산화 활성이 높다고 알려져 있다(Seppanen 등 2010).

$\beta$ -카로틴은 기름 내 과산화물 음이온(superoxide anion)을 중화하여 산화의 전파(propagation)를 억제하고, 최종적으로 산화를 종료(termination)시킨다(Galano 등 2010). 이러한  $\beta$ -카로틴의 항산화 활성으로 심혈관 질환 예방 등의 생리학적 기능을 갖기 때문에 유채유에서 주요한 영양성분 중 하나이다(Kulczyński 등 2017). 본 연구에서 4품종 간 저온압착유의  $\beta$ -카로틴 함량을 비교한 결과, '중모7002'가  $0.30 \text{ mg/100 g}$ 로 높았고 '유려'가  $0.09 \text{ mg/100 g}$ 로 낮게 나타났다(Fig. 2B). 또한 저온압착유 대비 정제유에서는  $\beta$ -카로틴이 전혀 검출되지 않았으며, 이는 정제 중 색소 성분이 제거되어 야기된 결과로 판단된다(Li 등 2019). Kreps 등(2014)에 따르면 물리적 정제가 유채유의 화학적 특성에 미치는 영향을 비교한 결과,  $\beta$ -카로틴의 함량이 탈색 과정에서 73.3% 소실되어 탈검

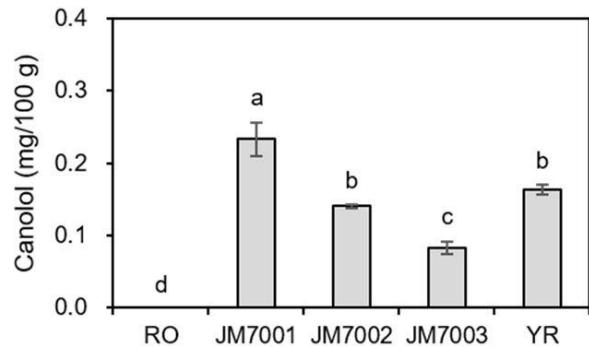
(A)



(B)



(C)



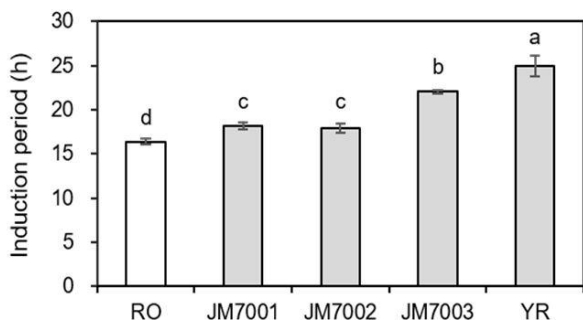
**Fig. 2. The content of bioactive compounds in rapeseed oil samples.** (A) Tocopherol content and composition of 4 CPOs and RO. Total tocopherol content is the sum of α-, γ-, and δ- tocopherol content. (B, C) Comparison of the β-carotene and canolol content among 4 CPOs and RO. β-carotene and canolol were not detected in RO. Means±S.D. followed by different letters are significantly different according to Duncan’s multiple range test ( $p < 0.05$ ). RO, refined oil; JM7001, JM7002, JM7003, and YR, CPO from variety ‘Jungmo7001’, ‘Jungmo7002’, ‘Jungmo7003’, and ‘Yuryeo’.

(20.6%) 및 탈취(24.4%) 대비 많이 일어나는 것을 알 수 있었다.

카놀롤(Canolol; 4-vinylsyringol)은 카놀라 원유에서 분리된 성분으로 시나핀산(sinapic acid)의 탈탄산 작용에 의해 생성되는 페놀산이다. Kuwahara 등(2004)은 카놀롤이 내인성 돌연변이 유발 물질인 과산화질산염(peroxynitrite, ONOO<sup>-</sup>) 소거 활성을 가지며, 이 활성은 α-토코페롤 또는 비타민C보다 높았다고 밝혔다. 뿐만 아니라 카놀롤은 알킬퍼옥시라디칼(ROO<sup>·</sup>) 소거 활성으로 높은 항산화능을 가진다(Wakamatsu 등 2005). 본 연구에서는 4품종별 저온압착유의 카놀롤 함량을 비교했을 때, ‘중모7001’이 0.23 mg/100 g으로 가장 많았으며, ‘유려’ 0.16 mg/100 g, ‘중모7002’ 0.14 mg/100 g, 그리고 ‘중모7003’ 0.08 mg/100 g 순으로 낮았다(Fig. 2C). 또한 정제유에서는 카놀롤 성분이 검출되지 않아 β-카로틴과 같이 정제 과정에서 소실된 것으로 사료된다. 이전 보고에 따르면, 수용성의 카놀롤은 탈산 과정에서 검화되며 원유로부터 최대 80%까지 제거된다(Wakamatsu, 2005; Zacchi & Eggers 2008; Kraljić 등 2015).

### 5. 유채 품종별 저온압착유의 산화안정성 비교

산화안정성은 지질의 산화가 시작되는 시점까지 걸리는 시간을 나타낸 산화유도기간(induction period)으로 결정되며, 이는 식용유의 품질 유지 기한, 품질특성 등을 평가할 수 있는 중요한 요인 중 하나이다. 미국유지화학회(American Oil Chemists’ Society, AOCS)는 산화안정성을 분석하는 다양한 방법 중 rancimat을 제안하였다(AOCS 2012). Rancimat은 강제산화 조건에서 생성된 휘발성 카보닐산 등에 의해 변화하는 전기전도도를 측정하며, 식용유지 및 식물추출물 등 다양한 시료의 산화안정성을 평가할 수 있다(Anwar 등 2003; Mateos 등 2006; Lante & Friso 2013). Rancimat 방법을 이용하여 정제유와 4품종의 저온압착유의 산화안정성을 측정하였다(Fig. 3). 가열 및 공기 주입을 통한 강제산화 조건 하에서 저온압착유의 산화유도기간은 ‘유려’가 25시간으로 가장 길었다. ‘중모7003’의 산화유도기간은 22시간이었으며, ‘중모7001’과 ‘중모7002’가 18시간으로 짧았다. 이를 통해 품종 ‘유려’가 다른 3품종 대비 상대적으로 산화에 안정적임을 알 수 있었다. 정

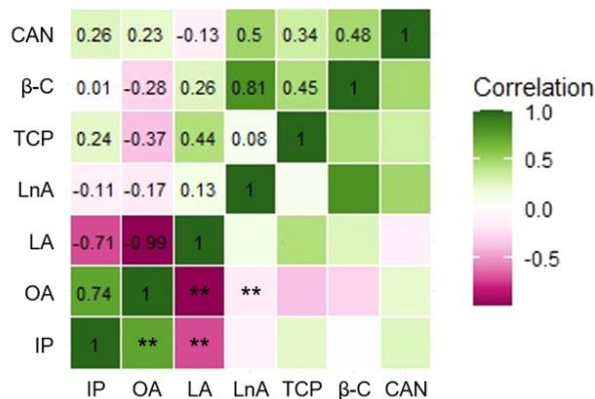


**Fig. 3. The oxidative stability of each rapeseed oil through an accelerated oxidation test using Rancimat.** The oxidative stability was expressed as induction period. The induction periods of samples means the point at which the water conductivity sudden increases in the measuring vessel. Each value is the mean±S.D. of three independent measurements. Data were statistically analyzed using Duncan’s multiple range test ( $p < 0.05$ ). RO, refined oil; JM7001, JM7002, JM7003, and YR, CPO from variety ‘Jungmo7001’, ‘Jungmo7002’, ‘Jungmo7003’, and ‘Yuryeo’.

제유와 저온압착유 간의 산화유도기간을 비교한 결과, 정제유는 16시간으로 18~25시간인 저온압착유 대비 다소 짧았다. Fig. 4에서와 같이 산화유도기간은 올레인산과 높은 정의 상관, 리놀레산과 높은 부의 상관을 보였고, 상대적으로 토코페롤 등의 기능성분과는 비교적 상관이 낮은 것을 알 수 있었다(Sabolová 등 2017).

### 요약 및 결론

본 연구에서는 국내 육성 유채 품종 유래 저온압착유의 품질특성을 구명하고자 ‘중모7001’, ‘중모7002’, ‘중모7003’과 ‘유려’ 품종을 이용하여 기름을 착유하였고, 시중에서 판매되는 정제유를 대조구로 하여 색도, 지방산 조성, 산가, 유용 성분 함량, 산화안정성을 비교하였다. 정제유와 비교하여 저온압착유는 기름의 명도와 적색도가 증가하고 황색도는 감소하였다. 각 유채유 시료별로 지방산 조성의 차이를 보면 정제유와 저온압착유 간의 조성 차이는 크지 않았으나, 4품종의 저온압착유에서 ‘유려’가 올레인산 함량이 73%로 가장 높게 나타났다. 또한 정제유의 산가는 0.05 mg KOH/g으로 낮았고, 4종의 저온압착유는 0.31~0.67 mg KOH/g으로 정제유 대비 높았다. 본 연구에서 분석한 기능성분 모두 정제유 대비 저온압착유에서 높게 나타났다. 4종의 저온압착유에서 총 토코페롤 함량은 ‘중모7003’이 55.5 mg/100 g으로 높았고, β-카로틴 및 카놀롤은 각각 ‘중모7002’(0.3 mg/100 g) 및 ‘중



**Fig. 4. Correlation analysis among quality properties in this study.** The numbers on upper side represent the value of the Pearson correlation coefficient. The star marks on lower side indicate the significance of each correlation, and non-significant correlation are represented as blank ( $p < 0.01$ ). Green and pink color denote positive and negative correlations, respectively. Color darkness indicates correlation strength. IP, Induction period; OA, Oleic acid (C18:1); LA, Linoleic acid (C18:2); LnA, Linolenic acid (C18:3); TCP, Total tocopherol; β-C, β-carotene; CAN, Canolol.

모7001’(0.23 mg/100 g)에서 높게 나타났다. 마지막으로 강제 산화조건 하에서 산화유도기간은 ‘유려’가 25시간으로 가장 길어 산화안정성이 ‘중모7002’ 대비 1.4배 높은 것으로 판단되며, 이는 지방산 조성과 높은 상관을 보였다. 이를 종합해 볼 때, 정제유 대비 저온압착유에서 비교적 기능성분 함량이 높았으며, 품종에 따라 저온압착유의 지방산 조성 및 기능성분 함량 등에 차이가 있음을 확인하였다. 본 연구는 저온압착유의 품질특성을 기반으로 한 품종 육성에 기초자료로 활용될 수 있으며, 향후 기후, 재배 방법 등의 다양한 조건에서 유채유의 품질 분석이 이루어져야 할 것으로 보인다.

### 감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 작물시험연구사업(과제번호: PJ016 815012024)의 지원에 의해 수행되었다.

### References

Alireza S, Tan CP, Hamed M, Che Man YB. 2010. Effect of frying process on fatty acid composition and iodine value of selected vegetable oils and their blends. *Int Food Res J* 17:295-302

- American Oil Chemists' Society [AOCS]. 2012. Official Methods and Recommended Practices of the AOCS. 4<sup>th</sup> ed. American Oil Chemists' Society
- 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
- Anwar F, Bhangar MI, Kazi TG. 2003. Relationship between rancimat and active oxygen method values at varying temperatures for several oils and fats. *J Am Oil Chem Soc* 80:151-155
- Azadmard-Damirchi S, Habibi-Nodeh F, Hesari J, Nemati M, Achachlouei BF. 2010. Effect of pretreatment with microwaves on oxidative stability and nutraceuticals content of oil from rapeseed. *Food Chem* 121:1211-1215
- Barden L, Decker EA. 2016. Lipid oxidation in low-moisture food: A review. *Crit Rev Food Sci Nutr* 56:2467-2482
- Barouh N, Bourlieu-Lacanal C, Figueroa-Espinoza MC, Durand E, Villeneuve P. 2022. Tocopherols as antioxidants in lipid-based systems: The combination of chemical and physicochemical interactions determines their efficiency. *Compr Rev Food Sci Food Saf* 21:642-688
- Baxheinrich A, Stratmann B, Lee-Barkey YH, Tschöpe D, Wahrburg U. 2012. Effects of a rapeseed oil-enriched hypoenergetic diet with a high content of  $\alpha$ -linolenic acid on body weight and cardiovascular risk profile in patients with the metabolic syndrome. *Br J Nutr* 108:682-691
- Chew SC. 2020. Cold-pressed rapeseed (*Brassica napus*) oil: Chemistry and functionality. *Food Res Int* 131:108997
- Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO]. 2017. FAOSTAT. Available from <http://www.fao.org/faostat/> [cited 20 May 2024]
- Ferrari RA, Schulte E, Esteves W, Brühl L, Mukherjee KD. 1996. Minor constituents of vegetable oils during industrial processing. *J Am Oil Chem Soc* 73:587-592
- Galano A, Vargas R, Martínez A. 2010. Carotenoids can act as antioxidants by oxidizing the superoxide radical anion. *Phys Chem Chem Phys* 12:193-200
- Gharby S. 2022. Refining vegetable oils: Chemical and physical refining. *Sci World J* 2022:6627013
- Ghazani SM, García-Llata G, Marangoni AG. 2014. Micro-nutrient content of cold-pressed, hot-pressed, solvent extracted and RBD canola oil: Implications for nutrition and quality. *Eur J Lipid Sci Technol* 116:380-387
- Gliszczynska-Świągło A, Sikorska E. 2004. Simple reversed-phase liquid chromatography method for determination of tocopherol in edible plant oils. *J Chromatogr A* 1048:195-198
- Hwang KM, Bae JW, Hu SJ, Oh KS. 2019. Determination of  $\beta$ -carotene in infant formulas by high-performance liquid chromatography. *J Food Hyg Saf* 34:334-339
- Kim KS, Jang YS, Lee YH, Kim CW, Choi KH, Kang DS, Kim ST, Choi IH. 2014. A rapeseed intermediate parent 'Jungmo 7001' with wide adaptable large flower. *Korean J Breed Sci* 46:302-306
- Kim KS, Jang YS, Lee YH, Seo TC, Choi KH, Kang DS, Kim ST, Lee KB. 2015. A rapeseed intermediate parent 'Jungmo 7002' with flowering uniformity and lodging tolerance. *Korean J Breed Sci* 47:276-280
- Kim KS, Jang YS, Lee YH, Ko S, Choi KH, Shin JH, Lee KB. 2016. A new rapeseed variety 'Jungmo 7003' with white flower, early flowering and disease resistance. *Korean J Breed Sci* 48:339-343
- Kraljić K, Škevin D, Barišić L, Kovačević M, Obranović M, Jurčević I. 2015. Changes in 4-vinylsyringol and other phenolics during rapeseed oil refining. *Food Chem* 187:236-242
- Kreps F, Vrbiková, Schmidt Š. 2014. Influence of industrial physical refining on tocopherol, chlorophyll and beta-carotene content in sunflower and rapeseed oil. *Eur J Lipid Sci Technol* 116:1572-1582
- Kulczyński B, Gramza-Michałowska A, Kobus-Cisowska J, Kmiecik D. 2017. The role of carotenoids in the prevention and treatment of cardiovascular disease: Current state of knowledge. *J Funct Foods* 38:45-65
- Kuwahara H, Kanazawa A, Wakamatu D, Morimura S, Kida K, Akaike T, Maeda H. 2004. Antioxidative and antimutagenic activities of 4-vinyl-2,6-dimethoxyphenol (Canolol) isolated from Canola oil. *J Agric Food Chem* 52:4380-4387
- Jeong J, An DH, Cha YL, Choi JB, Kim SY, Kim KS. 2024. 'Yuryeo': A rapeseed with high oleic acid, resistant to Sclerotinia stem rot and lodging. *Korean J Breed Sci* 56:53-61
- Lamas DL, Constenla DT, Raab D. 2016. Effect of degumming process on physicochemical properties of sunflower oil. *Biocatal Agric Biotechnol* 6:138-143
- Lante A, Friso D. 2013. Oxidative stability and rheological properties of nanoemulsions with ultrasonic extracted green

- tea infusion. *Food Res Int* 54:269-276
- Lee TS, Lee YH, Kim KS, Lee HK, Jang YS, Choi IH, Kim KS. 2014. Effect of sowing time on oil content and fatty acid composition characteristics in rapeseed cultivars. *Korean J Plant Res* 27:202-208
- Li Y, Zhang L, Xu YJ, Li J, Cao P, Liu Y. 2019. Evaluation of the functional quality of rapeseed oil obtained by different extraction processes in a Sprague-Dawley rat model. *Food Fuct* 10:6503
- Mateos R, Uceda M, Aguilera MP, Escuderos ME, Maza GB. 2006. Relationship of Rancimat method values at varying temperatures for virgin olive oils. *Eur Food Res Technol* 223:246-252
- Matthäus B. 2012. Processing of virgin canola oils. Thiyam-Holländer U, Eskin NAM, Matthäus B (Eds.), In *Canola and Rapeseed: Production, Processing, Food Quality, and Nutrition*. pp.171-186. CRC Press
- Ministry of Food and Drug Safety [MFDS]. 2021. Korean Food Code (Test of Edible Oils). Munyoungsa
- Ning N, Hu B, Bai CY, Li XH, Kuai J, He HZ, Ren YL, Bo Wang, Jia CH, Zhou GS, Zhao SM. 2023. Influence of two-stage harvesting on the properties of cold-pressed rapeseed (*Brassica napus* L.) oils. *J Integr Agric* 22:265-278
- Obranović M, Škevin D, Kraljić K, Pospíšil M, Nederal S, Blekić M, Putnik P. 2015. Influence of climate, variety and production process on tocopherols, plastochromanol-8 and pigments in flaxseed oil. *Food Technol Biotechnol* 53: 496-504
- Rękas A, Wroniak M, Szterk A. 2016. Characterization of some quality properties and chemical composition of cold-pressed oils obtained from different rapeseed varieties cultivated in Poland. *Pol J Nat Sci* 31:249-261
- Sabolová M, Johanidesová A, Hasalíková E, Fišnar J, Doležal M, Réblová Z. 2017. Relationship between the composition of fats and oils and their oxidative stability at different temperatures, determined using the Oxipres apparatus. *Eur J Lipid Sci Technol* 119:1600454
- Sánchez-Machado DI, López-Cervantes J, Núñez-Gastélum JA, Servín de la Mora-López G, López-Hernández J, Paseiro-Losada P. 2015. Effect of the refining process on *Moringa oleifera* seed oil quality. *Food Chem* 187:53-57
- Seppanen CM, Song Q, Csallany AS. 2010. The antioxidant functions of tocopherol and tocotrienol homologues in oils, fats, and food systems. *J Am Oil Chem Soc* 87:469-481
- Sydow Z, Idaszewska N, Janeba-Bartoszewicz E, Bieńczyk K. 2021. The influence of pressing temperature and storage conditions on the quality of the linseed oil obtained from *Linum usitatissimum* L. *J Nat Fibers* 18:442-451
- Szydłowska-Czerniak A, Karlovits G, Dianoczki C, Recseg K, Szlyk G. 2008. Comparison of two analytical methods for assessing antioxidant capacity of rapeseed and olive oils. *J Am Oil Chem Soc* 85:141-149
- Wakamatsu D, Morimura S, Sawa T, Kida K, Nakai C, Maeda H. 2005. Isolation, identification, and structure of a potent alkyl-peroxyl radical scavenger in crude canola oil, canolol. *Biosci Biotechnol Biochem* 69:1568-1574
- Yu J, Wang M, Zhang M, Liu Y, Li J. 2021. Effect of infrared ray roasting on oxidation stability and flavor of virgin rapeseed oils. *J Food Sci* 86:2990-3000
- Zacchi P, Eggers R. 2008. High-temperature pre-conditioning of rapeseed: A polyphenol-enriched oil and the effect of refining. *Eur J Lipid Sci Technol* 110:111-119

---

Received 24 June, 2024

Revised 15 July, 2024

Accepted 08 August, 2024

## 전처리 방법에 따른 생강과 생강박 분말의 품질 특성

<sup>†</sup>조윤정 · 이종국 · 이소연 · 주정일\*

충청남도농업기술원 친환경농업과 농업연구사, \*충청남도농업기술원 친환경농업과 농업연구관

### Quality Characteristics of Ginger and Ginger Pomace Powder according to Pretreatment Methods

<sup>†</sup>Yun-Jeong Jo, Jong-Kug Lee, So-Yeon Lee and Jung-Il Ju\*

Researcher, Chungcheongnamdo Agricultural Research and Extension Services, Yesan 32418, Korea

\*Senior Researcher, Chungcheongnamdo Agricultural Research and Extension Services, Yesan 32418, Korea

#### Abstract

In this study, chemical properties and functional ingredients of ginger and ginger pomace discarded after juice were analyzed. Ginger and ginger pomace were subjected to hot air drying, steaming, followed by hot air drying, soaking in vitamin C for 1 hour and 3 hours. When soaked in vitamin C for 3 hours, the moisture content was highest at 9.2% for ginger and 7.3% for ginger pomace. Among inorganic ingredients, the potassium (K) content was high at 2,633.6 mg% in hot air-dried ginger after steaming and at 1,584.3 mg% in ginger pomace. Total flavonoid content of ginger pomace was high at 67.3 mg/g when soaked in vitamin C for 3 hours. Gingerol content was the highest at 9.8 mg/g when ginger was dried with hot air. It was 10.5 mg/g in ginger pomace. After ginger pomace was steamed and dried with hot air, shogaol content was as high as 2.0 mg/g.

Key words: ginger, hot air drying, ginger pomace, vitamin C soak

#### 서론

생강(*Ginger, Zingiber officinale* Roscoe)은 다년생의 열대 아시아 지역이 원산지인 작물로서(Jo 등 2011) 예로부터 향신료, 김치의 부원료, 한식 요리 등에 다양하게 세계적으로 널리 사용되고 있다(Kim 등 1992). 생강의 최대 생산국이자 수출국은 인도이며, 말레이시아, 중국, 대만, 타이, 자메이카, 나이지리아, 호주, 일본 등에서도 생산되고 있다(Kim 등 1991).

생강은 특유의 향과 맛을 지니고 있어 기호성이 좋은 향신료 중의 하나로 한방에서는 소화불량, 구토, 설사에 효과가 있고 혈액순환을 촉진하며 항염증 및 진통에 효과가 있다고 알려져 있다(Kim 등 2010). 주요 성분으로는 탄화수소류, 케톤류, 알콜류를 비롯하여 zingiberene,  $\gamma$ -cardinen 등의 휘발성 향기 성분, zingiberol, zingiberene 등의 정유 성분이 보고되고 있다(Connell & Sutherland 1969). 특히, 정유 성분 중 생강의 매운맛을 내게 하는 주성분인 6-gingerol 및 6-shogaol은 항산

화 작용(Lee 등 2011), 항균 작용(Sheo HJ 1999), 피부노화 억제 등의 효능이 알려지면서 건강식품 소재로 주목받고 있다.

특히, 국내에서 생강은 대부분 냉동 생강이나 양념 대용 형태로 이용되고 있어 생강 소비에 한계가 있는(Jung 등 2013) 반면, 국외에서는 소프트드링크인 콜라나 맥주 등의 향 원료, 소시지와 햄에 넣는 향신료로 사용되고 있으며, 인도 등지에서는 카레 등의 재료로 널리 사용되고 있다(Chung 등 2012).

생강에 관한 선행연구는 Thompson 등(1973)은 생강 중에 존재하는 단백질 분해효소인 zingibain을 이용한 육연화 효과에 대하여 보고한 바 있으며, 국내산 생강분말을 첨가한 소맥분의 리올리지 특성과 제빵 적성에 관한 연구(Kim EK 2009), 생강가루 첨가량에 따른 양갱의 품질특성(Han & Kim 2011)에서는 생강 양갱 제조 시 기능성 식품 소재로서의 가능성과 관능적 측면을 고려할 때 생강가루 1.0 g을 첨가하여 제조하는 것이 적합하였다고 보고하였다.

<sup>†</sup> Corresponding author: Yun-Jeong Jo, Researcher, Chungcheongnamdo Agricultural Research and Extension Services, Yesan 32418, Korea. Tel: +82-41-635-6124, Fax: +82-41-635-7923, E-mail: yjdk1128@korea.kr

식품에 있어 건조는 수분 함량이 많은 식품에서 수분을 제거하여 미생물 및 효소에 의한 부패나 변질을 방지하여 저장성 및 수송성을 부여함은 물론 새로운 식품개발에 있어 이용성이 확대되었다(Hong & Lee 2004). 대표적인 건조 방법인 열풍건조는 가장 널리 사용되고, 건조시간이 빠르고 간편하며 경제적인 뿐만 아니라 신속하고 균일하게 건조가 이루어진다(Holdsworth SD 1971). 생강과 착즙 후 다량 발생되고 대부분 버려지는 생강박 이용 및 간편성 증진을 위한 가공방법 중에 하나로는 분말화하는 것이고, 분말 형태로 가공되어 식품 산업에서 이용 및 다양한 가공 소재로 사용될 수 있어 생강과 생강박의 부가 가치를 창출 할 수 있는 방법으로 기대된다. 생강과 생강박에 대한 연구는 실생활에서의 활용 빈도보다 아직은 제한적이고 연구가 미미한 실정이며, 처리별 기능성 성분 및 식품 원료로써 이용 가능한지에 대한 연구가 필요하다.

생강은 수확 후 절단이나 박피 시 갈변 현상에 의해 품질이 저하되어 생강 제품을 개발하고 이용할 때 악영향을 끼쳐, 가장 보편적으로 사용되는 갈변 억제제 중 하나는 비타민 C이다. 따라서, 본 연구에서는 전처리별 생강과 착즙 후 버려지는 생강박을 열풍건조, 증자 후 열풍건조, 그리고 비타민 C에 1시간 및 3시간 침지하여 일반성분, 무기질, 기능성 성분 및 항산화 성분을 분석하여 생강 및 생강박의 분말 소비 확대 및 활용도를 높이고 기능성 식품소재로의 가능성에 대한 기초자료를 제공하고자 비교 분석하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 실험재료

본 연구에서 사용한 생강(*Zingiber officinale* Roscoe)은 2022년도 11월에 수확된 중생강으로 충청남도 서산 부석면 송시에 위치한 서산영농조합법인에서 구입하여 깨끗한 물로 3회 세척하여 불순물을 제거한 후 시료로 사용하였다. 비타민 C는 ES식품원료에서 구입하였고, 기능성 성분 및 항산화 활성 분석에 사용된 Rutin, Folin-Ciocalteureagent, Sodium carbonate, Diethylene glycol, DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) 시약은 Sigma Cheocal Co.(St, Louis, MO, USA) 등에서 구입하였다.

### 2. 생강 및 생강박 분말 제조

생강은 1.5 cm로 어슷 썰었고, 생강박은 생강 착즙(주)오스카전자, MS2080, Gimhae, Korea) 후 남은 부산물을 수거하여 생강과 생강박을 열풍건조기(한국기술건조기, HK-066, Jincheon, Korea)에서 50℃, 8시간 건조하였고, 증자(95℃, 25 min) 후 열풍건조기(한국기술건조기, HK-066, Jincheon, Korea)에서 50℃, 8시간 건조하였다. 그리고 비타민 C(ES 식품원료,

1%) 1시간, 3시간 침지 후 열풍건조기(한국기술건조기, HK-066, Jincheon, Korea)에서 50℃, 8시간 건조하여 편밀((주)성창기계, PC10SU5-T, Namyangju, Korea)로 분쇄하여 시료로 사용하였다.

## 3. 생강과 생강박의 이화학적 성분분석

### 1) 일반성분과 무기성분

일반성분 중에서 수분, 조지방 및 조회분 분석은 AOAC법(AOAC 1984)에 준하여 분석하였다. 즉, 수분 함량은 105℃ 상압 가열법으로 조지방은 soxhlet extraction method로 조회분 함량은 550℃ 회화법으로 분석하였다. 조단백질 함량은 Stewart 등(1964)의 방법에 따라 분석하였고, Dumas법을 활용한 질소분석기(Vario Max C/N, Elementar Co, Germany)로 질소함량을 분석 후 단백질 계수(6.25)를 곱하여 조단백질 함량을 표기하였다. 무기성분은 시료 1 g에 질산 8.0 mL와 과염소산 2.0 mL를 첨가하여 가열판에서 습식 분해하고 50 mL로 정용하여 여과(Whatman filterpaper No. 4)후 ICP(Inductively coupled plasma spectrometry)로 분석하였다(Table 1).

### 2) pH 및 당도, 색도

시료 1 g에 증류수 9 mL를 가하여 추출한 후 pH는 pH meter(Thermo Scientific Orion pH meter, MA, USA)로 측정하였고, 당도는 디지털 당도계(PAL-3, Ata go, Tokyo, Japan)를 사용하여 각각 3회 반복 측정하였다. 실험에 사용된 생강과 생강박 분말을 각각 petri-dish에 4 g씩 담아 3회 측정된 값의 평균을 구해 계산하였으며, 이때의 표준백색판의 색도는  $L=93.73$ ,  $b=-0.27$ ,  $b=0.81$ 이었고, Hunter L(lightness, 명도), a(redness, 적색도) 및 b(yellowness, 황색도) 값은 각각 Zero, Calibration을 통해 보정 후 색차계(Konica Minolta, Tokyo, Japan)를 이용하여 Hunter L, a, b값을 측정하였다.

**Table 1. Operating condition of ICP for analysis of minerals**

Item	Operating condition
Instrument	ICP-OES (Varian, Nederland)
Plasma flow	15.0 L/min
Auxiliary flow	1.5 L/min
Nebulizer flow	0.7 L/min
Wavelength (nm) Ca:	317.93, Fe: 238.20, K: 766.49, Mg: 279.08, P: 213.62

#### 4. DPPH 라디칼 소거능, 총 폴리페놀 및 총 플라보노이드 함량 분석

##### 1) DPPH 라디칼 소거능

시료의 DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl, SigmaAldrich, St. Louis, MO, USA) radical 소거능은 Im 등(2013)의 방법을 변형하여 측정하였다. 생강과 생강박 분말 시료 각각 1 g에 증류수 49 mL로 4시간 추출 여과한 시료액 1 mL에 DPPH 용액 1 mL를 가한 후 암실에서 30분간 방치 후, Multiskan Spectrum(Shimadzu, JP/UV-120-02)를 이용하여 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 대조구는 시료를 무첨가 후 비교하여 활성을 측정하였다.

##### 2) 총 플라보노이드(Total flavonoid)

총 플라보노이드 함량은 Chung HJ 등(2014)의 방법을 변형하여 colorimetric 방법으로 측정하였다. 생강과 생강박 분말 시료 각각 1 g에 증류수 49 mL로 4시간 추출 여과한 시료액 1 mL를 시험관에 넣어 Diethylene glycol 2 mL를 첨가 후 1 N sodium hydroxide 0.2 mL를 혼합한 다음 37°C에서 60 min 반응시킨 후 각 반응 혼합물의 흡광도를 420 nm에서 측정하였다. 이때 표준물질로는 rutin을 사용하였고 검량곡선을 작성하여 산출하였다.

##### 3) 총 폴리페놀(Total polyphenol)

총 페놀성 화합물 함량은 Folin-Denis법(Lee 등 2014a)에 따라 정량하였다. 즉, 생강과 생강박 분말 시료 1 g에 증류수 99 mL를 첨가해 상온에서 4시간 추출 후 여과한 추출 용액 2 mL에 Folin-Ciocalteu's phenol 시약 2 mL를 가해 혼합하고 3분 정지 후 10% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 2 mL를 넣어 진탕하고 1시간 동안 실온에서 반응시킨 후 UV-spectrophotometer (Optizen 3220UV, Mecasys Co., Korea)를 이용하여 700 nm에서 흡광도를 측정하였다. 대조구는 증류수를 넣어 동일하게 처리하였고, 이때 표준물질로는 tannic acid를 제조하여 검량곡선을 작성하여 산출하였다.

