

# 한국식품영양학회지

THE KOREAN JOURNAL OF FOOD AND NUTRITION

Vol. 37, No. 3, June 2024



한국식품영양학회

THE KOREAN SOCIETY OF FOOD AND NUTRITION

<http://ksfn.kr>

# 한국 식품 영양 학회지

## The Korean Journal of Food and Nutrition

### 2024년도 학회 임원명단

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

### 편집위원회

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

### 윤리위원회

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

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

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

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

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

# 한국식품영양학회지

제 37권 3호 2024년 6월

---

## 목 차

### <연구논문>

- 129 건조방법에 따른 유자 분말 및 이를 함유한 발포정의 품질특성 및 기능성 분석 ..... 이보배 · 정현주 · 윤창용 · 남승희
- 139 AOM/DDS로 대장암 유도 후 식용버섯균사체 유래 다당류의 대장암 억제효과 및 대장 미생물균총의 변화  
..... 공승식 · 강순아
- 152 울피 분말을 첨가한 가래떡의 품질특성 ..... 남혜현 · 정장호
- 162 식품소비행태조사를 이용한 수입산 돼지고기 섭취의향 결정요인 분석  
..... 오병무 · 오지혜 · 윤수민 · 조원주 · 서홍석 · 김선웅
- 
- 171 ■ 학회소식
- 173 ■ 저자 체크표
- 174 ■ 저작권 이전 동의서
- 175 ■ 연구윤리서약서
- 176 ■ 한국식품영양학회 회칙
- 182 ■ 한국식품영양학회 연구윤리 규정
- 193 ■ 한국식품영양학회 논문 투고 규정

# THE KOREAN JOURNAL OF FOOD AND NUTRITION

Vol. 37, No. 3, June 2024

---

## CONTENTS

### <Original Articles>

- 129 Analysis of the Quality Characteristics and Functionality of Yuzu (*Citrus junos* Sieb.) Powder and Foam Tablets Containing the Same according to the Drying Method ..... Bo-Bae Lee, Hyeon-Ju Jeong, Chang-Yong Yoon and Seung-Hee Nam
- 139 Anti-cancer Effects and Changes in Colonic Microflora of Polysaccharide Derived from Edible Mushroom Mycelium on AOM/DDS-induced Colon Cancer Model ..... Seung Sik Kong and Soon Ah Kang
- 152 Characteristics of *Garaetteok* with Added Dried Inner Shell Powder of Chestnut ..... Hye-Hyun Nam and Chang-Ho Chung
- 162 Examining Factors Influencing the Consumption of Imported Pork Using the Consumer Behavior Survey for Food  
..... Byeong-mu Oh, Ji-hye Oh, Su-min Yun, Wonjoo Jo, HongSeok Seo and Seon-woong Kim
- 
- 171 ■ News of the Korean Society of Food and Nutrition
- 173 ■ Checklist for Original Article
- 174 ■ Copyright Transfer and Statement of Originality Korean Journal of Food and Nutrition
- 175 ■ Declaration of Ethical Conduct in Research
- 176 ■ The Rules of the Korean Society of Food and Nutrition
- 182 ■ Research Ethics Rules of the Korean Society of Food and Nutrition
- 193 ■ Guidelines for Submitting Manuscripts

## 건조방법에 따른 유자 분말 및 이를 함유한 발포정의 품질특성 및 기능성 분석

이보배 · 정현주 · 윤창용\* · †남승희\*\*

전라남도농업기술원 과수연구소 농업연구사, \*전라남도농업기술원 과수연구소 농업연구관,  
\*\*전남대학교 농업생명과학대학 연구교수

### Analysis of the Quality Characteristics and Functionality of Yuzu (*Citrus junos* Sieb.) Powder and Foam Tablets Containing the Same according to the Drying Method

Bo-Bae Lee, Hyeon-Ju Jeong, Chang-Yong Yoon\* and †Seung-Hee Nam\*\*

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

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

\*\*Research Professor, Dept. of Agricultural Science and Technology, Chonnam National University, Gwangju 61186, Korea

#### Abstract

In this study, in order to develop an foaming tablet product using yuzu powder, yuzu powder was manufactured using different drying methods such as freeze-drying, 60°C drying, and 40°C drying, and then quality characteristics and functionality were analyzed. The naringin content per g of yuzu powder was 8.9 mg for freeze-drying and 8.8 mg for 60°C drying, and the hesperidin content per g of yuzu powder was highest at 53.6 mg for freeze-drying and 46.2 mg for 60°C drying, followed by 40°C drying (41.7 mg). The tyrosinase inhibitory activity of 60°C dried powder was found to be twice as high as that of freeze dried powder. Accordingly, in order to develop an inner beauty product, foaming tablets were manufactured using hot air dried powder, and the quality characteristics and functional ingredients of the final foaming tablets were investigated. The foaming tablet prepared with yuzu powder content of 10 and 15% showed an inhibitory activity of tyrosinase of 73.7 %, which was 1.6 times higher than that of ascorbic acid (1 mM), which was a positive control, confirming its melanin production inhibition effect.

Key words: yuzu, foaming tablet, inner beauty, naringin

#### 서 론

유자는(*Citrus junos* Sieb. ex Tanaka)는 감귤류의 한 종류로 우리나라에서는 전라남도 및 경상남도과 제주 등의 지역에서 주로 재배되고 있다. 부드러운 과육과 많은 과즙을 가지고 있으며 다른 감귤류와는 달리 과육, 과피를 전부 사용할 수 있는 특징이 있다(Kim 등 2023). 그리고 강한 신맛과 좋은 향을 가져 생식으로는 요리에 향미를 부가하는 용도로 사용되고 있으며 대부분 유자청 등의 가공 소재로 활용되고 있다. 하지만 유자청은 당분 함량이 높아(설탕 50%) 비만, 당뇨

병 등 대사 질환 유발 가능성이 있어 높은 기호성에도 불구하고 소비자들의 불편이 제기되고 있다. 또한 새로운 맛을 추구하는 젊은 소비자들에게는 호응도가 낮아지고 있는 추세이다.

국내 유자 제품 트렌드는 분말형태의 유자차 제품, 유자 펄트병 음료, 새로운 맛을 가미한 리뉴얼 제품(샐러드, 주류, 식초, 화장품 등)이 있다. 또한, 탄산을 가미한 유자 스파클링 음료는 젊은 소비자들에게 각광 받고 있는 제품 중 하나이다. 따라서 본 연구에서는 남녀노소 누구나 즐겨 먹을 수 있고 휴대와 음용이 간편하고 탄산이 함유되어 있는 발포정

† Corresponding author: Seung-Hee Nam, Research Professor, Dept. of Agricultural Science and Technology, Chonnam National University, Gwangju 61186, Korea. Tel: +82-62-530-0207, Fax: +82-62-530-0279, E-mail: namsh1000@jnu.ac.kr

제품을 개발하였다. 이 제품은 찬물에 녹여 마시는 발포정으로 독립적인 소포장이 되어있어 소비자가 섭취량을 조절하기 쉬우며, 휴대성이 간편한 장점을 가지고 있다.

본 연구에서는 ‘다전금’ 품종을 이용하여 건조 방법에 따라 유자 분말을 제조한 후 melanin 색소 생성에 중요한 효소인 tyrosinase 저해 활성과 피부부름 개선 지표로 matrix metalloproteinase-1(MMP-1) 저해 활성을 측정하였다. 또한, 유자 분말 함량에 따른 유자 발포정을 제조하였고 발포정의 품질특성, 항산화 활성, 헤스페리딘, 나린진, tyrosinase 저해 활성, MMP-1 저해 활성을 조사하였다. 이러한 연구 결과를 토대로 유자 발포정의 산업화를 위한 자료로 제시하고자 한다.

## 재료 및 방법

### 1. 실험재료

본 연구에 사용된 유자는 ‘다전금’ 품종으로 전라남도농업기술원 과수연구소 완도시험장(Wando, Korea)에서 수확된 것을 사용하였다. 유자는 슬라이서(CHOP and CHOP X-Slicer, Taizhou Woka Industry and Trade Co., Ltd, Shanghai, China)를 이용하여 0.5 cm 두께로 슬라이스 한 후 이를  $-80^{\circ}\text{C}$ 에서 급속 동결하여 동결 건조(freeze dryer, Mareuda, Gwangju, Korea),  $40^{\circ}\text{C}$  건조기(VS-1202D4, Vision, Bucheon, Korea) 및  $60^{\circ}\text{C}$  건조기(OF-1350S, Jeio Tech Co., Ltd., Daejeon, Korea)를 이용하여 각각 건조하였다. 동결건조,  $40^{\circ}\text{C}$  및  $60^{\circ}\text{C}$  건조기에서 건조된 유자의 수분함량은 각각 2.5%, 6.5%, 6.3%였다. 건조된 유자는 분쇄기(DA282-2, Daesung Artlon, Paju, Korea)로 분쇄한 후 100 mesh 체를 통과시켜 분석용 시료로 사용하였다.

### 2. 품질특성

유자 분말의 pH, 산도 측정은 시료 5 g을 25 mL의 증류수를 넣고 마쇄한 후 filter paper(Whatman No.4)로 여과한 용액을 pH meter(PHM 210, Radiometer Analytical SAS, Lyon, France)를 이용하여 3회 반복 측정하여 평균값으로 나타내었고, 산도는 시료에 0.1% phenolphthalein 2~3방울을 첨가한 후 0.1 N NaOH 용액으로 적색이 될 때까지 적정하여 NaOH 용액의 소비된 용량(mL)을 구한 다음 구연산으로 환산하였다. 당도는 디지털당도계(PR-201, Atago, Tokyo, Japan)를 사용하였고 색도는 색차계(CR-400m Konica, Minolta)를 이용하여 측정하였다. 색도는 명도(light)를 나타내는 L값, 적색도(redness)를 나타내는 a값과 황색도(yellowness)를 나타내는 b값을 측정하였다. 이때 사용한 표준 백색판의 L, a, b 값은 각각 95.74, 0.04 및 2.80이었다.

### 3. 총 페놀 및 플라보노이드 측정

유자분말의 총 페놀 함량은 Im 등(2021)의 방법으로 구하였다. 유자 분말 1 g을 20 mL 80% 에탄올로 3시간 환류 추출하여 여과 후 사용하였다. 에탄올 추출물 30  $\mu\text{L}$ 에 증류수 32.5  $\mu\text{L}$ 를 첨가한 후 Folin-Denis reagent 12.5  $\mu\text{L}$ 를 첨가하여 6분간 암소에서 방치하고, 7%(w/v) sodium carbonate 12.5  $\mu\text{L}$ 와 증류수 250  $\mu\text{L}$ 를 첨가하여 60분간 암소에서 반응 후 분광광도계(Biotek Epoch., Winooski, VT, USA)로 760 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준곡선은 gallic acid (Sigma Chemical Co., St. Louis, MO, USA)를 표준물질로 농도별 검량곡선을 작성한 후 흡광도를 3회 반복 측정한 후 평균값과 표준편차를 나타내었다. 플라보노이드 함량은 에탄올 추출물 20  $\mu\text{L}$ 에 di-ethylene glycol 200  $\mu\text{L}$ 와 2 N NaOH 20  $\mu\text{L}$ 를 첨가한 후  $37^{\circ}\text{C}$ 에서 30분 동안 방치하고 420 nm의 파장에서 흡광도를 측정하여 구하였다. 검량선은 표준물질로 rutin(Sigma Chemical Co., St. Louis, MO, USA)을 사용하였다(Lee 등 2021).

### 4. 항산화 활성 측정

DPPH 라디칼 소거능은 Park ID(2021)의 방법을 변형하여 측정하였으며, 1 mM DPPH를 에탄올 100 mL에 용해시키고, 517 nm에서 DPPH 용액의 흡광도가 약 1.5가 되도록 희석하여 사용하였다. 표준물질로는 ascorbic acid를 사용하여 검량곡선을 작성하였으며, 96 well plate에 시료 50  $\mu\text{L}$ , DPPH 용액 250  $\mu\text{L}$ 를 첨가하여  $37^{\circ}\text{C}$ 에서 10분간 반응시킨 후 microplate reader(UV-1601, BioTek)를 이용하여 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 3회 반복 측정하여 평균과 표준편차를 구하였으며, 다음의 식을 이용해 DPPH 라디칼 소거능을 계산하였다.

$$\text{DPPH radical scavenging activity (\%)} = \left(1 - \frac{\text{Abs}_{\text{sample}}}{\text{Abs}_{\text{control}}}\right) \times 100$$

ABTS 라디칼 소거능 측정은 2.5 mM potassium per-sulfate 50 mL와 7 mM 2,2-azino-bis-(3-ethylbenzo-thiazoline-6-sulphonic acid) 950 mL를 혼합한 ABTS 용액을 냉암소에서 12시간 동안 보관 후 실험에 사용하였다. 그 후 ABTS 용액은 735 nm에서 흡광도 0.75~1.05 값이 나올 때까지 에탄올에 희석하였다. 표준물질로는 비타민 C를 사용하여 0~10 mM로 검량곡선을 구한 후, 시료 50  $\mu\text{L}$ 에 ABTS 희석액 250  $\mu\text{L}$ 를 가한 후 암소에서 30분간 방치하고 735 nm에서 흡광도를 측정하여 ABTS 라디칼 소거능을 다음 식으로 구하였다.

$$\text{ABTS radical scavenging activity (\%)} = \left(1 - \frac{\text{Abs}_{\text{sample}}}{\text{Abs}_{\text{control}}}\right) \times 100$$

### 5. Tyrosinase 및 MMP-1 억제 효과

건조 방법에 따른 유자 분말의 미백효과는 tyrosinase 저해 활성을 통해 측정하였다. Hwang 등(2012)의 방법을 변형하여 tyrosinase 저해 활성을 측정하였고, 기질로 0.01 M 3,4-dihydroxy-L-phenylalanine(DOPA)(Sigma, St. Louis, MO, USA)를 사용하였다. Sodium phosphate buffer(0.1 M, pH 7, 60 mM)에 mushroom tyrosinase(100 U/mL) 50  $\mu$ L와 시료 용액 50  $\mu$ L를 넣고 37°C에서 10분간 반응시킨 뒤 10 mM DOPA 50  $\mu$ L를 넣고 37°C에서 10분간 반응시켰다. 그 후 흡광도를 465 nm 파장에서 측정하였다. 대조구로는 arbutin을 사용하였으며, tyrosinase 저해 활성은 아래의 식을 이용해 시료 용액의 첨가구와 대조구의 흡광도 감소율로 나타내었다.

$$\text{Tyrosinase inhibition activity (\%)} = \left(1 - \frac{\text{Abs}_{\text{sample}}}{\text{Abs}_{\text{control}}}\right) \times 100$$

시료의 matrix metalloproteinase-1 (MMP-1) 활성 저해 효과는 MMP-1 inhibitor screening assay kit (ab139443, abcam)을 이용하여 측정하였다. enzyme solution (MMP-1 0.76 U/ $\mu$ L) 20  $\mu$ L를 96 well plate에 buffer 50  $\mu$ L와 혼합한 후 각 시료 20  $\mu$ L를 첨가하여 30분 동안 37°C에서 방치하였다. 1 mM substrate solution 10  $\mu$ L를 첨가하고 37°C에서 10분 반응하여 흡광도를 412 nm에서 측정하였다. MMP-1 저해 활성은 시료 용액의 첨가구와 무첨가 구의 흡광도 감소율로 나타내었다.

$$\text{MMP-1 inhibition rate (\%)} = \left(1 - \frac{1 - (A - A')}{B - B'}\right) \times 100$$

A: 시료 반응 후의 흡광도

A': 시료와 완충액의 흡광도

B: 공시료 반응 후의 흡광도

B': 공시료와 완충액의 흡광도

### 6. 주요 플라보노이드 분석

유자의 주요 플라보노이드 분석은 naringin, hesperidin을 측정하였으며 1216 Infinity LC(Agilent Technologies, Inc., Santa Clara, CA, USA)를 사용하였다. 분석용 컬럼으로는 C<sub>18</sub> (Eclipse plus C<sub>18</sub>, 4.6×250 nm, Zorbax, CA, USA)을 사용하여 280 nm에서 확인하였고, 시료 주입량은 10  $\mu$ L, column oven은 35°C를 유지하였다. 이동상 용매로는 메탄올과 acetonitrile의 1:1 혼합물(A), 0.1% formic acid(B)를 사용하였으며, 유속을 0.5 mL/min을 유지한 상태에서 시작할 때 A: 20, B: 80; 5~10분일 때 A: 40, B: 60; 10~15분일 때 A: 50, B: 50; 15~20분일 때 A: 70, B: 30; 20~25분일 때 A: 100, B: 0으로 25분간 분석하였다. 표준품으로 사용된 naringin, hesperidin(Chroma

Dex, Irvine, CA, USA)사에서 구입하여 사용하였다.

### 7. 유자 분말 함량에 따른 발포정 제조 방법

유자 분말 첨가량에 따른 발포정 제조는 유자 분말 0%, 5%, 10%, 15% 또는 20%에 부재료인 구연산, 탄산수소나트륨 등을 첨가하였고 나머지 함량은 isomalt, sorbitol, 비타민 C 및 magnesium stearic acid를 채워 배합하였다(Table 1). 발포정을 타정 전에 배합 소재들의 균일도를 높이기 위해 80% 주정을 사용하여 고속 믹서기(KM1, Keumsung machinery Co., Ltd., Ansan, Korea)로 혼합 후에 20 mesh 크기의 체로 균질화한 다음 50°C에서 3시간 건조하였다. 그 후 20 mesh 크기의 체로 과립화한 후 여기에 magnesium stearate 일정량을 혼합하여 타정기(CPR-6 single punch tablet press machine, Dott Bonapace, Cusano Milanino, Italy)로 타정하여 발포정을 제조하였다(Im 등 2021).