##### 5. 진저롤 및 쇼가올 성분분석

시료 2 g에 80% 에탄올을 넣어 4시간 추출한 후 여과지(Whatman filterpaper No. 4)에 여과 후 증류수를 가하여 초음파에 진탕 후 100 mL로 정용하였고, 0.45 µm-pore size cellulose filter로 여과한 후 Acetonitrile 60 : Water 40의 비율로 0.05 mL/min로 흘려보내 HPLC로 분석하였으며 본 연구에서 사용한 HPLC의 조건은 Table 2와 같다.

Table 2. Operating conditions of HPLC for analysis of gingerol and shogaol

Parameter	Operating condition
Column	LiChrospher RP-18
Flow rate	0.5 mL/min
Column temperature	25°C
Wavelength	282 nm
Injection volume	10 µL

#### 6. 통계분석

모든 실험 결과는 3회 이상 반복 측정하였고, 통계분석은 SPSS를 이용하여 평균값과 표준편차로 나타내었다. 동질성을 비교하기 위해 일원배치분산분석(one-way ANOVA test)을 실시한 후 측정값 간의 유의성을 Duncan's multiple range test로 검증하였다( $p < 0.05$ ).

## 결과 및 고찰

### 1. 생강과 생강박의 이화학적 성분분석

#### 1) 일반성분 분석

생강과 생강박을 처리별로 처리한 후 일반성분을 분석한 결과는 Table 3과 같다. 처리별 생강과 생강박의 수분 함량은 비타민 C를 3시간 침지한 것이 각각 9.2%, 7.3%로 높은 수분을 함유하고 있었고, 그 다음으로 비타민 C 1시간 침지, 증자 후 건조, 열풍건조 순으로 낮은 수분 함량을 보였다. 생강의 수분 함량의 경우 6.9~8.9% 사이로 값을 나타냈고, 생강 착즙박의 경우 4.8~7.0% 사이로 나타났다. 생강박이 생강보다 수분 함량이 낮은 이유로는 착즙 시 압력으로 인해 수분과 다른 영양성분이 추출되어 건조한 고형물이 남기 때문으로 판단된다. Lee 등(2012)의 경우 열풍건조한 생강의 수분 함량은 11.49%였지만 본 연구 결과에서는 6.9%로 다른 결과값을 보였다. 반면, 비타민 C 1시간, 3시간 침지 시 수분함량이 높게 나타난 이유로는 다른 처리에 비해 침지시간이 길어 높게 나온 걸로 판단된다. 단백질 함량은 열풍건조한 생강에서 13%로 가장 높았고, 비타민 C 3시간 침지 시 7.0%로 가장 낮은 값을 보였다. 생강박의 경우도 생강과 비슷하게 열풍건조 시 7.3%로 높았고, 비타민 C 3시간 침지 시 6.1%로 가장 낮은 경향을 보였다. Lee 등(2012)의 연구결과에서 열풍건조의 경우 6.61%, 증숙 후 열풍건조한 경우에는 4.95%로 본 연구 결과와는 상이하였다. 생강의 지방 함량은 비타민 C 3시간 침지 시 3.9%로 높았고, 열풍건조와 비타민 C 1시간 침지 시 3.6%로 나타났다. Lee 등(2012)의 경우 열풍건조한 생강의 조



**Table 3. Characteristics of general ingredients of ginger and ginger pomace according to pretreatment method (%)**

Treatment	Moisture	Crude protein	Crude lipid	Crude ash	Carbohydrate
FG <sup>1)</sup> HAD <sup>2)</sup>	6.9±0.02 <sup>e6)</sup>	13.0±0.31 <sup>a</sup>	3.6±0.15 <sup>d</sup>	8.4±0.05 <sup>b</sup>	68.1±0.18 <sup>h</sup>
FGSTHAD <sup>3)</sup>	7.2±0.01 <sup>d</sup>	10.7±0.25 <sup>b</sup>	2.2±0.01 <sup>f</sup>	9.0±0.03 <sup>a</sup>	71.0±0.29 <sup>g</sup>
FGVCS1 <sup>4)</sup>	8.9±0.06 <sup>b</sup>	6.9±0.15 <sup>d</sup>	3.6±0.02 <sup>d</sup>	3.1±0.01 <sup>f</sup>	77.5±0.22 <sup>e</sup>
FGVCS3 <sup>5)</sup>	9.2±0.09 <sup>a</sup>	7.0±0.06 <sup>cd</sup>	3.9±0.03 <sup>c</sup>	2.8±0.02 <sup>g</sup>	77.1±0.03 <sup>f</sup>
GP <sup>1)</sup> HAD	4.8±0.01 <sup>g</sup>	7.3±0.07 <sup>c</sup>	3.1±0.06 <sup>e</sup>	4.7±0.00 <sup>d</sup>	80.1±0.03 <sup>b</sup>
GPSTHAD	5.4±0.03 <sup>f</sup>	7.2±0.03 <sup>cd</sup>	1.7±0.01 <sup>g</sup>	5.1±0.12 <sup>c</sup>	80.6±0.16 <sup>a</sup>
GPVCS1	7.0±0.05 <sup>e</sup>	5.6±0.09 <sup>f</sup>	5.1±0.03 <sup>a</sup>	3.4±0.01 <sup>e</sup>	79.0±0.06 <sup>c</sup>
GPVCS3	7.3±0.03 <sup>c</sup>	6.1±0.09 <sup>e</sup>	4.8±0.09 <sup>b</sup>	3.2±0.01 <sup>f</sup>	78.6±0.21 <sup>d</sup>

<sup>1)</sup> FG: fresh ginger, GP: ginger pomace.

<sup>2)</sup> HAD: hot-air drying (50°C, 8 hr).

<sup>3)</sup> STHAD: steamd (25 min) hot-air drying (50°C, 8 hr).

<sup>4)</sup> VCS1: vitamin c soak for 1 hour.

<sup>5)</sup> VCS3: vitamin c soak for 3 hours.

<sup>6)</sup> All values represent mean±S.D.

<sup>a-h)</sup> Means with different superscripts in the same column are significantly different at  $p < 0.05$  by Duncan's multiple range test.

지방 함량도 3.66%로 본 연구 결과와 비슷한 결과가 나타났고, 생강박은 5.1%로 비타민 C 1시간 침지 시 높은 값을 보였다. 회분 함량은 증자 후 건조 처리 시 생강과 생강박에서 각각 9.0%, 5.1%로 가장 높았고, Lee 등(2012)의 연구결과에서 열풍건조한 생강의 회분 함량은 8.06%로 본 연구 결과와 약간 차이를 보였다. 생강의 탄수화물 함량은 68.1~77.5% 사이의 값을 보였고, 생강박은 78.6~80.6% 값을 나타냈다(Table 3).

## 2) 무기성분 분석

생강과 생강박에 대한 무기성분 함량을 분석한 결과는 Table 4와 같다. 생강과 생강박의 무기질 함량 중 칼륨(K)이 가장 많은 함량을 차지하였고, 이는 생강 부위별과 관계없이 무기질 함량 중 칼륨(K)이 가장 높은 Lee 등(2014b)의 결과와 유사하게 나타났다. 생강과 생강박의 칼슘(Ca) 함량은 비타민 C 1시간, 3시간 침지 시 생강은 282.3~284.6 mg%, 생강박은 276.3~293.7 mg%로 다른 처리에 비해 높은 값을 보였다. 철(Fe) 함량은 증자 후 건조 시 생강은 3.9 mg%로 높았고, 생강박은 증자 후 건조와 비타민 C 3시간 처리 시 2.2 mg%로 높은 값을 나타냈다. 생강과 생강박을 증자 후 열풍건조 시 칼륨(K) 함량은 각각 2,633.6 mg%, 1,584.3 mg%로 가장 높았다. 다음으로 열풍건조 생강은 2,249.3 mg%, 생강박은 1,250.1 mg%로 나타났다. 마그네슘(Mg) 함량은 생강의 경우 열풍건조, 증자 후 건조, 비타민 C 1시간, 3시간 처리 순으로 낮은 값을 보인 반면, 생강박 경우 비타민 C 1시간, 3시간, 열풍건조, 증자 후 건조 처리 순으로 차이를 보였다. 인(P) 함량은 생강과 생강박 경우 각각 열풍건조 시 366.8 mg%,

159.5 mg%로 가장 높은 값을 나타냈고, 비타민 C 3시간 침지 시 각각 115 mg%, 87.7 mg%로 낮은 값을 보였다. 무기성분의 경우 생강뿐만 아니라 생강박에도 많이 함유되어 있다는 것을 알 수 있다. Yang 등(2008)의 연구에서도 본 연구 결과와 비슷하게 감귤착즙박에도 칼륨, 마그네슘, 인의 함량이 많이 들어있었던 반면, Kang 등(1999)의 연구 결과에서는 본 연구와 다르게 매실보다 매실착즙박의 칼륨, 칼슘, 인의 함량이 더 많이 들어있어 다른 결과를 보였다.

## 3) 당도 및 pH, 색도

생강과 생강박의 pH와 당도 측정 결과는 Table 5와 같다. 당도는 생강 열풍건조 하였을 때 40 °Brix로 가장 높았고, 증자 후 열풍건조 30 °Brix, 비타민 C 1시간, 3시간 침지 시 20 °Brix로 나타났다. 이 결과를 통해 침지 시간이 당도에 영향을 미치지 않는다고 판단된다. 반면, 생강박 당도는 열풍건조 시 30 °Brix, 증자 후 열풍건조, 비타민 C 1시간, 3시간 침지 시 20 °Brix로 나타났다.

pH의 경우 열풍건조와 증자 후 열풍건조 시 생강과 생강박은 6.0~6.2값을 보였고, 비타민 C 1시간, 3시간 침지 경우 pH 4.7~4.9로 다른 처리에 비해 낮은 값을 나타냈다. 이는 비타민 C에 침지하는 동안 생강박에 침투하여 pH 값에 영향을 준 걸로 판단된다.

색도는 생강과 생강박을 열풍건조 시 명도(lightness, L)값은 각각 36.1, 36.4로 가장 높았고, 생강과 생강박을 증자 후 열풍건조 시 가장 낮은 값을 보였다. 이는 다른 처리에 비해 증자 시 온도가 높아 명도값(Lightness, L)에 영향을 준 걸로

**Table 4. Characteristics of inorganic components of ginger and ginger pomace according to pretreatment method (mg%)**

Treatment	Mineral				
	Ca	Fe	K	Mg	P
FG <sup>1)</sup> HAD <sup>2)</sup>	186.8±3.89 <sup>d6)</sup>	2.8±0.25 <sup>b</sup>	2,249.3±1.18 <sup>b</sup>	303.7±13.39 <sup>a</sup>	366.8±20.78 <sup>a</sup>
FGSTHAD <sup>3)</sup>	213.5±7.30 <sup>c</sup>	3.9±0.31 <sup>a</sup>	2,633.6±12.01 <sup>a</sup>	271.0±6.53 <sup>b</sup>	299.4±6.38 <sup>b</sup>
FGVCS1 <sup>4)</sup>	284.6±3.54 <sup>a</sup>	1.2±0.05 <sup>d</sup>	5,560±3.83 <sup>g</sup>	157.2±1.02 <sup>de</sup>	123.7±2.89 <sup>d</sup>
FGVCS3 <sup>5)</sup>	282.3±10.67 <sup>a</sup>	1.4±0.07 <sup>d</sup>	498.8±5.97 <sup>h</sup>	150.3±3.74 <sup>e</sup>	115.0±2.40 <sup>d</sup>
GP <sup>1)</sup> HAD	233.4±2.37 <sup>b</sup>	2.0±0.09 <sup>c</sup>	1,250.1±22.88 <sup>d</sup>	159.2±2.32 <sup>de</sup>	159.5±3.57 <sup>c</sup>
GPSTHAD	250.5±8.30 <sup>b</sup>	2.2±0.01 <sup>c</sup>	1,584.3±46.02 <sup>c</sup>	158.2±3.96 <sup>de</sup>	144.8±2.76 <sup>c</sup>
GPVCS1	276.3±7.11 <sup>a</sup>	1.8±0.05 <sup>c</sup>	804.8±12.54 <sup>e</sup>	176.0±2.85 <sup>c</sup>	97.2±2.36 <sup>e</sup>
GPVCS3	293.7±16.29 <sup>a</sup>	2.2±0.17 <sup>c</sup>	678.2±18.57 <sup>f</sup>	170.3±7.92 <sup>cd</sup>	87.7±3.98 <sup>e</sup>

<sup>1)</sup> FG: fresh ginger, GP: ginger pomace.

<sup>2)</sup> HAD: hot-air drying (50°C, 8 hr).

<sup>3)</sup> STHAD: steamd (25 min) hot-air drying (50°C, 8 hr).

<sup>4)</sup> VCS1: vitamin c soak for 1 hour.

<sup>5)</sup> VCS3: vitamin c soak for 3 hours.

<sup>6)</sup> All values represent mean±S.D.

<sup>a-h)</sup> Means with different superscripts in the same column are significantly different at  $p < 0.05$  by Duncan's multiple range test.

**Table 5. Physicochemical properties of ginger and ginger pomace by pretreatment method**

Treatment	Sugar content (°Brix)	pH	Hunter's color value		
			L (Lightness)	a (Redness)	b (Yellowness)
FG <sup>1)</sup> HAD <sup>2)</sup>	40±0.0 <sup>a6)</sup>	6.1±0.0 <sup>c</sup>	36.1±0.41 <sup>a</sup>	-0.8±0.01 <sup>h</sup>	11.1±0.06 <sup>a</sup>
FGSTHAD <sup>3)</sup>	30±0.0 <sup>b</sup>	6.2±0.0 <sup>b</sup>	32.5±0.12 <sup>f</sup>	0.3±0.01 <sup>e</sup>	7.1±0.02 <sup>c</sup>
FGVCS1 <sup>4)</sup>	20±0.0 <sup>c</sup>	4.9±0.0 <sup>e</sup>	34.4±0.18 <sup>d</sup>	0.7±0.01 <sup>d</sup>	9.0±0.03 <sup>b</sup>
FGVCS3 <sup>5)</sup>	20±0.0 <sup>c</sup>	4.7±0.0 <sup>e</sup>	35.5±0.05 <sup>b</sup>	0.8±0.01 <sup>c</sup>	9.0±0.05 <sup>b</sup>
GP <sup>1)</sup> HAD	30±0.0 <sup>b</sup>	6.0±0.0 <sup>d</sup>	36.4±0.02 <sup>a</sup>	-0.5±0.03 <sup>g</sup>	8.9±0.02 <sup>b</sup>
GPSTHAD	20±0.0 <sup>c</sup>	6.2±0.0 <sup>a</sup>	33.4±0.04 <sup>e</sup>	0.2±0.02 <sup>f</sup>	6.0±0.11 <sup>d</sup>
GPVCS1	20±0.0 <sup>c</sup>	4.9±0.0 <sup>e</sup>	34.6±0.45 <sup>cd</sup>	1.9±0.03 <sup>b</sup>	5.9±0.02 <sup>d</sup>
GPVCS3	20±0.0 <sup>c</sup>	4.8±0.0 <sup>f</sup>	34.9±0.14 <sup>c</sup>	2.5±0.06 <sup>a</sup>	5.9±0.02 <sup>d</sup>

<sup>1)</sup> FG: fresh ginger, GP: ginger pomace.

<sup>2)</sup> HAD: hot-air drying (50°C, 8hr).

<sup>3)</sup> STHAD: steamd (25min) hot-air drying (50°C, 8hr.).

<sup>4)</sup> VCS1: vitamin c soak for 1 hour.

<sup>5)</sup> VCS3: vitamin c soak for 3 hou.

<sup>6)</sup> All values represent mean±S.D.

<sup>a-h)</sup> Means with different superscripts in the same column are significantly different at  $p < 0.05$  by Duncan's multiple range test.

판단된다. Moon 등(2011)의 연구에 의하면 증자 후 건조 처리한 토란 분말의 L값은 열풍건조 처리한 것보다 낮게 나타나서 본 연구결과와 유사한 경향을 나타냈다. 적색도(Redness, a)는 생강과 생강박이 비타민 C 3시간 침지 시 각각 0.8, 2.5로 높게 나타났고, 생강박에서 적색도(Redness, a) 값이 더 높았다. 그 이유로는 비타민 C가 색소 보호 역할로 산화를 억제해 적색의 색소가 유지될 수 있도록 도와줘서 적색

도값이 다른 처리에 비해 높은 것으로 판단된다. 황색도(Yellowness, b)는 생강과 생강박을 열풍건조 시 각각 11.1, 8.9로 가장 높았고, 생강을 전처리별로 처리 시 생강박보다 높은 값이 나타났다. Kim 등(2006)의 연구와는 반대로 적색도값은 열풍건조가 증자 후 열풍건조보다 높았고, 황색도 값은 증자 후 열풍건조 처리했을 때가 열풍건조보다 높아 본 연구 결과와는 다른 결과를 보였다.

## 2. DPPH 라디칼 소거능, 총 폴리페놀 및 총 플라보노이드 함량 분석

### 1) DPPH 라디칼 소거능

생강과 생강박에 대한 항산화 활성(DPPH 라디칼 소거능)을 측정된 결과는 Table 6과 같다. 생강의 항산화 활성은 비타민 C 1시간 침지하였을 때 80.1%로 가장 높은 함량을 나타냈으며, 비타민 C 3시간 침지 78.6%, 열풍건조 71.7%, 증자 후 열풍건조 68.8%순으로 나타났다. 생강박의 경우도 비타민 C 1시간 77.4%, 비타민 C 3시간 침지 76.9%, 열풍건조 71.9%, 증자 후 열풍건조 68.5%순으로 항산화 활성이 낮게 나타났다. 생강과 생강박을 비타민 C에 1시간 침지하였을 경우 3시간 침지하였을 때 보다 높게 나온 것은 1시간 동안 침지하면 비타민 C가 덜 산화되어 항산화 활성이 높게 나온 걸로 판단된다. Ryu 등(2021)의 연구 결과에서는 복분자 착즙액 및 착즙박으로 제조한 식초의 DPPH 라디칼 소거능 결과 복분자 착즙박으로 제조한 식초가 복분자 착즙액 식초보다 약 2배 정도 높은 활성을 나타낸 반면, 본 연구에서는 생강박 분말보다는 생강 분말에 항산화 활성이 높게 나타났다.

### 2) 총 폴리페놀 및 총 플라보노이드 함량

생강과 생강박에 대한 총 폴리페놀 함량을 측정해 본 결과는 Table 6과 같다. 생강의 총 폴리페놀 함량은 비타민 C 1시간 침지 시 319.3 mg/g, 생강박은 414.6 mg/g으로 생강박에서 총 폴리페놀 함량이 더 높게 나왔다. Kim 등(2023)의 연구에서 증자 시간이 길어짐에 따라 총 페놀 화합물이 증가하였는

데 본 실험에서는 증자 후 열풍건조 처리에서 낮은 결과를 보였고, 이는 증자 시간에 차이가 있어 본 연구와는 다른 결과가 나온 걸로 판단된다. 총 폴리페놀 함량의 경우 비타민 C에 침지한 시간이 길어질수록 약간 줄어드는 경향을 보였는데 그 이유로는 비타민 C의 경우 산성 물질이고 이로 인해 pH가 낮아지면서 폴리페놀 구조에 변형과 산성 환경에서 불안정하여 분해되고 폴리페놀 산화를 촉진해 줄어든 것으로 판단된다. 생강의 폴리페놀 함량보다 생강박의 폴리페놀 함량이 더 높게 나타났다.

총 플라보노이드(flavonoid) 함량의 결과는 Table 6과 같으며, 총 폴리페놀 함량과는 다소 차이를 나타냈다. 생강의 경우 비타민 C 1시간, 3시간 침지 시 56.4~56.8 mg/g, 열풍건조 51.6 mg/g, 증자 후 열풍건조 46.8 mg/g으로 나타났다. 생강박도 생강과 비타민 C 1시간, 3시간 침지 시 61.3~67.3 mg/g으로 높게 함유하고 있었고, 증자 후 건조 시 생강과 생강박에서 가장 낮았다. Kim 등(2023)의 연구에서 증자 시간이 길어짐에 따라 총 플라보노이드 함량이 증가하였지만, 본 연구결과에서는 처리별 총 플라보노이드 함량의 경우 비타민 C 3시간 침지 후 건조한 생강과 생강박 분말에서 가장 높은 함량을 보였고, 비타민 C 1시간 침지, 열풍건조, 증자 후 열풍건조 처리순으로 나타났다. 그 이유는 처리 방법이 달라 결과 값이 상이하였다고 판단된다.

## 3. 진저롤 및 쇼가올 성분분석

생강의 유용성분으로 알려진 6-gingerol, 8-gingerol, 10-gingerol 및 6-sh gaol, 8-shogaol, 10-shogaol의 함량은 Table 7

Table 6. Antioxidant activity of ginger and ginger pomace according to pretreatment method

Treatment	DPPH radical scavenging activity (%)	Total flavonoid (%)	Total phenol (mg/g)
FG <sup>1)</sup> HAD <sup>2)</sup>	71.7±1.50 <sup>cd6)</sup>	51.6±1.08 <sup>d</sup>	317.3±0.50 <sup>c</sup>
FGSTHAD <sup>3)</sup>	68.8±1.89 <sup>de</sup>	46.8±0.47 <sup>e</sup>	305.6±5.23 <sup>d</sup>
FGVCS1 <sup>4)</sup>	80.1±0.93 <sup>a</sup>	56.4±1.32 <sup>c</sup>	319.3±2.02 <sup>c</sup>
FGVCS3 <sup>5)</sup>	78.6±0.40 <sup>ab</sup>	56.8±0.75 <sup>c</sup>	304.6±5.49 <sup>d</sup>
GP <sup>1)</sup> HAD	71.9±0.69 <sup>c</sup>	47.9±0.13 <sup>e</sup>	334.0±4.52 <sup>b</sup>
GPSTHAD	68.5±1.62 <sup>e</sup>	42.1±1.85 <sup>f</sup>	271.3±0.87 <sup>e</sup>
GPVCS1	77.4±1.34 <sup>ab</sup>	61.3±1.32 <sup>b</sup>	414.6±5.52 <sup>a</sup>
GPVCS3	76.9±1.89 <sup>b</sup>	67.3±0.54 <sup>a</sup>	411.3±2.02 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup> FG: fresh ginger, GP: ginger pomace.

<sup>2)</sup> HAD: hot-air drying (50°C, 8 hr).

<sup>3)</sup> STHAD: steamd (25 min) hot-air drying (50°C, 8 hr).

<sup>4)</sup> VCS1: vitamin c soak for 1 hour.

<sup>5)</sup> VCS3: vitamin c soak for 3 hours.

<sup>6)</sup> All values represent mean±S.D.

<sup>a-f)</sup> Means with different superscripts in the same column are significantly different at  $p < 0.05$  by Duncan's multiple range test.

Table 7. Gingerol and shogaol contents of ginger and ginger pomace by pretreatment method

Treatment	Gingerol (mg/g)	Shogaol (mg/g)
FG <sup>1)</sup> HAD <sup>2)</sup>	9.8±0.0 <sup>c6)</sup>	0.9±0.1 <sup>f</sup>
FGSTHAD <sup>3)</sup>	9.4±0.4 <sup>c</sup>	1.5±0.1 <sup>e</sup>
FGVCS1 <sup>4)</sup>	9.9±0.0 <sup>bc</sup>	1.6±0.0 <sup>bc</sup>
FGVCS3 <sup>5)</sup>	9.3±0.2 <sup>c</sup>	1.6±0.0 <sup>b</sup>
GP <sup>1)</sup> HAD	10.5±0.7 <sup>b</sup>	0.6±0.0 <sup>e</sup>
GPSTHAD	9.9±0.0 <sup>bc</sup>	2.0±0.0 <sup>a</sup>
GPVCS1	12.5±0.0 <sup>a</sup>	1.1±0.0 <sup>d</sup>
GPVCS3	11.9±0.0 <sup>a</sup>	1.0±0.0 <sup>e</sup>

<sup>1)</sup> FG: fresh ginger, GP: ginger pomace.

<sup>2)</sup> HAD: hot-air drying (50°C, 8 hr).

<sup>3)</sup> STHAD: steamd (25 min) hot-air drying (50°C, 8 hr).

<sup>4)</sup> VCS1: vitamin c soak for 1 hour.

<sup>5)</sup> VCS3: vitamin c soak for 3 hours.

<sup>6)</sup> All values represent mean±S.D.

<sup>a-e</sup>Means with different superscripts in the same column are significantly different at  $p<0.05$  by Duncan's multiple range test.

에 나타냈다.

생강의 가장 강력한 매운맛 성분 중 하나인 gingerol은 aldehyde unit 길이에 따라 매운맛 정도나 효능에 다소 차이가 있는 것으로 알려져 있다(Connell DW 1970). Gingerol은 높은 온도 등 가공, 저장 조건에 따라 생화학적 활성이 다른 shogaol이나 다른 성분으로 변화므로 생강의 품질 지표로 사용된다(Bhattarai 등 2001). 생강의 gingerol 함량은 열풍건조 9.8 mg/g, 증자 후 열풍건조 9.4 mg/g, 비타민 C 1시간 9.9 mg/g, 3시간 침지 시 9.3 mg/g으로 나타났고, 생강박의 경우 열풍건조, 증자 후 열풍건조, 비타민 C 1시간, 3시간 침지 시 10.5 mg/g, 10.0 mg/g, 12.5 mg/g, 11.9 mg/g으로 비타민 C 1시간 침지하였을 때 가장 높은 값을 보였다. 생강과 생강박의 shogaol 함량은 Table 7에 나타냈다. 생강의 shogaols 함량은 증자 후 열풍건조, 비타민 C 1시간, 3시간 침지하였을 때 1.5~1.6 mg/g으로 높았고, 열풍건조 0.9 mg/g으로 낮게 나타났다. 반면, 생강박은 증자 후 열풍건조하였을 때 2.0 mg/g으로 가장 높았고, 비타민 C 1시간, 3시간 침지 시 각각 1.1 mg/g, 1.0 mg/g으로 큰 차이가 없었다. 열풍건조 하였을 때 0.6 mg/g으로 가장 낮은 함량을 보였다. 온도와 시간이 대체적으로 증가할수록 gingerol은 감소하고 반대로 shogaol이 증가한다는 Park(2014) 등의 보고와 유사하게 본 연구 결과도 증숙 후 열풍건조 처리구에서 gingerol은 낮았고, shogaol은 높은 결과값을 나타냈다.

## 요약 및 결론

본 연구에서는 생강과 착즙 후 버리지는 생강박의 특성 정

보를 통해 활용도 및 다양한 식품소재로 이용 가능한지에 대한 기초자료를 제공하고자 일반성분, 무기질, 기능성 성분 및 항산화능을 조사하였다. 생강과 생강박을 열풍건조, 증자 후 열풍건조, 비타민 C 1시간, 3시간 침지 후 열풍건조 시키고 분쇄하여 일반성분 분석 결과 수분 함량은 생강을 비타민 C 3시간 침지 시 9.2%, 생강박 수분 함량은 7.3%로 생강의 수분 함량이 더 높았다. 회분 함량은 증자 후 열풍건조 한 생강과 생강박에서 각각 9.0%, 5.1%로 가장 높은 것으로 나타났다. 지방 함량은 비타민 C 3시간 침지한 생강이 3.9%, 생강박은 비타민 C 1시간 침지한 것이 5.1%로 높았고, 단백질 함량은 열풍건조 생강이 13%, 생강박이 7.3%로 높은 값을 보였다. 탄수화물 함량은 비타민 C 1시간 침지한 생강에서 77.5%, 생강박은 증자 후 열풍건조 처리한 것이 80.6%로 높았다. 무기성분 중 칼륨(K) 함량은 증자 후 열풍건조 한 생강에서 2,633.6 mg%, 생강박은 1,584.3 mg%로 높은 것으로 나타났다.

당도는 열풍건조 시 생강 40 °Brix로 가장 높았고, pH는 증자 후 열풍건조 시 생강과 생강박에서 pH 6.2로 똑같은 값을 나타냈다. 명도(L)는 열풍건조 한 생강은 36.1, 생강박은 36.7로 가장 높았고, 적색도(a)는 비타민 C 3시간 침지한 생강에서 0.8로 높았고, 생강박은 2.5로 높은 값을 나타냈다. 황색도(b)는 열풍건조 시 생강과 생강박의 경우 각각 11.1, 8.9로 높았다. DPPH 라디칼 소거능 함량은 생강과 생강박을 비타민 C 1시간 침지하였을 때 각각 80.1%, 77.4%로 높았고, 총 페놀 함량은 비타민 C 1시간 침지한 생강에서 319.3 mg/g, 생강박은 414.6 mg/g으로 생강박에 페놀 함량이 더 함유되었다. 총 플라보노이드 함량은 비타민 C 3시간 침지한 생강에

서 56.8 mg/g, 생강박은 67.3 mg/g으로 다른 처리에 비해 높았고, 기능성 성분인 gingerol 함량은 열풍건조한 생강에서 9.8 mg/g으로 가장 높았던 반면, 생강박은 열풍건조 시 0.9 mg/g으로 가장 낮은 값을 보였다. Shogaol 함량은 증자 후 열풍건조, 비타민 C 1시간, 3시간 침지 한 생강에서 각각 1.5 mg/g, 1.6 mg/g으로 높았고, 열풍건조 시 0.9 mg/g으로 낮았다. 반면, 생강박은 증자 후 열풍건조 시 2.0 mg/g으로 가장 높게 나타났고, 비타민 C 1시간, 3시간 침지하였을 때 각각 1.1 mg/g, 1.0 mg/g으로 큰 차이가 없었다. 이와 같은 결과로 생강과 생강박을 전처리별로 처리하였을 때 전반적으로 기능성 성분과 항산화성 함량이 가장 높은 비타민 C에 1시간 침지 후 열풍건조 처리하였을 때 기능성 식품소재로써 다양한 활용이 가능할 것으로 판단된다.

## 감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 연구사업(충남 생강 브랜드화를 위한 주산지 안정생산체계 구축, 과제번호: RS-2022-RD010341)의 지원을 받아 이루어진 것이며 이에 감사를 드립니다.

## References

- AOAC. 1984. Official Method of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 14<sup>th</sup> ed. p.431. Association of Official Analytical Chemists
- Bhattarai S, Tran VH, Duke CC. 2001. The stability of gingerol and shogaol in aqueous solutions. *J Pharm Sci* 90:1658-1664
- Chung HJ. 2014. Comparison of total polyphenoles, total flavonoids, and biological activities of black chokeberry and blueberry cultivated in Korea. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 43:1349-1356
- Chung YK, Lee JJ, Lee HJ. 2012. Rheological properties of poundcake with ginger powder. *Korean J Food Preserv* 19:361-367
- Connell DW, Sutherland MD. 1969. Re-examination of gingerol, shogaol, and zingerone the pungent principle of ginger (*Zingiber officinale* Roscoe). *Aust J Chem* 22:1033-1043
- Connell DW. 1970. The chemistry of the essential oil and oleoresin of ginger (*Zingiber officinale* Roscoe). *Flavour Ind* 1:677-693
- Han EJ, Kim JM. 2011. Quality characteristics of yanggaeng prepared with different amounts of ginger powder. *Korea J East Asian Soc Diet Life* 21:360-366
- Holdsworth SD. 1971. Dehydration of food products. A review. *J Food Technol* 6:331-370
- Hong JH, Lee WY. 2004. Quality characteristics of osmotic dehydrated sweet pumpkin by different drying methods. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 33:1573-1579
- Im HJ, Jang HL, Jeong YJ, Yoon KY. 2013. Chemical properties and antioxidant activities of the sprouts of *Kalopanax pictus*, *Cedrela sinensis*, *Acanthopanax cortex* at different plucking times. *Korean J Food Preserv* 20:356-364
- Jo MH, Ham IK, Lee GH, Lee JK, Lee GS, Park SK, Kim TI, Lee EM. 2011. Composition of active ingredients between field grown and *in vitro* cultured rhizome of Korean native ginger (*Zingiber officinale* Roscoe). *Korean J Plant Res* 24:404-412
- Jung BM, Kim DS, Joo NM. 2013. Quality characteristics and optimization of cookies prepared with *Opuntia humifusa* powder using response surface methodology. *Korean J Food Cook Sci* 29:1-10
- Kang MY, Jeong YH, Eun JB. 1999. Physical and chemical characteristics of flesh and pomace of Japanese apricots (*Prunus mume* Sieb. et Zucc). *Korean J Food Sci Technol* 31:1434-1439
- Kim EK. 2009. A study on the rheological properties of wheat flour dough containing Korean ginger powder and the baking characteristics. Master's Thesis, Konkuk Univ. Seoul. Korea
- Kim JS, Koh MS, Kim YH, Kim MK, Hong JS. 1991. Volatile flavor components of Korean ginger (*Zingiber officinale* Roscoe). *Korean J Food Sci Technol* 23:141-149
- Kim MK, Na MS, Hong JS, Jung ST. 1992. Volatile flavor components of Korean ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) extracted with liquid carbon dioxide. *J Korean Agric Chem Soc* 35:55-63
- Kim MJ, Kim IJ, Nam SY, Lee CH, Yun T, Song BH. 2006. Effects of drying methods on content of active components, antioxidant activity and color values of *Saururus chinensis* bail. *Korean J Med Crop Sci* 14:8-13
- Kim NS, Jeong IK, Lee CH. 2010. Effect on promoting gastrointestinal function and inhibiting of decreasing body temperature of ginger extracts (*Zingiber officinale*) *Korean J Orient Physiol Pathol* 24:996-1003
- Kim SJ, Kim SJ, Kim MJ, Kang JY, Choi HJ, Kim SY, Lee HE, Kwon TH, Kang MS. 2023. Comparison of antioxidant

- and functional compounds in Korean conventional and Chinese seed ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) following steam treatment. *Korean J Food Hyg Safety* 38:264-272
- Lee EJ, Yang SA, Choi HD, Im HG, Whang K, Lee IS. 2011. Comparison of gingerols in various fractions and the antioxidant effects of supercritical fluid extracts from ginger. *Korean J Food Sci Technol* 43:469-474
- Lee HR, Lee JH, Park CS, Ra KR, Ha JS, Cha MH, Kim SN, Choi Y, Hwang J, Nam JS. 2014b. Physicochemical properties and antioxidant capacities of different parts of ginger (*Zingiber officinale* Roscoe). *Korean J Soc Food Sci Nutr* 43:1369-1379
- Lee MH, Kim KT, Lee KH. 2012. Quality characteristics of ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) as the ripening periods. *Korean J Food Hyg Safety* 27:479-486
- Lee YJ, Lee SW, Lee SC, Park EJ. 2014a. Antioxidant activities and antigenotoxic effect of ethanol extracts of *Acorus gramineus*, bud of *Aralica elata* seem, *Capsella bursa-pastoris*, and *Taraxacum officinale*. *J Basic Sci* 31: 45-58
- Moon JH, Choi HD, Choi IW, Kim YS. 2011. Physicochemical properties of taro flours with different drying roasting and steaming conditions. *Korean J Food Sci Technol* 43:696-701
- Park, HY, Ha SK, Choi JI, Choi HD, Kim YS, Park YK. 2014. Optimization study for the production of 6-shogaol rich ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) under conditions of mild pressure and high temperature. *Korean J Food Sci Technol* 46:588-592
- Ryu EH, Chae KS, Gim SW, Kim YS, Kim KD, Kwon JW. 2021. Physicochemical properties and antioxidant activities of vinegar using black raspberry pomace. *Korean J Food Sci Technol* 53:104-110
- Sheo HJ. 1999. The antibacterial action of garlic, onion, ginger and red pepper juice. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 28:94-99
- Stewart BA, Porter LK, Beard WE. 1964. Determination of total nitrogen and carbon in soils by a commercial dumas apparatus. *Soil Sci Soc Am J* 28:366-368
- Thompson EH, Wolf ID, Allen CE. 1973. Ginger rhizome: A new source of proteolytic enzyme. *J Food Sci* 38:652-655
- Yang YT, Kim MS, Hyun KH, Kim YC, Koh JS. 2008. Chemical constituents and flavonoids in citrus pressed cake. *Korean J Food Preserv* 15:94-98

---

Received 16 July, 2024  
Revised 07 August, 2024  
Accepted 09 August, 2024

## 초산균을 달리하여 제조한 사과식초의 품질특성

박혜진 · 박재은 · 강혜정\* · 김민자\*\* · 김건희\*\*\* · †엄현주

충청북도농업기술원 지방농업연구소, \*충청북도농업기술원 연구원, \*\*충청북도농업기술원 지방농업연구소, \*\*\*충북대학교 축산·원예·식품공학부 식품생명공학과 박사과정

### Quality Characteristics of Apple Vinegar using Various Acetic Acid Bacteria

Hye Jin Park, Jae Eun Park, Hye Jeong Kang\*, Min-Ja Kim\*\*, Geonhee 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

\*\*\*Ph.D. Student, Division of Animal, Horticultural and Food Sciences, Chungbuk National University, Cheongju 28644, Korea

#### Abstract

To develop farm-made high effective vinegar, this study prepared apple vinegar using four kinds of acetic acid bacteria isolated from a natural fermentation liquid of 'Cheongsoo' grapes and analyzed vinegar samples fermented 93% apple juice and 7% alcohols at 30°C for 20 days. To accomplish this, quality characteristics such as pH, total acidity, reducing sugar, organic acid, color, total polyphenol contents, and antioxidant activity contents were determined. The pH decreased while total acidity of all samples gradually increased during fermentation period. The vinegar with AP 21 strain tended to increase the total acidity quicker than other stains. Reduced sugar content remained high until the last fermentation day. Furthermore, reduced sugar contents of all vinegars increased as fermentation progressed by decomposing sucrose present in apples. When physiological activities were compared, apple vinegars fermented with AP 21 and 30 strains had higher total polyphenol and flavonoid contents than other samples. However, there was no significant difference in antioxidant activity between samples. These results indicate that strain 21 is the most suitable starter as acetic acid bacteria for producing farm-made vinegar.

Key words: farm-made high effective vinegar, acetic acid bacteria, *Acetobacter pasteurianus*

#### 서론

식초는 동서양의 대표적인 발효식품으로, 우리 일상생활과 밀접한 관련을 맺고 있으며, 발효과정에서 생성된 독특한 방향과 신맛으로 인해 전통적으로 식품의 맛을 내는 산미료로 이용되어 왔다(Shin 등 2017). 식초는 초산균의 발효과정 중 생성되는 초산의 함량을 품질판정의 지표로 이용되며, 식품공전에서는 총산 함량을 4-20%(초산, w/v%) 범위로 정하고 있다(Lee 등 2018a). 이러한 식초는 곡류, 과일류, 주류 등을 주원료로 하여 알코올을 발효 및 초산발효를 거쳐 제조하는 발효식초와 발효과정을 거치지 않고 빙초산 또는 초산을 먹

는 물로 희석하여 만든 희석초산으로 구분할 수 있다(MFDS 2024). 또한, 발효식초는 과즙이나 곡물 당화액을 이용한 식초의 제조방법으로 알코올 발효와 초산발효를 연속적으로 실시하는 경우와 단순히 초산발효만 실시하는 경우로 구분할 수 있다. 알코올 발효 실시 여부에 따라 식초의 화학성분에 차이가 다소 있을 수 있으며, 결국 원료의 종류, 사용 초산균주, 제조방법, 발효조건, 숙성정도에 따라 spirit vinegar와 과즙 및 곡물식초는 함유 성분들의 종류 및 함량에 따라 차이를 나타낼 수 있다(Yoon HN 1999).

최근 식초시장은 단순 조미료 기능에서 건강용 식초로 소비패턴이 변화되면서 고품질 식초제조에 관한 연구 및 산

† 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

업화가 요구되고 있으며, 산딸기(Han 등 2010), 고추(Park 등 2010), 꾸지뽕 열매(Yim 등 2015), 도라지(Lee 등 2018b), 섬애약쑥(Shin 등 2020) 등과 같은 천연 원료를 소재로 한 식초관련 연구들이 보고되고 있다.

식초를 발효하는데 가장 중요한 요소 중 하나는 초산균이며, 균주에 따라 식초의 품질을 판정하는 지표로 이용되며 이들이 식초의 독특한 향과 맛을 결정한다(Baek 등, 2014; Yim 등 2015). 국내 초산균 연구는 고산도 생성 초산균을 분리하여 발효특성에 관한 연구(Baek 등 2015), 아로니아 발효액에서 분리한 초산균을 활용하여 아로니아 식초를 제조한 연구(Eom 등 2019), 토착 초산균인 *Acetobacter pasteurianus* A11-2를 첨가한 도라지 식초(Gil 등 2020) 등 초산균을 발효종균으로 분리하여 식초연구에 사용한 예는 많지 않은 실정이다. 또한 소량으로 생산되고 있는 농가형 식초의 경우는 사용한 원료, 만드는 방법의 차이 등으로 인해 집집마다 다른 풍미를 가진 식초를 생산하고 있지만, 발효종균의 미사용으로 장기간의 발효시간, 일정하지 않은 식초품질 및 이상발효 등 다양한 문제점이 대두되고 있다(Baek 등 2013). 이에 초산의 생산 수율이 높고 식초 제조에 용이한 균주를 발굴 및 개발해야 할 필요성이 대두되고 있다.

따라서 본 연구는 농가형 식초의 단점을 해결하기 위하여 식초용 종균으로 분리한 초산균을 활용하여 식초에 적용, 초산균 종류에 따라 사과식초의 색도, 유기산, 환원당 및 생리활성 등 조사하여 앞으로 농가형 식초의 발효종균으로의 가능성을 확인해보고자 한다.

## 재료 및 방법

### 1. 사용균주, 배지 및 사과식초 제조

본 연구에 사용한 초산균은 충북농업기술원에서 분리하여 보관 중인 것으로, 세척하지 않은 청수포도를 착즙해서 초산을 넣어 초기 총산을 2%로 만든 즙을 자연에서 발효시킨 청수발효액에서 분리하였다. *Acetobacter pasteurianus* 15(AP 15), *A. pasteurianus* 16(AP 16), *A. pasteurianus* 21(AP 21), 및 *A. pasteurianus* 30(AP 30)로 최종 동정되었으며, 본 연구에 식초 종균으로 사용하였고, 대조구(control)로는 *A. pasteurianus* KACC 13994를 사용하였다. 초산 발효를 위한 초산균의 고체배지 조성은 1% yeast extract(BD Difco Laboratories, Detroit, MI, USA), 5% glucose(Sigma Chemical Co., St. Louis, MO, USA), 3% CaCO<sub>3</sub>(Sigma Chemical Co.), 3% ethanol(Sigma Chemical Co.), 2.5% agar(BD Difco Laboratories)이며, 액체배양 배지의 조성은 YGE 배지(1% yeast extract, 5% glucose, 3% ethanol)를 사용하였다. 초산발효를 위해 5가지 균주를 YGE 배지에 접종하여 계대배양 하였으며, 진탕 배양기를 사용하

여 30℃, 200 rpm에서 총산 4% 이상일 때 종초로 사용하였다. 사과식초를 제조하기 위하여 알코올 발효는 하지 않고, 초산발효만 유도하였다. 초산균 5종은 YGE배지에 배양한 뒤 원심분리하고 0.85% NaCl 용액에 셀을 씻은 뒤 종균으로 사용하였다. 93% 사과즙(Sigolnaeum, Chungju, Korea)과 7% 발효주정(DEL, Hwaseong, Korea)을 혼합하고 이를 30℃, 200 rpm에서 20일간 발효를 진행하였다. 대조구 *A. pasteurianus* KACC 13994 균주를 첨가한 식초는 control, 나머지는 각각의 첨가한 초산균주 이름으로 명명하였다.

### 2. pH 및 총산 함량

사과 식초의 pH는 pH meter(Sartorius AG, Gottingen, Germany)를 이용하여 측정하였고, 총산은 시료 10 mL에 1% phenolphthalein 2-3방울을 넣고 0.1 N NaOH로 pH 8.2~8.3이 될 때까지 적정하였다. 적정에 소비된 NaOH 소비량은 acetic acid에 상당하는 유기산 계수를 이용하여 총산으로 환산하여 나타내었다.

### 3. 환원당 측정

환원당 측정(Eom 등 2022)은 100배 희석한 시료 200 µL에 DNS 시약 400 µL를 넣고 끓는 물에서 5분 중탕 후 1분 이상 냉각시켰다. 분광광도계(Bio Tek Epoch 2 microplate reader, Bio Tek Instruments, Inc, Winooski, VT, USA)를 이용하여 흡광도(550 nm)를 측정하였다. 환원당 정량은 glucose(Sigma-Aldrich Co.)를 표준물질로 사용하여 검량선을 작성 후 환산하였다.

### 4. 유기산 분석

사과식초의 유기산 분석은 시료를 원심분리한 후 상등액을 취하여 0.45 µm H-PTFE membrane filter(Whatman)로 여과한 다음 HPLC(Agilent 1260 infinity, Agilent, Santa clara, CA, USA)로 분석하였다. 분석용 칼럼은 Aminex HPX-87H(300 mm×7.8 mm, Biorad)을 사용하였고, 이동상 용매는 0.008 N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>로 0.6 mL/min으로 주입하였으며, 칼럼온도는 30℃를 유지하였고, 20 µL의 시료를 주입하여 210 nm에서 UV검출기를 이용하여 검출하였다. 분리된 각 피크는 유기산 표준물질인 citric acid, malic acid, succinic acid, fumaric acid, acetic acid, malic acid(Sigma-Aldrich Co.)의 검량곡선으로부터 산출하였다.

### 5. 색도 측정

색도 측정은 색도색차계(CM-3500d, Tokyo, Japan)를 이용하여 수행하였다. 15 mL 시료는 petri-dish에 담겨 3회 측정된 값의 평균을 취하여 계산되었으며, 이는 명도 L 값(lightness),



적색도 a값(redness) 그리고 황색도 b값(yellowness)으로 나타내었다. 표준백색판의 값은  $L=96.89$ ,  $a=-0.07$ ,  $b=-0.18$ 이었다.

## 6. 총 폴리페놀 함량 측정

사과식초의 총 폴리페놀 함량은 Amerine & Ough(1980) 방법을 이용하여 측정하였다. 식초 50  $\mu\text{L}$ 에 2%  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  1 mL를 혼합하여 3분 동안 방치한 후, 1 N Folin-Ciocalteu's phenol reagent(Sigma-Aldrich Co.) 50  $\mu\text{L}$ 를 혼합하여 30분 동안 반응시켰다. 반응액의 흡광도 값을 750 nm에서 측정하였고, 검량선은 표준물질은 rutin(Sigma-Aldrich Co.)을 사용하여 작성하였다. 이때, gallic acid를 표준물질로 사용하여 동일하게 실험해 검량선을 작성하였으며 시료의 총 폴리페놀 함량을 나타내었다.

## 7. 총 플라보노이드 측정

사과식초의 총 플라보노이드 함량은 Chung HJ(2014)의 방법을 변형하여 수행하였다. 식초 시료 200  $\mu\text{L}$ 에 1 N NaOH 600 mL와 diethylene glycol 4 mL를 가하여 37°C에서 1시간 동안 반응시킨 후, 420 nm에서 반응액의 흡광도 값을 측정하였다. 표준물질은 rutin을 사용하여 검량선을 작성하였고, 총 플라보노이드 함량은 rutin의 검량선에 기초해 환산하여 나타내었다.

## 8. 항산화 활성 측정

사과식초의 항산화 활성을 평가하기 위해 ABTS 및 DPPH 라디칼 소거능을 측정하였다. ABTS 라디칼 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 식초 시료 50  $\mu\text{L}$ 를 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 30분간 방치한 후 525 nm에서 흡광도를 측정하였다. ABTS 측정과 마찬가지로 DPPH 값 또한 시료 첨가구와 비첨가구의 흡광도 차이를 백분율(%)로 나타내었다.

## 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 분산분석(ANOVA)을 실시한 후 측정값 간의 유의성을 Duncan's multiple range test로  $p<0.001$  수준에서 검증하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. pH, 총산, 환원당 및 유기산 분석

청수포도 천연발효액에서 분리한 4종의 초산균을 활용하여 사과식초를 제조하였으며, 발효 후 사과식초의 pH와 총산은 Table 1에 나타내었다. 대조구를 포함하는 모든 시료는 초기 pH 4.04~4.14에서 시작하여 발효 20일 경과 후에 접종한 종균에 따라 pH 2.89~3.08로 나타나 발효가 진행될수록 모든 실험구에서 pH 값은 점점 낮아졌고, 특히 AP21을 접종한 식초가 가장 빨리 pH 값이 감소하였다. 첨약약속을 첨가한 식초의 발효 25일째에 pH 범위가 3.0~3.14라고 보고하였고(Shin 등 2020)과 도라지 식초의 경우 발효 15일 때 pH 3.57~3.69였다고 보고(Gil 등 2020)하여, 원료나 종초의 종류에 따라 다양한 pH 값을 나타냈지만, 식초는 pH 변화보다는 총산 값으로 발효의 종료를 확인하는 것이 더 정확하다.

총산 함량은 발효 기간 동안 모든 시료에서 증가하는 형태를 보였고 pH와 총산의 함량이 반비례적으로 나타났다. 초기 산도는 0.30~0.35%로 시작하여 발효 마지막날인 20일째에는 3.44~5.12%로 다양한 값을 나타내었는데, 대조구는 발효 10일부터 꾸준히 증가하여 발효 20일째 4.22%의 산도를 나타냈고, AP21 균주를 첨가한 식초의 경우 발효 5일만에 3.12% 총산을 나타냈고, 발효 10일째는 4.78%로, 발효 10일만에 식초의 식품공전 기준인 4%(v/v, 초산 기준) 이상 도달하였다. 따라서 AP21 균주는 다른 균주에 비하여 초기 발효율이 높아 단기간 발효 시에 가장 적합한 균주라 할 수 있다. 초산균은 알코올을 영양원이나 발효 기질로 사용하여 초산 등 다양한 유기산을 생성시켜 산도가 증가하게 된다(Park 등 2012). 좀 더 정확한 유기산의 함량을 확인하기 위하여 HPLC로 몇 가지 유기산을 정량하였다(Table 2). 발효 20일째 사과식초의 유기산을 분석을 하였을 때, citric acid는 모든 시료에서 검출되지 않았고, acetic acid가 가장 많은 함량을 차지했다. 앞서 총산 함량의 경우와 같이 acetic acid 함량의 경우, AP21 균주를 첨가한 사과식초의 경우 4.12%로 가장 높은 값을 나타내, 빠른 식초생산을 위해서 AP21 균주가 적합하다고 판단된다. 유기산 중 acetic acid를 포함하여 malic acid, succinic acid 등 총 유기산은 4.79%로 나타났고 가장 적은 함량은 AP16을 첨가한 식초로 acetic acid의 경우 3.08% 함량을 보였고, 총 유기산은 3.82%로 나타났다.

식초의 환원당 결과는 Table 1과 같다. 사과에 존재하는 탄

Table 1. Changes in pH, total acidity and reducing sugar of apple vinegar by various acetic acid bacteria

Sample	Fermentation time (days)					
	0	5	10	15	20	
pH	Control	4.04±0.01 <sup>Ad</sup>	3.78±0.00 <sup>Ba</sup>	3.59±0.00 <sup>Ca</sup>	3.31±0.01 <sup>Db</sup>	2.96±0.00 <sup>Ec</sup>
	AP15	4.08±0.00 <sup>Ac</sup>	3.68±0.01 <sup>Bb</sup>	3.51±0.00 <sup>Cc</sup>	3.40±0.00 <sup>Da</sup>	3.01±0.01 <sup>Eb</sup>
	AP16	4.08±0.01 <sup>Ac</sup>	3.69±0.02 <sup>Bb</sup>	3.58±0.01 <sup>Cb</sup>	3.24±0.01 <sup>Dc</sup>	3.08±0.01 <sup>Ea</sup>
	AP21	4.14±0.01 <sup>Aa</sup>	3.35±0.01 <sup>Bd</sup>	3.23±0.00 <sup>Ce</sup>	2.90±0.02 <sup>Da</sup>	2.89±0.00 <sup>De</sup>
	AP30	4.12±0.00 <sup>Ab</sup>	3.62±0.01 <sup>Bc</sup>	3.39±0.00 <sup>Cd</sup>	2.92±0.01 <sup>Dd</sup>	2.91±0.01 <sup>Ed</sup>
Total acidity	Control	0.31±0.02 <sup>Ea</sup>	0.81±0.02 <sup>Dc</sup>	1.98±0.03 <sup>Cd</sup>	3.81±0.11 <sup>Bc</sup>	4.22±0.15 <sup>Ac</sup>
	AP15	0.35±0.05 <sup>Ea</sup>	1.31±0.05 <sup>Dc</sup>	2.54±0.11 <sup>Cc</sup>	3.09±0.09 <sup>Bd</sup>	3.85±0.09 <sup>Ad</sup>
	AP16	0.33±0.04 <sup>Ea</sup>	1.32±0.03 <sup>Dc</sup>	2.13±0.04 <sup>Cd</sup>	2.33±0.0 <sup>Be</sup>	3.44±0.15 <sup>Ac</sup>
	AP21	0.30±0.01 <sup>Da</sup>	3.12±0.12 <sup>Ca</sup>	4.78±0.12 <sup>Ba</sup>	5.23±0.20 <sup>Aa</sup>	5.12±0.13 <sup>Aa</sup>
	AP30	0.34±0.02 <sup>Da</sup>	1.60±0.06 <sup>Cb</sup>	3.48±0.16 <sup>Bb</sup>	4.59±0.21 <sup>Ab</sup>	4.78±0.07 <sup>Ab</sup>
Reducing sugar	Control	9.40±0.40 <sup>Cab</sup>	10.73±0.14 <sup>Bb</sup>	11.31±0.07 <sup>Aab</sup>	11.47±0.15 <sup>Aa</sup>	11.47±0.21 <sup>Ab</sup>
	AP15	8.84±0.24 <sup>Dc</sup>	11.41±0.27 <sup>Ba</sup>	10.81±0.08 <sup>Cb</sup>	11.33±0.19 <sup>Bab</sup>	12.17±0.17 <sup>Aa</sup>
	AP16	9.64±0.34 <sup>Cab</sup>	11.18±0.62 <sup>Bab</sup>	10.95±0.06 <sup>Bb</sup>	11.38±0.23 <sup>Bab</sup>	12.13±0.05 <sup>Aa</sup>
	AP21	9.82±0.10 <sup>Ca</sup>	11.26±0.09 <sup>ABab</sup>	11.78±0.58 <sup>Aa</sup>	11.08±0.11 <sup>Bb</sup>	11.41±0.23 <sup>ABbc</sup>
	AP30	9.15±0.04 <sup>Cbc</sup>	11.36±0.05 <sup>Ba</sup>	11.96±0.57 <sup>Aa</sup>	11.20±0.20 <sup>Bab</sup>	11.11±0.10 <sup>Bc</sup>

Each values mean±S.D.

<sup>a-c</sup>Values with different small letters within a column are significantly different by Duncan's multiple range test ( $p<0.001$ ).

<sup>A-E</sup>Values with different capital letters within a row are significantly different by Duncan's multiple range test ( $p<0.001$ ).

Table 2. Changes in organic acid of apple vinegar by various acetic acid bacteria

Sample	Malic acid (%)	Succinic acid (%)	Fumaric acid (%)	Acetic acid (%)	Total (%)
Control	0.46±0.02 <sup>Bab</sup>	0.24±0.00 <sup>C</sup>	0.00±0.00 <sup>D</sup>	3.59±0.03 <sup>Ac</sup>	4.29±0.06 <sup>c</sup>
AP15	0.46±0.00 <sup>Bb</sup>	0.23±0.00 <sup>C</sup>	0.01±0.00 <sup>D</sup>	3.42±0.01 <sup>Ad</sup>	4.11±0.01 <sup>d</sup>
AP16	0.49±0.03 <sup>Ba</sup>	0.24±0.00 <sup>C</sup>	0.01±0.00 <sup>D</sup>	3.08±0.01 <sup>Ac</sup>	3.82±0.04 <sup>e</sup>
AP21	0.45±0.00 <sup>Bb</sup>	0.22±0.00 <sup>C</sup>	0.00±0.00 <sup>D</sup>	4.12±0.02 <sup>Aa</sup>	4.79±0.02 <sup>a</sup>
AP30	0.45±0.00 <sup>Bb</sup>	0.24±0.00 <sup>C</sup>	0.00±0.00 <sup>D</sup>	3.77±0.02 <sup>Ab</sup>	4.46±0.02 <sup>b</sup>

Each values mean±S.D.

<sup>a-c</sup>Values with different small letters within a column are significantly different by Duncan's multiple range test ( $p<0.001$ ).

<sup>A-D</sup>Values with different capital letters within a row are significantly different by Duncan's multiple range test ( $p<0.001$ ).

수화물은 대부분 과당, 포도당 및 자당(설탕)의 형태로 존재한다(RDA 2016). Table 1에서 보듯이 모든 실험구에서 발효 초기에는 8.84-9.82%의 환원당 값을 나타내었고, 발효가 진행될수록 증가하여 발효 20일째에는 11.11~12.17% 환원당 값을 나타내었다. 이는 사과가 가지고 있는 자당(설탕)이 가수분해 효소로 인해 과당과 포도당으로 바뀌어 비환원당인 자당으로 존재했던 발효 초기에는 검출되지 않았다가 가수분해되면서 점점 증가한 것으로 TLC 분석결과로 예측되었다(Data not shown).

초산균 중 *A. pasteurianus*의 경우는 알코올을 먹이원으로

이용하며 포도당, 과당 등을 대사할 수 있는 형태로 변화시키는 kinase 류가 존재하지 않아 당류를 대사하기 어렵다(Zheng 등 2017). 오히려 이런 특징은 식초 종균의 좋은 특성으로, 식초발효 시 과실류에 존재하는 환원당을 대사하지 않고 발효 내내 환원당이 유지되어 과일의 천연당을 그대로 식초로 섭취할 수 가 있다. 이런 특징은 식초의 기호도에 좋은 영향을 줄 것으로 판단된다. 이렇듯 식초발효는 초산균주에 따라 일부 균주는 초산을 과산화하여 다시 물로 된다고 보고되고 있어(Saeki 등 1997; Baek 등 2014), 어떤 종류의 종균을 사용하는지가 중요하며, 이외에도 초산균에 따라 초기 알코

을 농도, 초기산도, 균 배양온도, 배양속도, 배양기간 및 영양 성분에 따라 산 함량이 크게 달라질 수 있어 우수한 중균 사용이 식초발효에 매우 중요하다(Jeong 등 1996; Eom 등 2019).

## 2. 색도 측정

서로 다른 초산균을 활용하여 제조한 식초의 색도측정 결과는 Table 3에 나타내었다. 식초 시료의 초기에는 명도(L 값)는 30.74~41.56으로 나타났고, 발효 20일째에는 32.05~53.02의 값을 나타냈다. 초산균의 종류별 및 발효일자별로 다양한 명도를 나타냈고, 발효일이 증가할수록 대조구, AP16을 접종한 식초 및 AP21을 접종한 식초의 경우는 명도가 증가하였고, 나머지 두 시료는 처음보다 감소하였다. 특히, 발효 마지막날에는 대부분 비슷한 명도를 나타냈으나, AP16을 접종한 식초의 경우 다소 높은 명도(53.02)를 나타냈다. 적색도(a 값)의 경우는 발효초기 20.66~26.04로, 발효 20일째에는 9.84~18.55로 모든 실험구에서 발효날짜가 경과할수록 값은 낮아지는 경향성을 보였다. 마지막으로 황색도(b 값)는 50.93~59.65에서 발효 20일째 45.40~51.09로 발효가 진행될수록 다소 낮아지는 경향성을 나타냈다.

일반적으로 시판하는 저산도, 일반산도, 2배 산도 및 3배 산도 사과식초의 색도를 분석한 선행연구에서, 명도는

90.41~99.01, 적색도는 -2.21~-0.78 및 황색도 5.64~28.46으로 다양하게 나타나(Jo 등 2012), 본 연구와 큰 차이를 보였으나, 다양한 제조법으로 인한 색도 변화를 보고한 선행연구에 제조된 식초 색상은 원료 및 발효 방법에 따라 차이가 있다고 보고하여(Lee 등 2019), 식초 색도의 차이는 다양하다 볼 수 있다.

## 3. 총 폴리페놀, 총 플라보노이드 함량 및 라디칼 소거 활성

서로 다른 초산균을 활용하여 제조한 식초의 총 폴리페놀, 총 플라보노이드 함량 및 항산화 활성 측정결과를 Table 4에 나타내었다. 먼저, 초기 총 폴리페놀 함량은 88.88~111.23 mg%를 나타냈고, 발효가 진행되면서 대조구, AP15 및 AP16을 첨가한 식초의 경우는 총 폴리페놀 함량이 줄어드는 반면, 나머지 두 시료의 경우 증가하여 AP21을 첨가한 식초의 경우 발효 초기보다 발효 20일째 38%가 증가한 121.69 mg%로 나타났고, 동일기간 AP30로 발효한 식초는 21% 증가한 134.55 mg% 수치를 나타냈다. 다음으로 총 플라보노이드 함량은 총 폴리페놀 함량보다는 다소 적게 측정되었는데, 초기에는 8.90~11.59 mg% 함량을 나타냈고, 발효가 진행될수록 증가하여 마지막 발효 20일에는 24.27~36.03 mg%으로 모든 실험구에서 발효가 진행할수록 증가하는 경향성을 보였다.