### 8. 유자 발포정의 품질 특성

유자 분말 함량에 따른 pH, 산도, 색도 조사방법은 2번에서 언급한 방법과 같다. 발포정의 탁도는 발포정을 물에 탄 후 microplate reader(UV-1601, BioTek Instruments Korea Ltd., Seoul, Korea)를 이용하여 600 nm에서 흡광도를 3회 측정하여 평균값으로 나타내었다. 경도는 Tex-tutremeter(XforceP, Zwick/Roell, Ulm, Germany)를 사용하여 측정하였으며, probe는 6 mm 직경 실린더 모양을 사용하였다. Start position speed 100 mm/min, pre-load speed 2.0 mm/s 측정 조건으로 구하였다. 이산화탄소 함량 측정은 PET 용기에 물을 넣고 발포정을 넣은 뒤 탄산 볼륨을 측정하는 계측 장비인 Zahn & Nagel 6000(Zahn and Nagel Co., Holland, NY, USA)을 이용하여 PET 내부의 탄산압을 측정하였다.

### 9. 발포정의 기능적 특성

발포정의 총 페놀 및 플라보노이드 측정방법은 3번의 방

**Table 1. Foam tablet recipe according to yuzu powder content**

Ingredients (%)	Contents				
Yuzu powder	0	5	10	15	20
Sodium bicarbonate	25	25	25	25	25
Isomalt	40	35	30	25	20
Citric acid	25	25	25	25	25
Vitamin C	5	5	5	5	5
Sorbitol	5	5	5	5	5
Total	100	100	100	100	100

법과 동일한 방법으로 분석하였다. 또한, 항산화 활성 측정은 4번과 동일하게 분석하였고 발포성의 미백 및 주름 생성 억제 효과는 5번과 동일하게 분석하였다. 주요 플라보노이드 분석의 경우에도 6번에서 언급한 방법과 같이 HPLC를 이용하여 분석하였다.

## 10. 통계처리

본 연구에서 얻어진 결과는 SPSS 통계프로그램(Statistical Package for the Social Science, Ver. 23.0 SPSS Inc., Chicago, USA)을 이용하여 평균값과 표준편차를 계산하였다. 시료간의 유의성 검정은 one-way analysis of variance(ANOVA)를 한 후,  $p < 0.05$  수준에서 Duncan's multiple range test를 실시하여 시료간의 유의적인 차이를 비교하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 건조 방법별 유자 분말의 이화학적 특성

건조 방법에 따른 유자의 pH, 산도, 당도 또는 색도 등 이화학적 특성 결과를 Table 2에 나타내었다. pH 측정 결과 동결 건조 3.2, 40°C 및 60°C 건조는 각각 3.3, 3.1로 나타났다. 산도는 유의적인 차이는 나타나지 않았으며 당도는 동결 건조, 40°C 건조, 60°C 건조 각각 4.7, 4.0, 4.8 °Brix로 나타났다.

색도 측정 결과 동결 건조한 유자 분말이 84.5로 높은 명도값을 보였으나 황색도는 60°C 건조 시료에서 28.4로 높았다. 건조 방법을 달리한 유자 분말의 색도는 육안으로도 동결 건조 시료가 40°C, 60°C 건조 시료보다 분말 색이 더 밝게 나타났다(Table 1). 일반적으로 가열 온도가 높고 가열시간이 길어질수록 갈변 기질물질의 감소와 갈변물질의 생성이 증가되는 것으로 알려져 있다(Chung 등 1996). 따라서, 60°C 건조의 경우 열에 노출이 많이 되어 갈변물질이 생성되어 황색도 값이 가장 높게 나온 것으로 사료된다. 아로니아 주스의 건조 분말의 경우 건조온도가 증가할수록 L, a, b 값이 모두 높았고(Horszwald 등 2013) 목이버섯의 경우 60°C 건조시 L, a, b 값이 감소한다고 하였다(Choi 등 2014). 건조 방법에 따른 색도는 실험재료에 따라 매우 다양하게 나타나는 것으로 사료된다.

### 2. 분말의 총 페놀, 플라보노이드 또는 주요 플라보노이드 분석

유자 분말의 총 페놀, 플라보노이드 함량 조사 결과는 Table 3과 같다. 총 페놀 함량은 g 당 동결 건조한 시료에서 2.3 mg으로 가장 높았으며 60°C 건조와 40°C 건조는 각각 2.1 mg, 2.0 mg으로 비슷하였다. Park 등(2014)의 연구 결과에 따르면 동결 건조된 블루베리의 총 페놀 함량은 17.2 mg/g이었

Table 2. Physicochemical characteristics of yuzu powders prepared by different drying methods

Drying method	Appearances	pH	Acidity (%)	Soluble solids (°Brix)	Color value		
					L*	a*	b*
Freeze drying		3.2±0.0 <sup>a1)</sup>	4.2±0.0 <sup>ns</sup>	4.7±0.1 <sup>a</sup>	84.5±0.4 <sup>a</sup>	0.4±0.1 <sup>c</sup>	22.0±0.1 <sup>b</sup>
40°C drying		3.3±0.0 <sup>a</sup>	4.1±0.2	4.0±0.2 <sup>b</sup>	65.9±0.4 <sup>b</sup>	6.0±0.0 <sup>b</sup>	22.2±0.1 <sup>b</sup>
60°C drying		3.1±0.0 <sup>b</sup>	4.2±0.1	4.8±0.1 <sup>a</sup>	63.0±0.8 <sup>c</sup>	6.6±0.3 <sup>a</sup>	28.4±0.2 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup> Means with the same letter in each column are not significantly different by Duncan's multiple-range test ( $p < 0.05$ ). The values represent the mean±S.D. (n=3). Sliced yuzu with 0.5 cm thickness were dried by three different methods; Freeze drying (-80°C, 72 h), Cold air drying (40°C 48 h), Hot air drying (60°C, 24 h).

**Table 3. Functional compound of yuzu powders prepared by different drying methods**

Drying method	Total phenolics (mg/g DW)	Total flavonoids (mg/g DW)	Naringin (mg/g DW)	Hesperidin (mg/g DW)	Vitamin C (mg/100 g DW)
Freeze drying	2.3±0.0 <sup>a1)</sup>	56.6±2.8 <sup>a</sup>	8.9±0.9 <sup>a</sup>	53.6±0.0 <sup>a</sup>	99.8±1.6 <sup>a</sup>
40°C drying	2.0±0.0 <sup>b</sup>	13.0±1.6 <sup>b</sup>	7.7±0.0 <sup>b</sup>	41.7±0.4 <sup>c</sup>	27.5±1.3 <sup>c</sup>
60°C drying	2.1±0.1 <sup>b</sup>	53.7±3.3 <sup>a</sup>	8.8±0.0 <sup>a</sup>	46.2±0.4 <sup>b</sup>	68.2±1.1 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup> Means with the same letter in each column are not significantly different by Duncan's multiple-range test ( $p < 0.05$ ). The values represent the mean±S.D. (n=3). Sliced yuzu with 0.5 cm thickness were dried by three different methods; Freeze drying (-80°C, 72 h), Cold air drying (40°C, 48 h), Hot air drying (60°C, 24 h). The 5 g of yuzu powder was reflux extracted with 100 mL of 80% ethanol (5% w/v) at 80°C for 3 h and filtered through a 0.45 µm membrane.

으나, 60°C 건조시 10.3 mg/g으로 감소되어 본 실험과 유사한 결과를 보고한 바 있다. 시료 g 당 플라보노이드 함량도 총 페놀과 유사한 경향으로 나타났으며 동결 건조(56.6 mg) > 60°C 건조(53.7 mg) > 40°C 건조(13.0 mg) 순으로 나타났다. 일반적으로 건조 방법에 따라 유효성분의 변화가 생긴다고 알려져 있으며(Kim & Kim 2000; Choi 등 2014), 이에 따라 유자의 유효성분으로 알려져 있는 naringin, hesperidin, 또는 비타민 C 함량을 건조 방법에 따라 비교하였다(Table 3). 건조 방법을 달리한 유자 분말 g 당 naringin 함량은 동결 건조 8.9 mg 및 60°C 건조 8.8 mg으로 가장 높았지만 두 시료 간의 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 유자 분말 g 당 hesperidin 함량은 동결 건조 53.6 mg으로 가장 높았으며, 60°C 건조(46.2 mg), 40°C 건조(41.7 mg) 순으로 나타났다. 가열온도에 따른 영귤 과즙의 성분 변화를 연구한 Kim 등(2001)의 결과에 따르면 가열함에 따라 hesperidin 함량은 약간 감소하였다고 보고한 바 있으며 그 결과는 본 실험과 유사하게 나타났다. 비타민 C 함량은 동결 건조한 유자 분말 100 g 당 99.8 mg으로 나타났고 40°C 건조 27.5 mg, 60°C 건조 68.2 mg 함량을 나타내었다. Park 등(2014)에 따르면 블루베리의 경우, 동

결 건조에서 비타민 C가 7.1 mg/100g, 60°C 열풍 건조에서 5.6 mg/100 g이 함유되어 있었는데, 이러한 원인은 열풍 건조 시 비타민 C가 산화되고, 동결 건조 시에는 낮은 온도에 의해 비타민 C가 보존되기 때문이라 하였다. 이 연구 결과는 본 연구와 비슷한 경향을 나타내었으며 40°C에서 건조된 분말이 비타민 C 함량이 가장 적게 나타낸 것은 건조 시간이 가장 길었기 때문에 비타민 C가 산화되었을 것이라 사료된다. 따라서, 비타민 C 함량은 건조 온도, 시간과 관련이 있다.

### 3. 분말의 항산화 활성 측정, tyrosinase 및 MMP-1 억제 효과

건조 방법을 달리한 유자 분말의 DPPH 라디칼 소거능은 동결 건조 분말이 49.4%로 가장 높은 소거능을 보였고 60°C 건조(27.1%), 40°C 건조(18.8%) 순으로 나타났다(Table 4). ABTS 라디칼 소거능은 극성과 비극성 시료의 소거 활성을 모두 측정할 수 있으므로 DPPH radical 소거법보다 적용 범위가 넓다(Re 등 1999). 또한, DPPH는 추출물의 특성에 따라 자유 라디칼과 cation 유리기와 결합 정도가 다를 수 있으며, 두 기질과 반응물과의 결합 정도가 상이하여 radical 제거

**Table 4. Antioxidant activity, tyrosinase or MMP-1 inhibition of yuzu powders prepared by different drying methods**

Drying method	DPPH scavenging activity (%)	DPPH scavenging activity (Vit.C eq. µg)	ABTS scavenging activity (%)	Tyrosinase inhibition (%)	MMP-1 inhibition (%)
Freeze drying	49.4±3.1 <sup>a1)</sup>	20.0±0.9 <sup>a</sup>	53.1±0.6 <sup>a</sup>	26.9±2.1 <sup>b</sup>	42.7±1.2 <sup>b</sup>
40°C drying	18.8±2.9 <sup>c</sup>	11.2±0.8 <sup>c</sup>	6.7±0.2 <sup>c</sup>	23.1±4.8 <sup>c</sup>	26.4±1.3 <sup>c</sup>
60°C drying	27.1±2.5 <sup>b</sup>	13.6±0.7 <sup>b</sup>	30.0±0.1 <sup>b</sup>	44.0±4.9 <sup>a</sup>	52.4±1.4 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup> Means with the same letter in each column are not significantly different by Duncan's multiple-range test ( $p < 0.05$ ). The values represent the mean±S.D. (n=3). Sliced yuzu with 0.5 cm thickness were dried by three different methods; Freeze drying (-80°C, 72 h), Cold air drying (40°C, 48 h), Hot air drying (60°C, 24 h). The 5 g of yuzu powder was reflux extracted with 100 mL of 80% ethanol (5% w/v) at 80°C for 3 h and filtered through a 0.45 µm membrane. For tyrosinase and MMP-1 inhibition activity measurement, the 5 g of yuzu powder was reflux extracted with 100 mL of distilled water (5% w/v) at 100°C for 3 h and filtered through a filter paper (Watman No.4). DPPH: 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl, ABTS: 2,2'-Azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid), MMP-1: Matrix metalloproteinase-1.

능력에도 차이가 생기는 것으로 보고되었다(Woo 등 2008). ABTS 라디칼 소거능은 동결 건조가 53.1%로 40°C 건조와 60°C 건조에 비해 가장 높은 소거능을 나타내었고 60°C 건조(30.0%), 40°C 건조(6.7%) 순으로 항산화 활성이 낮아졌다. Chang & Kim(2011)은 항산화 활성은 가열처리 했을 경우 비타민 C와 같이 열에 약한 항산화물질이 파괴됨으로써 일반적으로 그 효능이 감소된다고 보고하였다. Hwang & Do Thi (2014)은 건조 및 추출방법은 항산화 효능에 영향을 주며 동결 건조한 아로니아의 항산화 활성이 다른 건조 방법인 일광 건조와 오븐건조보다 높게 나타났다고 보고하여 본 연구 결과와 유사한 경향을 나타내었다. 건조 방법에 따른 유자 분말의 미백 및 주름 생성 억제 효과를 조사한 결과는 Table 3과 같다. 40°C 건조 분말이 23.1%로 tyrosinase의 저해 활성이 가장 낮게 나타났고 60°C 건조 분말이 44.0%로 가장 높게 나타났고. 60°C 건조 분말의 tyrosinase 저해 활성은 동결 건조 분말에 비해 2배 높게 나타났다. 피부노화 억제 지표로 MMP-1 저해활성을 측정하였다. 60°C 건조 분말이 높은 저해 활성인 52.4%를 보였고, 40°C 건조 분말이 가장 낮은 저해 활성(26.4%)을 보였다. 시중에서 가장 선호되는 분말의 색도는 동결건조한 분말과 같이 원재료의 색과 가장 비슷한 색상을 선호한다. 하지만, 본 연구에서는 이너뷰티 제품을 개발하기 위한 소재로 이용할 것으로 tyrosinase와 MMP-1의 저해 활성이 높은 60°C 건조 분말을 이용하여 추후 발포정 제조시 분말로 사용하였다.

#### 4. 유자 발포정의 품질 특성

유자 분말 함량(0%, 5%, 10%, 15% 또는 20%)에 따라 발포정의 품질 특성을 Table 5에 나타내었다. pH 측정 결과, 유자 분말을 첨가하여 제조한 시료들이 유자분말을 첨가하지 않은 발포정보다 낮은 pH를 보였다. 유자분말 0%로 제조된 발포정은 3.5로 가장 높은 pH를 보였으며, 유자 분말 첨가량이 많아질수록 pH가 점차 낮아지는 경향이였다. 이는 당유자를

첨가한 스폰지 케익 연구(Jung 등 2017)에서 유자분말의 첨가량이 증가할수록 pH 값이 낮아지는 경향을 보였는데, 본 연구와 일치하는 결과이다. 유자에는 citric acid, fumaric acid, malic acid, oxalic acid, and succinic acid가 포함되어 있다고 보고하였으며(Lee 등 2017), 이들 유기산에 의해 유자 분말 첨가량이 증가할수록 pH가 감소하고 산도가 증가한 것으로 사료된다. 선행연구(Lee JH 2011; Yang 등 2016)에 따르면 식체에 첨가한 오디, 오미자 열매 추출물의 첨가량이 증가함에 따라 산도가 증가하고 pH가 감소하는 것으로 나타나 본 연구 결과와 유사한 경향을 나타냈고, 오디나 오미자 열매의 유기산이 식체의 산도와 pH에 영향을 주는 것으로 생각된다. 당도는 분말 함량 0%였을 때 7.9 °Brix로 가장 낮게 나타났고 20% 분말로 제조한 발포정의 경우 8.8 °Brix로 가장 높은 함량을 보였다. 이는 발포정 제조 시 부재료와의 혼합과정에서 당 첨가량이 증가해 당도가 높게 나온 것으로 사료된다. 유자 분말 첨가량을 달리하여 제조한 발포정의 색도 변화에서 명도(L값)는 유자분말 첨가량이 증가할수록 낮아지는 경향을 보였다. 0% 함량이 98.6으로 가장 높았으며, 분말을 첨가할수록 5%(94.6) > 10%(92.3) > 15%(90.5) > 20%(89.1) 순서로 유의적으로 감소하는 경향을 보였다. 유자분말은 노란빛을 내는 재료로서 유자분말의 함량이 증가할수록 밝기를 나타내는 명도는 감소하였다. 적색도는 모든 시료에서 음(-)의 값을 보였으며 황색도는 유자분말 첨가량이 증가할수록 급격하게 증가하여 0%(1.1) < 5%(27.0) < 10%(29.8) < 15%(31.6) < 20%(33.3) 순으로 유의적인 차이를 나타내었다. 유자 분말의 첨가량이 증가할수록 명도는 감소하고 황색도가 증가하는 경향은 Shin & Joung(2018)의 강황분말을 첨가한 증편의 연구, Choi 등(2019)의 유자 분말을 첨가한 증편의 연구와 동일한 경향을 보였다. 이러한 변화는 유자 분말의 carotenoid계 색소에 의한 것으로 사료된다. 탁도는 유자 분말 함량이 많아질수록 증가하여 유자 분말 20% 첨가군이 0.9로 가장 탁하게 나타났다. 발포정의 경도(hardness)를 측정한 결

Table 5. Physical properties of yuzu tablets produced with hot air dried yuzu powder

Powder contents (%)	pH	Acidity (%)	Soluble solids (°Brix)	Color value			Turbidity (600 nm)	Hardness (N)	CO <sub>2</sub> content (gv)
				L*	a*	b*			
0	3.5±0.0 <sup>a1)</sup>	24.1±0.4 <sup>e</sup>	7.9±0.1 <sup>d</sup>	98.6±0.2 <sup>a</sup>	-0.1±0.1 <sup>a</sup>	1.1±0.0 <sup>e</sup>	0.1±0.0 <sup>e</sup>	187.1±15.1 <sup>d</sup>	2.7±0.0 <sup>a</sup>
5	3.4±0.0 <sup>b</sup>	25.4±0.8 <sup>d</sup>	8.1±0.1 <sup>c</sup>	94.6±0.1 <sup>b</sup>	-3.6±0.0 <sup>c</sup>	27.0±0.2 <sup>d</sup>	0.2±0.0 <sup>d</sup>	176.2±9.7 <sup>d</sup>	2.7±0.1 <sup>a</sup>
10	3.3±0.0 <sup>c</sup>	27.3±0.2 <sup>c</sup>	8.2±0.1 <sup>c</sup>	92.3±0.3 <sup>c</sup>	-3.6±0.0 <sup>c</sup>	29.8±0.0 <sup>c</sup>	0.4±0.0 <sup>c</sup>	173.7±10.4 <sup>d</sup>	2.5±0.1 <sup>b</sup>
15	3.2±0.0 <sup>d</sup>	28.7±0.7 <sup>b</sup>	8.5±0.1 <sup>b</sup>	90.5±0.3 <sup>d</sup>	-3.5±0.0 <sup>b</sup>	31.6±0.2 <sup>b</sup>	0.7±0.0 <sup>b</sup>	219.5±19.2 <sup>c</sup>	2.5±0.0 <sup>b</sup>
20	3.1±0.0 <sup>e</sup>	30.5±0.3 <sup>a</sup>	8.8±0.1 <sup>a</sup>	89.1±0.3 <sup>e</sup>	-3.6±0.0 <sup>c</sup>	33.3±0.2 <sup>a</sup>	0.9±0.1 <sup>a</sup>	250.5±13.1 <sup>a</sup>	1.6±0.2 <sup>c</sup>

<sup>1)</sup> Means with the same letter in each column are not significantly different by Duncan's multiple-range test ( $p < 0.05$ ). The values represent the mean±S.D. (n=3). Commercial product shows turbidity 0.4±0.2, hardness 224.8±15.2 N, CO<sub>2</sub> content 2.6±0.4 gv.

과 유자분말 첨가량이 증가함에 따라 경도가 높게 나타났다. 주박분말(Ko & Sim 2014)을 첨가한 연구에서도 부재료의 첨가량이 증가할수록 경도가 증가하는 것과 동일한 경향을 보였다. 탄산음료에서 가장 중요한 요소인 이산화탄소 함량을 측정된 결과 유자 분말 0, 5% 첨가시에는 2.7 gv로 두 시료 간에는 유의적인 차이가 없었다. 10~15% 첨가하였을 때는 2.5 gv로 이산화탄소 함량이 약간 감소를 하였고 20% 첨가시에는 1.6 gv로 크게 감소하였다. 시중에 판매하는 발포정의 품질 특성을 조사한 결과 탁도 0.4, 경도 224.8 N, 이산화탄소 함량이 2.6 gv로 나타났다. 이 결과는 유자 분말 15% 함량을 첨가해서 제조한 유자 발포정과 가장 비슷한 품질로 추후 유자 추후 유자 분말 15%를 첨가하여 시제품을 제조하였다.

### 5. 유자 발포정의 총 페놀 및 플라보노이드 측정

유자 분말 첨가 발포정의 총 페놀 및 플라보노이드 측정 결과는 Table 6과 같다. 유자 분말을 첨가하지 않고 제조한 발포정의 총 페놀 함량은 g 당 0.01 mg이었으나, 농도의존적으로 유자 분말 함량이 증가할수록 총 페놀 함량은 증가하였다. 유자 분말을 5%, 10%, 15% 또는 20% 첨가하여 제조한 발포정에서 총 페놀 함량은 각각 0.2, 0.5, 0.7, 1.0 mg/g으로 이는 유자 분말을 첨가하지 않은 발포정에 비해 총 페놀 함량이 약 20~96배까지 증가하였다. 플라보노이드의 경우도 총 페놀과 마찬가지로 유자 분말 첨가량이 많을수록 증가하는 경향을 나타냈다.

### 6. 유자 발포정의 주요 플라보노이드 분석

Naringin 성분은 감귤류의 외피나 내피에 함유된 정유나 배당체의 일종인 과실의 쓴맛성분으로 항산화계 효소들의 활성방지와 항균작용이 있다고 보고되어 있고(Shin 등 2008), hesperidin 성분 또한 유자의 지표 성분으로 보고되고 있으며 연한 노란색의 결정 또는 결정성 가루로 혈중 콜레스테롤 농

도 상승억제작용, 항산화작용 또는 지방간 억제작용이 있다고 보고되어 있다(Moon 등 2015). 따라서 유자 분말 첨가량에 따른 발포정의 naringin과 hesperidin 함유 여부를 확인하기 위해 분석을 실시하였다. 유자 분말 함량에 따른 발포정의 naringin, hesperidin 함량 분석 결과는 Table 6과 같다. Naringin 성분을 분석한 결과 유자 분말을 첨가하지 않은 무 처리군에서는 검출되지 않았으며, 유자 분말 5%, 10%, 15% 또는 20% 함유 발포정에서는 g 당 각각 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 mg 순으로 유자 첨가량에 따라 유의적으로 증가하는 것으로 나타났다. Hesperidin 성분을 분석한 결과 무 처리군에서는 검출되지 않았고, 유자 분말 5%, 10%, 15% 또는 20% 함유 발포정에서 각각 g 당 3.2, 6.5, 9.3, 12.4 mg 순으로 naringin의 경향과 유사하게 유자분말 함량이 증가할수록 유의적으로 증가하는 것을 확인하였다. Park 등(2019) 연구 결과에 따르면 유자 첨가 사료 보충제 식이 갈색거저리의 naringin과 hesperidin 함량은 유자 섭취량에 따라 유의적으로 증가하였고 이 결과는 본 연구 결과와 일치하였다. 비타민 C 분석 결과 유자 분말 첨가량이 증가할수록 비타민 C 함량도 증가하였다. 유자의 비타민 C 함량을 분석한 연구 결과(Shin 등 2009)에 따르면 과육에서의 비타민 C 함량은 10.74 mg/100 g, 과피 중 함량은 30.21 mg/100 g으로 보고되었다. 따라서, 유자의 비타민 C가 함유되어 있기 때문에 유자 분말 함량이 증가할수록 발포정의 비타민 C 함량도 증가하는 것으로 사료된다.

### 7. 유자 발포정의 항산화 활성 측정

항산화 활성 측정에 널리 사용되는 DPPH는 짙은 보라색을 띠는 비교적 안정한 free radical로서 항산화 활성을 갖는 물질로부터 전자나 수소를 제공받으면 DPPH-H로 환원되면서 짙은 보라색이 노란색으로 탈색되므로 다양한 식물 소재로부터 항산화능을 측정하는데 많이 이용되고 있다(Kim & Chung 2017). 유자 분말 첨가량에 따른 발포정의 DPPH 라디

**Table 6. Functional compounds and antioxidant activity of yuzu tablets produced with hot air dried powder**

Powder contents (%)	Total phenolics (mg/g DW)	Total flavonoids (mg/g DW)	Naringin (mg/g DW)	Hesperidin (mg/g DW)	Vitamin C (mg/100 g DW)	DPPH scavenging activity (Vit.C eq. $\mu$ g)	ABTS scavenging activity (%)
0	0.0±0.0 <sup>e1)</sup>	0.1±0.0 <sup>c</sup>	N.D <sup>2)</sup>	N.D	1.0±0.1 <sup>c</sup>	5.9±2.6 <sup>c</sup>	0.1±0.0 <sup>c</sup>
5	0.2±0.0 <sup>d</sup>	2.1±0.0 <sup>d</sup>	0.5±0.0 <sup>d</sup>	3.2±0.1 <sup>d</sup>	5.1±0.0 <sup>d</sup>	13.2±2.1 <sup>d</sup>	0.4±0.0 <sup>d</sup>
10	0.5±0.0 <sup>e</sup>	3.6±0.6 <sup>c</sup>	1.0±0.0 <sup>c</sup>	6.5±0.0 <sup>c</sup>	10.6±0.3 <sup>c</sup>	23.6±1.5 <sup>c</sup>	6.8±0.7 <sup>c</sup>
15	0.7±0.0 <sup>b</sup>	5.6±0.1 <sup>b</sup>	1.5±0.1 <sup>b</sup>	9.3±0.1 <sup>b</sup>	14.9±0.1 <sup>b</sup>	30.3±0.0 <sup>b</sup>	11.5±0.3 <sup>b</sup>
20	1.0±0.0 <sup>a</sup>	8.7±0.2 <sup>a</sup>	2.0±0.1 <sup>a</sup>	12.4±0.1 <sup>a</sup>	20.8±0.1 <sup>a</sup>	39.5±0.8 <sup>a</sup>	16.9±0.5 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup> Means with the same letter in each column are not significantly different by Duncan's multiple-range test ( $p < 0.05$ ).

<sup>2)</sup> Not detect. The values represent the mean±S.D. (n=3). The 2.5 g of yuzu tablet powder was reflux extracted with 100 mL of 80% ethanol (2.5% w/v) at 80°C for 3 h and filtered through a 0.45  $\mu$ m membrane.

칼 소거능 측정 결과 무 첨가군은 5.9 vit.C eq.  $\mu\text{g}$ 으로 나타났고 유자 분말 5%, 10%, 15% 또는 20% 함유 발포정에서는 13.2, 23.6, 30.3 또는 39.5 vit.C eq.  $\mu\text{g}$ 으로 유자 분말 첨가량이 증가함에 따라 농도 의존적으로 증가하는 경향을 보였다 (Table 6). ABTS는 비교적 안정한 자유 라디칼로 DPPH 라디칼과 함께 항산화 활성을 측정하는데 많이 이용되고 있다. ABTS를 과산화효소, 과산화수소와 반응시켜 활성 양이온인 ABTS가 형성되면 추출물의 항산화력에 의해 ABTS가 소거되어 라디칼 특유의 색인 청록색이 탈색되고 이를 흡광도 수치로 나타내어 추출물의 항산화 활성을 평가할 수 있다(Kim 등 2013). 발포정의 ABTS 라디칼 소거능은 무 첨가군이 0.1%로 가장 낮은 활성을 보였으며 유자 분말 첨가량이 증가함에 따라 0.4%, 6.8%, 11.5% 또는 16.9%로 ABTS 라디칼 소거능이 유의적으로 증가하였다. Citrus류의 과피나 종자에는 페놀산, 플라보노이드 등 총 폴리페놀 함량이 높은 것으로 연구되었으며(Kim 등 2009) 유자 분말에는 항산화 활성을 지닌 naringin, hesperidin 등이 함유되어 있어 항산화 활성을 보이는 것으로 보고되고 있다(Choi 등 2019). 본 연구에서 DPPH, ABTS 라디칼 활성 정도는 유자 분말 함량이 증가함에 따라 유의적으로 증가하였고 ABTS 라디칼 활성 정도보다 DPPH 라디칼 활성 정도가 더 높은 것을 확인할 수 있었다. 이는 자유 라디칼을 소거하는 DPPH 방법과 달리 양이온 라디칼을 제거하는 ABTS 방법의 차이로 기질과 반응물과의 결합 정도가 달라져 라디칼 제거 능력에 차이를 보인다는 보고에 따른다(Li 등 2007).

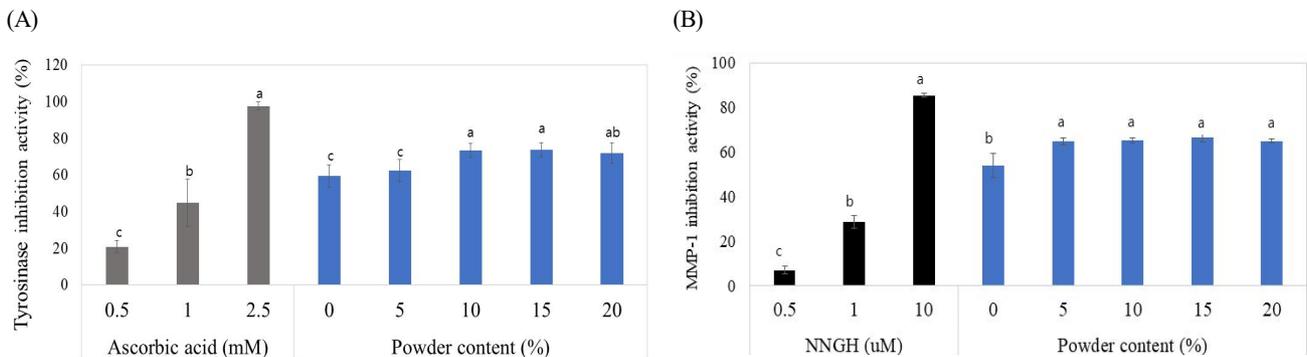
#### 8. 유자 발포정의 tyrosinase 및 MMP-1 억제 효과

Tyrosinase는 tyrosine을 기질로 하여 dopaquinone을 생성시

키며, 이후 생성된 dopaquinone은 아미노산 혹은 단백질 증합 반응에 의해 최종적으로 멜라닌이 합성된다(Lee 등 2009). 따라서 본 연구에서는 melanin 색소 생성에 중요한 효소인 tyrosinase의 활성 억제 여부를 확인하였고 그 결과는 Fig. 1A와 같다. Tyrosinase 저해 효과를 평가한 결과 유자분말 5~15% 첨가시 효소가 62.3~73.7% 정도로 저해되었고 20% 유자 분말이 첨가되었을 때는 오히려 약간 감소하는 경향을 보여 15% 분말을 첨가한 발포정이 효과적인 것으로 판단되었다. 유자 분말 함량 10%, 15%가 tyrosinase의 저해 활성이 73.7%로 positive control인 ascorbic acid(1 mM)보다 1.6배 높은 저해 활성을 보여 멜라닌 생성억제 효과를 지님을 확인하였다. 식물에 존재하는 폴리페놀 성분들은 항산화 및 미백 활성에 효과가 있음이 보고 되어있다(Veberic 등 2015). 일반적으로 페놀류 화합물을 다량으로 함유하는 식물체와 그 추출물은 높은 항산화능을 갖기 때문에, tyrosinase에 의한 가역적 산화반응을 억제시키는 특성을 나타낸다(Kim & Uyama 2005). 또한 페놀류 화합물은 tyrosinase의 기질인 tyrosine과 구조적으로 유사하여 tyrosinase의 활성을 저해한다고 알려져 있다(Boissy & Manga 2004). 효소반응에서 경쟁적 저해제(competitive Inhibitor)는 기질과 그 형태가 매우 유사하며 효소의 활성부위에 기질과 경쟁적으로 결합하는데 이와 같은 원리로 유자분말이 tyrosinase를 저해하여 미백 활성을 나타내었다고 판단되었다.

피부세포의 결합 조직을 구성하는 성분들 가운데 콜라겐은 피부 건조 중량의 90%에 달하는 주요 구성 단백질이다. 따라서 콜라겐의 분해는 곧 결합 조직의 탄력 저하와 피부의 주름 및 처짐에 직접적인 영향을 미친다.

체내에서 생성되는 수십종의 MMPs 가운데 MMP-1은 콜



**Fig. 1. Tyrosinase inhibition (A) and matrix metalloproteinase-1 (MMP-1) inhibition (B) of yuzu tablets produced with cold air dried powder.** Means with the same letter in each column are not significantly different by Duncan's multiple-range test ( $p < 0.05$ ). NNGH (N-Isobutyl-N-(4-methoxyphenylsulfonyl) glycol hydroxamic acid) is the representative MMP-1inhibitor: The 2.5 g of yuzu tablet powder was reflux extracted with 100 mL of distilled water (2.5% w/v) at 100 °C for 3 h and filtered through a 0.45  $\mu\text{m}$  membrane.

라겐에 특이적으로 작용하는 단백질 분해효소(proteinase)로서 MMP-1의 활성을 억제하여 콜라겐을 보호하면 피부 조직의 탄력을 유지하고 주름의 생성을 예방할 수 있는 것으로 알려져 있다(Kondo S 2000). 따라서 유자 분말 함량에 따른 발포정의 MMP-1 저해 활성을 조사하였고 그 결과는 Fig. 1B와 같다. 유자 분말이 첨가되지 않은 무 첨가군의 경우 53%로 MMP-1 저해 활성이 가장 낮게 나타났고 유자분말 첨가량이 증가할수록 높아지는 경향을 보였다. 유자 분말 5~15% 첨가시 억제율이 64.8~66.3%까지 증가하는 경향을 나타냈지만 20% 첨가되었을때는 오히려 64.8%로 감소하였다. 이 결과는 tyrosinase의 저해 활성과 같은 경향으로 나타났다. 유자 분말 함량 5~15%가 MMP-1의 저해 활성이 64~66%로 positive control 1  $\mu$ M NNHG보다 약 2.3배 정도 높은 저해 활성을 가지는 것으로 밝혀졌다.