**Table 3. Changes in color of apple vinegar by various acetic acid bacteria**

	Sample	Fermentation time (days)				
		0	5	10	15	20
L* (lightness)	Control	30.74±0.14 <sup>Dc2)</sup>	38.18±0.09 <sup>Cc</sup>	21.70±0.03 <sup>Ed</sup>	45.75±0.11 <sup>Aa</sup>	38.69±0.06 <sup>Bb</sup>
	AP15	41.56±0.11 <sup>Ba</sup>	45.48±0.20 <sup>Aa</sup>	43.68±0.07 <sup>ABb</sup>	44.97±2.61 <sup>Aa</sup>	37.80±0.11 <sup>Cc</sup>
	AP16	33.01±0.03 <sup>Dd</sup>	42.49±0.25 <sup>Cb</sup>	45.85±0.34 <sup>Ba</sup>	45.78±0.06 <sup>Ba</sup>	53.02±0.16 <sup>Aa</sup>
	AP21	33.80±0.05 <sup>Ec</sup>	37.42±0.21 <sup>Bd</sup>	41.89±0.11 <sup>Ac</sup>	34.46±0.30 <sup>Dc</sup>	36.09±0.30 <sup>Cd</sup>
	AP30	38.13±0.01 <sup>Cb</sup>	34.53±0.04 <sup>De</sup>	43.49±0.12 <sup>Ab</sup>	39.58±0.14 <sup>Bb</sup>	32.05±0.02 <sup>Ee</sup>
a* (redness)	Control	26.04±0.04 <sup>Aa</sup>	19.23±0.00 <sup>Ca</sup>	23.64±0.01 <sup>Ba</sup>	14.21±0.04 <sup>Ec</sup>	15.77±0.18 <sup>Dc</sup>
	AP15	20.66±0.04 <sup>Ae</sup>	13.47±0.02 <sup>De</sup>	14.17±0.11 <sup>Cc</sup>	12.66±0.00 <sup>Ec</sup>	15.83±0.05 <sup>Bc</sup>
	AP16	25.61±0.04 <sup>Ab</sup>	15.91±0.07 <sup>Bd</sup>	13.23±0.08 <sup>De</sup>	13.96±0.03 <sup>Cd</sup>	9.84±0.03 <sup>Ed</sup>
	AP21	25.34±0.03 <sup>Ac</sup>	18.41±0.02 <sup>Cc</sup>	15.89±0.02 <sup>Eb</sup>	18.88±0.06 <sup>Ba</sup>	17.41±0.15 <sup>Db</sup>
	AP30	23.00±0.06 <sup>Ad</sup>	18.80±0.06 <sup>Bb</sup>	13.69±0.04 <sup>Ed</sup>	15.68±0.08 <sup>Db</sup>	18.55±0.06 <sup>Ca</sup>
b* (yellowness)	Control	50.93±0.23 <sup>Cc</sup>	55.92±0.05 <sup>Aa</sup>	36.73±0.08 <sup>Ec</sup>	52.65±0.06 <sup>Ba</sup>	50.29±0.10 <sup>Dd</sup>
	AP15	59.65±0.06 <sup>Aa</sup>	48.53±0.04 <sup>Cc</sup>	48.40±0.25 <sup>Cd</sup>	46.15±0.00 <sup>Dd</sup>	49.52±0.01 <sup>Bc</sup>
	AP16	53.99±0.05 <sup>Ad</sup>	54.02±0.07 <sup>Ab</sup>	50.02±0.03 <sup>Cb</sup>	51.16±0.02 <sup>Bb</sup>	45.40±0.03 <sup>De</sup>
	AP21	54.88±0.08 <sup>Ac</sup>	53.51±0.14 <sup>Bc</sup>	52.45±0.08 <sup>Ca</sup>	51.22±0.21 <sup>Db</sup>	51.09±0.07 <sup>Da</sup>
	AP30	58.72±0.05 <sup>Ab</sup>	51.50±0.26 <sup>Bd</sup>	49.36±0.08 <sup>Dc</sup>	49.95±0.02 <sup>Cc</sup>	48.28±0.06 <sup>Ed</sup>

Each values mean±S.D.

<sup>a-c</sup>Values with different small letters within a column are significantly different by Duncan's multiple range test ( $p<0.001$ ).

<sup>A-E</sup>Values with different capital letters within a row are significantly different by Duncan's multiple range test ( $p<0.001$ ).

**Table 4. Changes in total polyphenol, total flavonoid content and antioxidant activity (ABTS, DPPH) of apple vinegar by various acetic acid bacteria**

	Sample	Fermentation time (days)				
		0	5	10	15	20
Total polyphenol (mg TAE/100 g)	Control	100.90±3.37 <sup>Ab</sup>	75.09±1.59 <sup>Cc</sup>	71.83±1.89 <sup>Cc</sup>	73.11±1.36 <sup>Cd</sup>	84.23±3.03 <sup>Bd</sup>
	AP15	100.39±3.17 <sup>Ab</sup>	83.85±1.90 <sup>Bb</sup>	87.18±4.62 <sup>Bb</sup>	88.94±1.47 <sup>Bc</sup>	98.37±4.38 <sup>Ac</sup>
	AP16	96.48±2.13 <sup>Ab</sup>	74.80±2.60 <sup>Cc</sup>	76.32±3.82 <sup>Cc</sup>	73.49±2.12 <sup>Cd</sup>	84.99±0.66 <sup>Bd</sup>
	AP21	88.88±1.90 <sup>CDc</sup>	90.92±1.00 <sup>Ca</sup>	87.90±0.93 <sup>Db</sup>	96.93±0.99 <sup>Bb</sup>	121.69±1.94 <sup>Ab</sup>
	AP30	111.23±1.85 <sup>Ba</sup>	91.95±0.67 <sup>Ea</sup>	97.97±3.03 <sup>Da</sup>	105.25±2.93 <sup>Ca</sup>	134.55±2.05 <sup>Aa</sup>
Total flavonoid (mg TAE/100 g)	Control	11.59±1.46 <sup>Ba</sup>	23.33±1.03 <sup>Abc</sup>	22.69±2.17 <sup>Ad</sup>	22.25±1.70 <sup>Ab</sup>	25.26±1.73 <sup>Ab</sup>
	AP15	8.90±0.98 <sup>Cb</sup>	21.95±1.91 <sup>Bcd</sup>	26.17±1.06 <sup>Abc</sup>	25.35±0.58 <sup>Aa</sup>	26.49±2.07 <sup>Ab</sup>
	AP16	10.00±0.68 <sup>Cab</sup>	20.56±1.60 <sup>Dd</sup>	24.91±1.34 <sup>Accd</sup>	23.11±1.38 <sup>Ab</sup>	24.27±1.58 <sup>Ab</sup>
	AP21	10.47±0.43 <sup>Eab</sup>	25.64±1.05 <sup>Db</sup>	29.49±0.59 <sup>Ba</sup>	26.97±0.69 <sup>Ca</sup>	34.23±0.50 <sup>Aa</sup>
	AP30	10.09±1.23 <sup>Dab</sup>	29.19±0.32 <sup>Ba</sup>	28.37±1.43 <sup>BCab</sup>	26.77±0.75 <sup>Ca</sup>	36.03±1.46 <sup>Aa</sup>
DPPH radical scavenging activity (%)	Control	82.87±1.00 <sup>Aa</sup>	83.19±0.89 <sup>Aa</sup>	66.79±5.78 <sup>Bb</sup>	81.37±0.56 <sup>Aa</sup>	83.04±0.62 <sup>Ab</sup>
	AP15	83.32±2.39 <sup>Aa</sup>	83.23±2.44 <sup>Aa</sup>	80.23±1.76 <sup>Aa</sup>	83.55±0.85 <sup>Aa</sup>	80.29±3.82 <sup>Ab</sup>
	AP16	81.22±2.81 <sup>Aa</sup>	82.57±1.46 <sup>Aa</sup>	79.62±0.58 <sup>Aa</sup>	80.83±3.78 <sup>Aa</sup>	82.60±0.98 <sup>Ab</sup>
	AP21	80.20±3.10 <sup>Ba</sup>	83.67±1.33 <sup>Aa</sup>	81.10±1.67 <sup>Aa</sup>	82.46±0.37 <sup>ABa</sup>	84.17±0.32 <sup>Aa</sup>
	AP30	82.02±1.57 <sup>ABa</sup>	84.78±0.79 <sup>Aa</sup>	83.02±1.04 <sup>Aa</sup>	79.73±2.45 <sup>Ba</sup>	84.18±1.19 <sup>Aa</sup>
ABTS radical scavenging activity (%)	Control	76.18±1.90 <sup>Bb</sup>	81.65±1.60 <sup>Ab</sup>	47.09±1.25 <sup>Dc</sup>	68.71±1.33 <sup>Cb</sup>	69.57±1.06 <sup>Cb</sup>
	AP15	78.53±1.17 <sup>Ba</sup>	85.54±0.61 <sup>Aa</sup>	73.09±1.15 <sup>Db</sup>	75.39±0.64 <sup>Ca</sup>	77.78±0.56 <sup>Ba</sup>
	AP16	76.54±0.11 <sup>Cab</sup>	82.88±0.83 <sup>Ab</sup>	75.53±0.20 <sup>Da</sup>	74.38±0.88 <sup>Ea</sup>	77.91±0.17 <sup>Ba</sup>
	AP21	78.15±1.13 <sup>Ab</sup>	73.31±1.24 <sup>Be</sup>	65.34±0.46 <sup>Cc</sup>	59.88±2.17 <sup>Dd</sup>	71.17±0.40 <sup>Bb</sup>
	AP30	78.02±0.77 <sup>Ab</sup>	77.13±0.78 <sup>Ac</sup>	63.71±0.92 <sup>Cd</sup>	62.42±1.22 <sup>Cc</sup>	66.36±1.66 <sup>Bc</sup>

Each values mean±S.D.

<sup>a-d</sup>Values with different small letters within a column are significantly different by Duncan's multiple range test ( $p<0.001$ ).

<sup>A-E</sup>Values with different capital letters within a row are significantly different by Duncan's multiple range test ( $p<0.001$ ).

몇 가지 시판 과일식초의 품질을 분석한 선행연구(Kim 등 2013)에서 사과, 매실, 레몬 및 포도식초를 분석한 결과 알코올 발효와 초산발효를 한 식초보다 초산발효만 한 식초의 총 폴리페놀 함량이 약 10배 이상 차이가 난다고 보고하였고, 특히 사과식초의 경우는 알코올 발효를 하지 않고, 초산발효를 한 경우 55.76 mg% 검출되었다고 하였다. 총 플라보노이드류 함량도 동일 논문(Kim 등 2013)에서 초산발효만 한 사과식초가 13.24 mg%로 가장 높게 검출되었는데 본 연구와 비교하였을 때 절반정도의 수치를 보였다. 시판 사과식초의 산도에 따른 품질특성을 비교평가한 선행논문(Jo 등 2012)에서 산도가 올라갈수록 총 폴리페놀 함량이 감소하여 저산도 사과식초가 54.66 mg%로 가장 높고, 일반산도, 2배 및 3배식초는 낮은 값을 나타내었다. 총 플라보노이드 또한 유사한 연구결과로 저산도 식초에서 10.92 mg% 검출되었고, 나머지 식초에서는 거의 검출되지 않았다. 본 연구의 결과는 알코올

발효를 하지 않고, 초산발효만 일으켜 단시간에 발효한 이유와 식초 원료인 사과의 품질 등 다양한 원인으로 선행연구보다 높은 함량의 총 폴리페놀과 총 플라보노이드 함량을 나타내었다.

서로 다른 초산균을 첨가한 사과식초의 DPPH 라디칼 소거능을 분석하기 위하여 식초시료를 60% 에탄올로 3배 희석하여 측정한 결과, 대조구 10일째 시료를 제외하고 나머지 시료에서 80% 이상의 소거 활성을 나타냈고, 시료 사이에 유의적인 차이가 나타나지 않았다. ABTS 라디칼 소거능의 경우 사과식초 시료원액을 사용하였다. 결과는 초기 76.18~78.53% 라디칼 소거능을 보였으나, 발효가 진행될수록 높아지거나 혹은 낮아지면서 경향성이 보이지 않았으나 발효 마지막날인 20일째에는 발효 첫날 소거능과 유사하게 나타났다. Jo 등(2012)의 연구에 따르면 저산도, 일반산도, 2배 및 3배 식초의 DPPH 및 ABTS 라디칼 소거능은 저산도에서만

높게 나타나고 나머지 식초에서는 낮은 값을 나타낸다고 보고하여 시판 식초의 산도에 따라서 다양한 항산화 활성을 나타낸다고 보고하였고, Gil 등(2020)의 연구에서는 동일한 초산균을 사용하였을 때 도라지 전처리를 달리하였을 때 발효가 진행될수록 항산화 활성의 차이가 난다고 보고하였다. 농가형 발효식초로부터 분리한 서로 다른 *A. pasteurianus* 초산균 6종의 DPPH 및 ABTS 라디칼 소거능을 조사할 결과 균주마다 유의적인 차이가 존재한다고 보고(Kim 등 2022)하여 항산화능은 발효방식, 재료 및 초산균의 종류 등에 의해서 차이가 있다고 판단된다.

### 요약 및 결론

본 연구는 농가형 식초의 발효종균으로의 가능성을 확인해보고자 청수포도 천연발효액에서 분리한 초산균 4종을 활용하여 사과식초를 제조한 뒤, 품질분석을 진행하였다. 식초의 가장 중요한 품질특성인 총산의 경우 *A. pasteurianus* 21 균주를 첨가한 식초가 초기 산도가 급격히 증가하였으며, 최종 산도도 가장 높았고, 유기산 함량 또한 가장 높게 검출되었다. 식초에 존재하는 환원당의 경우 *A. pasteurianus* 균주 특성상 알코올 존재 시 당을 섭취하지 않고, 또한 포도당이나 과당을 대사할 수 있는 효소 또한 존재하지 않아 발효 마지막날까지 환원당 상태로 존재하였고, 더욱이 사과에 존재하는 자당까지 분해하여 모든 식초의 환원당값은 증가하였다. 높은 환원당 함량은 관능에 좋은 영향을 줄 것으로 판단된다. 총 폴리페놀 및 총 플라보노이드 함량의 경우 대조구, AP15 및 AP16을 첨가한 식초 값보다 AP21이나 AP30을 첨가한 식초가 다소 높게 검출되었고, ABTS 및 DPPH 라디칼 소거능 균주의 종류나 발효시간에 의해 차이가 크지 않았다. 따라서 모든 것을 종합해보면 총산은 동일한 시간동안 빨리 생성되며, 높은 유기산 함량을 보이면서 식초발효 동안 생리활성은 높게 유지되거나 감소시키지 않은 *A. pasteurianus* 21 균주가 농가형 식초 제조에 가장 적합한 초산균이라 판단된다.

### 감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 연구사업(RS-2022-RD010225)의 지원에 의해 수행된 것으로 이에 감사드립니다.

### References

- Amerine MA, Ough CS. 1980. Methods for Analysis of Musts and Wines. pp.176-180. Wiley
- Baek CH, Baek SY, Lee SH, Kang JE, Choi HS, Kim JH, Yeo SH. 2015. Characterization of *Acetobacter* sp. strain CV1 isolated from a fermented vinegar. *Microbiol Biotechnol Lett* 43:126-133
- Baek CH, Jeong DH, Baek SY, Choi JH, Park HY, Choi HS, Jeong ST, Kim JH, Jeong YJ, Kwon JH, Yeo SH. 2013. Quality characteristics of farm-made brown rice vinegar via traditional static fermentation. *Korean J Food Preserv* 20:564-572
- Baek SY, Park HY, Lee CH, Yeo SH. 2014. Comparison of the fermented property and isolation of acetic-acid bacteria from traditional Korean vinegar. *Korean J Food Preserv* 21: 903-907
- 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, Kwon NR, Kang HJ, Park HJ, Kim SY, Kim JH. 2022. Quality characteristics of *byeolmijang* prepared by different variety of roasted grain powders. *Korean J Food Nutr* 35:106-115
- Eom HJ, Yoon HS, Kwon NR, Jeong YJ, Kim Y, Hong ST, Han NS. 2019. Comparison of the quality properties and identification of acetic acid bacteria for aronia vinegar. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 48:1397-1404
- Gil NY, Hwang IG, Gwon HM, Yeo SH, Kim SY. 2020. Quality characteristics of vinegar fermented by *Platycodon grandiflorum* root and *Acetobacter pasteurianus* A11-2. *Korean J Food Nutr* 33:737-746
- Han WC, Ji SH, Surh J, Kim MH, Lee JC, Jang KH. 2010. Characterization of vinegar using *Rubus crataegifolius* and *Rosa rugosa* Thunb. *J East Asian Soc Diet Life* 20:582-588
- Jeong YJ, Shin SR, Kang MJ, Seo CH, Won CY, Kim KS. 1996. Preparation and quality evaluation of the quick fermented persimmon vinegar using deteriorated sweet persimmon. *J East Asian Diet Life* 6:221-227
- Jo D, Park EJ, Kim GR, Yeo SH, Jeong YJ, Kwon JH. 2012. Quality comparison of commercial cider vinegars by their acidity levels. *Korean J Food Sci Technol* 44:699-703
- Kim KO, Kim SM, Kim SM, Kim DY, Jo D, Yeo SH, Jeong YJ, Kwon JH. 2013. Physicochemical properties of commercial fruit vinegars with different fermentation

- methods. *J Korean Soc Food Sci Nut* 42:736-742
- Kim SH, Kim JY, Jeong WS, Gwon HM, Kim SY, Yeo SH. 2022. Culture and function-related characteristics of six acetic acid bacterial strains isolated from farm-made fermented vinegars. *Korean J Food Preserv* 29:142-156
- Lee HY, Goh YJ, Park JS, Ahn MS, Kwon HJ. 2018a. Optimization of acetic acid fermentation of hardy kiwi vinegar using low-pH tolerant *Acetobacter pasteurianus* AFY-4. *J East Asian Soc Diet Life* 28:136-144
- Lee SJ, Kim SH, Kim SY, Yeo SH. 2019. Quality characteristics of *kujippong* (*Cudrania tricuspidata*) vinegar fermented by various acetic acid bacteria. *Korean J Food Preserv* 26:766-776
- Lee YJ, Byun GI, Jin SY. 2018b. Quality characteristic and antioxidant activities of vinegar added with *Etteum* bell flower root. *Korean J Food Nutr* 31:549-558
- Ministry of Food and Drug Safety [MFDS]. 2024. Food and food additives code. Available from <https://various.foodsafetykorea.go.kr/fsd/#/> [cited 31 July 2024]
- Park CS, Kim KS, Noh JG, Rho CW, Yoon HS. 2010. Quality characteristics of the germinated brown rice vinegar added with red pepper. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39:567-572
- Park S, Chae KS, Son RH, Jung J, Im YR, Kwon JW. 2012. Quality characteristics and antioxidant activity of *bokbunja* (black raspberry) vinegars. *Food Eng Prog* 16:340-346
- 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 II. 9<sup>th</sup> ed. pp. 1-593. Rural Development Administration
- Saeki A, Theeragool G, Matsushita K, Toyama H, Lotong N, Adachi O. 1997. Development of thermotolerant acetic acid bacteria useful for vinegar fermentation at higher temperatures. *Biosci Biotechnol Biochem* 61:138-145
- Shin JH, Kang MJ, Byun HU, Bea WY, Shin JY, Seo WT, Choi JS, Shin JH. 2017. Quality characteristics of fermented vinegar prepared with *seomaeyaksuk* (*Artemisia argyi* H.) extract. *Korean J Food Preserv* 24:647-657
- Shin JY, Kang MJ, Kang JR, Choi JS, Seo WT, Shin JH. 2020. Quality characteristics of fermented vinegar containing different concentration of an ethanol extract from 'seomaeyaksuk' (*Artemisia argyi* H.). *Korean J Food Preserv* 27:212-223
- Yim EJ, Jo SW, Lee ES, Park HS, Ryu MS, Uhm TB, Kim HY, Cho SH. 2015. Fermentation characteristics of mulberry (*Cudrania tricusoidata*) fruit vinegar produced by acetic acid bacteria isolated from traditional fermented foods. *Korean J Food Preserv* 22:108-118
- Yoon HN. 1999. Chemical characterization of commercial vinegars. *Korean J Food Sci Technol* 31:1440-1446
- Zheng Y, Zhang R, Yin H, Bai X, Chang Y, Xia M, Wang M. 2017. *Acetobacter pasteurianus* metabolic change induced by initial acetic acid to adapt to acetic acid fermentation conditions. *Appl Microbiol Biotechnol* 101:7007-7016

---

Received 06 August, 2024

Revised 09 August, 2024

Accepted 14 August, 2024

## Development of an Optimal Convolutional Neural Network Backbone Model for Personalized Rice Consumption Monitoring in Institutional Food Service using Feature Extraction

Young Hoon Park and <sup>†</sup>Eun Young Choi\*

*Full Professor, Dept. of Civil Engineering, Bucheon University, Bucheon 15073, Korea*

*\*Assistant Professor, Dept. of Food and Nutrition, Bucheon University, Bucheon 15073, Korea*

### Abstract

This study aims to develop a deep learning model to monitor rice serving amounts in institutional foodservice, enhancing personalized nutrition management. The goal is to identify the best convolutional neural network (CNN) for detecting rice quantities on serving trays, addressing balanced dietary intake challenges. Both a vanilla CNN and 12 pre-trained CNNs were tested, using features extracted from images of varying rice quantities on white trays. Configurations included optimizers, image generation, dropout, feature extraction, and fine-tuning, with top-1 validation accuracy as the evaluation metric. The vanilla CNN achieved 60% top-1 validation accuracy, while pre-trained CNNs significantly improved performance, reaching up to 90% accuracy. MobileNetV2, suitable for mobile devices, achieved a minimum 76% accuracy. These results suggest the model can effectively monitor rice servings, with potential for improvement through ongoing data collection and training. This development represents a significant advancement in personalized nutrition management, with high validation accuracy indicating its potential utility in dietary management. Continuous improvement based on expanding datasets promises enhanced precision and reliability, contributing to better health outcomes.

Key words: deep learning, neural networks, computer, rice, food services

### Introduction

In institutional food service, the allocation and consumption of food portions often reflect individual preferences despite dietitians' efforts to ensure a balanced diet. This scenario presents a unique challenge in group meal provision, which aims to meet diverse dietary needs while maintaining nutritional balance (National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine 2016; Peano et al. 2022; Yeom & Choi 2023).

Carbohydrates, as a major energy source, constitute approximately 55~65% of daily energy intake (Korean Nutrition Society 2020). This nutrient plays a critical role in the functioning of various organs, such as the brain, red blood cells, retina, lens, and renal medulla, which predominantly utilize glucose as their primary energy substrate. Therefore, maintaining a consistent blood glucose level is imperative for the optimal functioning of these organs, highlighting the necessity for regular carbohydrate

consumption. This dietary requirement underscores the importance of carbohydrates in the human diet, particularly in relation to maintaining the energy demands of critical bodily functions (Kim MH 2013; Stubbs RJ 2021; Pan et al. 2023; Wali et al. 2023).

The proportion of energy intake from carbohydrates is closely associated with chronic diseases. Patients diagnosed with hypertension, metabolic syndrome, and diabetes tend to derive over 70% of their total energy from carbohydrates, a trend particularly pronounced among individuals over the age of 60. In a study targeting adults and the elderly over 40 in Korea, it was found that those with a carbohydrate energy intake ratio exceeding 65% had a 1.18 times higher likelihood of being at high risk for cardiovascular diseases compared to those with a ratio of 55~65% (Hou et al. 2022).

While many studies have reported positive correlations between low-carbohydrate, high-fat diets and health benefits, par-

<sup>†</sup> Corresponding author: Eun Young Choi, Assistant Professor, Dept. of Food and Nutrition, Bucheon University, Bucheon 15073, Korea. Tel: +82-32-610-3442, Fax: +82-32-610-3205, E-mail: [eychoi@bc.ac.kr](mailto:eychoi@bc.ac.kr)

ticularly in terms of lower overall calorie intake, recent research on long-term health maintenance has shown varying results. Consequently, the importance of adequate energy intake and appropriate carbohydrate consumption is being emphasized. This growing interest among those responsible for meal planning reflects an increased awareness of the role of balanced carbohydrate intake in overall health and nutrition (Yang et al. 2022; Santamarina et al. 2023).

There are various methods for measuring food intake. First, there is the traditional method of directly measuring with a scale. This method offers high accuracy and reliability, but it is time-consuming, has limitations in portability, and does not provide information beyond weight. Second, there are methods using machines. For example, scanning food with a photo to measure volume and convert it to weight is a hygienic, contactless method that can quickly process large quantities of food. However, it may lack accuracy, be costly, and be influenced by environmental factors. Additionally, there is the method of using trained models to perform automated measurements, which offers high scalability and precision but requires a large amount of data and a complex training process.

Currently, various deep learning models and systems are utilized for nutrition management worldwide. For example, studies utilizing FoodAI in the United States and the UECFood100 and UECFood256 datasets in Japan have been actively conducted, focusing primarily on food image recognition and classification (Sahoo et al. 2019; Kawano & Yanai 2014). However, these models are not capable of directly analyzing food intake, and additional data and analytical techniques are required to achieve this.

In Korea, certain services have gained attention for using computer vision to measure the image and volume of food. Computer vision employs traditional image analysis techniques, analyzing images through manually defined algorithms (Bolaños & Radeva 2016). In contrast, Convolutional Neural Networks (CNNs), a deep learning-based approach, automatically extract and analyze complex features from images through data training. Although CNNs require more data, they excel in solving more complex problems (Sandler et al. 2018).

Despite the availability of various tools for meal management and food intake surveys, most methods involve manually entering food names and quantities to calculate calorie and nutrient intake (Kalivaraprasad et al. 2021). As smartphones

have become more widespread, capturing images has become easier, leading to increased demand for image-based calorie estimation. However, research on applying artificial intelligence to extract characteristics from images, estimate weight, and calculate nutrient intake remains insufficient (Mezgec et al. 2017; Vasiloglou et al. 2018; Cai et al. 2019; Lu et al. 2020; Fragopoulou et al. 2021; Matusheski et al. 2021).

CNNs play a crucial role in object detection (identifying specific objects within an image) and object segmentation (distinguishing objects from the background in an image). Despite these advancements, the efficiency of training and validation can vary significantly depending on the characteristics of the images. Therefore, it is challenging to determine the exact number of images required to achieve the desired accuracy before conducting a study. Nonetheless, having more data generally contributes to improving the accuracy of results.

Object Detection Models: SSD (Single Shot Multibox Detector) scans an image once and identifies objects within it efficiently. R-CNN (Region-based convolutional Neural Network) identifies potential areas where objects might be located and then closely examines these areas to identify the objects, akin to first spotting interesting regions in a photo and then zooming in to see what is there. These models use pre-trained CNNs such as VGGNet, ResNet, ResNeXt, MobileNet, and AlexNet as backbones, which demonstrate strong efficiency in extracting image characteristics due to their powerful and well-optimized architectures (Girshick et al. 2014; Simonyan & Zisserman, 2015; Szegedy et al., 2015; He et al. 2016; Liu et al. 2016; Chollet F 2017; Howard et al. 2017; Huang et al., 2017; Tan & Le 2019).

Object Segmentation Models: Models like U-Net, FCN (Fully Convolutional Network), and DeepLab are used to separate objects from the background in an image, such as distinguishing a person from the surrounding scenery. These models also utilize pre-trained CNNs like VGGNet, ResNet, EfficientNet, and Xception for feature extraction, directly influencing the performance of object detection and segmentation (Ronneberger et al. 2015; Chen et al. 2017).

The optimal structure of a CNN can be tailored according to the characteristics of the image, such as texture and color. More complex image features require deeper and more complex CNNs. Additionally, the optimal combination of filter size and number, pooling layers, types of optimizers, and the application of



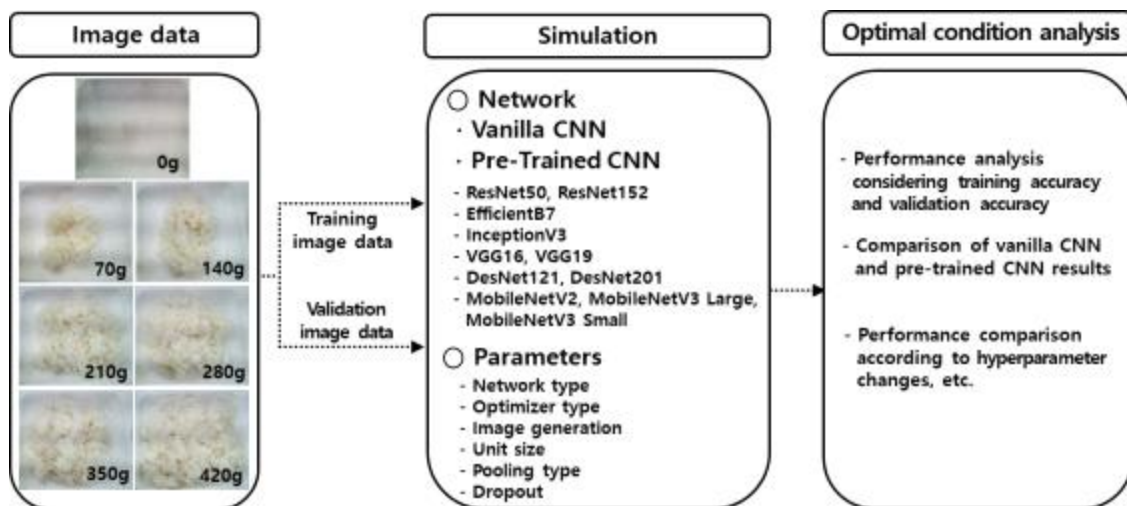


Fig. 1. Derivation of optimal convolutional neural network backbone for rice quantity detection.

dropout significantly enhances the accuracy of image feature extraction.

This study aims to identify the optimal CNN model for analyzing the amount of rice on a serving tray. To achieve this, two approaches are used as illustrated in Fig. 1: first, a vanilla CNN trained from scratch using new image datasets; and second, a pre-trained CNN fine-tuned with our specific data. The performance of image feature extraction in all networks varies significantly depending on the optimizer, type of pooling, application of image augmentation, dropout, and network size. Therefore, deriving optimal conditions tailored to specific image characteristics is crucial.

Such a personalized monitoring system is vital for efficient meal management. It helps reduce rice wastage, ensures that only the necessary amount is prepared, and achieves cost savings. Additionally, it enables the provision of customized diets that consider individual eating habits. This study focuses on developing the optimal neural network model to achieve these objectives.

## Subjects and Methods

### 1. Building image datasets

For the purpose of deriving the optimal CNN for extracting features from images based on the grain serving sizes on a white tray, we have captured and secured image data for training and validating the CNN. As illustrated in Fig. 2, this dataset encompasses seven different labels corresponding to rice serving

sizes of 0 g (0 kcal), 70 g (100 kcal), 140 g (200 kcal), 210 g (300 kcal), 280 g (400 kcal), 350 g (500 kcal), and 420 g (600kcal). Each label represents a distinct amount of grain served on the tray, allowing for a comprehensive evaluation of the CNN's ability to accurately extract features related to varying quantities of grain servings.

A total of 630 images were captured and used in this study, with each image being set to a resolution of 224×224 pixels. The entire image dataset was randomly split into training and validation sets at a ratio of 7:3, respectively.

### 2. Image feature extraction backbone

#### 1) Vanilla convolutional Neural Network

In this study, a CNN was used to predict the quantity of cereal on a tray. The input image used for the experiment was reduced to a resolution of 13×13×256 pixels and fed into the neural network. A vector containing 256 elements extracted from each image was input into a Rectified Linear Unit (ReLU) layer, and finally, the softmax layer predicted the quantity of cereal, which could be 0 g, 70 g, 140 g, 210 g, 280 g, 350 g, or 420 g. The specific dimensions of each layer of the neural network and the applied hyperparameters are summarized in Table 1. This table provides a summary of the neural network's structure and hyperparameters, helping to understand and optimize the model's complexity and data processing flow. It also ensures the reproducibility of the research. The primary advantage of CNNs is their ability to extract local features, thereby reducing the size

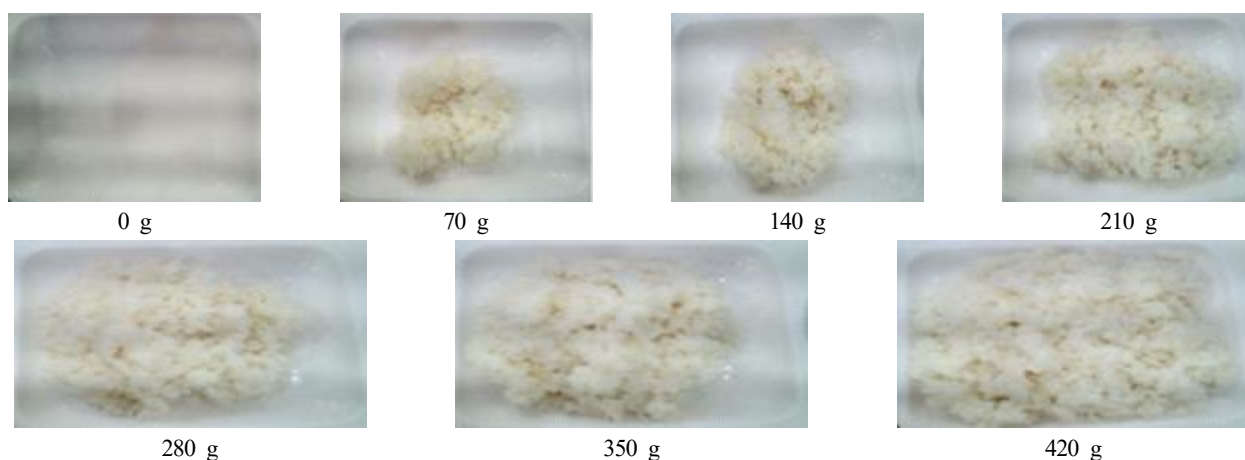


Fig. 2. Examples of images for rice quantity detection.

Table 1. Structure and hyperparameters of a vanilla convolutional neural Network used for rice quantity detection

Layer type	Output shape <sup>4)</sup>	Number of parameters (Total number of weights)
Conv2D_1 <sup>1)</sup>	223,223,32	416
MaxPooling2D_1	111,111,32	0
Conv2D_2	110,110,64	8,256
MaxPooling2D_2	55,55,64	0
Conv2D_3	54,54,128	32,896
MaxPooling2D_3	27,27,128	0
Conv2D_4	26,26,256	131,328
MaxPooling2D_4	13,13,256	0
Flatten	43,624	0
Dense (ReLU)	256	11,075,840
Dense (softmax)	7	1,799

· Activation function: ReLU / Softmax

· Rate of learning:  $1 \times 10^{-5}$

· Loss function: Categorical cross entropy

· Optimizer: RMSprop<sup>2)</sup> / Adam<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> Conv2D: convolutional 2D.

<sup>2)</sup> RMSprop: root mean square propagation.

<sup>3)</sup> Adam: adaptive moment estimation.

<sup>4)</sup> Output shape: The dimensions of the image data after it passes through each layer of the network.

of the input data and consequently decreasing the computational load. In this study, the pooling layers reduced the spatial size of the input array through a process known as downsampling. Max pooling selects the maximum value from a subset of the input array, whereas average pooling computes the average value. Based on the study by Dominik Scherer et al. (Scherer et al. 2010), which demonstrated that max pooling performs

better than average pooling on image datasets, max pooling was employed in this study. Additionally, instead of sigmoid-shaped activation functions like  $y=\tanh(x)$ , which amplify nonlinearity and increase computational time, the ReLU activation function was adopted for its efficiency in reducing computational burden (Krizhevsky et al. 2017). Given that this study involves multi-class classification, the softmax function was utilized.

The detailed structure of the neural network and the specifics of each layer are as follows:

1. **Input Layer:** Receives image data with a resolution of  $13 \times 13 \times 256$  pixels.
2. **convolutional Layer:** Uses multiple filters to extract features from the image.
3. **Pooling Layer:** Reduces the size of the feature map using max pooling.
4. **Activation Layer:** Applies the ReLU activation function to introduce nonlinearity.
5. **Output Layer:** Utilizes the softmax function to predict the final quantity of cereal.

This study designed and trained a neural network using CNN to predict the quantity of cereal on a tray by applying appropriate techniques and hyperparameters at each layer.

## 2) Pre-trained convolutional Neural Networks

Pre-trained CNNs are networks that have been previously trained on large datasets, allowing them to act as generalized models that efficiently perform tasks even on images that are completely different from the ones they were originally trained on. Feature extraction involves using a network system that has been pre-trained on a large dataset to extract features from a new image dataset. Based on these extracted features, a custom classifier for the new image dataset is trained. Feature extraction can be further divided into fast feature extraction and feature extraction (Lin et al. 2011).

Fast feature extraction involves running a pre-trained CNN on a new image dataset and saving the output as a NumPy array on disk for use as input to a separate fully connected classifier. This method is efficient and cost-effective because it requires executing the computationally intensive convolution operations only once. However, it does not allow for the application of data generation to minimize overfitting.

Feature extraction involves extending a pre-trained CNN by stacking dense layers on top and then running the entire model end-to-end on new image data. This approach allows for the use of image generation, as all input images exposed to the model pass through the convolution base layers every time.

As of January 12, 2022, the Keras website lists 39 pre-trained deep learning models available for use alongside pre-trained weights. Among these, the pre-trained deep learning models widely used in the field of computer vision include ResNet50, EfficientNet, and InceptionV3. The ResNet50 model, developed

by Microsoft, addresses the vanishing gradient problem and is composed of up to 100 layers. EfficientNet, a state-of-the-art (SOTA) model developed by Google, and InceptionV3, also developed by Google, are evaluated as efficient in terms of the number of parameters they generate and the computational cost incurred.

In this study, we utilize pre-trained CNN models to extract features from a new image dataset and train a custom classifier based on these features. We compare the differences between fast feature extraction and feature extraction methods and analyze the advantages and disadvantages of each approach.

## 3) Simulation methodology

In Convolutional Neural Networks (CNNs), optimizers are algorithms that modify network attributes such as weights and learning rates to reduce loss. In this study, the RMSprop and Adam optimizers were applied. The RMSprop optimizer is an extension of the gradient descent algorithm and uses the decaying average of partial gradients to adjust the step size for each parameter. Using decaying moving averages overcomes the limitations of adaptive gradient algorithms, where the algorithm forgets the initial gradient and focuses only on the most recent gradient during the search process (Kurbel & Khaleghian 2017).

The Adam optimizer is an extension of stochastic gradient descent widely adopted in recent deep learning applications in the fields of computer vision and natural language processing. It combines the advantages of the adaptive gradient algorithm, which maintains the learning rate for each parameter to improve performance on sparse gradients, and the RMSprop algorithm, which adjusts the learning rate for each parameter based on the average of recent gradient sizes (Kingma & Ba 2014).

Overfitting occurs when there is insufficient training data, making it challenging to train a model that can generalize well to new data. Image generation is a technique used to increase the diversity of the dataset by generating similar image samples, thereby reducing overfitting. In this study, image generation was applied by varying the image rotation by  $\pm 20^\circ$ , image height by  $\pm 10\%$ , image width by  $\pm 10\%$ , and image size by  $\pm 10\%$ .

Dropout is one of the most effective and widely used regularization techniques for neural networks. Applying dropout to a network layer randomly excludes some of the layer's output features during training. The dropout rate is typically set between 0 and 0.5 (0 to 50%) (Srivastava et al. 2014). In this study, a dropout rate of 50% was applied to evaluate the impact of

dropout.

To derive the maximum performance of the vanilla CNN, we evaluated the changes in performance based on the optimizer, image generation, and dropout (50%). Similarly, to ascertain the maximum performance of 12 pre-trained CNNs, we assessed the variations in performance due to the optimizer, dropout (50%), image generation, feature extraction methods, and fine-tuning. The considered cases are presented in Table 2.

## Results

### 1. Vanilla CNN

The changes in training and validation accuracy for the vanilla CNN, according to the type of optimizer, image generation, and dropout, are depicted in Fig. 3. Examining the training and validation accuracy graphs in Fig. 3 reveals that cases V1, V2, V5, and V6, where image generation was applied, show a phenomenon of underfitting, with validation accuracy higher than training accuracy. This indicates that the vanilla CNN did not fully learn the characteristics of the training image data. On the other hand, cases V3, V4, V7, and V8, where either dropout

was applied or neither image augmentation nor dropout was applied, display overfitting, with training accuracy exceeding validation accuracy. The top-1 validation accuracy from Fig. 3 have been compiled in Table 3. Validation accuracy is measured as the ratio of predictions that match the true values across the entire validation dataset when the trained architecture predicts weight based on image features. The closer the predicted rice weight is to the true value, the higher the accuracy. Validation accuracies are automatically computed and presented during the training process.

Generalization refers to how well a trained neural network performs on new data. The top-1 validation accuracy of V1, V2, V5, and V6 in Table 3 are results derived from underfitting, indicating insufficient generalization, which suggests a high level of uncertainty when applying to an actual dispensing system. Conversely, the top-1 validation accuracy of V3, V4, V7, and V8 in Table 3, which have relatively higher generalization from overfitting, were analyzed to be low at 55~60%. There is a significant difference between training accuracy and validation accuracy, indicating a gap in performance.

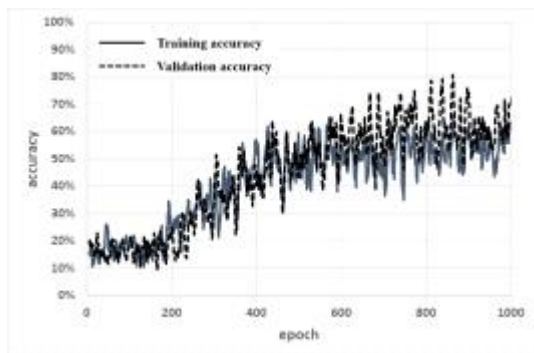
**Table 2. Simulation cases of pre-trained and vanilla convolutional neural networks for rice quantity detection**

Case		Optimizer	Dropout	Image generation	Extraction type	Tunning	
Vanilla CNN	Pre-trained CNN						
V1	P1	RMSprop <sup>1)</sup>	Yes	Yes	Feature extraction	No	
-	P2					Yes	Yes
V2	P3			No	Fast feature extraction	No	
-	P4					Yes	
V3	P5		No	Yes	Feature extraction	No	
-	P6					Yes	
V4	P7			No	Fast feature extraction	No	
-	P8					Yes	
V5	P9		Yes	Yes	Feature extraction	No	
-	P10					Yes	
V6	P11			No	Fast feature extraction	No	
-	P12					Yes	
V7	P13		Adam <sup>2)</sup>	Yes	Feature extraction	No	
-	P14					Yes	
V8	P15			No	No	Fast feature extraction	No
-	P16						Yes

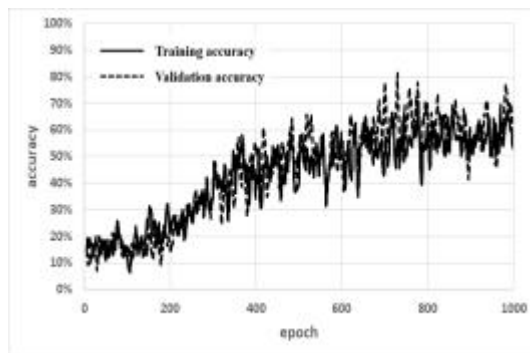
<sup>1)</sup> RMSprop: root mean square propagation.

<sup>2)</sup> Adam: adaptive moment estimation.

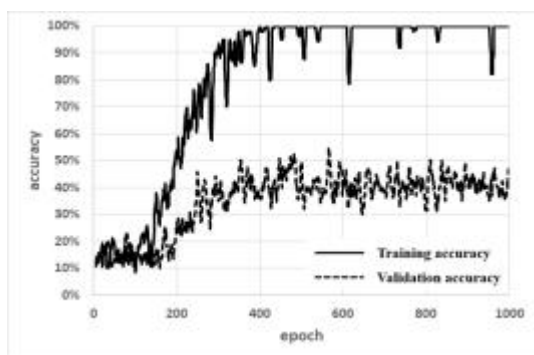
(A) Case V1



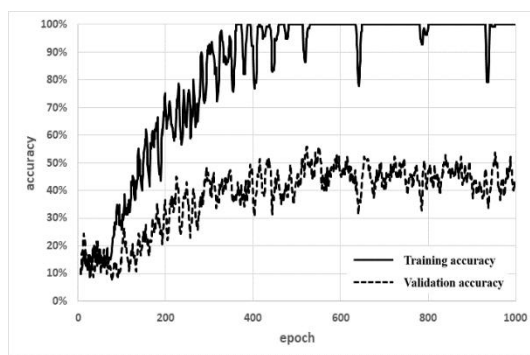
(B) Case V2



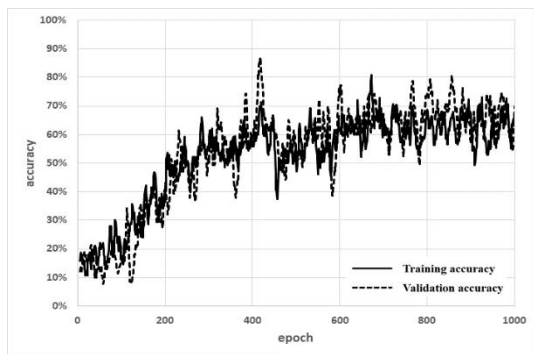
(C) Case V3



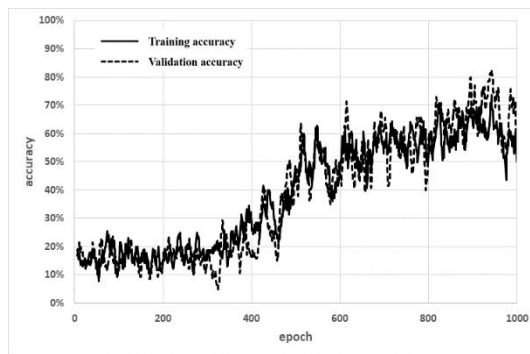
(D) Case V4



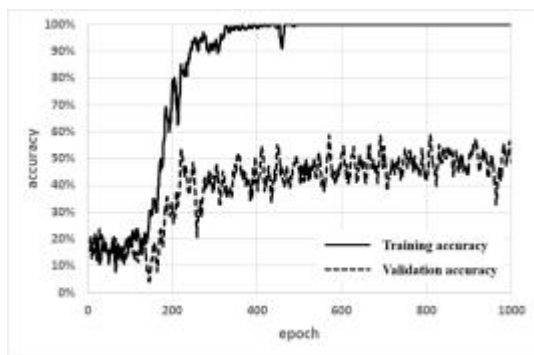
(E) Case V5



(F) Case V6



(G) Case V7



(H) Case V8

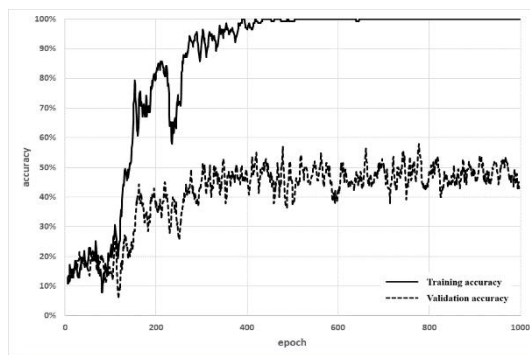


Fig. 3. Training and validation accuracy curves of vanilla convolutional neural network for rice quantity detection.

**Table 3. Maximum validation accuracy<sup>1)</sup> of vanilla convolutional neural network for rice quantity detection**

Remark	Case ID							
	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8
Top-1 validation accuracy (%)	82%*	82%*	55%	55%	88%*	72%*	60%	58%

<sup>1)</sup> Accuracy=Number of correct predictions/total number of predictions.

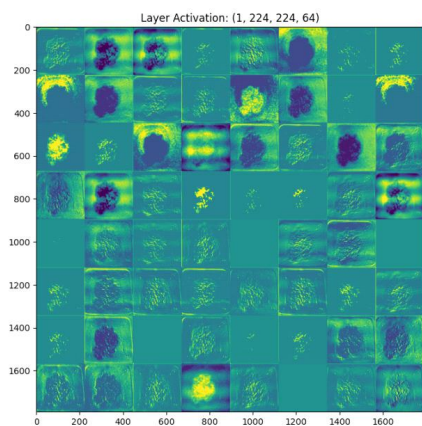
\*Underfitting.

## 2. Pre-trained CNNs

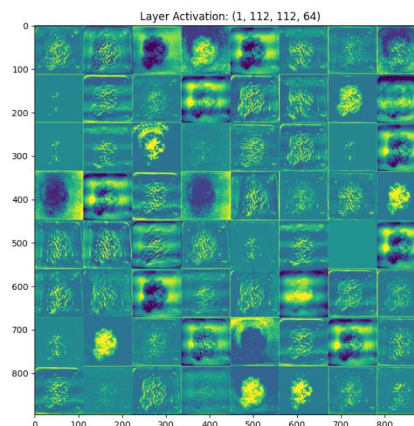
As previously discussed, simulations were conducted for 16 scenarios involving twelve pre-trained CNN, including VGG19, considering variables such as image generation, fine-tuning, the application of dropout, optimizer types, and methods of feature extraction. CNN iterate through convolutional and pooling layers, generating feature maps at each stage. The activation results within the VGG19 pre-trained CNN based on the image

input in Fig. 2 are summarized in Fig. 4. After passing through the first layer of the VGG19 pre-trained CNN, the feature map illustrated in Fig. 4A is derived from the results of 64 filters, maintaining all information of the initial input image. However, as we ascend to the higher layers of the VGG19 pre-trained CNN, the activations become increasingly abstract and visually challenging to comprehend. This transition results in a gradual reduction of information about the visual content of the image,

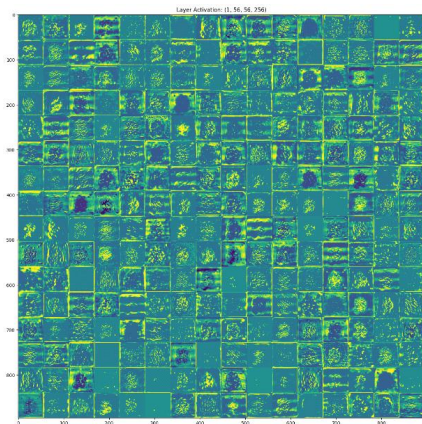
(A) After passing the block1\_conv2 layer



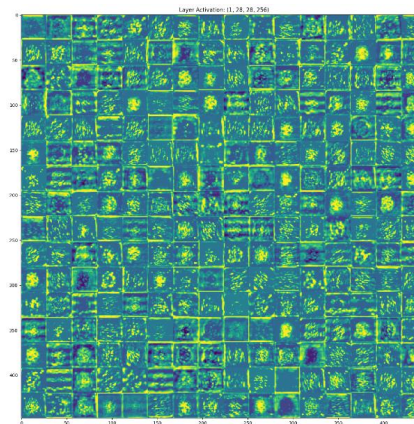
(B) After passing the block1\_pool layer



(C) After passing the block3\_conv4 layer



(D) After passing the block3\_pool layer



**Fig. 4. Interlayer feature map of VGG<sup>1)</sup>19 pre-trained convolutional neural network for rice quantity detection.** <sup>1)</sup> VGG: visual geometry group.

while information pertaining to the image's class progressively increases, as demonstrated in Fig. 4B, 4C, and 4D.

The results of simulations with 12 pre-trained CNN indicated that models such as VGG16 are suitable for image feature extraction in this study, with key outcomes displayed in Fig. 5. The top-1 validation accuracy of all pre-trained CNN are summarized in Table 4.

In Fig. 5, training and validation accuracy increases with learning iterations, and overfitting, which is important for generalization, is investigated. In Table 4, it was analyzed that ResNet50, ResNet152, EfficientB7, and MobileNetV3\_small pre-trained CNN were not suitable for detecting the amount of grain ration on a white serving tray, which is the subject of this study.

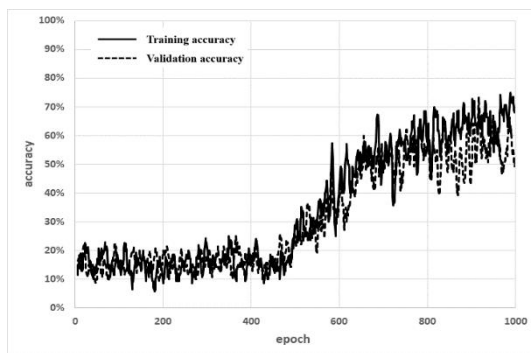
InceptionV3, MobileNetV2\_256, and MobileNetV2\_1024 pre-trained CNN were found to faithfully extract grain image characteristics in all cases in Table 4. VGG16, VGG19, DesNet121, DesNet201, MobileNetV2\_Large pre-trained CNN were evaluated to faithfully extract grain image characteristics

only under certain conditions. , taking into account overfitting for generalization and minimizing the difference between training and verification accuracy.

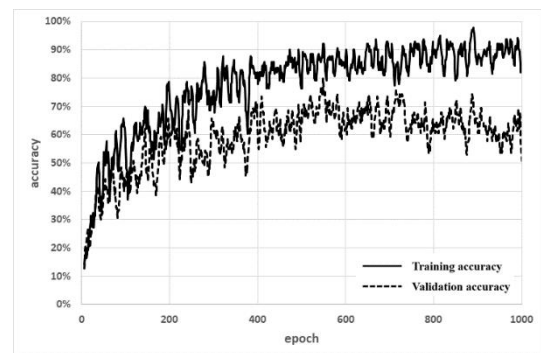
Table 5 shows that when applying the P5 and P13 conditions in Table 2 to the DesNet121 pre-trained CNN, top-1 verification accuracy of 90% is secured. P5 and P13 are cases where dropout and fine tuning are not applied, but image generation and general feature extraction are applied. The optimizer RMSprop and Adam types were analyzed to have no effect.

Pre-trained CNN exhibit excellent capabilities for image feature extraction but are associated with high computational demands. This presents a challenge when deploying these networks on mobile devices, where power consumption becomes a critical concern. In response to the design requirements of mobile and embedded vision applications, Andrew G. Howard and colleagues developed the MobileNetV2, MobileNetV3Large, and MobileNetV3Small pre-trained CNN, tailored to efficiently address these constraints (Howard et al. 2017; Sandler et al. 2018; Howard et al. 2019).

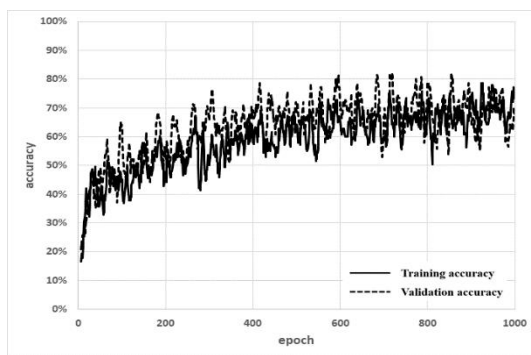
(A) VGG<sup>1</sup>19, Case P5



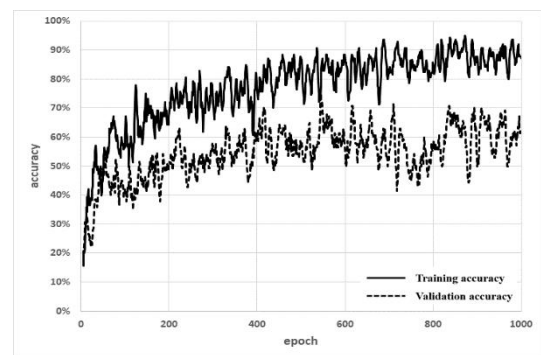
(B) DesNet<sup>2</sup>121, Case P5



(C) DesNet201, Case P1



(D) MobileNet<sup>3</sup>V2\_1024, Case P5



**Fig. 5. Suitable pre-trained convolutional neural network for image feature extraction for rice quantity detection.** <sup>1)</sup> VGGnet: visual geometry group network. <sup>2)</sup> DesNet: densely connected convolutional network. <sup>3)</sup> MobileNet: mobile network.

**Table 4. Top-1 validation accuracy<sup>1)</sup> of pre-trained convolutional neural network for rice quantity detection**

Case	ResNet <sup>2)</sup> 50	ResNet152	EfficientNetB7	InceptionV3	VGG <sup>3)</sup> 16	VGG19
P1	-	-	-	60%	-	-
P2	-	-	-	50%	-	-
P3	-	-	-	50%	-	-
P4	-	-	-	50%	-	-
P5	-	-	-	65%	72%	75%
P6	-	-	-	40%	-	-
P7	-	-	-	45%	55%	48%
P8	-	-	-	45%	50%	48%
P9	-	-	-	70%*	-	-
P10	-	-	-	75%*	-	-
P11	-	-	-	56%	58%	48%*
P12	-	-	-	55%	58%	55%
P13	-	-	-	65%	-	-
P14	-	-	-	45%	-	-
P15	-	-	-	45%	48%	51%
P16	-	-	-	40%	51%	41%
Case	DesNet <sup>4)</sup> 121	DesNet201	MobileNet <sup>5)</sup> V2 256	MobileNetV2 1024	MobileNetV3 Large	MobileNetV3 Small
P1	75%*	80%*	60%	65%	-	-
P2	-	-	29%	25%	38%	-
P3	55%	60%	55%	58%	-	-
P4	55%	60%	55%	58%	-	-
P5	80%	73%	70%	75%	-	-
P6	40%	-	40%	21%	23%	-
P7	51%	60%	50%	48%	-	-
P8	58%	55%	50%	52%	-	-
P9	82%*	78%*	68%*	76%	-	-
P10	58%*	-	31%	28%	22%	-
P11	65%	60%	52%	58%	-	-
P12	65%	60%	52%	58%	-	-
P13	80%	90%	72%	73%	-	-
P14	32%	50%	30%	38%	22%	-
P15	55%	55%	50%	55%	-	-
P16	66%	50%	45%	48%	-	-

<sup>1)</sup> Accuracy=Number of correct predictions/total number of predictions.

<sup>2)</sup> ResNet: residual network.

<sup>3)</sup> VGGNet: visual geometry group network.

<sup>4)</sup> DesNet: densely connected convolutional network.

<sup>5)</sup> MobileNet: mobile network.

-: unresponsive, \*: underfitting.



**Table 5. Top-1 validation accuracy<sup>1)</sup> of pre-trained convolutional neural network for rice quantity detection**

Network	Maximum validation accuracy	Case
InceptionV3	65%	P5
VGG <sup>2)</sup> 16	72%	P5
VGG19	75%	P5
<b>DesNet<sup>3)</sup>121</b>	<b>80%</b>	<b>P5, P13</b>
<b>DesNet201</b>	<b>90%</b>	<b>P13</b>
<b>MobileNet<sup>4)</sup> V2 256</b>	<b>72%</b>	<b>P13</b>
<b>MobileNetV2 1024</b>	<b>76%</b>	<b>P9</b>
MobileNetV3 Large	38%	P2

<sup>1)</sup> Accuracy=Number of correct predictions/total number of predictions.

<sup>2)</sup> VGGnet: visual geometry group network.

<sup>3)</sup> DesNet: densely connected convolutional network.

<sup>4)</sup> MobileNet: mobile network.

Our evaluation revealed that, among the MobileNet architectures, the MobileNetV3Large and MobileNetV3Small networks were not suitable for detecting rice serving amounts, as indicated in our results. Conversely, the MobileNetV2 network demonstrated a promising application in this context, achieving a top-1 validation accuracy of 76% for rice serving amount detection on mobile platforms, as assessed in our study.

## Discussion

This study investigates the application of CNN not only for image classification but also as backbones for object detection and segmentation, focusing on extracting features from images of rice serving amount changes on white serving trays. We specifically used white trays because training a model to detect white rice on a white tray is considered more challenging than detecting white rice on trays of other colors or materials, such as aluminum. From this, we inferred that the model could achieve similar or even higher accuracy when detecting white rice on trays of different colors or materials.

The study further examines the training and validation accuracy of both vanilla and pre-trained CNNs, considering factors such as the type of optimizer, the application of image augmentation and dropout, and different methods of feature extraction. By analyzing these factors, we aim to identify the optimal conditions for accurately detecting and segmenting rice servings, which could then be generalized to various tray types and conditions.

In the application of vanilla CNN, the implementation of image generation has been observed to increase validation accuracy. However, an instance of underfitting is identified where the validation accuracy exceeds the training accuracy significantly at the number of iterations required to achieve top-1 validation accuracy, rendering it unsuitable for generalization necessary for real-world applications. Conversely, when only dropout is applied or neither image augmentation nor dropout is implemented, a typical case of overfitting occurs. Not only is there a significant difference between training and validation accuracy, but the top-1 validation accuracy is also found to be limited to a range of 55-60%, indicating suboptimal performance.

In the application of twelve pre-trained CNN, it was analyzed that ResNet50, ResNet152, EfficientB7, and MobileNetV3\_small pre-trained CNNs are not suitable for detecting rice serving amounts. Conversely, the InceptionV3, MobileNetV2\_256, and MobileNetV2\_1024 pre-trained CNNs have been evaluated as effectively extracting the characteristics of rice serving amount images. The VGG16, VGG19, DesNet121, DesNet201, and MobileNetV2\_Large pre-trained CNN were found to faithfully extract the characteristics of rice serving amount images only under specific conditions.

The derived top-1 validation accuracy of pre-trained CNN reached 90% in the case of the DesNet121 network when the RMSprop or Adam optimizer was applied, without the application of dropout and fine-tuning, and with the inclusion of image generation and general feature extraction techniques. For detecting rice serving amounts on mobile devices, the

MobileNetV2 network, among the MobileNets, was evaluated as highly suitable due to its ability to minimize the use of resources such as power on mobile devices.

The successful creation and deployment of a deep learning model for quantifying rice servings in institutional foodservice represent significant progress in the field of personalized nutrition management. The model's high validation accuracy suggests promising potential for effective diet management. In traditional Korean meals, the quantities of specific components such as rice, soups, main courses (primarily protein-based), side dishes (e.g., vegetables), and kimchi are often influenced by individuals' nutritional knowledge and health awareness. This variability underscores the need to analyze the nutritional content across various food groups.

It is thought that future research should expand to include main courses and side dishes to develop a comprehensive understanding of the entire meal's nutritional composition. Such technological advancements will enhance the ability to detect the nutritional content of the entire tray, thereby supporting efforts to tailor dietary intake to meet individual nutritional requirements and promoting personalized nutrition management.

### Conflicts of Interest

The authors declare no potential conflicts of interest with respect to the research, authorship, and/or publication of this article.

### Funding Source

This work was supported by 2024 Bucheon University Research Grant.