## 요약 및 결론

본 연구에서는 유자 분말을 활용한 이너뷰티 제품인 발포정 제품 개발을 위해 건조 방법(동결건조, 60 $^{\circ}$ C 건조, 40 $^{\circ}$ C 건조)을 달리하여 유자 분말을 제조한 후 기능성 성분을 조사하였다. 그 결과 tyrosinase와 MMP-1의 저해 활성이 높은 60 $^{\circ}$ C 건조 분말을 이용하여 발포정 제조시 소재로 이용하였다. 유자 분말 함량에 따라 발포정을 제조하였고 발포정의 품질 특성과 기능성 성분을 조사하였다. Tyrosinase 저해 효과를 평가한 결과 유자 분말 5~15% 첨가시 효소가 62.3~73.7% 정도로 저해되었고 20% 유자 분말이 첨가되었을때는 오히려 약간 감소하는 경향을 보여 15% 분말을 첨가한 발포정이 효과적인 것으로 판단되었다. 또한, 유자 분말 함량 10%, 15%가 tyrosinase의 저해 활성이 73.7%로 positive control인 ascorbic acid(1 mM)보다 1.6배 높은 저해 활성을 보여 멜라닌 생성억제 효과를 지님을 확인하였다. 이상의 연구 결과로 유자 발포정의 산업화를 위한 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 사료된다.

## 감사의 글

본 연구는 지역특화작목기술개발 사업인 「전남 특화 유자 수출 경쟁력 향상을 위한 업사이클링 기술개발 및 산업화(RS-2024-00437307)」 연구비에 의하여 수행된 결과의 일부로, 이에 깊은 감사를 드립니다.

## References

Boissy RE, Manga P. 2004. On the etiology of contact/

- occupational vitiligo. *Pigment Cell Res* 17:208-214
- Chang YE, Kim, JS. 2011. Effects of pretreatment and drying methods on the quality and physiological activities of garlic powders. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40:1680-1687
- Choi ES, Park YM, Yoon HH. 2019. Quality characteristics of jeung-pyun added with *Citrus junos* powder. *Culin Sci Hosp Res* 25:112-118
- Choi SR, Yu YJ, Ahn MS, Song EJ, Seo SY, Choi MK, Han AH, Song YJ, Kim HJ, So SY, Lee GK, Kim CK. 2014. Quality characteristics by various drying methods in earmushroom (*Auricularia auricula-judae* Quel.). *Korean J Med Crop Sci* 22:497-503
- Chung SK, Chung YY, Jeong WS. 1996. Studies on the browning inhibition of yam (*Dioscorea aimadoimo*) during hot air dehydration. *Agric Chem Biotechnol* 39:384-388
- Horszwald A, Julien H, Andlauer W. 2013. Characterisation of Aronia powders obtained by different drying processes. *Food Chem* 141:2858-2863
- Hwang ES, Do Thi N. 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
- Hwang EY, Kim DH, Hwang, JY, Kim HJ, Park TS, Lee IS, Son JH. 2012. A study on the depigmenting effect of *Carthamus tinctorius* seed, *Cyperus rotundus* and *Schizonepeta tenuifolia* extracts. *Korean J Food Sci Technol* 44:76-81
- Im AE, Cho HS, Lee BB, Cho YS, Nam SH. 2021. Production of green yuzu peel tablet and its physiochemical or functional characterization. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 50:971-980
- Jung KY, Shin SY, Kim YS. 2017. Quality properties of sponge cake containing *dangyuja* (*Citrus grandis* Osbeck) powder. *Culin Sci Hosp Res* 23:83-89
- Kim D, Chae HS, Kim NY, Jang, A. 2013. Anti-oxidative activity and the protective effect of donkey's bone and skin extracts on SK-N-SH cells. *J Life Sci* 23:1019-1024
- Kim MJ, Chung HJ. 2017. Quality characteristics and antioxidant activities of rice cookies added with *Lentinus edodes* powder. *Korean J Food Preserv* 24:421-430
- Kim NM, Kim DH. 2000. Quality change of cinnamon extract prepared with various drying methods. *Korean J Food Nutr* 13:152-157
- Kim SY, Kim BH, Kwak EJ, Kang KO. 2023. Quality

- characteristics and antioxidant activity of oriental sauce using yuzu (*Citrus junos* SIEB ex TANAKA) juice. *Foodservice Ind J* 19:39-49
- Kim YC, Koh KS, Koh JS. 2001. Changes of flavonoids in the peel of Jeju native citrus fruits during maturation. *Food Sci Biotechnol* 10:16-20
- Kim YD, Ko WJ, Koh KS, Jeon YJ, Kim SH. 2009. Composition of flavonoids and antioxidative activity from juice of Jeju native citrus fruits during maturation. *Korean J Nutr* 42:278-290
- Kim YJ, Uyama H. 2005. Tyrosinase inhibitors from natural and synthetic sources: structure, inhibition mechanism and perspective for the future. *Cell Mol Life Sc* 62:1707-1723
- Ko YS, Sim KH. 2014. Quality characteristics and antioxidant activity of *jeung-pyun* added with *ju-bak* powder. *J East Asian Soc Diet Life* 24:190-200
- Kondo S. 2000. The roles of cytokines in photoaging. *J Dermatol Sci* 23:S30-S36
- Lee BB, Lee JW, Park JO, Cho YS, Nam SH. 2021. Effect of browning inhibitor treatment on sliced citron storage (*Citrus junos* Sieb.). *Korean J Food Nutr* 34:390-397
- Lee HT, Kim JH, Lee SS. 2009. Comparison of biological activity between soybean pastes adding sword bean and general soybean pastes. *J Food Hyg Saf* 24:94-101
- Lee JE, Kim KM, Kim JS, Kim GC, Choi SY, Kim SB. 2017. Chemical compositions and antioxidant activities depending on cultivation methods and various parts of yuzu. *Korean J Food Preserv* 24:802-812
- Lee JH. 2011. Quality of *sikhe* incorporated with hot water extract of *omija* (*Schisandra chinensis* Baillon) fruit. *Food Eng Prog* 15:80-84
- Li H, Choi Y, Lee J, Park JS, Yeon K, Han, CS. 2007. Drying and antioxidant characteristics of the shiitake (*Lentinus edodes*) mushroom in a conveyer type far-infrared dryer. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 36:250-254
- Moon SH, Assefa AD, Ko EY, Park SW. 2015. Comparison of flavonoid contents and antioxidant activity of yuzu (*Citrus junos* Sieb. ex Tanaka) based on harvest time. *Korean J Hort Sci Technol* 33:283-291
- Park ID. 2021. Quality characteristics and antioxidant activity of cookies prepared from *Taraxacum coreamm* powder. *Korean J Food Nutr* 34:415-422
- Park SJ, Choi YB, Ko JR, Rha YA, Lee HY. 2014. Effects of drying methods on the quality and physiological activities of blueberry (*Vaccinium ashei*). *Korean J Culin Res* 20:55-64
- Park SJ, Na JH, Lee CG, Jeong JH, Kim CM, Han HB, Kim BS, Park CH, Huh CK. 2019. Quality characteristics of *Tenebrio molitor* L. ingested yuzu supplemented feed. *Korean J Food Preserv* 26:777-784
- 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 Biol Med* 26:1231-1237
- Shin JH, Lee SJ, Kang MJ, Yang SM, Sung NJ. 2009. Biological activities of yuzu grown in different areas. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38:1485-1491
- Shin JH, Lee SJ, Seo JK, Cheon EW, Sung NJ. 2008. Antioxidant activity of hot-water extract from yuzu (*Citrus junos* SIEB ex TANAKA) peel. *J Life Sci* 18:1745-1751
- Shin SM, Joung KH. 2018. Quality characteristics of *jeung-pyun* added with turmeric powder. *J Korea Academia-Ind Coop Soc* 19:427-434
- Veberic R, Slatnar A, Bizjak J, Stampar F, Mikulic-Petkovsek M. 2015. Anthocyanin composition of different wild and cultivated berry species. *LWT Food Sci Technol* 60:509-517
- Woo JH, Jeong HS, Yu JS, Chang YD, Lee CH. 2008. Antioxidant effect of extracts obtained from four *Aster* species native to Korea. *Korean J Plant Res* 21:52-59
- Yang JW, Jung SK, Song KM, Kim YH, Lee NH, Hong SP, Lee KH, Kim YE. 2016. Quality characteristics of *sikhye* added with mulberry (*Morus alba* L.) fruit concentrate. *J East Asian Soc Diet Life* 26:44-54

---

Received 23 April, 2024

Revised 20 May, 2024

Accepted 27 May, 2024

# AOM/DDS로 대장암 유도 후 식용버섯균사체 유래 다당류의 대장암 억제효과 및 대장 미생물군총의 변화

공 승 식\* · †강 순 아\*\*,\*\*

호서대학교 벤처대학원 융합공학과 박사과정 학생, \*호서대학교 보건산업연구소 연구원,  
\*\*호서대학교 벤처대학원 융합공학과 교수, \*\*\*호서대학교 보건산업연구소 소장

## Anti-cancer Effects and Changes in Colonic Microflora of Polysaccharide Derived from Edible Mushroom Mycelium on AOM/DDS-induced Colon Cancer Model

Seaug Sik Kong\* and †Soon Ah Kang\*\*,\*\*

Ph.D. Student, Dept. of Convergence Technology, Graduate School of Venture, Hoseo University, Seoul 06724, Korea

\*Researcher, Institute of Health Industry, Hoseo University, Seoul 06724, Korea

\*\*Professor, Dept. of Convergence Technology, Graduate School of Venture, Hoseo University, Seoul 06724, Korea

\*\*\*Director, Institute of Health Industry, Hoseo University, Seoul 06724, Korea

### Abstract

The objective of this study was to investigate the anticancer effects of EMPS (edible mushroom mycelium polysaccharide: *Tremella fuciformis*) in animal models with colorectal cancer induced by AOM/DSS. The experimental groups consisted of Nor (normal), NC (AOM/DSS), EMPS (EMPS 50, EMPS 100), and PC (Fluorouracil). The NC group had the highest number of colon tumors, whereas it was observed that tumor occurrence was significantly reduced in the EMPS consumption group. The expression of Bcl-2, an apoptosis inhibitor, was significantly lower in the EMPS 50 & 100 and PC groups. On the other hand, the mRNA gene expression of Bax, a factor that induces apoptosis, was significantly higher in the EMPS 50 & 100 and PC groups compared to the NC group. The mRNA expression levels of TNF- $\alpha$  and COX-2 significantly increased in the NC group, but showed a significant decrease in the EMPS and PC groups, indicating inhibition of the cancer-promoting response of cells. At the phylum level of the mice's intestinal microbial composition, the proportion of Bacteroidetes tended to decrease, while the proportion of Firmicutes tended to increase with EMPS administration. This suggests that changes in the gut microbiota caused by inflammation can be influenced by dietary intake.

Key words: anti-cancer effect, *Tremella fuciformis*, edible mushroom mycelium polysaccharide, colorectal cancer

### 서 론

식생활의 변화와 함께 성인병 예방 및 고령화에 따른 다양한 기능성 식품 및 소재에 대한 요구도가 높아지고 있다. 대장암(CRC: colorectal cancer)은 폐암, 유방암 다음으로 세 번째로 전 세계적에서 발병률이 가장 높은 암으로 암과 관련된 사망의 주요한 원인으로 나타났다(Boyle & Langman 2000). 대장암에 의한 사망률은 미국에서 남녀 모두 3위였고, 한국

에서는 꾸준히 증가하여 2011년에는 남성, 2012년에는 여성 발병률이 가장 높게 보고되었다(Jung 등 2019). 대장암은 정확한 병인은 아직 알려지지 않았지만 유전적, 환경적 요인, 생활습관 등이 원인이며, 식생활의 변화가 생활수준 향상으로 인해 육류 위주의 식단, 고지방식이, 고칼로리 음식 섭취 증가가 증가되면서(West 등 1989) 식이섬유소 섭취 부족, 가족력, 염증성 장질환, 식습관, 신체활동량, 흡연, 알코올, 비만 유병률과 매우 밀접한 관계가 있다고 본다(Parkin

† Corresponding author: Soon Ah Kang, Professor, Dept. of Convergence Technology, Graduate School of Venture, Hoseo University, Seoul 06724, Korea. Tel: +82-2-2059-2388, Fax: +82-2-2059-1405, E-mail: sakang@hoseo.edu

등 2005; Almeida & Barry 2011; Chung JY 등 2011). 중요한 사실은 식생활을 포함한 환경 요인들이 장내미생물 군총의 변화를 일으킬 수 있다는 것이다. 최근 연구에서 장내미생물 군총이 염증반응 및 DNA 손상기전을 조절하면서 다양한 대사산물을 생성함으로써 대장암이 진행되는 정도를 조절할 수 있다는 논문이 보고되고 있다. 대장암 환자에서 장점막에서 세균의 다양성이 낮아지면서 장내미생물의 불균형(dysbiosis)이 관찰되어 부틸레이트 생성 박테리아 같은 공생 박테리아 종이 감소하면서 전염증성 병원체 같은 해로운 박테리아 군이 우세해짐이 보고되었다(Yoon CH 2023). 이러한 장내미생물군이 종양진행에 중요한 역할을 할 수 있음을 밝혔다. 즉 우리가 먹는 식품이 대장암의 발달에 중요한 영향을 줄 수 있음을 시사하고 있다.

생체 외부의 염증반응은 관리가 용이한 반면, 장관 내 염증은 관리가 어려워 만성질환으로 진행되면서 다양한 성인병 등을 유발한다. 이를 저해할 수 있는 천연물질의 약리활성을 이용한 기능성식품의 개발에 많은 관심을 가지게 되었고, 식물 유래의 프리바이오틱스 소재, 유산균, 버섯, 효모가 생산하는 다당류 연구가 진행되고 있다(Turnbaugh 등 2006; Liu 등 2018). 건강기능성식품, 바이러스 감염 예방 의약품, 화장품 등 다양한 바이오 소재로 면역증강에 도움을 줄 수 있는 다양한 다당류가 활용되고 있다.

천연 약용자원 중 식용 혹은 의약용으로 사용하는 버섯은 향과 맛도 풍부하고, 다양한 영양성분과 생체조절물질을 함유하고 있으며(Oh 등 2006), 초기 면역 활성을 올려주는 대식세포의 역할이 중요하다(Kim & Kim 1997). 담자균류 유래 버섯의 생리활성물질은 다당류인 주로  $\beta$ -(1,3)-glucan 성분으로 상황버섯의 Meshima(Lee 등 1996; Kim 등 2000; Lim 등 2005; Lee 등 2012), 표고버섯의 Lentinan(Chihara 등 1970a)은 면역 및 항암보조제에 상업적으로 활용하고 있다.

버섯의 면역 활성화, 항암, 항혈전효과, 항고혈압, 콜레스테롤 감소 등의 약리활성을 나타내는 약리물질은 버섯 균사체 또는 자실체 유래 다당류로 알려졌다(Oh 등 2006). 표고버섯 자실체 유래 다당류(lentinan)의 종양세포에 대한 항암효과(Chihara 등 1970b), 아카시아영지버섯 다당류의 면역증강효과(Cho 등 1995), 영지버섯 균사체 유래 다당류 물질의 면역능 증가 및 항암효과(Kim SW 1998; Back 등 2001; Back 등 2002), 삼색도장버섯 자실체 유래 다당류의 항암 효과(Shim 등 2003), 흰목이버섯 추출 조다당류의 항면역능 증가 및 항암효과(Oh 등 2006), 송이버섯 자실체 추출 조다당류의 항암효과(Hur 등 2008), 노루궁뎅이 자실체 조다당류의 면역 및 항암효과(Choi 등 2010), 잎새버섯 자실체 유래 조다당류의 항암효과 및 면역증강효과(Kim 등 2011), 상황버섯 균사체 유래 다당류의 면역증가효과(Lee 등 2012; Park & Hong

2017) 등 식용버섯 균사체의 다양한 항암 연구가 진행되고 있었다.

백목이 버섯(*Tremella fuciformis* Berk.)은 한국, 일본, 중국, 인도 등 전 세계에 분포되어있으며 고사목이나 활엽수의 줄기 위에 서식하는 담자균류이며(Cheng 등 2002), 항암, 면역강화, 항노화, 항고혈압, 기관지염, 변비, 항동맥경화 등 생리활성이 있다(Oh 등 2006). 백목이버섯을 4주 동안 투여한 경우 혈청 LDL-콜레스테롤, 간의 총 콜레스테롤, 중성지방의 함량을 유의하게 감소시키는 다이어트효과는 fecal neutral steroids와 total bile acids excretion을 증가시키면서 SCFA 생성을 증가시킴에 따라 발생함을 밝혔다(Cheng 등 2002; Liu 등 2018).

유용한 생리활성물질의 보고인 버섯의 대중화를 위하여, 자실체에 비하여 균사체가 각종 영양성분의 함량이 높고 항암 및 면역기능 생리활성물질도 높게 함유하고 있어서 균사체 유래 다당류의 기능성연구가 진행되고 있다(Chang HY 1998; Lee 등 2012; Kim 등 2013; Park & Hong 2017; Ge 등 2020). 흰목이버섯의 재배방법은 안정적인 대량생산 기술을 위하여 미생물공학적으로 균사의 최적의 배양조건에 관한 연구가 되어지고 있다(Lee 등 2019). 흰목이버섯 균사체 유래 항당뇨 다당류 생산방법 특허(Yoon JW 2008), 흰목이버섯 다당류의 항산화활성(Ge 등 2020) 및 항암 생리활성(Bin C 2010), 백목이버섯 균사체 유래 다당류의 항염증효과(Yoo & Kang 2021)에 대한 연구는 있으나 백목이버섯 균사체 유래 다당류의 대장염 동물모델에서의 항암효과 및 대장내 미생물 군총에 대한 연구는 미흡하다.

따라서 본 연구는 azoxymethane/dextran sulfate sodium(AOM/DSS)으로 유도한 대장암 동물모델에서 백목이버섯 균사체 유래 다당류의 항암효과 및 대장 내의 미생물 군총의 변화를 보고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 실험용 동물 준비 및 실험군 구성

실험용 C57BL/6 마우스는 6주령으로 20.0±2.0 g 체중이며 오리엔트바이오(Orient Bio Co., Seong-nam, Korea) 회사에서 분양받았다. 사료는 AIN-93G 식이를 공급하였고, 온도 조건은 23±2°C, 상대습도 조건은 55±5%, light-dark cycle이 유지되는 12시간 주기(micro ventilation cage system) 조건에서 사육하였다. 실험동물 입고 후 적응 기간 1주일 후, 체중을 개별 측정하여 실험군을 정상군(Nor: normal), AOM/DSS로 대장염을 유도한 대조군(NC: AOM/DSS), AOM/DSS로 대장암을 유도하고 EMPS(식용버섯균사체 다당류: *Tremella fuciformis*)를 50 mg/kg 체중의 농도로 경구 투여 섭취군(low dose, EMPS

50), AOM/DSS로 대장암 유도 후 EMP를 100 mg/kg 체중의 농도로 경구 투여군(high dose, EMPS 100), AOM/DSS로 대장암을 유도하고 fluorouracil (5-FU)를 20 mg/kg 체중의 농도로 경구 투여군(PC: positive control)으로 분류하였다. 실험에 사용된 EMPS는 *Tremella fuciformis* 균사체 유래 다당체로 500 L 유가식 배양을 통하여 생산하였다. 유가식 배양은 변형된 MCM 배지(glucose 20 g/L, MgSO<sub>4</sub>·H<sub>2</sub>O 0.5 g/L, CSL 10 g/L, KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> 0.46 g/L, K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> 1 g/L)를 사용하였고, 50 L 용량의 교반형 배양기(KoBioTech Co., Incheon, Korea)를 이용해서 24시간 배양 하였다. 배양 후 500 L 용량의 교반형 배양기에서 96시간동안 배양 하였다. 최종적으로 정제농축액을 50 kg 용량의 동결건조기(Ilshin Bio Base Co., Dongducheon, Korea)로 96시간 동안 동결건조 후 회수한 다당체 시료를 한국생명공학연구원에서 제공받아 본 연구 시료로 사용하였다. 본 연구를 위한 동물실험은 차의과대 동물실험윤리위원회(승인번호: IACUC210040) 승인을 받고 진행하였다.

## 2. 대장암 유도

C57BL/6 마우스에 대장암을 유도하기 위하여 azoxymethane (AOM, Sigma, USA)을 PBS 용액에 혼합하여 10 mg/kg mouse body weight로 복강 투여하고, AOM 투여 2주 후부터 2% dextran sulfate sodium(DSS; Biomedicals, LLC, Illkirch, France)을 1주일 동안 음수로 투여 후 휴식기를 가졌다. 시료인 EMPs 저농도(50 mg/kg b.w.), 고농도(100 mg/kg b.w.), fluorouracil(5-FU, 20 mg/kg b.w.)를 PBS 용액에 희석한 후 경구 투여하였다. 저·고농도의 EMPs는 실험 11주간 매일 경구로 투여하였고 5-FU는 1주일에 한 번 경구 투여하였다. 실험 기간은 총 11주간 진행하였다.

## 3. 실험동물의 체중 변화량 측정 및 종양갯수 측정

실험동물을 입수 시, 순화 적응 기간 중 주 1회, 군 분리 시점 및 실험 기간 동안 1주일에 한 번씩 개체 별로 체중을 측정하였다. 특히 체중측정은 실험기간 중 매주 측정 시 오차범위를 최소화하고자 동일한 시간을 정해서 오전 10시 전 후에 동일한 종류의 저울을 사용하여 측정하였다. 실험 종료 되는 시점에 각 군의 실험동물을 희생하여 항문에서 대장이 끝나는 지점까지 대장조직을 적출하여 길이와 무게를 측정하였다. 대장의 길이는 길이가 짧을수록 대장암이 유발된 것으로 관찰하였다. 특히, 염증 및 종양으로 인해 대장의 무게는 무거워지면서 대장암이 유발된 것으로 보았다. 대장 내부에 생성된 종양의 수를 측정하면 대장암 발생 정도의 비교를 할 수 있었다. 대장, 정소, 신장, 간과 비장을 적출하여 무게를 측정하였다. 혈액을 원심분리 조건은 3,000 rpm에서 15분간 하여 혈청을 채취한 후 -70°C에 보관 후 분석에 이용하였다.

## 4. 대장조직의 병리학적 검사 결과

대장 내 남아있는 분뇨를 PBS 용액으로 깨끗이 제거 후 10% 포르말린 용액에 넣고 4°C에서 24시간 고정시킨 후 파라핀 조직 표본 시료를 만든 후 5 µm 두께로 절편하였다. 조직 절편은 hematoxylin & eosin으로 염색하고 현미경(Y-TV55; Nikon, Tokyo, Japan)을 이용하여 고배율(×100)에서 관찰하였다.

## 5. 조직 내 mRNA 발현 측정(RT-qPCR)

실험군의 대장조직을 1 cm 취하여 trizol 용액(Invitrogen, Carlsbad, CA, USA)으로 세포에서 RNA를 분리하였고, 0.1% diethyl-pyrocabonate(DEPC) 용액에 용해시켰다. 용해되어진 총 RNA는 NanoDrop ND-1000 kit(NanoDrop Technologies Inc., Wilmington, DE, USA)로 정량하였다. cDNA를 합성은 Superscript II reverse transcriptase 시약(Invitrogen, Carlsbad, CA, USA)을 이용하여 합성하였다. 합성된 cDNA는 Thermal Cycler BioRad CFX-96 Real Time System 기기(Bio-Rad, Hercules, CA, USA)로 유전자 발현 분석을 하였다(Jeong JK 2012).

## 6. 조직 내 단백질 발현 측정 (Western Blot)

실험군의 대장조직을 1 cm를 취하여 1 mL radio-immunoprecipitation assay(RIPA, Invitrogen) buffer 용액으로 균질화한 후 4°C에서 13,000 rpm에서 5분간 원심분리를 통하여 조직 내 단백질을 분리하였다. 분리되어진 단백질은 Bradford assay 방법(Bradford MM 1976)으로 단백질 농도를 정량하였다. 추출되어진 단백질을 SDS-polyacrylamide 겔 전기영동으로 분리한 후 polyvinylidene fluoride(PVDF; Bio-Rad) 얇은 막으로 이동시킨 다음, PBS-T 용액을 함유한 5% 스킵 밀크로 비특이적인 단백질을 블로킹시켰다. Blocking 단계 후, PVDF membrane을 PBS-T용액으로 3회, PBS용액으로 1회 세척 후 1차 항체를 투여 후 4°C로 overnight 반응시켰다. 그 이후에 PBS-T용액으로 3회, PBS용액으로 1회 세척 후 2차 항체를 투여 후 2시간 동안 실온에서 반응시켰다. Bcl-2, Bcl-xL, caspase3, p21, p53, IL-6 및 β-actin(Santa Cruz, Dallas, TX, USA) 1차 antibody를 사용한 후, 각각에 맞는 2차 antibody를 사용하였고 Amersham Imager 680 기기(GE Healthcare Life Sciences, Chicago, IL, USA)로 분석하였다.

## 7. 마우스 대장의 microbiota의 NGS 분석

시료 QC에서 sequencing까지 MiSeq-Metagenomic sequencing 분석은 제조사의 프로토콜에 따라 진행하였으며 PowerSoil® DNA separation Kit(MO BIO Laboratories, Inc., Carlsbad, CA USA)로 DNA를 추출하였다. 각각에 맞는 sequencing sample

은 Illumina 16S Metagenomic Sequencing Library protocol에 의하여 준비되었다. 16S rRNA 크기 유전자를 16S V3-V4 primer로 증폭과정을 하였다(forward type : 5'-TCG TCG GCA GCG TCA GAT GTG TAT AAG AGA CAG CCT ACG GGN GGC WGC AG-3', reverse type : 5'-GTC TCG TGG GCT CGG AGA TGT GTA TAA GAG ACA GGA CTA CHV GGG TAT CTA ATC C-3'). 상대적인 input type gDNA를 16S V3-V4 프라이머로 증폭 시킨 후 제한되어진 cycle 증폭 과정을 거치면서 다중화 지수와 일루미나 서열 분석 어댑터를 첨가시켰다. 최종 생성물을 피코그린(PicoGreen)을 이용하여 정규화과정과 풀링과정을 거치고, 테이프 스테이션 DNA Screen Tape D1000(Agilent, Santa Clara, CA, USA)으로 library 크기를 각각 확인하였다. 이어서 MiSeq™ 플랫폼(Illumina, San Diego, USA)으로 sequencing 과정을 거쳤다. 모든 절차는 Macrogen Inc.(Seoul, Korea)에서 진행하였다. Operational taxonomic unit (OUT) 정보가 들어있는 QIIME(v.1.8)로 다양한 종류의 미생물 군집을 정밀 분석하였다. 각 시료에서 미생물 군집의 종들의 다양성과 균질함을 확인하고자 Shannon 지표와 Inversed Simpson 지표를 얻어내고, Rarefaction curve와 Chao1 값을 산정하여 알파 다양성 정보들을 확인하였다. 이 모든 절차는 Macrogen Inc.(Seoul, Korea)에서 진행하였다.

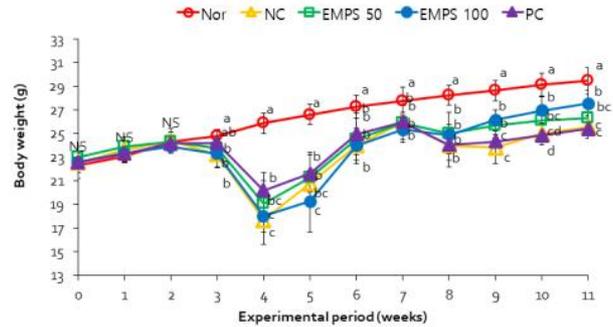
## 8. 통계 처리

RT-qPCR 실험분석 결과들은 평균값과 표준오차(standard error, SE)로 표시하였고, 이를 제외한 실험분석 결과들은 평균값과 표준편차(standard deviation, SD)로 표시하였다. 실험군간의 차이를 보기위하여 One-way analysis of variance (ANOVA) 통계방법을 실시하였고, 실험 군(n=10)간의 차이를 보는 유의성 검증은 Duncan's multiple range test로 실시하였다. 유의성 범위는  $p < 0.05$  이하일 때 군간의 통계학적 유의성이 있다고 판단하였다. SPSS v.18 statistical software 패키지 (SPSS Inc., Westlands, Hong Kong)로 실험결과를 통계 분석하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 실험동물의 체중 변화

체중의 변화는 Fig. 1에 보여주듯이 실험 전의 실험동물인 마우스의 무게는  $21.6 \pm 1.5$  g으로 실험군 전체 군 간의 유의적인 차이를 보이지 않았다. 그러나 실험기간에 대장암을 유도하지 않은 Nor(normal: 정상)군에서 실험 기간에 따라 점진적으로 증가하는 경향이 있었지만 AOM/DSS로 대장암을 유도한 NC 군(negative control: AOM/DSS), EMPS 군(EMPS 50, EMPS 100) 및 PC 군(positive control: Fluorouracil)은 체중이

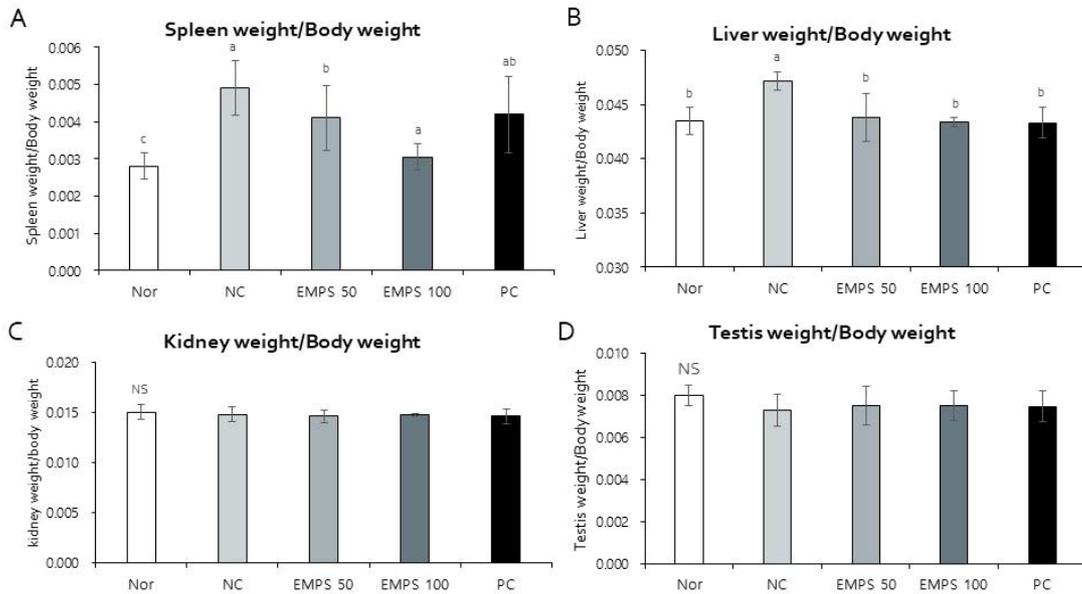


**Fig. 1. Effects of EMPS on the change of body weight in C57BL/6 mice with AOM/DSS induced colitis-associated colorectal cancer.** Nor: Normal diet, NC (AOM/DSS): AOM/DSS+Normal diet, EMPS 50: AOM/DSS+50 mg/kg b.w. EMPS, EMPS 100: AOM/DSS+EMPS 100 mg/kg b.w. EMPS, PC (positive control): AOM/DSS+20 mg/kg b.w. 5-FU. <sup>a-d</sup>Means with the different letters at the same storage period are significantly different ( $p < 0.05$ ) by Duncan's multiple range tests. <sup>NS</sup>Not significantly different.

더 적은 경향이 나타났다. AOM/DSS 처리하여 대장암을 유도한 군에서는 체중 감량이 유도된 것이 확인되었다. AOM은 DNA를 알킬화하여 암을 유발하는 화학물질이다. 이 연구에 사용된 AOM/DSS 조합 방법은 만성염증으로 인하여 단기간 내에 대장암을 성공적으로 유도할 수 있다. 따라서, 암이 발생한 마우스는 혈변 및 설사 증상을 보이며 체중이 감소하였다. 특히, DSS가 공급된 후 4주 및 7주 사이에서 유의한 체중 감소가 관찰되었다. 8주부터 실험종료일까지 저농도와 고농도 EMPS를 먹인 군을 다른 군과 비교하면 NC 군(AOM/DSS)에 비해 고농도의 EMPS(EMPS 100)를 먹인 군이 체중 회복 속도가 빨랐으며, 이는 PC(positive control) 군보다 빠르게 회복되었다(Fig. 2). DSS로 대장염을 유도한 마우스에서 급격한 체중감소가 *Tremella fuciformis* 균사체 다당류 군에서 체중 회복 속도가 빨랐으며 양의 대조군과 비슷한 결과를 보이면서(Yoo & Kang 2021) 본 연구 결과와 흡사한 양상을 보였다.

### 2. 장기무게의 변화

실험 11주에 간, 비장, 신장 및 고환의 중량을 비교하였고 결과는 조직 중량에 대한 체중의 비율로 표시하였다(Fig. 2). 신장과 고환의 무게는 군 간에 유의적인 차이가 없으므로 대장암 모델은 잘 유도된 것으로 본다(Fig. 2C 및 Fig. 2D). 그러나 간과 비장 장기에서 독성으로 염증과 부종 현상이 나타나면서 장기 크기가 약간 커짐을 관찰하였다. 구체적으로, NC (AOM/DSS) 군은 Nor 군보다 간과 비장 무게가 유의하게 높



**Fig. 2.** Effects of EMPS on the tissue weight per body weight (A-D) in C57BL/6 mice with AOM/DSS induced colitis-associated colorectal cancer. Nor: Normal diet, NC (AOM/DSS): AOM/DSS+Normal diet, EMPS 50: AOM/DSS+50 mg/kg b.w. EMPS, EMPS 100: AOM/DSS+EMPS 100 mg/kg b.w. EMPS, PC (positive control): AOM/DSS+20 mg/kg b.w. 5-FU. <sup>a-c</sup>Means with the different letters at the same storage period are significantly different ( $p < 0.05$ ) by Duncan's multiple range tests. <sup>NS</sup>Not significantly different.