### References

- Bolaños M, Radeva P. 2016. Simultaneous food localization and recognition. In 2016 23rd International Conference on Pattern Recognition (ICPR). pp.3140-3145. IEEE
- Cai Q, Li J, Li H, Weng Y. 2019. BTBUFood-60: Dataset for object detection in food field. Available from <https://doi.org/10.1109/BIGCOMP.2019.8678916> [cited 20 March 2024]
- Chen LC, Papandreou G, Kokkinos I, Murphy K, Yuille AL. 2017. Deeplab: Semantic image segmentation with deep convolution nets, atrous convolutional, and fully connected CRFs. *IEEE Trans Pattern Anal Mach Intell* 40:834-848
- Chollet F. 2017. Xception: Deep learning with depthwise separable convolution. In Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. pp.1251-1258. IEEE
- Fragopoulou E, Detopoulou P, Alepoudea E, Nomikos T, Kalogeropoulos N, Antonopoulou S. 2021. Associations between red blood cells fatty acids, desaturases indices and metabolism of platelet activating factor in healthy volunteers. *Prostaglandins Leukot Essent Fatty Acids* 164:102234
- Girshick R, Donahue J, Darrell T, Malik J. 2014. Rich feature hierarchies for accurate object detection and semantic segmentation. In Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. pp.580-587. IEEE
- He K, Zhang X, Ren S, Sun J. 2016. Deep residual learning for image recognition. In Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. pp.770-778. IEEE
- Hou W, Han T, Sun X, Chen Y, Xu J, Wang Y, Yang X, Jiang W, Sun C. 2022. Relationship between carbohydrate intake (quantity, quality, and time eaten) and mortality (total, cardiovascular, and diabetes): Assessment of 2003-2014 National Health and Nutrition Examination Survey participants. *Diabetes Care* 45:3024-3031
- Howard A, Sandler M, Chu G, Chen LC, Chen B, Tan M, Wang W, Zhu Y, Pang R, Vasudevan V, Le QV, Adam H. 2019. Searching for MobileNetV3. Available from <https://arxiv.org/abs/1905.02244> [cited 20 March 2024]
- Howard A, Zhu M, Chen B, Kalenichenko D, Wang W, Weyand T, Andreetto M, Adam H. 2017. MobileNets: Efficient convolutional neural networks for mobile vision applications. arXiv preprint. Available from <https://arxiv.org/abs/1704.04861> [cited 20 March 2024]
- Huang G, Liu Z, Van Der Maaten L, Weinberger KQ. 2017. Densely connected convolutional networks. In Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR). pp.4700-4708. IEEE
- Kalivaraprasad B, Prasad MVD, Vamsi R, Tejasri U, Santhoshi MN, PramodKumar A. 2021. Analysis of food recognition and calorie estimation using AI. In 1st International Conference on Advances in Signal Processing, Vlsi, Communications and Embedded Systems: Icsvce-2021

- p.020020. AIP Publishing
- Kawano Y, Yanai K. 2014. Food image recognition with deep convolutional features. In UbiComp '14 Adjunct: Proceedings of the 2014 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing. pp.589-593. Association for Computing Machinery
- Kim MH. 2013. Characteristics of nutrient intake according to metabolic syndrome in Korean elderly-using data from the Korea national health and nutrition examination survey 2010. *Korean J Food Nutr* 26:515-525
- Kingma DP, Ba J. 2014. Adam: A method for stochastic optimization. Available from <https://arxiv.org/abs/1412.6980> [cited 20 March 2024]
- Korean Nutrition Society. 2020. Dietary reference intakes for Koreans 2020. Available from <https://www.kns.or.kr/fileroom/fileroom.asp?BoardID=Kdr> [cited 20 March 2024]
- Krizhevsky A, Sutskever I, Hinton GE. 2017. ImageNet classification with deep convolutional neural networks. *Commun ACM* 60:84-90
- Kurbiel T, Khaleghian S. 2017. Training of deep neural networks based on distance measures using RMSProp. Available from <https://arxiv.org/abs/1708.01911> [cited 20 March 2024]
- Lin Y, Lv F, Zhu S, Yang M, Cour T, Yu K, Cao L, Huang T. 2011. Large-scale image classification: Fast feature extraction and SVM training. In 2011 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition CVPR 2011. pp.1689-1696. IEEE
- Liu W, Anguelov D, Erhan D, Szegedy C, Reed S, Fu CY, Berg AC. 2016. SSD: Single shot multibox detector. In Computer Vision - ECCV 2016: 14th European Conference on Computer Vision. pp.21-37. Springer
- Lu Y, Stathopoulou T, Vasiloglou MF, Pinault LF, Kiley C, Spanakis EK, Mougiakakou S. 2020. goFOOD™: An artificial intelligence system for dietary assessment. *Sensors* 20:4283
- Matusheski NV, Caffrey A, Christensen L, Mezgec S, Surendran S, Hjorth MF, McNulty H, Pentieva K, Roager HM, Seljak BK, Vimalaswaran KS, Remmers M, Péter S. 2021. Diets, nutrients, genes and the microbiome: Recent advances in personalised nutrition. *Br J Nutr* 126:1489-1497
- Mezgec S, Koroušić Seljak B. 2017. NutriNet: A deep learning food and drink image recognition system for dietary assessment. *Nutrients* 9:657
- National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. 2016. Review of WIC Food Packages: Proposed Framework for Revisions: Interim Report. The National Academies Press
- Pan B, Zhao N, Xie Q, Li Y, Hamaker BR, Miao M. 2023. Molecular structure and characteristics of phytylglycogen, glycogen and amylopectin subjected to mild acid hydrolysis. *npj Sci Food* 7:27
- Peano C, Girgenti V, Sciascia S, Barone E, Sottile F. 2022. Dietary patterns at the individual level through a nutritional and environmental approach: The case study of a school canteen. *Foods* 11:1008
- Ronneberger O, Fischer P, Brox T. 2015. U-net: Convolutional networks for biomedical image segmentation. In Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention: MICCAI 2015. pp.234-241. Springer
- Sahoo D, Hao W, Ke S, Xiongwei W, Le H, Achananuparp P, Lim E, Hoi SC. 2019. FoodAI: Food image recognition via deep learning for smart food logging. In Proceedings of the 25th ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery & Data Mining. pp.2260-2268. Association for Computing Machinery
- Sandler M, Howard AG, Zhu M, Zhmoginov A, Chen LC. 2018. MobileNetV2: Inverted residuals and linear bottlenecks. Available from <https://arxiv.org/abs/1801.04381> [cited 20 March 2024]
- Santamarina AB, Mennitti LV, de Souza EA, de Souza Mesquita LM, Noronha IH, Vasconcelos JRC, Prado CM, Pisani LP. 2023. A low-carbohydrate diet with different fatty acids' sources in the treatment of obesity: Impact on insulin resistance and adipogenesis. *Clin Nutr* 42:2381-2394
- Scherer D, Müller A, Behnke S. 2010. Evaluation of pooling operations in convolutional architectures for object recognition. In Artificial Neural Networks - ICANN 2010. pp.92-101. Springer
- Simonyan K, Zisserman A. 2015. Very deep convolutional networks for large-scale image recognition. Available from <https://arxiv.org/abs/1409.1556> [cited 20 March 2024]
- Srivastava N, Hinton G, Krizhevsky A, Sutskever I, Salakhutdinov R. 2014. Dropout: a simple way to prevent neural networks from overfitting. *J Mach Learn Res* 15: 1929-1958
- Stubbs RJ. 2021. Impact of carbohydrates, fat and energy density

- on energy intake. *Nat Med* 27:200-201
- Szegedy C, Liu W, Jia Y, Sermanet P, Reed S, Anguelov D, Erhan D, Vanhoucke V, Rabinovich A. 2015. Going deeper with convolution. In 2015 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR). pp.1-9. IEEE
- Tan M, Le QV. 2019. EfficientNet: Rethinking model scaling for convolutional neural networks. Available from <https://arxiv.org/abs/1905.11946> [cited 20 March 2024]
- Vasiloglou MF, Mougiakakou S, Aubry E, Bokelmann A, Fricker R, Gomes F, Guntermann C, Meyer A, Studerus D, Stanga Z. 2018. A comparative study on carbohydrate estimation: GoCARB vs. dietitians. *Nutrients* 10:741
- Wali JA, Ni D, Facey HJW, Dodgson T, Pulpitel TJ, Senior AM, Raubenheimer D, Macia L, Simpson SJ. 2023. Determining the metabolic effects of dietary fat, sugars and fat-sugar interaction using nutritional geometry in a dietary challenge study with male mice. *Nat Commun* 14:4409
- Yang Q, Lang X, Li W, Liang Y. 2022. The effects of low-fat, high-carbohydrate diets vs. low-carbohydrate, high-fat diets on weight, blood pressure, serum lipids and blood glucose: A systematic review and meta-analysis. *Eur J Clin Nutr* 76:16-27
- Yeom MY, Choi EY. 2023. Correlation of the nutrition quotient between parents and picky eaters in preschoolers. *Korean J Food Nutr* 36:103-113
- 

Received 22 July, 2024  
Revised 12 August, 2024  
Accepted 14 August, 2024

## 곤드레, 삼채, 아로니아 주정 추출물의 항산화 및 세포 보호 효과

†류혜숙·최해연\*

상지대학교 보건의료대학 식품영양학과 교수, \*공주대학교 외식상품학과 교수

### Antioxidant and Cell Protection Effects of Ethanolic Extract from *Cirsium setidens*, *Allium hookeri*, *Aronia melanocarpa*

†Hye Sook Ryu and Hae Yeon Choi\*

Professor, Dept. of Food and Nutrition, Sangji University, Wonju 26339, Korea

\*Professor, Dept. of Food Service Management and Nutrition, Kongju National University, Gongju 32588, Korea

#### Abstract

*Cirsium setidens*, *Allium hookeri*, *Aronia melanocarpa*, are popular dietary ingredients for Asian cuisine or beverage. this study attempted to search and report the antioxidant activity of extracts of aronia, gondre and samchae, which are used for food in Korea. As a result, total phenol content and DPPH radical scavenging activity tended to increase, and Gondre extract showed the highest DPPH radical scavenging activity effect. The results of a study on the ABTS radical scavenging activity of extracts of Gondre, Aronia, and Samchae showed a tendency for radical scavenging activity to increase as the concentration increased. Gondre hot water extract showed the highest ABTS radical scavenging activity. In this way, antioxidant activity was shown in the order of Gondre, Aronia, and Samchae, and the concentration showed a high activity effect at high concentrations. In the cell protection effect results, the concentration of Gondre extract was 500 µg/mL, the Samchae alcohol extract was used at concentrations of 2.5, 5, 7.5, and 10 µg/mL, and the Aronia extract was used at concentrations of 125 µg/mL. and showed a cytoprotective effect at 250 µg/mL. We hope that these research results will be used as basic data for the development of various functional foods.

Key words: cell protection effect, phenol, antioxidant activity, anticancer effects

#### 서론

식품의 기능성 효과에 대한 관심도가 높아진 시대적인 흐름에 맞춰 식품을 이용한 기능성 소재 발굴에 연구들이 활발하게 진행되고 있다. 곤드레를 이용한 산채 비빔밥, 아로니아를 활용한 다양한 음료나 기능성 제품, 삼채를 이용한 생채류 및 기능성 제품 등이 다양하게 개발되고 있다. 이러한 소재들의 생리활성 효과에 대한 연구 또한 활발하게 진행되고 있다. 곤드레는 고지에서 자라는 국화과로 고려영경귀라고 불리며, 한방에서는 고혈압, 부종 등에 사용되는 것으로 알려져 있다. 우리나라는 최근 칼륨 등 무기질이 풍부한 건강식 비빔밥 소재로 인기를 얻고 있다(Lee 등 2006) 삼채는

뿌리 부추라고도 불리며, 단맛, 매운맛, 쓴맛이 있고 인삼 맛이 난다고 하여 삼채라 부르는 것으로 알려져 있다(Lee 등 2014a). 아로니아의 영양성분은 수분 84.36%, 탄수화물 14.37%, 단백질 0.7%, 지질 0.14% 등(Tanaka & Tanaka 2001)으로 구성되어 있으며, 장미과에 속하는 아로니아는 블랙초크베리(black chokeberry)라고 불리며, 맛과 색, 향이 좋아 식품 재료와 기능성 소재로 널리 활용되고 있다(Sueiro 등 2006; Jeong JM 2008). 친환경 식품산업이 빠르게 성장하면서 질환을 예방하는 차원의 건강과 관련된 기능성 소재 발굴은 그만큼 관심을 받고 있는 것이다(Han 등 2019). 일상 속의 식품을 소재로 면역활성, 항염증, 해독, 항암효과(Park 등 1998; Kim 등 2005) 등 다양한 연구들이 관심을 받고 있다. Noh

† Corresponding author: Hye Sook Ryu, Professor, Dept. of Food and Nutrition, Sangji University, Wonju 26339, Korea. Tel: +82-33-738-7641, Fax: +82-33-730-0186, E-mail: rhs7420@hanmail.net

등(2013)에 따르면 곤드레는 간 지방축적 억제에 효과가 있는 것으로 보고한 바 있으며, 곤드레 추출물의 최종당화산물의 생성 저해 및 라디칼 소거활성 효과가 알려져 있다(Kim 등 2016). 삼채 분말을 이용한 쇠고기 패티 품질특성 및 저장성 연구(Kim DS 2014), 삼채 뿌리를 첨가한 김치의 품질특성 등의 연구가 보고된 바 있다(Lee 등 2014a). 또한 삼채의 생리활성 효과로 대식세포활성, 항염증 효과 등이 알려져 있다(Bae & Bae 2012; Kim 등 2012). 아로니아의 생리활성 효과로 항산화, 위보호 효과(Niedworok 등 1997; Jeong JM 2008; Hwang 등 2014), 항염증, 항당뇨 효과, 면역활성(Jankowski 등 1999) 등 다양한 연구가 보고되고 있다. 따라서 본 연구에서는 우리나라에서 식용으로 주로 이용하는 여러 종류의 식품 소재 중에서 건강식으로 주로 이용되는 재료로 항균활성, 면역능 등 생리활성 효과가 검증된 재료를 근거로(Jeong JM 2008; Lee 등 2014b; Kim 등 2016) 곤드레, 삼채, 아로니아를 건조 정도에 따라 비율을 달리한 주정으로 추출하여 항산화 및 세포보호 효과를 검색하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 실험재료 및 추출물 제조

본 연구의 재료로 이용한 곤드레(*Cirsium setidens*), 삼채(*Allium hookeri*) 아로니아(*Aronia melanocarpa*)는 강원도 원주 소재의 마트에서 건조된 재료를 구입하여 실험에 사용하였다. 주정 추출조건은 추출과정에서의 수분함량은 따로 측정하지 않고 추출용기에 맞춰 주정량을 조정하여 각 시료의 건조 정도에 따라 추출용기의 용량에 맞게 아로니아와 삼채 뿌리는 50%의 주정과 재료를 1:1, 곤드레는 주정과 재료를 2:1 비율로 조건을 달리하여 90℃에서 6시간 환류 냉각 추출 방법으로 추출하였다. 추출물은 여과지(No 41, Whatman, Maid stone, UK)지로 이물질을 제거한 후 농축기(EYELA, Tokyo, Japan)로 농축하여 동결건조 후 냉동 보관하여 동일조건으로 실험에 이용하였다.

### 2. 총 폴리 페놀 함량 측정

추출물의 총 폴리페놀화합물의 함량은 Folin-Denis법(Gutfinger T 1981)을 적용하여 측정하였다. 곤드레, 아로니아, 삼채 주정 추출물을 증류수로 희석한 다음 5 mL의 증류수 첨가하여 혼합한 후 실온에서 3분간 정치한 후 분광광도계(X-ma 3100, Human Coperation, Seoul, Korea)를 이용하여 725 nm에서 흡광도를 측정하였다. 총 폴리페놀 함량은 카페인산을 이용하여 작성한 표준곡선으로부터 카페인산 당량으로 나타내었다.

### 3. 총 플라보노이드 함량 측정

총 플라보노이드 함량은 Moreno(2000)의 방법으로 추출물 0.5 mL에 10% 질산알미늄 0.1 mL, 1 M 아세트산칼륨 0.1 mL 및 ethanol 4.3 mL를 차례로 가하여 혼합하고 실온에서 40분간 방치한 후 분광광도계(X-ma 3100, Human Coperation, Seoul, Korea) 415 nm에서 흡광도를 측정하였다. 총 플라보노이드 함량은 퀘르세틴을 이용하여 작성한 표준곡선으로부터 총 플라보노이드 함량을 계산하였다.

### 4. DPPH 라디칼 소거활성 측정

DPPH 라디칼 소거활성은 Lee 등(2007)의 방법을 적용하여 관찰하였다. DPPH 라디칼 소거활성은 Choi 등(1993)의 방법에 따라 유리기(free radical)를 확인하였다. 곤드레, 삼채, 아로니아 주정 추출물 시료 희석액 0.4 mL에  $1 \times 10^{-4}$  M DPPH 용액(메탄올) 5.6 mL를 첨가한 후, 10분간 방치한 후 525 nm에서 흡광도를 측정하였다(Yu KW 2020). 활성비교를 위한 표준물질은 아스코르브산을 사용하였고, 시료 무첨가구에 대한 첨가구의 흡광도 비로 나타내었다.

$$\text{EDA (\%)} = \frac{(\text{대조군 흡광도} - \text{실험군 흡광도})}{\text{대조군 흡광도}} \times 100$$

(Electron donating ability)

### 5. ABTS 라디칼 소거활성 측정 및 환원력 측정

총항산화력은 Re 등(1999) 방법에 따라 7.4 mM 2,2'-Azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonate)(ABTS) 용액에 2.4 mM 과황산염 칼륨을 넣고 암실에서 12~16시간 동안 반응시킨 후 734 nm에서 흡광도가 0.7이 되도록 증류수로 희석하여 반응액을 제조하였다. 곤드레 주정 추출물은 0.03125~0.25 mg/mL의 시료농도로 제조하고, 삼채와 아로니아 주정 추출물은 0.25~1 mg/mL의 시료 농도로 제조한 후 시료용액 1 mL에 반응액 2 mL를 혼합하여 실온에서 10분간 반응시키고 734 nm에서 흡광도를 측정하였다. ABTS 라디칼 소거능은 시료 첨가구와 무첨가구의 흡광도 비로 나타내었다. 주정 추출물의 환원력은 Oyaizu M(1986)의 방법에 따라 측정하였다. 즉, 곤드레, 삼채, 아로니아 주정 추출물 1 mL, 인산완충액(200 mM, pH 6.6) 1 mL, 1% 페리시안화칼륨 1 mL를 혼합하고 50℃에서 20분간 반응시켰다. 10% TCA용액 1 mL를 가하여 2,000 rpm에서 15분간 원심분리하여 얻은 상정액 2 mL에 증류수 1 mL와 0.1% 염화철(III) 1 mL를 가하여 혼합하여 700 nm에서 흡광도를 측정하였다. 곤드레, 삼채, 아로니아 주정 추출물의 환원력은 흡광도 값으로 나타내었다. 표준물질은 아스코르브산을 이용하여 시료의 ABTS 라디칼소거능과 환원력을 비교하였다.

## 6. FRAP(Ferric-reducing antioxidant potential)를 이용한 총 항산화력 측정

FRAP를 이용한 총 항산화력 측정은 Benzie & Strain(1999)에 의한 방법을 적용하였고, FRAP reagent는 아세트산 나트륨 buffer 300 mM, pH 3.6, 40 mM HCl로 용해한 10 mM 2,4,6-tris(2-pyridyl)-s-triazine(TPTZ), 20 mM FeCl<sub>3</sub>를 10:1:1로 섞어 혼합물을 만들었다. 실험은 각각의 시료 0.05 mL에 혼합물 1.5 mL를 가한 후 혼합하여 37°C에서 5분간 반응시킨 후 분광광도계 593 nm에서의 흡광도를 측정하였다.

## 7. 세포배양

곤드레, 삼채, 아로니아 주정 추출물의 세포독성을 알아보기 위하여 MTT(3,4,5-dimethyl-thiazol-2-yl)-2,5-diphenyl tetrazolium bromide) assay를 이용하여 측정하였다(Oh 등 2009). 각각의 세포를 96 well plate에 5×10<sup>4</sup> cell/mL 농도로 100 µL씩 첨가하여 5% CO<sub>2</sub>, 37°C incubator에서 48시간 동안 배양시키고 배지에 녹인 시료(2, 3, 4, 5 mg/mL) 100 µL를 첨가하여 24시간 배양하였다. 그 후 각 well의 상층액을 제거한 후 MTT 용액(5 mg/mL)을 100 µL씩 첨가하고 37°C, 5% CO<sub>2</sub> incubator에서 4시간 더 배양한 후 MTT 시약이 첨가된 배지를 제거한 후 흡광도는 570 nm에서 측정하여 결과를 분석하였다.

## 8. 통계처리

본 실험에서 얻어진 모든 결과는 평균과 표준편차로 나타내었으며, 통계적 유의성은 SPSS(Statistical Package for the Social Sciences, SPSS Inc., Chicago, IL, USA) program을 이용하여 one-way ANOVA(analysis of variance)로 분석한 후 Duncan's multiple range test로 검증하여  $p < 0.05$ 에서 유의성을 검정 하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 곤드레, 삼채, 아로니아 주정 추출물의 총 페놀 함량 및 플라보노이드

실험결과를 Table 1에 제시한 것처럼 곤드레, 삼채, 아로니아 주정 추출물의 총페놀 함량 및 총플라보노이드 함량은 퀘르세틴 및 카페인산을 이용하여 함량을 계산하였다. 곤드레, 삼채, 아로니아 추출물의 총페놀 함량은 각각 41.20 mg/g 및 29.42 mg/g, 12.68 mg/g으로 곤드레 주정 추출물에서 가장 높은 페놀 함량을 나타내었다. 다음으로 아로니아, 삼채순이었다. 총플라보노이드 함량은 곤드레, 삼채, 아로니아 추출물에서 각각 7.17 mg/g, 3.76 mg/g, 1.14 mg/g을 나타내어 곤드레 추출물에서 높게 나타났으며, 삼채 추출물은 가장 낮았다. 이와 같이 곤드레, 아로니아 및 삼채 추출물의 총 폴리페놀

**Table 1. Total phenols and flavonoid contents of water extract from *Cirsium setidens*, *Allium hookeri* and *Aronia melanocarp* (mg/g)**

	Total phenol	Flavonoid
<i>Cirsium setidens</i>	41.20±2.24 <sup>1)</sup>	7.17±0.58
<i>Allium hookeri</i>	12.68±0.30	1.14±0.30
<i>Aronia melanocarp</i>	29.42±2.42	3.76±0.89

<sup>1)</sup> Values are the mean±S.D.

함량은 곤드레, 삼채, 아로니아 순으로 총 폴리페놀 함량이 높았다.

플라보노이드 함량도 곤드레, 아로니아, 삼채 순이었다. 곤드레 플라보노이드의 다른 연구로 Baek JP(2020)는 곤드레, 곤달비, 쇠비름, 고들빼기 등의 플라보노이드 함량비교에서 64.44 mg/g으로 곤드레가 가장 높은 플라보노이드 함량을 나타내었다고 보고 하였다. 아로니아의 총페놀 함량, 플라보노이드 함량에 대한 다른 연구(Park & Hong 2014)에서 열수 추출물보다 에탄올 추출물에서 높은 함량을 나타낸 것으로 보고된 바 있다. 삼채의 연구 결과로는 삼채 뿌리를 이용한 80%의 주정 추출물의 총 폴리페놀 21±0.1, 물 추출물은 6±0.1을 나타낸 결과가 있다(Lee 등 2014a). 본 연구와 다소 차이가 있으나 이는 주정의 비율에 따른 차이로 보여진다.

### 2. DPPH 라디칼 소거활성

곤드레, 삼채, 아로니아 주정 추출물의 항산화 활성을 확인하기 위한 DPPH free radical 소거활성 측정 결과는 Table 2와 같다. 곤드레 추출물의 경우 0.625 mg/mL의 농도에서 16.49%, 1.25 mg/mL, 2.5 mg/mL, 5 mg/mL의 농도에서 각각 35.59%, 70.94%, 86.66%로 5 mg/mL의 농도에서 가장 높은 활성을 보였다. 아로니아 추출물의 경우 0.625 mg/mL의 농도에서 11.22%, 1.25 mg/mL, 2.5 mg/mL, 5 mg/mL의 농도에서 각각 20.61%, 37.06%, 61.27%의 DPPH 라디칼 소거활성을 나타내었다. 아로니아도 5 mg/mL의 농도에서 가장 높은 활성을 나타내었다. 반면, 삼채 추출물은 0.625 mg/mL의 농도에서 1.65%, 1.25 mg/mL, 2.5 mg/mL, 5 mg/mL의 농도에서 각각 2.98%, 6.32%, 12.84%로 가장 낮은 소거능을 보였다. 이와 같이 곤드레, 삼채 및 아로니아 추출물의 DPPH 라디칼 소거활성 측정 결과, 모든 시료는 농도가 증가함에 따라 DPPH 라디칼 소거활성이 증가는 경향을 보였으며, 최고농도 5 mg/mL에서 곤드레 추출물 86.66%, 아로니아 61.27% 삼채 12.84% 순의 결과를 보여, 곤드레 추출물이 가장 높은 DPPH 라디칼 소거활성을 나타내었다. Park & Hong(2014)의 곤드레 연구에서 50%의 에탄올, 메탄올 추출물에서 모두 농도 의존적으로

Table 2. DPPH radical scavenging activities of water extract from *Cirsium setidens*, *Allium hookeri* and *Aronia melanocarp* (%)

	Concentration (mg/mL)			
	0.625	1.25	2.5	5
<i>Cirsium setidens</i>	16.49±0.64 <sup>1)</sup>	35.59±0.28	70.94±1.73	86.66±1.22
<i>Allium hookeri</i>	1.65±0.33	2.98±0.19	6.32±0.27	12.84±0.27
<i>Aronia melanocarp</i>	11.22±0.98	20.61±0.81	37.06±0.40	61.27±0.84
	0.025	0.05	0.075	0.1
Ascorbic acid	29.07±0.65	64.42±0.33	94.24±0.65	95.57±0.08

<sup>1)</sup> Values are the mean±S.D.

DPPH free radical 소거활성이 증가한 것으로 보고 하였다. 곤드레 열수 추출물과 에탄올 추출물의 항산화 효과를 비교한 Lee 등(2014b)의 연구에서는 에탄올 추출물에 비해 열수 추출물의 DPPH 효과가 높은 것으로 보고한 바 있다. 곤드레 주정 추출물 70%를 첨가한 모닝빵의 항산화 활성 연구에서 Kwon 등(2014)에서 농도 의존적으로 DPPH 라디칼 소거활성을 보여주고 농도가 높을수록 높은 활성을 나타낸 본 연구와 유사한 경향을 나타내었다. 이와 같이 다양한 형태의 연구 결과와 본 연구 결과를 볼 때 본 재료들의 다양한 기능성 제품 개발에 효용 가치를 높일 수 있는 자료로서 의미있다고 보여진다.

### 3. ABTS 라디칼 소거활성

항산화 활성을 검색하는데 주요 방법 중 하나가 ABTS 라디칼 소거능이다. 곤드레, 삼채, 아로니아 주정 추출물의 ABTS 라디칼 소거활성을 측정한 결과는 Table 3과 같다. 곤드레 주정 추출물은 0.03125, 0.0625, 0.125, 0.25 mg/mL 농도에서 각각 11.21%, 21.09%, 42.51%, 81.58%, 아로니아 주정 추출물은 0.625, 1.25, 2.5, 및 5.0 mg/mL의 농도에서 각각 59.54%, 73.91%, 85.62%, 94.98%를 나타내었다. 삼채 추출물은 9.48%, 16.98%, 25.03%, 32.30%의 ABTS 라디칼 소거능을

나타내었다. 이와 같이 곤드레, 아로니아, 삼채 주정 추출물의 ABTS 라디칼 소거활성 측정결과는 ABTS 라디칼 소거 활성과 마찬가지로 농도가 증가함에 따라 라디칼 소거활성도 증가하는 경향을 나타내었다. 곤드레 주정 추출물은 최고농도 0.25 mg/mL에서 81.58% 소거활성을 나타내었으며, 삼채 및 아로니아 주정 추출물은 최고농도 1 mg/mL에서 각각 32.30%, 94.98% 라디칼 소거활성을 나타내어 곤드레 추출물이 가장 높은 ABTS 라디칼 소거활성을 나타내었다. Choi Ryu(2015)은 또 다른 식용 소재인 느타리버섯 열수추출물의 ABTS 라디칼 소거능 측정 결과, 2.5 mg/mL 및 5.0 mg/mL의 농도에서 각각 59.6% 및 70.1% ABTS 라디칼 소거능을 나타낸 바 있다. 이러한 결과로 볼 때 DPPH 라디칼 소거능과 유사한 결과로서 곤드레와 아로니아 주정 추출물은 자유라디칼과 양이온 라디칼을 모두 제거하는 능력이 있는 것으로 보여진다. 또 다른 연구에서 곤드레의 에탄올과 부탄올 용매 분획중에서 높은 ABTS 라디칼 소거활성 효과를 보인 것으로 보고한 바 있다(Choi 등 1993; Kim 등 2016).

### 4. 환원력

곤드레, 삼채, 아로니아 주정 추출물의 환원력은 Table 4와 같다. 0.625, 1.25 2.5, 5.0 mg/mL의 농도에서 곤드레 추출물의

Table 3. ABTS radical scavenging activities of water extract from *Cirsium setidens*, *Allium hookeri* and *Aronia melanocarp* (%)

	Concentration (mg/mL)			
	0.03125	0.0625	0.125	0.25
<i>Cirsium setidens</i>	11.21±2.20 <sup>1)</sup>	21.09±0.16	42.51±1.57	81.58±0.31
	0.25	0.5	0.75	1
<i>Allium hookeri</i>	9.48±0.16	16.98±1.09	25.03±1.25	32.30±1.25
<i>Aronia melanocarp</i>	59.54±1.40	73.91±0.32	85.62±0.79	94.98±0.16
	0.0025	0.005	0.0075	0.01
Ascorbic acid	21.12±3.83	43.81±4.71	74.19±2.94	99.69±0.15

<sup>1)</sup> Values are the mean±S.D.



환원력은 각각 0.512, 1.050, 2.052, 2.519로 나타났으며, 아로니아는 같은 농도에서 각각 0.377, 0.739, 1.446, 2.435의 환원력을 나타내었다. 삼채 추출물은 각각 0.059, 0.162, 0.317, 0.618로 농도가 증가할수록 환원력도 증가 하였다. 곤드레, 아로니아, 삼채 주정 추출물의 환원력 측정 결과, 최고농도 5 mg/mL에서 가장 높은 환원력을 보였다. 곤드레 추출물 2.519, 아로니아 추출물 2.435 및 삼채 추출물 0.618로 세 시료중에서는 곤드레 열수 추출물이 가장 높은 환원력을 나타내었다.

#### 5. FRAP(Ferric-reducing antioxidant power)

곤드레, 삼채 및 아로니아 주정 추출물의 FRAP 측정 결과는 Table 5에 나타내었다. 곤드레와 아로니아의 추출물은 0.625, 1.25, 2.5, 5 mg/mL 농도에서 각각 0.201, 0.359, 0.660, 1.238이었고, 아로니아 주정 추출물은 각각 0.170, 0.297, 0.533, 0.992 였다. 삼채의 경우 각각 0.083, 0.107, 0.150, 0.245의 FRAP 값을 나타내었다. 최고농도 5 mg/mL에서 곤드레 추출물은 1.238, 아로니아 추출물은 0.992, 삼채 추출물은 0.245 순으로 흡광도 값을 나타내었다. Park & Hong(2014)의 연구에서는 아로니아 열수 추출물에서는 가장 낮은 활성을 보였고, 상대적으로 50%의 에탄올 추출물에서 높은 활성을 보인

것으로 보고하였다.