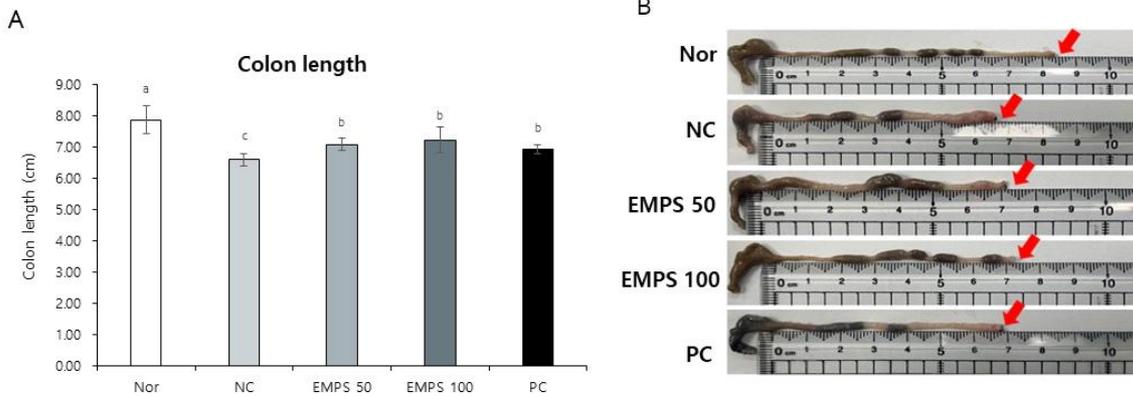
았으며 EMPS 50, EMPS 100 및 PC군의 장기무게는 정상군과 비슷할 정도로 유의하게 감소하였다( $p < 0.05$ ) (Fig. 2A 및 Fig. 2B). 따라서 EMPS를 섭취한 군은 NC(AOM/DSS) 군에 비하여 독성현상과 염증 수준이 감소하면서 완화됨을 보였고 특히, EMPS 100 군이 많이 완화됨을 보였다. DSS로 대장염을 유도한 마우스에서 간 무게의 증가가 고농도 *Tremella fuciformis* 균사체 유래 다당류 군에서 회복됨을 보이면서 독성과 염증 수준이 완화된 결과(Yoo & Kang 2021)는 본 연구의 대장암 모델에서 EMPS의 효과와 흡사한 결과를 보였다.

### 3. 대장길이 및 대장무게/길이 비율

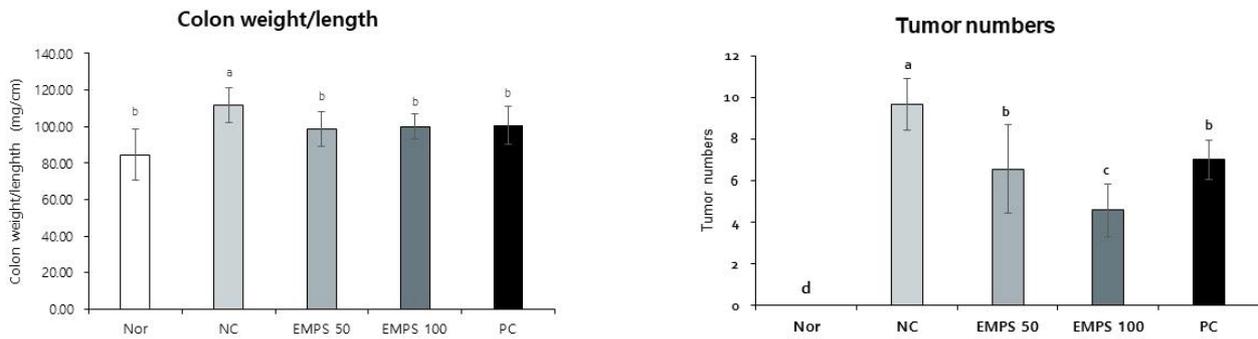
AOM/DSS 투여에 의한 대장암 유도 후 EMPS에 의한 완화 효과를 보기 위하여 항문에서 ileocecal 접합부까지의 결장을 절제하고 맹장에서 항문까지의 길이와 대장길이에 대한 무게비율을 측정된 결과는 Fig. 3A 및 Fig. 3B에 보여주었다. NC 군은 Nor 군에 비하여 대장 길이가 현저히 낮았고 EMPS 및 PC 군의 대장의 길이는 NC 군보다 대장 길이가 통계적으로 유의하게 증가하였다( $p < 0.05$ ). AOM/DSS로 대장암을 유도한 AOM/DSS 군( $6.60 \pm 0.19$  cm)은 Nor 군( $7.88 \pm 0.46$  cm)과 비교하여 대장 길이가 유의하게 짧아져서( $p < 0.05$ ) AOM/DSS로 대장암이 유도된 것을 확인하였다. 하지만 EMPS 50군( $7.09 \pm 0.20$  cm)과 EMPS 100군( $7.23 \pm 0.40$  cm)으로 식용 백목

이버섯 균사체 유래 다당류를 섭취한 군은 AOM/DSS 군에 비하여 대장의 길이가 유의적으로 증가하였다( $p < 0.05$ ). 일반적으로 대장이 염증 혹은 암에 의하여 손상되면 체중 감소현상, 대장 출혈 및 팽창 현상, 대장의 길이 감소, 혈변 및 설사를 유발할 수 있다. 특히, 결장암이 발생하면 상피에 염증이 생기면서 조직이 손상되고 점막이 얇아지며 수축되어 결장 길이가 짧아지게 된다. 따라서, 대장 길이 측정은 결장/직장암의 진행 또는 결장암의 항암 효과를 확인하는데 중요하다. 이는 EMPS가 AOM/DSS로 인한 대장암 유도에서 대장의 손상을 효과적으로 감소시키면서 대장의 길이가 축소됨을 방해하였고, EMPS 섭취 군의 대장은 비교적 낮은 염증에 의한 현상을 가질 것으로 예상된다.

대장 직장암의 진행은 결장 상피의 염증성 용종의 형성을 특징으로 하며, 이는 대장의 무게를 증가시킨다. 따라서, 대장 조직의 길이와 무게의 비율을 측정함으로써 대장암의 진행 정도를 비교할 수 있다. 이 연구에서 NC(AOM/DSS) 군의 대장 무게/길이 비율이 다른 군보다 통계적으로 유의하게 높은 결과를 보였다(Fig. 4)( $p < 0.05$ ). EMPS 50, EMPS 100 및 PC 군의 대장 무게/길이 비율은 NC(AOM/DSS) 군의 대장 무게/길이 비율보다 상당히 낮았다( $p < 0.05$ ). 이 결과는 EMPS에 의해 대장 상태가 개선되었음을 시사한다. Yoo & Kang(2021)의 연구에서 백목이버섯 균사체 다당류가 DSS로 유도된 대



**Fig. 3.** Effects of EMPS on the colon length(A,B) in C57BL/6 mice with AOM/DSS induced colitis-associated colorectal cancer. Nor: Normal diet, NC (AOM/DSS): AOM/DSS+Normal diet, EMPS 50: AOM/DSS+50 mg/kg b.w. EMPS, EMPS 100 : AOM/DSS+EMPS 100 mg/kg b.w. EMPS, PC(positive control): AOM/DSS+20 mg/kg b.w. 5-FU. <sup>a-c</sup>Means with the different letters at the same storage period are significantly different ( $p<0.05$ ) by Duncan’s multiple range tests.



**Fig. 4.** Effects of EMPS on the colon weight/length ratios in C57BL/6 mice with AOM/DSS induced colitis-associated colorectal cancer. Nor: Normal diet, NC (AOM/DSS): AOM/DSS+Normal diet, EMPS 50: AOM/DSS+50 mg/kg b.w. EMPS, EMPS 100: AOM/DSS+EMPS 100 mg/kg b.w. EMPS, PC (positive control): AOM/DSS+20 mg/kg b.w. 5-FU. <sup>a,b</sup>Means with the different letters at the same storage period are significantly different ( $p<0.05$ ) by Duncan’s multiple range tests.

**Fig. 5.** Effects of EMPS on the colon tumor numbers in C57BL/6 mice with AOM/DSS induced colitis-associated colorectal cancer. Nor: Normal diet, NC (AOM/DSS): AOM/DSS+Normal diet, EMPS 50: AOM/DSS+50 mg/kg b.w. EMPS, EMPS 100: AOM/DSS+EMPS 100 mg/kg b.w. EMPS, PC (positive control): AOM/DSS+20 mg/kg b.w. 5-FU. <sup>a-d</sup>Means with the different letters at the same storage period are significantly different ( $p<0.05$ ) by Duncan’s multiple range tests.

장의 손상을 완화시켜 대장 길이 감소 현상을 보였다. 또한, DSS로 유도된 대장염 마우스의 부종을 유산균에 의하여 감소 하였고, 점막세포 파괴도 감소, 대장길이 감소를 억제함을 관찰 하였다(Lee JH 2010). Lee GH(2018) 연구에서도 백강잠의 대장염 억제효과로 대장길이의 유의한 회복효과를 볼 수 있었다.

**4. 대장조직 내 종양개수**

실험 11주에 대장을 적출하여 대장 내 종양의 수를 측정하

였다(Fig. 5). Nor 군은 대장암을 유도하지 않았기 때문에 대장암이 유발되지 않아 종양이 없었다. NC(AOM/DSS) 군 (9.67±1.22개)은 다른 군과 비교하여 가장 많은 수의 종양을 나타냈다. 반면, EMPS 50 군에서 6.56±2.13개, EMPS 100 군에서 4.57±1.27개, PC 군에서 7.00±0.94개로, EMPS를 섭취한 군이 EMPS를 섭취하지 않은 대조군에 비해 종양 발생을 현저히 감소한 것을 확인할 수 있었다( $p<0.05$ ). 뿐만 아니라 EMPS 50에 비해 EMPS 100의 종양 수가 유의하게 더 적은

것으로 나타나, EMPS의 농도가 높을수록 종양 생성 억제 효과가 증가되는 것으로 보인다.

### 5. 대장 조직의 병리학적 분석

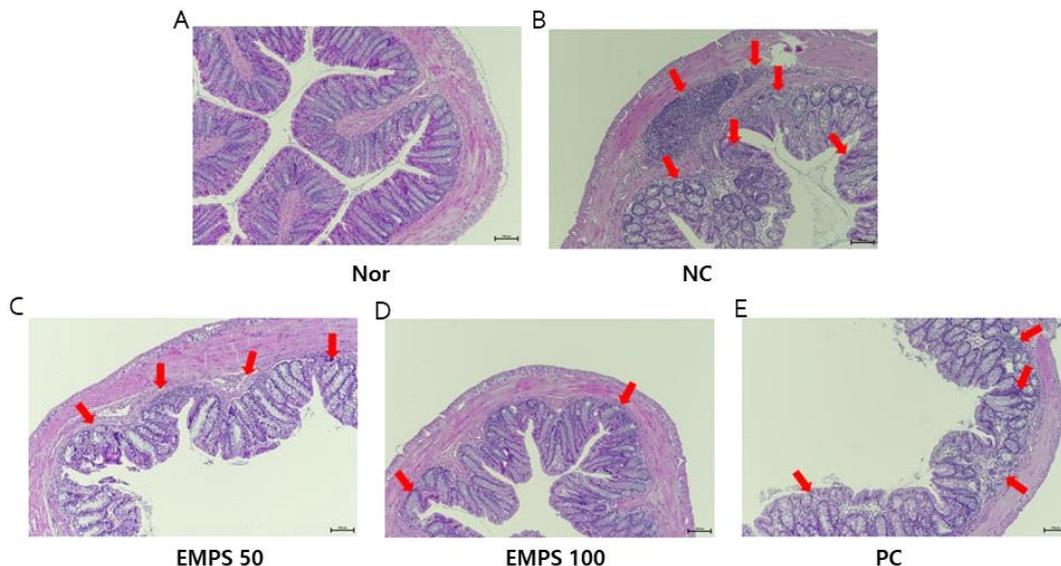
실험동물의 대장 조직의 병리학적 결과를 Fig. 6에서 나타내었다. 일반적인 대장조직의 경우, 염증이 발생되지 않고, 정상적인 용모를 확인할 수 있으나, 대장 내 염증과 종양이 발생되면 조직 염색 관찰 시 침윤 현상에 의하여 형태학적으로 상이하게 붕괴된 모습을 확인할 수 있다. 해당 조직들에서의 조직 염색관찰 결과, Nor 군(Fig. 6A)에서는 어떠한 염증이나 종양이 관찰되지는 않았다. 하지만 NC(AOM/DSS) 군에서 대장의 침윤과 종양이 관찰되었다(Fig. 6B). EMPS 50(Fig. 6C), EMPS 100(Fig. 6D) 및 PC 군(Fig. 6E)에서는 NC(AOM/DSS) 군의 경우보다는 염증 및 종양이 상당히 완화된 것을 확인할 수 있었다. PC 군도 NC(AOM/DSS) 군보다 염증 및 종양이 완화된 것을 확인할 수 있으나 특히, EMPS 100 군은 Nor 군 수준의 조직 형태를 나타내, 염증 및 종양이 현저히 줄어든 것을 확인할 수 있었다.

### 6. RT-qPCR로 대장 조직 내 mRNA 발현 측정

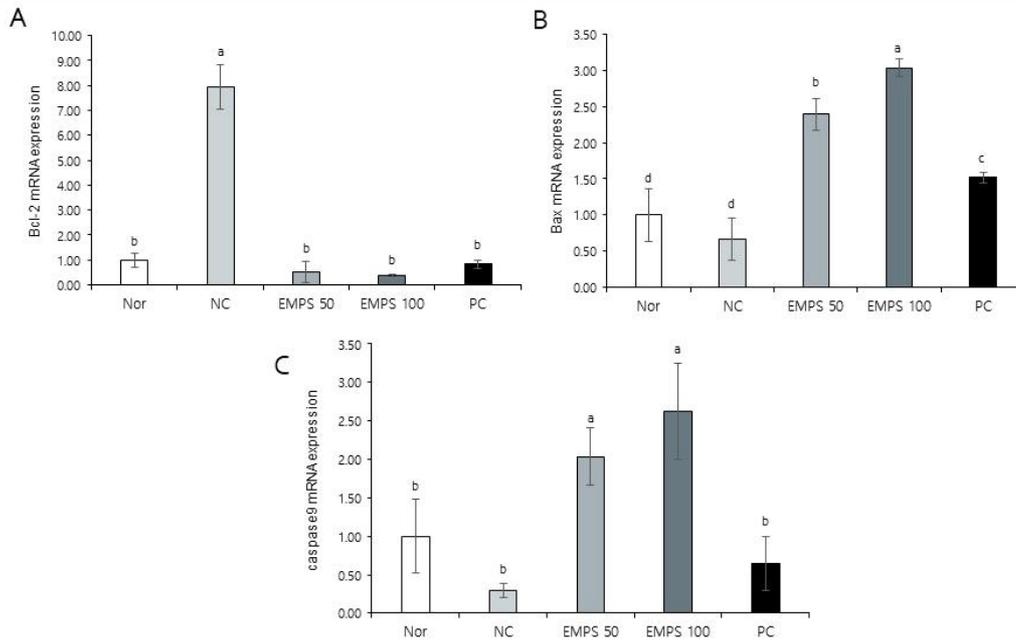
세포의 apoptosis에 관여하는 인자인 Bcl-2 family는 크게 두 가지로 나눌 수 있는데, apoptosis를 억제하는 인자인 pro-survival regulator와 apoptosis를 유도하는 인자인 pro-apoptosis

regulator가 있다. 본 연구에서는 pro-survival regulator인 Bcl-2, 그리고 pro-apoptosis regulator인 Bax의 mRNA 유전자 발현 수준을 비교하였다(Fig. 7). 그 결과, pro-survival regulator인 Bcl-2의 경우, EMPS 50, EMPS 100 및 PC 군과 비교하여 유의적으로 낮게 나타났다( $p < 0.05$ )(Fig. 7A). 한편 apoptosis를 유도하는 Bax의 발현 수준은 EMPS 50, EMPS 100 및 PC 군이 NC(AOM/DSS) 군과 비교하여 유의적으로 높게 나타났고, EMPS 100 군은 이들보다 가장 높게 발현되었음을 알 수 있었다( $p < 0.05$ )(Fig. 7B). Apoptosis(세포 사멸)는 유전자에 의한 세포사멸의 형태로, 손상된 세포, 비정상세포 및 노화된 세포는 이 과정으로 인하여 스스로 사멸되어진다. 암은 정상 세포와 달라서 세포 분열과 성장과정이 비정상적이므로 세포사멸이 정상적으로 이루어지지 않아서 발생하게 된다. 그러므로 암세포의 apoptosis를 활성화시키는 방법은 암의 증식과 발달을 저해하는 효과적인 방법이다.

Bax와 같은 세포사멸과정의 조절제에 의해 조절되어지는 caspase는 전구체인 pro-caspase 형태로 존재하며, 세포사 활성화 회로에 의하여 자극되면 caspase로 분해되면서 세포사멸을 유도하게 된다. 따라서, 분해 형태의 caspase 3 및 9를 분석하면, 세포사멸의 활성화 정도를 확인할 수 있다. caspase 9의 발현 수준은 EMPS 군이 NC(AOM/DSS) 군에 비해 유의적으로 높게 나타났으며 고농도의 EMPS를 섭취한 군에서 가장 높게 발현되었다( $p < 0.05$ )(Fig. 7C).



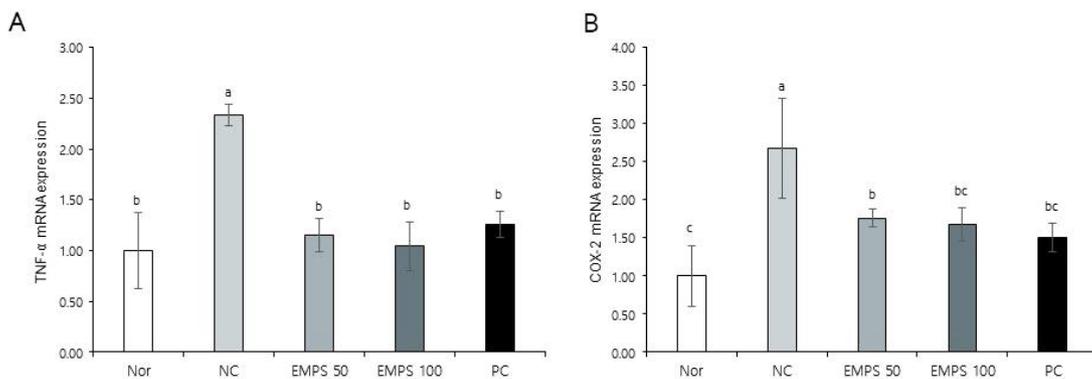
**Fig. 6.** Effects of EMPS of histological observation of colon tissues in C57BL/6 mice with AOM/DSS induced colitis-associated colorectal cancer (H&E staining, 100). A: Nor, B: NC, C: EMPS 50, D: EMPS 100, E: PC. Nor: Normal diet, NC (AOM/DSS): AOM/DSS+Normal diet, EMPS 50: AOM/DSS+50 mg/kg b.w. EMPS, EMPS 100: AOM/DSS+EMPS 100 mg/kg b.w. EMPS, PC (positive control): AOM/DSS+20 mg/kg b.w. 5-FU.



**Fig. 7. Effects of EMPS on colon mRNA expression levels of apoptosis related genes (A: Bcl-2, B: Bax, C: caspase-9) in C57BL/6 mice with AOM/DSS induced colitis-associated colorectal cancer.** Nor: Normal diet, NC (AOM/DSS): AOM/DSS+Normal diet, EMPS 50: AOM/DSS+50 mg/kg b.w. EMPS, EMPS 100: AOM/DSS+EMPS 100 mg/kg b.w. EMPS, PC (positive control): AOM/DSS+20 mg/kg b.w. 5-FU. <sup>a-d</sup>Means with the different letters at the same storage period are significantly different ( $p < 0.05$ ) by Duncan's multiple range tests.

TNF- $\alpha$ (Fig. 8A)와 COX-2(Fig. 8B) 유전자의 mRNA 발현 정도는 Nor 군에 비해 NC(AOM/DSS) 군에서 유의적으로 증가하였다( $p < 0.05$ ). 하지만, EMPS 및 positive control로 5-FU를 투여한 마우스에서 NC(AOM/DSS) 군보다 유의적으로 낮게

나타났다( $p < 0.05$ )(Fig. 8). 따라서 EMPS 군이 NC(AOM/DSS) 군과 비교하여 염증관련 유전자들의 발현을 조절하여 염증 반응을 억제함을 보였고, 이 결과는 대장암의 증상을 완화하는데도 효과적으로 활성을 보였다. COX-2 유전자는 발현이



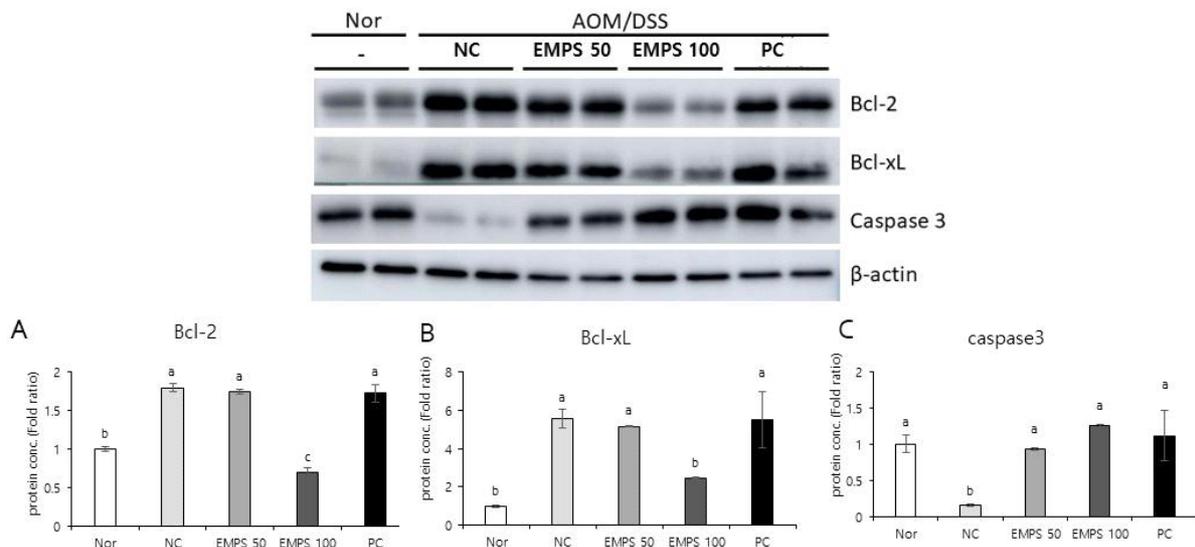
**Fig. 8. Effects of EMPS on colon mRNA expression levels of pro-inflammatory related genes (A: TNF- $\alpha$ , B: COX-2) in C57BL/6 mice with AOM/DSS induced colitis-associated colorectal cancer.** Nor: Normal diet, NC (AOM/DSS): AOM/DSS+Normal diet, EMPS 50: AOM/DSS+50 mg/kg b.w. EMPS, EMPS 100: AOM/DSS+EMPS 100 mg/kg b.w. EMPS, PC (positive control): AOM/DSS+20 mg/kg b.w. 5-FU. <sup>a-c</sup>Means with the different letters at the same storage period are significantly different ( $p < 0.05$ ) by Duncan's multiple range tests.

증가되면 세포사멸과정에 대한 저항성을 나타내면서 염증반응에 이어서 세포의 암세포 분화 및 성장과정에 관여하고 있다. 본 연구에서 COX-2의 mRNA 발현 양은 EMPS 및 PC 군에서 NC(AOM/DSS) 군보다 유의적으로 낮은 것으로 나타남으로써 세포의 암생성 반응을 억제함을 보였다(Fig. 8B). 영지버섯균사체 다당류의 마우스 복강 내 대식세포로 면역기능을 본 결과 세포의 유사분열 능력을 증가시켰고, TNF의 분비를 현저하게 증가시키면서 숙주의 1차 방어작용에 관여하는 것으로 보고하였다(Kim & Kim 1997). 영지버섯 균사체 배양물로부터 유래된 다당체의 항암작용은 대식세포에서 분비되는 물질에 의한 작용, 종양세포에 대한 독성작용 및 숙주의 면역활성 증가에 의한 것으로 보였다(Baek 등 2001; Baek 등 2002; Park 등 2013). 송이버섯 자실체 유래 조다당류의 위암세포에 대한 항암효과 및 면역증강효과가 있음을 보고하였다(Hur 등 2008). 노루궁뎅이 자실체에서 유래된 조다당류 추출물의 B 림파구 알칼라인 포스파타아제 활성 증가, 총 복강 세포수와 백혈구 수를 증가 결과로 면역을 증강시키는 효과로 sarcoma 180에 대하여 항암효과를 보였다(Choi 등 2010). 상황버섯 자실체 열수 추출물이 sarcoma 180에 대한 항암활성이 높게 나타났다(Lee & Seo 2000). 이와 같이 다양한 종류의 버섯 균사체 혹은 자실체 유래 다당류의 면역증강 및 항암 효능을 보여준 결과와 비슷한 결과를 보여주었다.

## 7. Western blot으로 대장 조직 내 단백질 발현 측정

실험동물의 대장 조직 내 단백질 발현을 측정된 결과 EMPS 및 5-FU를 투여한 마우스에서, 대장조직의 Bcl-2(Fig. 9A)와 Bcl-xL(Fig. 9B)의 발현정도가 감소하였고 caspase 3(Fig. 9C)의 단백질 발현은 증가시켰다(Fig. 9). 이 결과는 대장 조직내 관련 유전자들의 mRNA의 발현 정도와 유사하게 나타났고, 전사 수준 및 단백질 발현 수준 정도도 비슷한 결과를 보였다. 일반적으로 세포사멸은 예정세포사 혹은 세포자살이라고 하며, 다세포 생물체에서 일어나는 현상이다. 세포사멸에 의하여 염색질의 응축, 세포막의 기포 형성, 핵의 단편화 현상과 세포사멸체 형성 등의 세포 형태의 변형이 특징이다. 이러한 세포사멸에 관여하는 단백질 발현을 통하여 대장암 유도 시 증가하는 IL-6 발현이 식용버섯 균사체에 의하여 억제됨을 보였다.

흰목이 자실체 추출 다당류는 sarcoma 180으로 복수암을 유발시킨 쥐에서 B림파구의 alkaline phosphatase 효소 활성 증가, 백혈구수 증가 현상을 보이면서 면역력 증가 및 항암효과를 보였다(Oh 등 2006). 치마버섯 균사체 배양물에서 분리된 다당류의 라디칼 제거 효과, 면역 활성능 등 다양한 활성에 기능성 소재 개발 가능성을 보였다(Lee JW 2014). 상황버섯에서 분리되어진 단백질 결합 다당류는 SW480 인간 결장암 세포의 증식과 콜로니 형성 억제, 특정 암세포의 세포 사



**Fig. 9.** Effects of EMPS on colon protein expression levels of apoptosis related protein (A: Bcl-2, B: Bcl-xL, C: caspase-3) in C57BL/6 mice with AOM/DSS induced colitis-associated colorectal cancer. Nor: Normal diet, NC (AOM/DSS): AOM/DSS+Normal diet, EMPS 50: AOM/DSS+50 mg/kg b.w. EMPS, EMPS 100: AOM/DSS+EMPS 100 mg/kg b.w. EMPS, PC (positive control): AOM/DSS+20 mg/kg b.w. 5-FU. <sup>a-c</sup>Means with the different letters at the same storage period are significantly different ( $p < 0.05$ ) by Duncan's multiple range tests.

멸효과로 항종양 효과를 보였다(Li 등 2004). 잎새버섯(*G. frondosa*) 균사체 유래 다당류 추출 분획물의 항암효과를 구강암세포주(KB cell)와 간암세포주(HepG2 cell)에서 암세포 억제 효과를 보였다(Park 등 2012). NO 생성량이 LPS 처리군에 비교하여 상황버섯 균사체 유래한 다당류에서 감소함을 보였고, TNF- $\alpha$ 와 IL-6의 생성량이 높아지면서 면역증강 생리활성 효과가 있음이 연구되었다(Park & Hong 2017). 잎새버섯 자실체에서 추출한 조다당류를 처리한 비장세포는 TNF- $\alpha$ , IL-6, IL-2 및 IL-1 $\beta$  사이토카인 분비량이 1.4배 증가하였고, 백혈구 수가 증가하면서 sarcoma180에 대한 항암효과를 시사하였다(Kim 등 2011). 이와 같이 다양한 종류의 버섯 균사체 또는 자실체 추출 다당류의 항염증 및 항암효과를 보여준 결과와 비슷한 결과를 보였다. 특히 본 연구에서는 식용 백목이버섯 균사체로부터 유래된 다당류의 세포사멸을 유도하고 세포주기를 정지시키며 염증성 사이토카인을 조절하여 대장암 생존 및 증식을 억제할 것이라고 생각된다. AOM 처리에 의한 DNA알킬화에 의하여 암이 유도되었고 AOM/DSS 조합은 만성 염증으로 단기간 내에 대장암을 유도하여 염증을 일으킨 대장 조직에서 식용 백목이버섯 균사체로부터 유래된 다당류가 염증 관련 유전자의 mRNA 및 단백질 발현을 감소시키면서 염증 발생을 억제하면서 대장암에 대한 항암효과를 보여주었다. 백목이버섯 균사체 유래 다당류의 동물실험으로 항암효과와 유사한 연구는 없었으나 다양한 종류의 식용 버섯 추출물로 세포실험에서 면역 및 항암활성이 있었음을 보

였다. 이러한 결과들은 앞으로 결장 혹은 직장암 등 대장조직의 면역개선 및 항암 치료제로서의 활용가치를 제시한다.

8. 장내 미생물 분석

실험동물의 장내 미생물 조성의 phylum level은 Bacteroidetes와 Firmicutes가 장내 주요 미생물이다(Fig. 10A). NC(AOM/DSS) 군에서 Bacteroidetes는 42.4%가 나타나 Nor 군에 비해 증가하였고, Firmicutes는 46.6%의 비율로 Nor 군에 비해 감소하였다. EMPS 투여한 EMPS 50과 EMPS 100 군의 장내 미생물에서 Bacteroidetes의 비율은 각각 43.1%와 31.5%였고, Firmicutes의 비율은 각각 52.1%와 56.9%였다(Fig. 10B). EMPS 투여에 의하여 Bacteroidetes의 비율은 감소하는 경향성을 보이면서 Firmicutes의 비율은 증가하는 경향을 나타냈다. 특히, EMPS 100은 다른 군에 비해 Nor 군과 가장 비슷한 경향을 나타내어 대장암 치료에 효과가 있는 것으로 생각된다. PC 군에서 Bacteroidetes의 비율은 40.6%로 나타나 NC(AOM/DSS) 군에 비해 감소하였고, Firmicutes의 비율은 51.1%로 NC(AOM/DSS) 군에 비해 증가하였으나 그 차이는 크지 않은 것으로 보아 항암제로 인해 장내미생물 균총의 균형이 깨진 것으로 보인다. Bacteroidetes와 Firmicutes의 비율은 Nor 군에 비교하여 NC(AOM/DSS) 군에서 약 40% 증가하는 경향을 보였으나 EMPS를 섭취한 군에서는 이 비율이 감소하는 것을 볼 수 있으며 특히 고농도의 EMPS를 섭취한 EMPS 100 군은 Nor 군과 비슷한 경향성을 나타내었다(Fig.

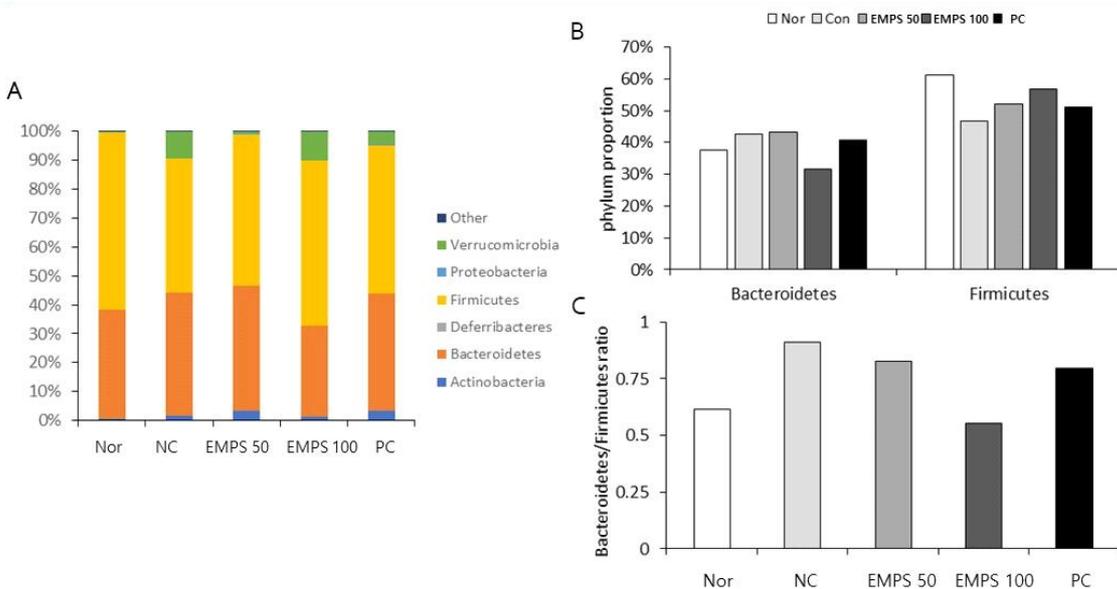


Fig. 10. Gut microbiota composition at the phylum level (A: Composition, B: % of phylum proportion, C: Bacteroidetes/Firmicutes ratio). Nor: Normal diet, NC (AOM/DSS): AOM/DSS+Normal diet, EMPS 50: AOM/DSS+50 mg/kg b.w. EMPS, EMPS 100: AOM/DSS+EMPS 100 mg/kg b.w. EMPS, PC (positive control): AOM/DSS+20 mg/kg b.w. 5-FU.

10C).

비만 및 관련 대사장애, 자가면역질환 및 여러 유형의 암은 장의 세균 불균형 및 미생물 균총 변화 현상을 가져온다 (Gagnière 등 2016). 대장의 dysbiosis(세균 불균형)는 미생물 균총의 변화를 유도하여 미생물 다양성의 손실을 초래한다. AOM/DSS로 처리된 마우스의 대장 상피조직과 점액층은 심각한 손상에 의하여 궤양이 형성되고, 점점 장내 조직들이 파괴되면서 유익균의 수가 감소하고 유해균의 수가 증가한다. 최근 연구에서 대장암 환자는 *Bacteroides fragilis*, *Fusobacterium nucleatum*, *E. coli*, *Shigella*, *Campylobacter*, *Peptostreptococcus* 등이 유의성 있게 증가하고 *Faecalibacterium*, *Blautia*, *Clostridium*이 감소한다고 알려져 있다(Wang 등 2012). 이러한 미생물 변화는 전염증성 병원체를 증가하고 부틸레이트 생성 박테리아를 감소시켜 장내 항상성 불균형(세균 불균형)을 초래하여 종양 형성을 가져온다. 또한 전형적인 대장암 환자에 비교하여 초기 대장암 환자는 미생물 구성이 다르게 나타나면서 장내미생물군의 구성에 따라 종양 진행에 밀접한 관련이 있음을 시사하고 있었다(Yoon CH 2023). 특히 *Firmicutes*는 그람 양성 박테리아이며 짧은 지방산(SCFA)들을 생성하며 대장 상피 세포의 에너지원으로 작용하고 장내 점막 장벽 기능을 회복시키므로 미생물 균총의 변화는 중요한 의미를 갖는다. 만성염증은 암 촉진과 연관되어 발암 과정에서 암세포에 의해 생성된 염증성사이토카인은 염증을 유도한다. 또한, 장내미생물 불균형과 장벽 투과성 증가로 미생물이 결장 염증 현상을 초래하면 용종 현상 즉 대장암의 개시 및 진행이 될 수 있다(Dzutsev 등 2015). 다양한 연구들을 토대로 염증에 의하여 유발된 미생물 균총들의 변화는 대장암의 발달과정에 중요한 역할을 하므로, 식이로 섭취하는 성분에 의하여 장내미생물의 변화를 초래하여 다양한 질병 예방을 도모할 수 있음을 시사한다.