#### 6. 곤드레, 삼채, 아로니아 주정 추출물의 세포 보호 효과

##### 1) 곤드레, 삼채, 아로니아 주정 추출물의 세포 생존율

Fig. 1에 제시된 곤드레 주정 추출물의 세포독성 생존율 측정결과, 62.5 µg/mL부터 최고농도 1,000 µg/mL까지 80% 이상의 생존율을 보여 세포독성이 없는 것으로 보여져, 500 µg/mL와 1,000 µg/mL의 농도로 곤드레 주정 추출물의 산화적 스트레스를 측정하였다. 관련 연구로 곤드레 부탄올 추출물이 간독성 경로에서 활성산소종 활성을 감소시킨다는 연구 결과가 있다(Lee 등 2008). 삼채 주정 추출물의 세포 생존율 측정결과, 31.25 µg/mL의 농도에서 세포 생존율이 53.35%, 15.625 µg/mL 농도에서 세포 생존율이 68.58%로 세포독성이 있는 것으로 보여지며 시료농도 2.5, 5 및 10 µg/mL에서는 85% 이상의 세포 생존력을 보여 독성이 없는 것으로 판단하였다. 따라서 삼채 주정 추출물은 10 µg/mL 이하의 농도로 제조하여 산화적 스트레스 개선효과를 측정하였다(Fig. 2). 아로니아 주정 추출물의 세포 생존율 측정결과, 500 µg/mL에서는 54.53%, 250 µg/mL에서 70.75%, 125 µg/mL에서 83.52%, 62.5 µg/mL에서 86.65%, 31.25 µg/mL에서 122.99%, 15.625 µg/

Table 4. Reducing power of water extracts from *Cirsium setidens*, *Allium hookeri* and *Aronia melanocar* (Absorbance700 nm)

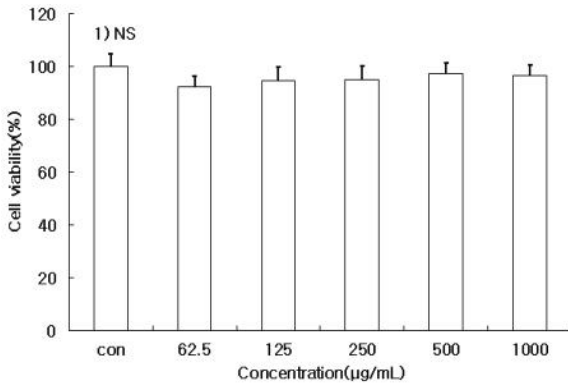
	Concentration (mg/mL)			
	0.625	1.25	2.5	5
<i>Cirsium setidens</i>	0.512±0.006 <sup>1)</sup>	1.050±0.010	2.052±0.022	2.519±0.077
<i>Allium hookeri</i>	0.059±0.035	0.162±0.006	0.317±0.003	0.618±0.013
<i>Aronia melanocarp</i>	0.377±0.017	0.739±0.024	1.446±0.060	2.435±0.087
	0.025	0.05	0.075	0.1
Ascorbic acid	0.363±0.016	0.754±0.010	1.184±0.011	1.692±0.007

<sup>1)</sup> Values are the mean±S.D.

Table 5. Ferric-reducing antioxidant power of water extracts from *Cirsium setidens*, *Allium hookeri* and *Aronia melanocarp* (Absorbance, 593 nm)

	FRAP			
	0.625	1.25	2.5	5
<i>Cirsium setidens</i>	0.201±0.006 <sup>1)</sup>	0.359±0.005	0.660±0.006	1.238±0.010
<i>Allium hookeri</i>	0.083±0.004	0.107±0.008	0.150±0.005	0.245±0.004
<i>Aronia melanocarp</i>	0.170±0.004	0.297±0.012	0.533±0.026	0.992±0.032
	0.025	0.05	0.075	0.1
Ascorbic acid	0.314±0.007	0.558±0.078	0.846±0.011	1.165±0.172

<sup>1)</sup> Values are the mean±S.D.

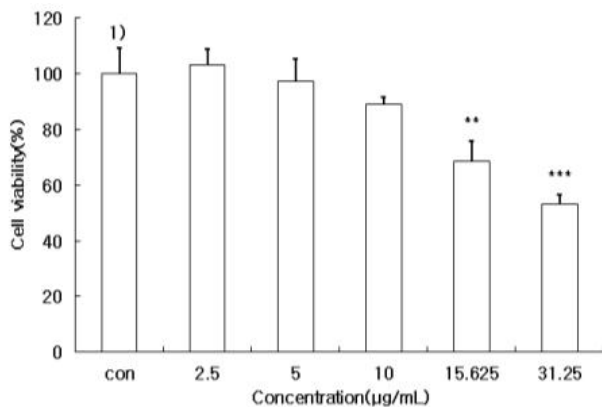


**Fig. 1. Cytotoxicity of water extract from *Cirsium setidens*.** <sup>1)</sup> Values are the mean±S.D. <sup>NS</sup>Not significantly different.

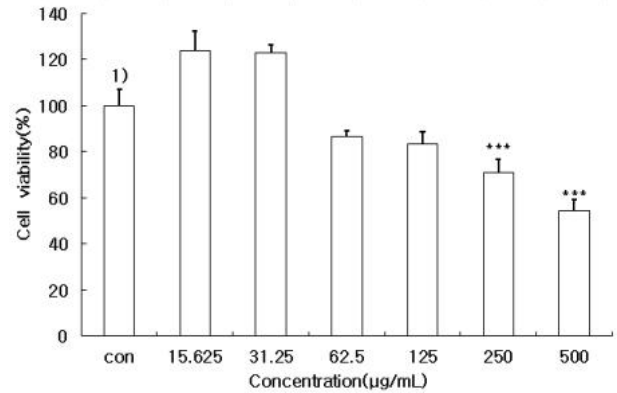
mL에서 123.74%의 생존율을 나타내었다(Fig. 3). 따라서 아로니아 주정 추출물은 125 µg/mL 이하의 농도로 제조하여 산화적 스트레스 개선효과를 측정하였다. Chang 등(2016)의 연구에서는 t-BHP로 산화적 스트레스를 유도한후 아로니아 혼합 음료의 농도별(25, 50, 100, 200 µg/mL) 산화적 손상에 대한 간세포 보호 효과를 보였다.

**2) 세포내 산화적 스트레스에 대한 보호 효과**

곤드레 주정 추출물이 sodium nitroprusside(NO donor)에 의해 산화적 스트레스를 받은 human HepG2세포에서 갖는 항산화 보호 효과는 Fig. 4에 나타내었다. 아무것도 처리하지 않은 무처리군(normal), SNP 단독 처리군(SNP) 그리고 대조군에 시료를 농도별로 처리한 실험군을 비교하였다. 그 결과, 무처리군의 세포 생존율은 100%로 나타났으며 SNP를 처

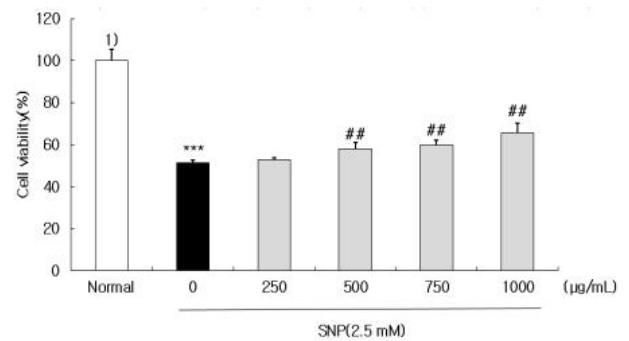


**Fig. 2. Cytotoxicity of water extract from *Allium hookeri*.** <sup>1)</sup> Values are the mean±S.D. <sup>\*\*</sup> $p < 0.01$ , <sup>\*\*\*</sup> $p < 0.001$  indicating significant differences from the control group.



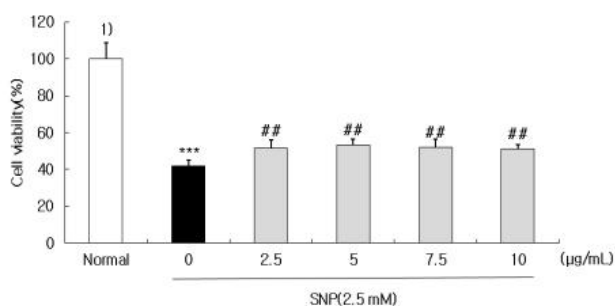
**Fig. 3. Cytotoxicity of water extract from *Aronia melanocarp*.** <sup>1)</sup> Values are the mean±S.D. <sup>\*\*\*</sup> $p < 0.001$  indicating significant differences from the control group.

리한 대조군은 51.36%로 무처리군 비해 세포생존율이 유의적으로 감소하였다. 그러나 곤드레 주정 추출물을 500 µg/mL, 750 µg/mL, 1,000 µg/mL의 농도로 처리한 결과 SNP 처리군에 비해 유의적으로 증가하여 산화적 스트레스로부터 세포를 보호하였다. Lee 등(2008)은 곤드레 추출물이 쥐의 간독성에 보호 효과가 있다고 보고한 바 있다. 삼채 주정 추출물의 세포 내 산화적 스트레스를 측정한 결과에서는 처리군의 세포 생존율은 100%로 나타났으며, SNP를 처리한 대조군은 41.89%의 생존율을 나타내어 유의적으로 감소하였다. 삼채 주정 추출물을 2.5, 5, 7.5 및 10 µg/mL 처리한 결과 모든 시료 농도에서 50% 이상의 세포 생존력을 나타내어 SNP 대조군에 비해 유의적으로 증가하여 산화적 스트레스로부터 세포

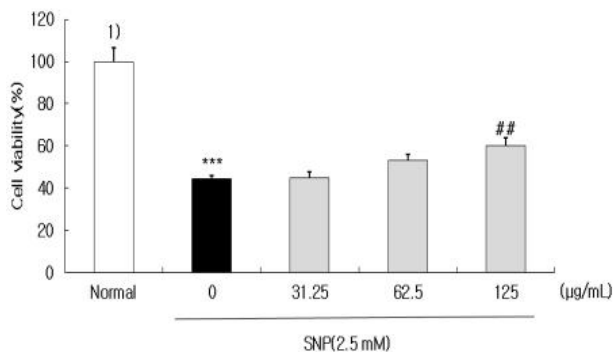


**Fig. 4. Effect of water extract from *Cirsium setidens* on the sodium nitroprusside(SNP)-induced oxidative stress in HepG2 cells.** <sup>1)</sup> Values are the mean±S.D. <sup>\*\*\*</sup> $p < 0.001$  indicating significant differences from the normal group. <sup>###</sup> $p < 0.01$  indicating significant differences from the SNP group.

를 보호하였다(Fig. 5). 아로니아 주정 추출물의 세포 내 산화적 스트레스를 측정된 결과는 무처리군에 비해 SNP를 처리한 대조군이 44.44%로 유의적으로 감소하였다(Fig. 6). SNP 처리한 대조군에 시료를 처리한 결과 시료 농도 125  $\mu\text{g/mL}$ 에서 60.11%의 세포생존율을 보였으며, 250  $\mu\text{g/mL}$ 의 시료 농도에서 70.85%의 생존력을 나타내어 세포를 보호하는 효과를 나타내었다. 아로니아로 제조한 음료를 투여한 250  $\mu\text{g/mL}$  처리 농도에서는 69.2%의 세포 생존율을 보여 산화 스트레스에 대해 세포 보호 효과가 있는 것으로 알려져 있다 (Chang 등 2016).



**Fig. 5. Effect of water extract from *Allium hookeri* on the sodium nitroprusside(SNP)-induced oxidative stress in HepG2 cells.** <sup>1)</sup> Values are the mean $\pm$ S.D. \*\*\* $p$ <0.001 indicating significant differences from the normal group. ## $p$ <0.01 indicating significant differences from the SNP group.



**Fig. 6. Effect of water extract from *Aronia melanocarp* on the sodium nitroprusside(SNP)-induced oxidative stress in HepG2 cells.** <sup>1)</sup> Values are the mean $\pm$ S.D. \*\*\* $p$ <0.001 indicating significant differences from the normal group. ## $p$ <0.01 indicating significant differences from the SNP group.

## 요약 및 결론

곤드레, 삼채, 아로니아는 우리나라를 비롯한 널리 식용으로 이용되고 있는 식품 중의 하나이며, 활성 효과 등의 연구가 다양하게 진행되고 있다. 본 연구는 우리나라에서 식용으로 이용되고 있는 곤드레, 삼채, 아로니아 추출물의 항산화 활성을 검색하고자 하였다. 연구 결과 곤드레, 아로니아 추출물의 총페놀 함량은 각각 41.20 mg/g 및 29.42 mg/g, 12.68 mg/g 순으로 나타나 곤드레 주정 추출물에서 가장 높은 페놀 함량을 나타내었다. 플라보노이드 함량은 각각 곤드레 7.17 mg/g, 아로니아 3.76 mg/g, 삼채 1.14 mg/g 순이었다. DPPH 라디칼 소거활성은, 모든 시료의 농도가 증가함에 따라 DPPH 라디칼 소거활성이 증가하는 경향을 보였으며, 최고농도 5 mg/mL에서 곤드레 추출물 86.66%, 아로니아 61.27%, 삼채 12.84%를 나타내어 곤드레 추출물이 가장 높은 DPPH 라디칼 소거활성 효과를 보였다. 곤드레, 아로니아 및 삼채 주정 추출물의 ABTS 라디칼 소거활성 결과는 농도가 증가함에 따라 라디칼 소거활성도 증가하는 경향을 나타내었다. 곤드레 주정 추출물은 최고농도 0.25 mg/mL에서 81.58%의 소거활성을 나타내었으며, 삼채 및 아로니아 주정 추출물은 최고농도 1 mg/mL에서 각각 32.30%, 94.98% 라디칼 소거활성을 나타내어 곤드레 주정 추출물이 가장 높은 ABTS 라디칼 소거활성을 나타내었다. 환원력은 최고농도 5 mg/mL에서 곤드레 주정 추출물 2.519, 아로니아 주정 추출물 2.435 및 삼채 주정 추출물 0.618로 곤드레 주정 추출물이 가장 높은 환원력을 나타내었으며, FRAP 측정 결과 또한 최고농도 5 mg/mL에서 곤드레 주정 추출물은 1.238, 아로니아 주정 추출물은 0.992, 삼채 주정 추출물은 0.245 순으로 흡광도 값을 나타내었다. 이와 같이 세 종류 시료간의 비교에서 곤드레, 아로니아, 삼채 순으로 항산화 활성을 보였으며, 농도는 고농도에서 높은 활성 효과를 나타내었다. 세포보호 효과 결과에서는 곤드레 주정 추출물을 500  $\mu\text{g/mL}$ , 750  $\mu\text{g/mL}$ , 1,000  $\mu\text{g/mL}$ 의 농도, 삼채 주정 추출물을 2.5, 5, 7.5 및 10  $\mu\text{g/mL}$  농도, 아로니아의 경우 125  $\mu\text{g/mL}$ 와 250  $\mu\text{g/mL}$ 에서 세포보호 효과를 나타내었다. 따라서 이러한 연구 결과를 활용한 다양한 기능성 식품 개발의 기초 자료로 활용되기를 기대한다.

## References

- Bae GC, Bae DY. 2012. The anti-inflammatory effects of ethanol extract of *Allium hookeri* cultivated in South Korea. *Korean J Herbology* 27:55-61
- Baek JP. 2020. Comparisons of concentration in functional and volatile components of several wild baby vegetables. *J Agric*

- Life Environ Sci* 31:11-19
- Benzie IFF, Strain JJ. 1999. Ferric reducing/antioxidant power assay: Direct measure of total antioxidant activity of biological fluids and modified version for simultaneous measurement of total antioxidant power and ascorbic acid concentration. *Methods Enzymol* 299:15-27
- Chang BY, Oh JS, Han JH, Kim DE, Hong JH, Kim SY. 2016. Protective effect of STAR of STAR series on CCl<sub>4</sub> induced acutehepatotoxicity by regulation of reactive oxygen species. *Korean J Food Preserv* 23:275-282
- Choi HY, Ryu HS. 2015. Antioxidant and anticancer effects of water extract from *Pleurotus ostreatus*. *Korean J Food Nutr* 28:60-65
- Choi JS, Lee JH, Park HJ, Kim HG, Young HS, Mun SI. 1993. Screening for antioxidant activity of plants and marine algae and its active principles from *Prunus davidiana*. *Korean J Pharmacogn* 24:299-303
- Gutfinger T. 1981. Polyphenols in olive oil. *J Am Oil Chem Soc* 58:966-968
- Han X, Choi SI, Kim MJ, Lee OH. 2019. Evaluation of antioxidant and cognition improvement effects of 10 wild vegetables cultivated in Gangwon province. *Korean J Food Nutr* 32:662-668
- Hwang ES, Thi Nhuan Do. 2014. Antioxidant contents and antioxidant activities of hot-water extracts of aronia (*Aronia melanocarpa*) with different drying methods. *Korean J Food Sci Technol* 46:303-308
- Jankowski A, Niedworok J, Jankowska B. 1999. The influence of *Aronia melanocarpa* Elliot on experimental diabetes in the rats. *Herba Polonica* 45:345-353
- Jeong JM. 2008. Antioxidative and antiallergic effects of aronia (*Aronia melanocarpa*) extract. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37:1109-1113
- Kim CH, Lee MA, Kim TW, Jang JY, Kim HJ. 2012. Anti-inflammatory effect of *Allium hookeri* root methanol extractin LPS-induced RAW264.7 cells. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 41:1645-1648
- Kim DS. 2014. Quality characteristics and storage stability of beef patty with the addition of juumyit (*Allium hookeri*) powder. Master's Thesis, Sookmyung Univ. Seoul. Korea
- Kim HJ, Bae JT, Lee JW, Hwangbo MH, Im HG, Lee IS. 2005. Antioxidant activity and inhibitive effects on human leukemia cells of edible mushrooms extracts. *Korean J Food Preserv* 12:80-85
- Kim T, Lee J, Jyeong GH, Kim TH. 2016. Inhibitory effect of advanced glycation end products forducts formation and free radical scavenging activity of *Cirsium setidens*. *Korean J Food Preserv* 23:283-289
- Kwon KH, Lim HK, Chung MJ. 2014. Neuroprotective effects of bread containing *Cirsium setidens* or *Aster scaber*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 43:829-835
- Lee HJ, Baik JE, Joo NM. 2014a. Quality characteristics and storage stability of bread with *Allium hookeri* root. *Korean J Food Nutr* 27:318-329
- Lee OK, Kim JH, Kim YH, Lee YJ, Lee JS, Jo JH, Kim BG, Lim JK, Lee BY. 2014b. Nutritional components and physiological activities of *Cirsium setidens* Nakai. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 43:791-798
- Lee SH, Heo SI, Li L, Lee MJ, Wang MH. 2008. Antioxidantand hepatoprotective activities of *Cirsium setidens* NAKAI against CCl<sub>4</sub>-induced liver damage. *Am J Chin Med* 36:107-114
- Lee SH, Jin YS, Heo SI, SI Shim TH, Sa JH, Chio DS, Wang MH. 2006. Composition analysis and antioxidative activity from different organs of *Cirsium setidens* Nakai. *Korean J Food Sci Technol* 38:575-576
- Lee YL, Hwang GW, Liang ZC, Mau JL. 2007. Antioxidant properties of three extracts from *Pleurotus citrinopileatus*. *LWT Food Sci Technol* 40:823-833
- Moreno MIN, Isla MI, Sampietro AR, Vattuone MA. 2000. Comparison of the free radical-scavenging activity of propolis from several regions of Argentina. *J Ethnopharmacol* 71:109-114
- Niedworok J, Jankowska B, Kowalczyk E, Charyk K, Kubat Z. 1997. Antiulcer activity of anthocyanin from *Aronia melanocarpa* Elliot. *Herba Polonica* 43:222-227
- Noh H, Lee H, Kim E, Mu L, Rhee YK, Cho CW, Chung J. 2013. Inhibitory effect of a *Cirsium setidens* extracts on hepatic fat accumulation in mice fed a high-fat diet via the induction of fatty acid  $\beta$ -oxidation. *Biosci Biotechnol Biochem* 77:1424-1429
- Oh HT, Chung MJ, Ham SS. 2009. Anticancer activity on ethanolic extract of the masou salmon (*Oncorhynchus masou*) in vitro and in vivo. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38:142-145
- Oyaizu M. 1986. Stduies on products of browning reactions: sntioxidative activities of products of browning reaction prepared from glucosamine. *Jpn J Nutr* 44:307-315

- Park HM, Hong JH. 2014. Physiological activities of *Aronia melanocarpa* extracts on extraction solvents. *Korean J Food Preserv* 21:718-726
- Park MH, Oh KY, Lee BW. 1998. Anti-cancer activity of *Lentinus edoeds* and *Pleurotus ostreatus*. *Korean J Food Sci Technol* 30:702-708
- Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannalal A, Yang M, Rice-Evans C. 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biol Med* 26:1231-1237
- Sueiro L, Yousef GG, Seigler D, De Mejia EG, Grace MH, Lila MA. 2006. Chemopreventive potential of flavonoid extracts from plantation-bred and wild *Aronia melanocarpa* (black chokeberry) fruits. *J Food Science* 71:C480-C488
- Tanaka T, Tanaka A. 2001. Chemical components and characteristics of black chokeberry. *J Jpn Soc Food Sci Technol* 48:606-610
- Yu KW. 2020. Antioxidant activity of fermented arronia residues with lactic acid bacteria and yeast. *J Biotechnol Bioindustry* 8:30-37

---

Received 07 April, 2024  
Revised 13 August, 2024  
Accepted 14 August, 2024

# 밀싹의 재배 정도별 항산화 활성과 이를 첨가한 설기떡의 품질특성

†이 경 행

한국교통대학교 식품영양학전공 교수

## Antioxidant Activities of Wheat Sprouts by Cultivation Degree and Quality Characteristics of *Sulgidduk* added Wheat Sprouts

†Kyung-Haeng Lee

Professor, Dept. of Food and Nutrition, Korea National University of Transportation, Jeungpyeong 27909, Korea

### Abstract

During the cultivation of wheat sprouts, antioxidant activity was measured during each cultivation period. Wheat sprouts from the cultivation period showing the highest antioxidant activity were added at different concentrations to make wheat sprout *sulgidduk*. Their physicochemical properties then were measured. As a result, when wheat sprouts were cultivated to about 14 cm, contents of ascorbic acid and polyphenol compounds were the highest. Their ABTS radical scavenging activities also showed high values. Thus, wheat sprouts grown about 14 cm were added at a concentration of 0 to 7% to prepare wheat sprout *sulgidduk*. The lightness (L) of the control was the highest. Redness (a) and yellowness (b) of wheat sprout *sulgidduk* increased as the amount of wheat sprout added increased. Contents of ascorbic acid and polyphenol compounds and ABTS radical scavenging activities of wheat sprout *sulgidduk* added with the highest wheat sprout content were significantly higher than those of others. Regarding the texture, the addition of wheat sprout resulted in slightly higher hardness, gumminess, and chewiness than the control. However, springiness and cohesiveness were not significantly different between treatment groups.

Key words: wheat sprout, cultivation period, antioxidant activity, *sulgidduk*

### 서 론

여러 원인 중에 식생활의 변화로 인해 각종 만성질환이 발병된 것 이라고 해도 과언이 아닐 만큼 만성질환이 늘어나는 추세이다. 국민건강통계(KDCA 2022) 조사에 따르면 2013년의 자료와 비교하였을 때 19세 이상에서 고혈압의 유병률은 22.0%에서 22.1%, 당뇨병의 유병률은 10.7%에서 9.1%로 대체적으로 비슷한 수치를 보이는 것도 있었지만 고콜레스테롤 유병률은 12.3%에서 22.0%, 비만은 31.8%에서 37.2%로 눈에 띄게 증가하고 있다는 것을 알 수 있다. 이는 식생활의 변화에 따른 것으로 판단되며 식이로부터 오는 질병을 예방하고 더욱 건강한 삶을 살기를 원하는 사람들이 많아지고 있다. 따라서 같은 음식을 먹더라도 몸에 더 좋으면서도 더 영

양가가 높은 건강한 음식을 추구하고 있는 것이다.

새싹채소는 다 자란 채소보다 아미노산, 탄수화물, 비타민과 무기질, 기능성 생리활성 물질 등의 많은 영양성분을 함유하고 있으며(Feng P 1997), 식물체의 종자를 발아시켜 새싹 채소로 키우게 되면 영양성분과 소화력이 증가하게 되고 쓴 맛성분들과 독성성분들을 다른 물질로 전환시켜 기능성 물질을 생산하게 되는데, 완전히 성장한 채소에 비교하여 4~100배 이상의 생리활성물질들을 함유하는 것으로 보고되고 있다(Badshah 등 1991; Satter 등 1995; El-Adawy TA 2002).

밀싹(wheat sprout)은 밀의 어린 새싹으로 밀이 발아하는 과정에서 밀의 마디 부위가 생성되기 전의 새싹을 말한다(Hänninen 등 1999). 밀의 싹이 발아하는 중 아미노산, 비타민, chlorophyll 및 식이섬유 등의 주요한 영양성분들을 함유

† Corresponding author: Kyung-Haeng Lee, Professor, Dept. of 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

하게 되며(Nagaoka H 2005; RDA 2009) 다양한 효능을 가지고 있다(An SH 2015; Lee JS 2016). 또한 30여종의 효소들과 무기질들이 풍부하고 혈당 강하, 지질 억제 및 조혈 작용 등에 효과가 있는 것으로 보고되고 있다(An SH 2015; Lee JS, 2016). 외국에서는 항산화 작용이 뛰어나 항암제의 부작용 개선(Bar-Sela 등 2007), 위장관 치료 (Ben-Arye 등 2002) 등에 효과가 보고되어 있으며, 밀싹 분말 제품 및 착즙을 통해 기능성 보조식품으로 이용되고 있다(An SH 2015).

밀싹의 연구로 밀싹 추출물이 모발 성장에 미치는 효과 (Ryu EM 2014), 항산화 효과(Kim HJ 2016), 혈당강하(Lee 등 2009), 지질억제(Lee 등 2011) 등이 보고되었다. 반면 밀싹을 이용한 식품 연구로는 스폰지 케이크(Lee BK 2015), 생면 (Lee JS 2016), 머핀(Chung & An 2015; Park LY 2015), 쿠키 (An SH 2015)가 있을 뿐 전통식품인 떡을 이용한 연구는 진행되고 있지 않다.

현재 국내 국민들이 건강에 대한 관심도가 높아지고 밀싹에 대한 소비자들의 관심도가 크게 증가하여 밀싹 재배 농가와 밀싹의 가공품을 판매하는 곳이 많아지고 있으나(Chung & An 2015) 밀싹의 재배 정도에 따른 이들 함량의 차이에 대한 연구결과는 찾아볼 수 없다.

따라서 본 연구에서는 밀 종자가 발아한 후 밀의 마디 부위가 생성되기 전의 새싹을 재배기간별(4 cm, 10 cm, 14 cm) 항산화력을 측정하고 그 중 뛰어난 항산화력을 나타낸 재배기간의 밀싹을 농도별로 첨가하여 밀싹 설기떡을 제조하고 이화학적 특성을 측정하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 시료 제조

밀싹재배를 위하여 밀싹 씨앗을 농업회사법인 세경팜(주)(경상남도)에서 구매하여 평균온도 22℃, 상대습도 60~70% 정도를 유지하면서 유기농 발아용 피트머스에서 발아시킨 후 재배하면서 길이가 각각 4, 10, 및 14 cm 정도 되었을 때 잘라 시료로 사용하였다. 시료의 추출은 각 cm 별로 자란 밀싹을 잘게 자른 후 10배량의 물을 첨가하여 blender (HR3725/00, Philips Co., China)로 분쇄한 후 물로 추출하고 3,041×g에서 30분동안 원심분리하고 여과하여 추출액 시료로 사용하였다.

### 2. 밀싹 길이별 항산화 성분 및 활성 분석

밀싹 길이별 추출물에 대한 항산화 성분의 함량 및 활성을 측정하기 위하여 polyphenol 화합물과 ascorbic acid의 함량 및 ABTS radical 소거능을 측정하였다.

밀싹 길이별 polyphenol 화합물의 함량차이는 AOAC법

(1995)에 따라 밀싹 추출액 1 mL에 0.5 mL의 Folin-Denis 시약과 1 mL의 10% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 용액, 7.5 mL의 증류수를 차례로 혼합하여 30분 경과한 뒤 760 nm에서 흡광도를 측정하였으며, 표준물질로는 gallic acid(Sigma-Alcrich, St. Louis, MO, USA)를 사용하였다.

Ascorbic acid의 함량은 Park 등(2008)의 방법에 따라 밀싹 길이별로 재배한 후 추출한 추출액 0.2 mL에 10% trichloroacetic acid 용액 0.8 mL를 넣어 3,041×g에서 5분 동안 원심 분리하였다. 상등액 0.5 mL, 증류수 1.5 mL 및 10% folic phenol reagent 0.2 mL를 차례대로 넣은 후 혼합하고, 실온에서 10분간 방치하며, 760 nm에서 흡광도를 측정하여 ascorbic acid의 함량을 측정하였다. 표준물질로는 L-ascorbic acid (Sigma Chemical Co., St. Louis, MO, USA)를 사용하였다.

ABTS radical 소거능은 Re 등(1999)의 방법에 따라 7.4 mM ABTS(2,2'-Azino-bis-(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid), Sigma Chemical Co.)와 2.6 mM potassium persulphate를 제조한 후, 암소에 하루 동안 방치하여 양이온 (ABTS·<sup>+</sup>)을 형성시켰다. 734 nm에서 흡광도를 측정하여 흡광도 값이 1.5 이하가 되도록 희석하고, 희석된 ABTS·<sup>+</sup> 용액 1 mL에 위의 시료 추출액 20 μL를 가하여 흡광도의 변화를 정확히 30분 후에 측정하였다. 밀싹추출물의 ABTS radical 소거능은 다음의 식에 의해 계산하였다(Kim 등 2009).

$$\text{ABTS radical scavenging activity (\%)} = \frac{(\text{Blank O.D.} - \text{Sample O.D.})}{\text{Blank O.D.}} \times 100$$

### 3. 밀싹첨가 설기떡 제조

밀싹을 첨가한 설기떡 제조는 Park EJ(2014)의 제조방법을 참고하여 제조하였다. 즉 쌀가루에 설탕과 소금의 양을 동일하게 하고, 가장 재배량과 항산화 성분의 함량과 활성이 높게 나타난 14 cm까지 재배한 밀싹을 예비실험을 통해 최소 및 최대 함량을 3% 및 7%가 되도록 하고 중간 값으로 5%가 되도록 함량을 달리하였으며 배합비는 Table 1과 같이 하였다. 즉 쌀가루에 물과 소금을 넣고 5분간 손으로 비벼 잘 섞은 후 20 mesh의 체에 내린 다음 설탕과 14 cm로 자란 밀싹을 칼로 작게 자르고 마쇄한 후 각 함량별(3, 5, 7%)로 첨가하고 섞은 후 다시 체로 친 후 찹통에 물을 채우고 젖은 면보 자기를 깔고 혼합된 시료를 넣은 후 2.5 cm 두께가 되도록 윗면을 편평하게 하였다. 그 위에 젖은 면보를 덮어 30분간 가열하고 5분간 뜸을 들여 썰낸 후, 30분간 실온에서 식힌 후 실험에 사용하였다.

**Table 1. Recipe of *sulgidduk* added with different amount of wheat sprout**

Samples <sup>1)</sup>	Ingredients (g)				
	Rice flour	wheat Sprout	Sugar	Salt	Water
Control	200.0	0.0	20.0	2.0	40
W1	194.0	6.0	20.0	2.0	40
W2	190.0	10.0	20.0	2.0	40
W3	186.0	14.0	20.0	2.0	40

<sup>1)</sup> Control: Content of wheat sprout 0%, W1: Content of wheat sprout 3%, W2: Content of wheat sprout 5%, W3: Content of wheat sprout 7%.

#### 4. 밀싹첨가 설기떡의 항산화 성분함량 및 활성 분석

밀싹의 크기가 14 cm 가량 되었을 때 채취하고 첨가량을 3~7%로 각각 달리하여 제조한 밀싹 설기떡의 항산화 성분 및 항산화 활성은 밀싹 추출물 상기의 방법과 동일한 방법으로 측정하였다.

#### 5. 색도

밀싹 첨가량을 3~7%로 각각 달리하여 제조한 밀싹 설기떡의 색상차이를 확인하기 위하여 설기떡의 윗면 부분을 색차계(CR-300 Minolta Chroma Meter, Konica Minolta Sensing Inc., Tokyo, Japan)를 사용하여 Hunter L, a, b 값을 반복 측정 후 평균값으로 나타내었다. 측정에 사용된 표준 백색판의 L\*, a\*, b\* 값은 각각 95.02, 0.04, 0.26이었다.

#### 6. 조직감

밀싹 첨가량을 달리하여 제조한 밀싹 설기떡의 조직감을 측정하기 위하여 제조한 떡을 Kim & Kim(2011)의 방법에 따라 4×4×2.5 cm의 크기로 절단하여 Texture analyzer(TA-XT2/25, Stable Micro System Co. Ltd., Surrey, UK)를 사용하여 측정하였다. 즉 제조한 설기떡의 조직감 측정은 2회 반복 압착실험(two-bite compression test)으로 stainless steel cylinder probe(2.0 cm)를 이용하여 1 mm/sec의 속도로 측정하였으며 TPA(texture profile analysis) 분석을 통하여 각 시료의 견고성(hardness), 응집성(cohesiveness), 탄력성(springiness), 겹성(gumminess) 및 씹힘성(chewiness)을 각각 5회 반복 측정하였다.

#### 7. 통계처리

본 시험에서 얻어진 결과는 SPSS 24.0(Statistical Package for Social Sciences, SPSS Inc., Chicago, IL, USA) program을 사용하여 각 실험구간의 유의성( $p < 0.05$ )을 ANOVA로 분석한 후 Duncan's multiple range test에 의해 실험군 간의 차이를 분석하였다.

## 결과 및 고찰

#### 1. 밀싹 길이별 항산화 성분 및 활성 분석

밀싹 길이별 추출물에 대한 항산화 성분의 함량 및 활성의 차이를 알아보기 위하여 ascorbic acid와 polyphenol 화합물의 함량과 ABTS radical 소거능을 측정된 결과는 Table 2와 같다.

Polyphenol 화합물의 경우, 14 cm까지 재배하였을 때의 함량이 338.52 mg%로 재배 길이가 길어질수록 함량이 유의적으로 높은 것으로 나타났으며 4 cm일 때 수확한 경우에 비하여 20배 이상의 높은 함량을 나타내었으며 10 cm일 때보다도 약 2.7배 이상이 높은 것을 알 수 있었다. Ascorbic acid의 함량에서도 14 cm까지 재배하였을 때의 함량이 31.70 mg%로 4 cm 및 10 cm에 비하여 가장 높은 함량을 보이는 것으로 나타났다. 항산화 활성 측정 방법 중의 하나인 ABTS 라디칼 소거능 결과에서도 14 cm까지 재배하였을 때가 가장 큰 radical 소거능이 갖는 것으로 나타나 밀싹 재배시 밀의 마디 부위가 생성되기 전의 길이가 가장 긴 14 cm 내외일 때가 항산화성분 및 활성이 우수한 것으로 판단되었으며 Badshah

**Table 2. Antioxidant components content and activity of different size of the wheat sprout**

Wheat sprout length	Polyphenol compounds (mg %)	Ascorbic acid (mg %)	ABTS radical scavenging activity (%)
4 cm	16.15±3.5 <sup>c1)</sup>	11.00±4.75 <sup>c</sup>	43.24±3.51 <sup>c</sup>
10 cm	121.78±15.13 <sup>b</sup>	19.51±4.41 <sup>b</sup>	51.45±2.49 <sup>b</sup>
14 cm	338.52±26.8 <sup>a</sup>	31.70±8.01 <sup>a</sup>	59.53±3.69 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup> Values with different superscripts within a column (<sup>a-c</sup>) was significantly different ( $p < 0.05$ ).



등(1991)의 새싹채소에서 생리활성물질 함량이 증가한다고 한 결과와 일치하는 경향으로 사료되었다.

Park 등(2019)은 밀싹과 보리싹 착즙 주스의 polyphenol 화합물과 ascorbic acid의 함량을 분석한 결과, 밀싹의 경우, 각각 406.12 mg% 및 41.75 mg%라 하여 본 결과와 비교하였을 때 약간 높은 값을 보였는데 이는 착즙 방법 및 재배 정도 등에 따른 차이라고 판단되었다.

## 2. 밀싹첨가 설기떡의 항산화 성분함량 및 활성 분석

밀싹의 크기가 14 cm 가량 되었을 때가 항산화 성분 및 항산화 활성이 높은 것으로 나타나 14 cm 가량의 밀싹을 시료로 첨가량을 달리하여 설기떡을 제조하고 항산화 성분 및 항산화 활성을 측정된 결과는 Table 3과 같다.

Polyphenol 화합물의 경우, 대조군은 38.11 mg%였으나 밀싹 첨가군은 첨가 농도에 따라 각각 60.54, 71.13 및 77.63 mg%로 대조군과는 유의적인 차이를 보였으며 첨가농도가 높을수록 유의적으로 높은 함량을 보여 첨가한 밀싹내 polyphenol 화합물의 함량이 높음을 알 수 있었다.

Ascorbic acid의 경우, 대조군에 비하여 밀싹 첨가량이 높을수록 높은 함량을 보였지만 기대하였던 것보다는 밀싹 첨가 설기떡에서 높은 함량을 보이지는 않았는데 이는 ascorbic acid가 설기떡 제조시 가열 및 용출 등에 의한 것으로 판단되었다. ABTS 라디칼 소거능에서는 대조군이 31.05%의 소거능을, 첨

가군은 대조군보다는 높은 활성을 보였으며 첨가량이 가장 많은 7% 첨가군이 36.06%로 가장 높게 나타나 밀싹 첨가량이 많을수록 항산화 성분 및 활성이 증가함을 알 수 있었다.

Cho & Chung(2016)은 설기떡 제조시 마키베리 분말 등의 부재료를 첨가하여 제조하였을 때 항산화 활성은 첨가량이 증가할수록 높아진다고 보고하여 본 실험의 결과와 비교하여 볼 때 활성의 차이는 다소 있지만 유사한 경향을 나타내었다.

## 3. 밀싹첨가 설기떡의 색상

크기가 14 cm 가량된 밀싹의 시료를 첨가량을 달리하여 설기떡을 제조하고 색상의 차이를 측정된 결과는 Table 4와 같다.

대조군의 경우 명도는 88.77이었으나 밀싹의 첨가량이 증가함에 따라 명도는 83.21에서 63.85로 감소하는 경향을 보였다. Redness에서는 대조군이 0.67로 가장 낮은 값이었으며 밀싹 첨가군은 3.43~7.81로 첨가량이 많을수록 redness값은 증가하는 것으로 나타났다. 또한 yellowness의 경우에도 대조군이 가장 낮았고 밀싹 첨가량이 증가할수록 높아지는 것으로 나타났다.

Park & Rha(2016)은 곤드레 추출물을 첨가하여 설기떡을 제조하였을 때 곤드레 추출물의 양이 증가할수록 명도는 감소하고 적색도와 황색도값은 감소한다고 하였고 설기떡을 제조할 때 다른 부재료의 첨가량이 증가할수록 명도가 감소

**Table 3. Antioxidant components content and activity of *sulgidduk* added with different amount of wheat sprout**

Samples <sup>1)</sup>	Polyphenol compounds (mg %)	Ascorbic acid (mg %)	ABTS radical scavenging activity (%)
Control	38.11±1.87 <sup>d2)</sup>	60.44±2.23 <sup>b</sup>	31.05±0.67 <sup>c</sup>
W1	60.54±0.98 <sup>c</sup>	64.44±3.44 <sup>ab</sup>	31.78±0.66 <sup>bc</sup>
W2	71.13±1.49 <sup>b</sup>	62.56±2.46 <sup>ab</sup>	32.60±0.54 <sup>b</sup>
W3	77.63±2.14 <sup>a</sup>	68.00±3.97 <sup>a</sup>	36.06±0.34 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup> Control: Content of wheat sprout 0%, W1: Content of wheat sprout 3%, W2: Content of wheat sprout 5%, W3: Content of wheat sprout 7%.

<sup>2)</sup> Values with different superscripts within a column (<sup>a-d</sup>) was significantly different ( $p<0.05$ ).

**Table 4. Color value of *sulgidduk* added with different amount of wheat sprout**

Samples <sup>1)</sup>	L	a	b
Control	88.77±0.30 <sup>a2)</sup>	0.67±0.07 <sup>d</sup>	5.22±0.16 <sup>d</sup>
W1	83.21±0.39 <sup>b</sup>	3.43±0.43 <sup>c</sup>	11.38±0.37 <sup>c</sup>
W2	74.94±0.44 <sup>c</sup>	6.38±0.60 <sup>b</sup>	19.98±0.59 <sup>b</sup>
W3	63.85±0.14 <sup>d</sup>	7.81±0.19 <sup>a</sup>	26.46±0.45 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup> Control: Content of wheat sprout 0%, W1: Content of wheat sprout 3%, W2: Content of wheat sprout 5%, W3: Content of wheat sprout 7%.

<sup>2)</sup> Values with different superscripts within a column (<sup>a-d</sup>) was significantly different ( $p<0.05$ ).

**Table 5. Texture of *sulgidduk* added with different amount of wheat sprout**

Samples <sup>1)</sup>	Hardness (g)	Springiness	Cohesiveness	Gumminess	Chewiness
Control	337.99±93.45 <sup>b2)</sup>	1.21±0.74 <sup>a</sup>	2.15±1.24 <sup>a</sup>	373.74±24.12 <sup>b</sup>	265.67±222.70 <sup>b</sup>
W1	711.99±84.59 <sup>a</sup>	2.23±1.61 <sup>a</sup>	0.78±0.26 <sup>a</sup>	602.88±84.46 <sup>a</sup>	358.67±59.84 <sup>ab</sup>
W2	838.81±63.28 <sup>a</sup>	0.58±0.38 <sup>a</sup>	1.22±0.55 <sup>a</sup>	766.61±61.78 <sup>a</sup>	655.19±185.95 <sup>ab</sup>
W3	651.37±223.45 <sup>a</sup>	1.38±1.02 <sup>a</sup>	1.88±1.05 <sup>a</sup>	786.56±194.67 <sup>a</sup>	490.37±70.58 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup> Control: Content of wheat sprout 0%, W1: Content of wheat sprout 3%, W2: Content of wheat sprout 5%, W3: Content of wheat sprout 7%.

<sup>2)</sup> Values with different superscripts within a column (<sup>a,b</sup>) was significantly different ( $p<0.05$ ).

한다는 결과(Hwang SJ 2013)와 일치하는 경향이였다.

#### 4. 밀싹첨가 설기떡의 조직감

밀싹의 크기가 14 cm 가량 되었을 때가 항산화 성분 및 항산화 활성이 높은 것으로 나타나 14 cm 가량의 밀싹을 시료로 첨가량을 달리하여 설기떡을 제조하고 조직감을 측정 한 결과는 Table 5와 같다.

대조군의 경우, hardness, gumminess 및 chewiness는 가장 낮은 값을 보였고 밀싹 첨가시 약간 높은 hardness, gumminess 및 chewiness를 보이는 것으로 나타났다. Springiness와 cohesiveness는 처리군간에 유의적인 차이를 보이지는 않았다.

Jeon SJ(2010)는 강황분말을 첨가하여 설기떡을 제조하였을 때 강황분말의 첨가량이 증가할수록 hardness, springiness, gumminess 및 chewiness가 대체적으로 증가하는 경향이었고 cohesiveness는 유의적인 차이를 보이지는 않았다고 하여 본 결과와 비교하여 볼 때 hardness, gumminess 및 chewiness 및 cohesiveness는 유사한 경향을 보였다. 그러나 springiness의 경우에는 본 결과에서는 첨가량 유무에 관계없이 유의적인 차이를 보이지는 않았지만 설기떡 제조시 밀싹 등을 첨가하였을 때 조직감의 변화가 있는 것으로 사료되었으며 차후 제품화를 위해 감각분석에 의한 품질특성비교도 필요할 것으로 판단되었다.

### 요약 및 결론

밀싹을 재배하는 동안 재배기간별 항산화 활성을 측정하고 그 중 뛰어난 항산화 활성을 나타낸 재배기간의 밀싹을 농도별로 첨가하여 밀싹 설기떡을 제조하였으며 이화학적 특성을 측정하였다. 밀싹의 크기가 14 cm 정도까지 재배하였을 때 ascorbic acid 및 polyphenol 화합물의 함량이 가장 높은 함량을 나타내었으며 ABTS 라디칼 소거능에서도 높은 값을 보였으며 14 cm 정도 재배하였을 때가 활성이 높은 것으로 나타났다. 이에 14 cm 정도 재배한 밀싹을 0~7%의 농도가 되도록 첨가하여 밀싹 설기떡을 제조하고 이들의 이화학적

특성을 비교하였다. 색도의 경우, 밀싹 무첨가군인 대조군의 명도(L)가 가장 높았고, 밀싹 첨가량이 증가할수록 적색도(a)와 황색도(b)가 증가하는 것으로 나타났다. 밀싹 설기떡의 ascorbic acid, polyphenol 화합물 및 ABTS 라디칼 소거능을 측정 한 결과, 밀싹의 함량이 제일 많은 것이 항산화 성분 및 활성이 유의적으로 높은 것으로 나타났다. 밀싹을 첨가한 설기떡의 색상은 밀싹 첨가량이 높을수록 명도는 감소하고 redness와 yellowness는 증가하는 경향을 보였다. 조직감에서는 밀싹 추출물 첨가가 대조군에 비해 약간 높은 hardness, gumminess 및 chewiness를 springiness와 cohesiveness는 처리군간에 유의적인 차이를 보이지는 않았다.

### 감사의글

본 성과물은 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업입니다(No. 2021R1A6A1A03046418).

### References

- AOAC. 1995. Official Methods of Analysis 16<sup>th</sup> ed. Association of Official Analytical Chemist
- An SH. 2015. Quality characteristics of cookies made with added wheat sprout powder. *Korean J Food Cookery Sci* 31:687-695
- Badshah A, Zeb A, Satter A. 1991. Effect of soaking, germination and autoclaving on selected nutrients of rapeseed. *Pakistan J Sci Indus Res* 34:446-448
- Bar-Sela G, Taslic M, Fried G, Goldberg H. 2007. Wheat grass juice may improve hematological toxicity related to chemotherapy in breast cancer patients: A pilot study. *Nutr Cancer* 58:43-48
- Ben-Arye E, Goldin E, Wengrower D, Stamper A, Kohn R, Ber E. 2002. Wheat grass juice in the treatment of active distal ulcerative colitis: A randomized double-blind placebo-controlled trial. *Scand J Gastroenterol* 37:444-449

- Cho N, Chung HJ. 2016. Quality characteristics and antioxidant activity of *sulgidduk* added with maquiberry powder. *Korean J Food Preserv* 23:945-952
- Chung ES, An SH. 2015. Physicochemical and sensory characteristics of muffins added with wheat sprout powder. *Korean J Culin Res* 21:207-220
- El-Adawy TA. 2002. Nutritional composition and antinutritional factors of chickpeas (*Cicer arietinum* L.) undergoing different cooking methods and germination. *Plant Food Hum Nutr* 57:83-97
- Feng P. 1997. A summary of background information and foodborne illness associated with the consumption of sporuts. *U.S. Food and Drug Administration, Center for Food Safety and Applied Nutrition*
- Hänninen O, Rauma AL, Kaartinen K, Nenonen M. 1999. Vegan diet in physiological health promotion. *Acta Physiol Hung* 86:171-180
- Hwang SJ. 2013. Quality characteristics of Korean steamed rice cake containing different amount of red onion powder. *Korean J Food Preserv* 20:487-494
- Jeon SJ. 2010. Physico-chemical properties of the rice flour with *Curcuma longa* L. powder added and characteristics of the *sulgitteok*. Master's Thesis, Hansung Univ. Seoul. Korea
- Kim HJ. 2016. Antioxidant and physiological activities of Korean wheat sprouts. Master's thesis, Kwangju Women's Univ. Kwangju. Korea
- Kim JH, Kim MY. 2011. Quality characteristics of *sulgidduk* supplemented with citrus peel powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40:993-998
- Kim YE, Yang JW, Lee CH, Kwon EK. 2009. ABTS radical scavenging and anti-tumor effects of *Tricholoma matsutake* Sing. (pine mushroom). *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38:555-560
- Korea Disease Control and Prevention Agency [KDCA]. Korea health statistics 2022: Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES IX-1). Korea Disease Control and Prevention Agency
- Lee BK. 2015. Quality Characteristics of sponge cake with added powdered wheat and barley sprout. Master's Thesis, Seoul National Univ. of Science and Technology. Seoul. Korea
- Lee JS. 2016. Antioxidant activity and quality characteristics of noodles with wheatgrass. Ph.D. Thesis, Sejong Univ. Seoul. Korea
- Lee SH, Lee YM, Lee HS, Kim DK. 2009. Anti-oxidative and anti-hyperglycemia effects of *Triticum aestivum* wheat sprout water extracts on the streptozotocin-induced diabetic mice. *Korean J Pharmacogn* 40:408-414
- Lee SH, Lim SW, Lee YM, Seo JW, Kim DK. 2011. Inhibitory effects of *Triticum aestivum* L. extracts on liver lipid accumulation in high fat-fed mice. *Korean J Pharmacogn* 42:309-316
- Nagaoka H. 2005. Treatment of germinated wheat to increase levels of GABA and IP<sub>6</sub> catalyzed by endogenous enzymes. *Biotechnol Prog* 21:405-410
- Park EJ. 2014. Quality characteristics of *sulgidduk* added with aronia (*Aronia melanocarpa*) powder. *J East Asian Soc Dietary Life* 24:646-653
- Park HJ, Lee SM, Kim JY, Kim HS, Lee SH, Jang JS, Lee MH. 2019. Metabolic activity and physiological characteristics of wheat and barley grass juices extracted by a household extractor equipped with a twin gear. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 48:856-867
- Park LY. 2015. Quality characteristics of muffins containing wheat sprout powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 44: 784-789
- Park SJ, Rha YA. 2016. Quality characteristics of *sulgidduk* added with *Cirsium setidens* Nakai. *Culin Sci Hosp Res* 22:1-10
- Park YK, Kim SH, Choi SH, Han JG, Chung HG. 2008. Changes of antioxidant capacity, total phenolics and vitamin C contents during *Rubus coreanus* fruit ripening. *Food Sci Biotechnol* 17:251-256
- 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 Radical Bio Med* 26:1231-1237
- Rural Development Administration [RDA]. 2009. Development of Processed Food using the Korean Wheat Flour Sprout. p 15-17. Rural Development Administration
- Ryu EM. 2014. Effect of wheat sprout extracts on hair growth. Ph.D Thesis, Chosun Univ. Kwangju. Korea
- Satter A, Badshah A, Aurangzeb. 1995. Biosynthesis of ascorbic acid in germinating rapeseed cultivars. *Plant Food Hum Nutr* 47:63-70

## 한국식품영양학회 소식

### • 일반소식

1. 2024년 07월 16일(화) : 한국연구재단 학술지 실태 점검
2. 2024년 08월 16일(금) : 제5차 이사회 개최
3. 2024년 08월 16일(금) : 과총 학술지 발행지원 예비 선정
4. 2024년 08월 31일(토) : 학술지 제37권 제4호에 연구논문 6편 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](mailto: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](mailto: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](mailto: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 편집이사로서 하며, 그 외 인원은 편집위원장의 추천을 받아 학회장이 위촉한다.

#### 제 21조(윤리위원회의 권한)

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

#### 제 22조(윤리위원회의 판정 및 제재)

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

#### 제 23조(제보자 및 조사대상자의 보호)

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

#### 제 24조(징계의 절차 및 내용)

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

#### 제 25조(윤리규정의 수정)

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

- 부칙 -

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

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

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

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

# Research Ethics Rules of the Korean Society of Food and Nutrition

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

## Chapter 1 General Provisions

### Article 1: Definition of Research Ethics

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

### Article 2: Purpose of Ethics Regulations

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

### Article 3: Application Objects of Ethics Regulations

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

## Chapter 2 Ethics Regulations on Research Conduction

### Article 4: Truth in Research

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

### Article 5: Data Management

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

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

### Article 6: Presentation of Research Results

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

**Article 7: Retention of Copyright**

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

**Article 8: Order of Authors and Affiliation**

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

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

**Article 9: Responsibility of the Corresponding Author or Senior Author**

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

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

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

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

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

**Article 10: Citation Principles of References**

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

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

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

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

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

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

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

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

**Article 12: Types of Plagiarism**

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

**Article 13: Prohibition of Distortion in References**

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

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

**Article 14: Practices to Avoid**

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

**Article 14-2 : Bioethics**

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

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

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

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

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

15.3. The examiner shall objectively evaluate the dissertation by applying strict scientific and research standards

regarding the quality of dissertation, the experimentability of research, and conceptuality and interpretation, and must be able to adequately explain or support the assessment made upon his/her judgement.

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

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

#### **Article 16: Unethical Acts of Examiner**

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

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

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

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

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

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

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

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

#### **Article 18 Duty of Obedience**

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

#### **Article 19 Report and Investigation of Violations of the Ethics Regulations**

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

#### **Article 20 Purpose and Composition of the Ethics Committee**

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

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

**Article 21: Rights of the Ethics Committee**

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

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

**Article 22: Judgment and Sanctions of the Ethics Committee**

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

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

**Article 23: Protection of Informant and Examinee**

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

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

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

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

**Article 24: Procedures and Contents of Disciplinary Sanctions**

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

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

**Article 25: Revision of the Ethics Regulations**

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

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



### **Addendum**

**Article 1: Date of Enforcement**

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

**Article 2: Date of Enforcement**

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

**Article 3: Date of Enforcement**

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

**Article 4: Date of Enforcement**

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

## 한국식품영양학회지 논문 투고 규정

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

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.
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 표시하고 저자가 2인 일 때는 두 저자의 성만을 표시하고, 3인 이상일 때는 제 1저자 성을 표기하고 ‘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*. 13<sup>th</sup> ed. pp.3508-3515

**3) Bulletin, 학위논문**

Hur YH, Lee SG, Suh JS. 1987. Studies on the change in components of  $\gamma$ -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, 42<sup>nd</sup> 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 $\mu$ m	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](mailto: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. 13<sup>th</sup> ed. pp.3508-3515.

#### 3) Bulletin, Dissertations

Hur YH, Lee SG, Suh JS. 1987. Studies on the change in components of  $\gamma$ -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) 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, 42<sup>nd</sup> *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. 4 August 2024

---

pISSN : 1225-4339

eISSN : 2287-4992

Homepage : <http://ksfn.kr>

Full-text : [www.eksfan.or.kr](http://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](mailto: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](mailto: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](mailto: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](mailto: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](mailto:leeyounri@hit.ac.kr)

---

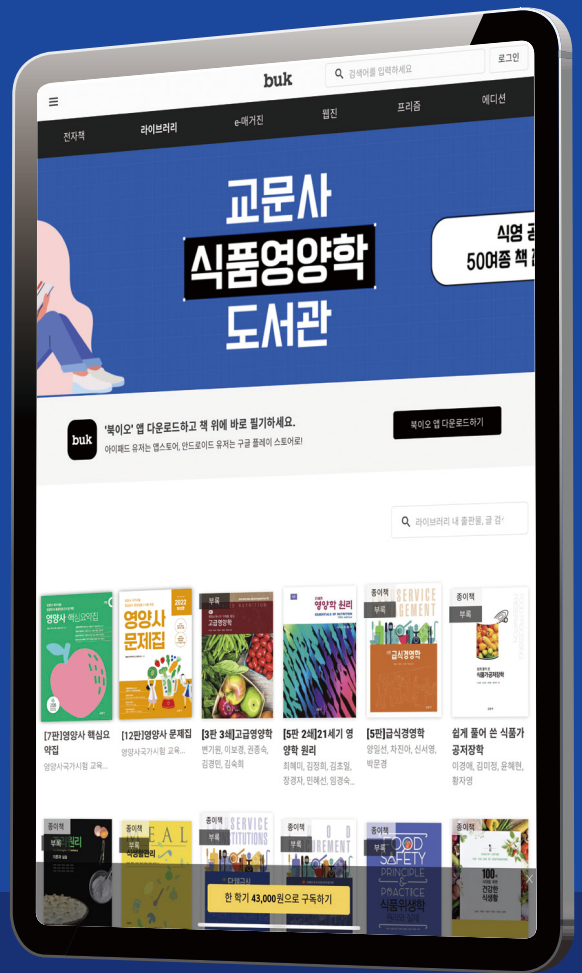
**It is printed on acid-free paper.**

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

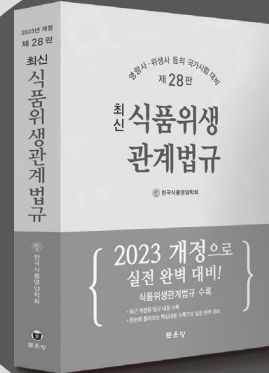
제11판 | 2도 인쇄 | 값 43,000원(출간 예정)

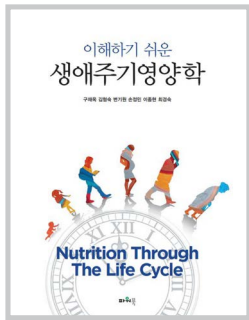
## 제3판 식품학

2도 인쇄 | 값 24,000원  
강의용 보조자료(PPT) 제공

## 최신 식품위생관계법규

개정 제29판 | 32,000원(출간 예정)





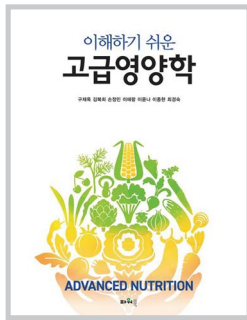
이해하기 쉬운  
생애주기영양학

Nutrition Through  
The Life Cycle

이해하기 쉬운  
생애주기영양학

구재욱 · 김형숙 · 변기원  
손정민 · 이종현 · 최경숙

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



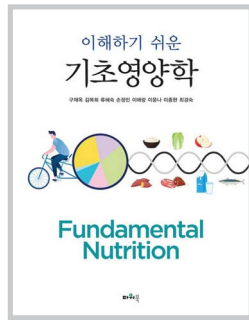
이해하기 쉬운  
고급영양학



이해하기 쉬운  
고급영양학

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

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



이해하기 쉬운  
기초영양학

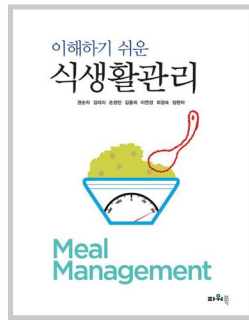


Fundamental  
Nutrition

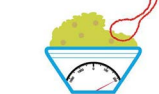
이해하기 쉬운  
기초영양학

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

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



이해하기 쉬운  
식생활관리

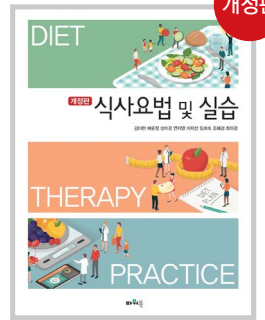


Meal  
Management

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

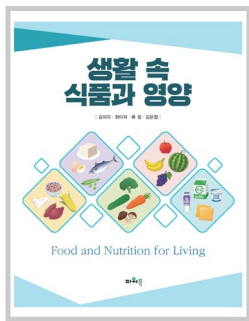


THERAPY  
PRACTICE

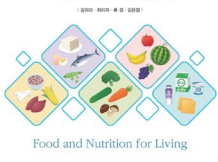
식사요법 및 실습

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

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



생활 속  
식품과 영양

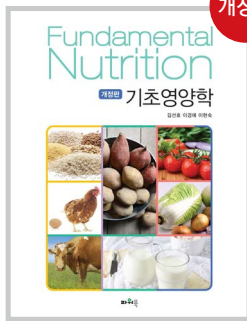


Food and Nutrition for Living

생활 속 식품과 영양

김미라 · 최미자 · 류경 · 김은정

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



Fundamental  
Nutrition

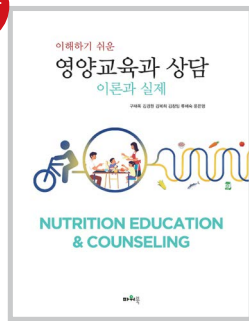
기초영양학



기초영양학

김선호 · 이경애 · 이현숙

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



이해하기 쉬운  
영양교육과 상담  
이론과 실제

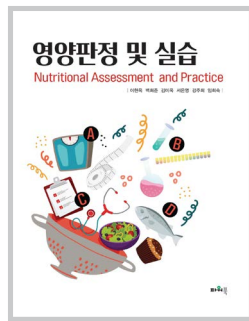


NUTRITION EDUCATION  
& COUNSELING

이해하기 쉬운 영양교육과 상담  
-이론과 실제-

구재욱 · 김경원 · 김복희  
김창임 · 류혜숙 · 윤은영

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



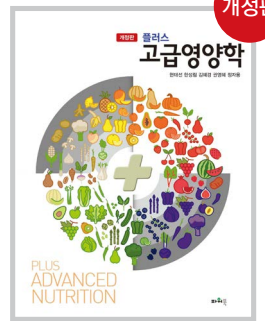
영양판정 및 실습  
Nutritional Assessment and Practice



영양판정 및 실습

이현옥 · 백희준 · 김미옥  
서은영 · 강주희 · 임희숙

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



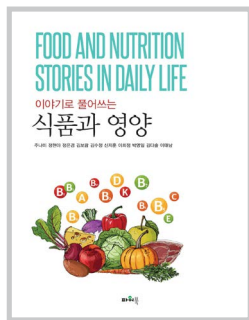
플러스  
고급영양학



플러스 고급영양학

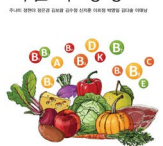
현대선 · 한성림 · 김혜경  
권영혜 · 정자용

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



FOOD AND NUTRITION  
STORIES IN DAILY LIFE

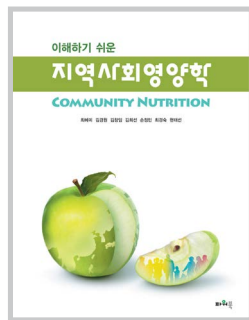
이야기로 풀어쓰는  
식품과 영양



이야기로 풀어쓰는  
식품과 영양

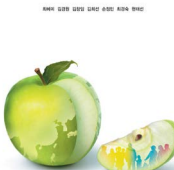
주나미 · 정현아 · 정은경 · 김보람  
김수정 · 신지훈 · 이희정 · 박영일  
김다솔 · 이태남

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



이해하기 쉬운  
지역사회영양학

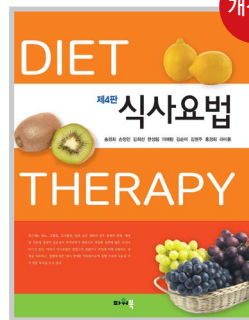
COMMUNITY NUTRITION



이해하기 쉬운  
지역사회영양학

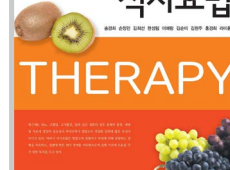
최혜미 · 김경원 · 김창임 · 김희선  
손정민 · 최경숙 · 현대선

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



DIET  
제4판  
식사요법

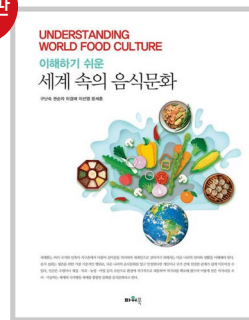
THERAPY



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)