## 요약 및 결론

본 연구의 목적은 AOM/DSS로 유도된 대장암 동물모델에서 EMPS(식용버섯균사체 다당류 : *Tremella fuciformis*)의 항암 효과를 관찰하고자 하였다. 실험군은 Nor(normal), NC(AOM/DSS), EMPS(EMPS 50, EMPS 100), PC(Fluorouracil)군으로 진행하였다. 체중, 대장 길이, 대장조직 내 종양개수, 장기무게, 세포사멸인자 및 전염증성인자의 대장조직 mRNA 발현 및 단백질 발현을 분석하였다.

실험 결과는 AOM/DSS로 유도된 대장암 증상인 체중감소는 EMPS(EMPS 50, EMPS 100) 섭취에 의하여 체중 감소 현상이 억제되면서 체중이 빠르게 회복되었다. 또한 대장 손상으로 대장 길이 감소현상을 EMPS 섭취에 의하여 억제효과

가 유의하게 나타났다. 대장 내 종양의 수는 AOM/DSS 유도군에서 가장 많은 수의 종양을 나타내고, EMPS를 섭취한 군이 종양 발생을 현저하게 감소하였다. 대장 조직의 병리학적 결과에서 AOM/DSS 군에서 대장의 침윤과 종양이 관찰되었으나 EMPS 50, EMPS 100 및 PC 군에서 염증 및 종양이 상당히 완화된 것을 확인할 수 있었다. 세포사멸 억제인자인 Bcl-2 발현은 EMPS 50, EMPS 100 및 PC 군에서 유의적으로 낮게 나타났다, 세포사멸을 유도하는 인자인 Bax의 mRNA 유전자 발현 EMPS 50, EMPS 100 및 PC 군이 AOM/DSS 군과 비교하여 유의적으로 높게 나타났다. 그러므로 암의 발달과 증식을 막는 효과적인 방법은 암세포의 세포사멸을 활성화시키는 것이라고 할 수 있다. 염증관련 TNF- $\alpha$ 와 COX-2 유전자의 mRNA 발현 양은 NC(AOM/DSS) 군에서 유의적으로 증가하였으나 EMPS 및 PC군에서 유의적으로 감소함으로써 세포의 암생성 반응을 억제함을 보였다. 식용 백목이버섯 균사체로부터 유래된 다당류가 염증 관련 유전자의 mRNA 및 단백질 발현을 감소시키면서 대장암에 대한 항암효과를 보여주었다. 마우스의 장내 미생물 조성의 phylum 수준에서 EMPS 투여에 의하여 *Bacteroidetes*의 조성 비율은 감소하는 경향성을 보였고 *Firmicutes*의 비율은 증가하는 경향을 보였다. 이는 염증에 의해 유발된 미생물 균총의 변화가 식이섭취에 의하여 장내미생물의 변화를 초래하여 다양한 질병 예방을 도모할 수 있음을 시사한다.

## 감사의 글

본 논문은 한국생명공학연구원 지원(KGM5482113)을 받아 수행된 연구로 이에 감사드립니다.

## References

- Almeida CA, Barry SA. 2011. Cancer: Basic Science and Clinical Aspects. John Wiley & Sons.
- Baek SJ, Kim YS, Yong HM, Chae JB, Lee SA, Bae WC, Park DW, Kim DY, Lee JW, Park SK. 2002. Antimetastatic effect of proteoglycan isolated from the mycelium of *Ganoderma lucidum* IY009 *in vitro* and *in vivo*. *Yakhak Hoeji* 46:11-17
- Baek SJ, Kim YS, Yong HM, Chae JB, Yun HM, Park DW, Kim DY, Lee JO, Lee JW, Park SK. 2001. Antitumor activities of the proteoglycans from the mycelium of *Ganoderma lucidum* IY009. *Yakhak Hoeji* 45:641-649
- Bin C. 2010. Optimization of extraction of *Tremella fuciformis* polysaccharides and its antioxidant and antitumor activities

- in vitro*. *Carbohydr Polym* 81:420-424
- Boyle P, Langman JS. 2000. ABC of colorectal cancer: Epidemiology. *BMJ* 321:805-808
- Bradford MM. 1976. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Anal Biochem* 72:248-254
- Chang HY. 1998. Mycelial properties of *Tremella fuciformis* and *Hypoxylon* sp. *Korean J Mycol* 26:321-326
- Cheng HH, Hou WC, Lu ML. 2002. Interactions of lipid metabolism and intestinal physiology with *Tremella fuciformis* Berk edible mushroom in rats fed a high cholesterol diet with or without Nebacitin. *J Agric Food Chem* 50:7438-7443
- Cihara G, Hamuro J, Maeda Y, Arai Y, Fukuoka F. 1970a. Fractionation and purification of the polysaccharides with marked antitumor activity, especially lentinan, from *Lentinus edodes* (Berk.) sing. (an edible mushroom). *Cancer Res* 30:2776-2781
- Cihara G, Hamuro J, Maeda Y, Arai Y, Fukuoka F. 1970b. Antitumor polysaccharide derived chemically from natural glucan (pachyman). *Nature* 225:943-944
- Cho SM, Lee JH, Han SB, Kim HM, Yu SH, Yoo ID. 1995. Immuno-stimulating polysaccharides from the fruiting bodies of *Fomitella fraxinea* (II): Isolation and characterization of hot-water extracted polysaccharides. *Korean J Mycol* 23: 340-347
- Choi YI, Lee JS, Lee UY, Lee TS. 2010. Immuno-stimulating and antitumor effects on mouse sarcoma 180 by crude polysaccharides extracted from fruiting body of *Hericium erinaceus*. *J Life Sci* 20:623-631
- Chung JY, Ahn KY, Lee DH, Naruse M, Son YN, Lee JW, Chu SH, Jeon JY, Kim NK. 2011. Analysis of physical activity participation, intention and attitude of patients with colorectal cancer. *J Korean Soc Living Environ Syst* 18:120-128
- Dzutsev A, Goldszmid RS, Viaud S, Zitvogel L, Trinchieri G. 2015. The role of the microbiota in inflammation, carcinogenesis, and cancer therapy. *Eur J Immunol* 45:17-31
- Gagnière J, Raisch J, Veziat J, Barnich N, Bonnet R, Buc E, Bringer MA, Pezet D, Bonnet M. 2016. Gut microbiota imbalance and colorectal cancer. *World J Gastroenterol* 22:501-518
- Ge X, Huang W, Xu X, Lei P, Sun D, Xu H, Li S. 2020. Production, structure, and bioactivity of polysaccharide isolated from *Tremella fuciformis* XY. *Int J Biol Macromol* 148:173-181
- Hur H, Choi YI, Lee TS. 2008. Antitumor and immunopotentiating activity against mouse sarcoma 180 by crude polysaccharides extracted from fruiting body of *Tricholoma matsutake*. *J Life Sci* 18:1290-1298
- Jeong JK. 2012. Improvement of quality and probiotic effect of *meju* and *doenjang* prepared with mixed starter cultures. Ph.D. Thesis, Pusan National Univ. Busan. Korea, pp. 123-180
- Jung KW, Won YJ, Kong HJ, Lee ES, The Community of Population-Based Regional Cancer Registries. 2019. Cancer statistics in Korea: Incidence, mortality, survival, and prevalence in 2016. *Cancer Res Treat* 51:417-430
- Kim H, You J, Jo Y, Lee Y, Park I, Park J, Jung MA, Kim YS, Kim S. 2013. Inhibitory effects of *Phellinus linteus* and rice with *Phellinus linteus* mycelium on obesity and diabetes. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 42:1029-1035
- Kim JH, Cha YJ, Shim JM, Lee MW, Lee TS. 2011. Immuno-stimulating and antitumor effects of crude polysaccharides extracted from fruiting body of *Grifola frondosa*. *Korean J Mycol* 39:68-77
- Kim SW, Kim ES. 1997. Studies on the immunomodulating effects of polysaccharide extracted from *Ganoderma lucidum* on macrophage. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 26:148-153
- Kim SW. 1998. Studies on anti-microbial and anti-cancer functions of polysaccharide extracted from *Ganoderma lucidum*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 27:1183-1188
- Kim YS, Lee BE, Cho KB, Lee YT, Lee DJ. 2000. Antitumor and immunomodulatory activities of mushroom (*Phellinus linteus*) cultured on oak and mulberry. *Korean J Immunol* 22:165-171
- Lee BE, Ryu SY, Kim EH, Kim YH, Kwak KA, Song HY. 2012. Immunostimulating effect of mycelium extract of *Phellinus linteus*. *Korean J Pharmacogn* 43:157-162
- Lee EJ, Park HS, Lee CJ, Kong WS, Koo CD. 2019. Suitable conditions for mycelial culture of *Tremella fuciformis*. *Korean J Mycol* 47:1-12
- Lee ES, Seo BI. 2000. Characteristics of the polysaccharide extracted from *Phellinus linteus*. *Herbal Formula Sci* 8:281-289
- Lee GH. 2018. Study on the remediation effect of *Bombycis corpus* in DSS-induced colitis model. Master's Thesis,

- Konyang Univ. Nonsan. Korea
- Lee JH, Cho SM, Song KS, Han SB, Kim HM, Hong ND, Yoo ID. 1996. Immuno-stimulation activity and characterization of polysaccharides from mycelium of *Phellinus linteus*. *J Microbiol Biotechnol* 6:213-218
- Lee JH. 2010. Improving effect of lactic acid bacteria in DSS-induced colitic mouse model. Ph.D. Thesis, Kyung Hee Univ. Seoul. Korea
- Lee JW. 2014. Antioxidant and immunological activities of polysaccharide extracted from cultured mycelia of *Schizophyllum commune*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 43:1334-1341
- Li G, Kim DH, Kim TD, Park BJ, Park HD, Park JI, Na MK, Kim HC, Hong ND, Lim K, Hwang BD, Yoon WH. 2004. Protein-bound polysaccharide from *Phellinus linteus* induces G<sub>2</sub>/M phase arrest and apoptosis in SW480 human colon cancer cells. *Cancer Lett* 216:175-181
- Lim BO, Hong DP, Yun JY, Jeoung YJ, Lee JY, Chung HG, Choi DK, Choi WS, Cho BG, Park TK, Park DK. 2005. Immunoregulatory effects of *Phellinus linteus* (Berk. et Curt) Teng extract on the cytokine production, T cell population and immunoglobulin E level in murine mesenteric lymph node lymphocytes. *Korean J Med Crop Sci* 13:213-218
- Liu YW, Liang MT, Tsai YC. 2018. New perspectives of *Lactobacillus plantarum* as a probiotic: The gut-heart-brain axis. *J Microbiol* 56:601-613
- Oh YH, Kim SB, Lee GW, Kim HY, Shim MJ, Rho HS, Lee HS, Lee MW, Lee UY, Lee TS. 2006. The immunomodulatory and antitumor effects of crude polysaccharides extracted from *Tremella fuciformis*. *Korean J Mycol* 34:105-111
- Park CH, Lee GM, Nam EJ, Yu YH, Kim YH, Kwon HJ, Yoon OH, Han MD. 2012. Optimum extraction conditions and anticancer effect of functional polysaccharide from mycelia of *Grifola frondosa*. *Korean J Food Nutr* 25:181-187
- Park HM, Hong JH. 2017. Immune-enhancing effects of polysaccharides isolated from *Phellinus linteus* mycelium on *Mori ramulus*. *J Korean Soc Food Nutr* 46:26-33
- Park YJ, Nam JY, Yoon DE, Kwon OC, Kim HI, Yoo YB, Kong WS, Lee CS. 2013. Comparison of anti-inflammatory, antioxidant and anti-allergic effects of *Ganoderma* species mycelial extracts. *J Mushroom Sci Prod* 11:111-115
- Parkin DM, Bray F, Ferlay J, Pisani P. 2005. Global cancer statistics, 2002. *CA Cancer J Clin* 55:74-108
- Shim SM, Im KH, Kim JW, Lee UY, Kim HW, Lee MW, Lee TS. 2003. The immuno-modulatory and antitumor effects of crude polysaccharide extracted from *Daedaleopsis tricolor*. *Korean J Mycol* 31:161-167
- Turnbaugh PJ, Ley RE, Mahowald MA, Magrini V, Mardis ER, Gordon JI. 2006. An obesity-associated gut microbiome with increased capacity for energy harvest. *Nature* 444:1027-1031
- Wang T, Cai G, Qiu Y, Fei N, Zhang M, Pang X, Jia W, Cai S, Zhao L. 2012. Structural segregation of gut microbiota between colorectal cancer patients and healthy volunteers. *ISME J* 6:320-329
- West DW, Slattery ML, Robison LM, Schuman KL, Ford MH, Mahoney AW, Lyon JL, Sorensen AW. 1989. Dietary intake and colon cancer: sex- and anatomic site-specific associations. *Am J Epidemiol* 130:883-894
- Yoo SH, Kang SA. 2021. Anti-inflammatory effects of polysaccharides isolated from *Tremella fuciformis* mycelium on dextran sulfate sodium-induced colitis model. *Korean J Food Nutr* 34:146-155
- Yoon CH. 2023. The role of intestinal microflora in colon cancer. Available from <https://doi.org/10.22800/kisti.kosen.expert.2023.1075> [cited 24 November 2023]
- Yoon JW, Saerom Bio Co., Ltd. 2008. Hypoglycemic exopolysaccharides from *Tremella fuciformis* mycelium and a preparation method thereof. KR Patent 10-2008-0079962

Received 03 May, 2024

Revised 29 May, 2024

Accepted 05 June, 2024

## 올피 분말을 첨가한 가래떡의 품질특성

남 혜 현 · †정 장 호\*

세종대학교 조리외식경영학과 박사과정, \*세종대학교 조리외식경영학과 교수

### Characteristics of Garaetteok with Added Dried Inner Shell Powder of Chestnut

Hye-Hyun Nam and †Chang-Ho Chung\*

Ph.D. Student, Dept. of Culinary and Food Service Management, Sejong University, Seoul 05006, Korea

\*Professor, Dept. of Culinary and Food Service Management, Sejong University, Seoul 05006, Korea

#### Abstract

This study investigated the influence of incorporating chestnut inner shell powder (CISP) at varying levels (0%, 3%, 6%, 9%, and 12% w/w) on the quality, antioxidant potential, and consumer preference of *garaetteok*, a Korean rice cake. Findings revealed a decrease in moisture content and pH with increasing CISP content. Color analysis indicated a reduction in lightness (L) and yellowness (b) values, while redness (a) values increased. Textural properties displayed an increase in hardness, chewiness, and gumminess, but a decrease in springiness, adhesiveness, and cohesiveness with increasing CISP levels. Sensory evaluation for appearance, taste, flavor, texture, and overall preference revealed the sample containing 6% CISP to be the most favorable. Moreover, the antioxidant activity of the *garaetteok* exhibited a positive correlation with increasing CISP content. In conclusion, incorporating 6% CISP resulted in improved quality characteristics for *garaetteok* development, offering enhanced nutritional value, antioxidant properties, and overall consumer preference.

Key words: chestnut inner shell, *garaetteok*, quality characteristics, antioxidant activity, reactive oxygen species

#### 서 론

활성산소는 세포의 정상적인 대사 과정에서 발생하는 부산물로 인해 생성되는 화합물로 적절한 양의 활성산소는 세포로부터 신체를 보호하고 세포의 성장, 사멸, 신호전달을 조절하는 기능을 하지만 과도한 양의 활성산소는 세포막과 핵을 공격해 세포에서 중요한 기능인 단백질, DNA, 지방 등에 산화적 손상을 유발해 심혈관 질환, 당뇨병, 골다공증, 뇌졸중, 신경퇴화, 세포 노화 등 각종 질병 발생의 원인이 된다 (Kim & Kim 2020; Kim & Lee 2021; Park 등 2023). 또한 과도한 운동 시 체내 활성산소를 증가시켜 대식세포와 리소좀의 효소 증가로 발생하는 염증을 유발하고 각종 대사물질과 면역계, 내분비계 등의 와해와 근육을 손상시키는 것으로 알려져 있다 (Lee & Park 2004; Hyong 등 2006). 인체 내에는 활성

산소의 방어체제로 항산화 효소를 지니고 있으나 과도한 운동은 체내의 항산화 효소의 기능을 감소시켜 세포 손상을 유발하는 원인이 된다 (Hyong 등 2006). 따라서 활성산소에서 발생하는 산화스트레스에 대응하기 위해서는 과도한 운동을 피하면서 주기적인 운동을 하는 것이 필요하고 산화방지제를 함유한 채소, 과일, 곡류, 견과류 등의 산화 방지 역할을 하는 식물성 기능성 물질인 ‘파이토케미컬’ 등의 생리 활성 물질이 풍부히 함유된 기능성 식품을 충분히 섭취해야 한다 (Kim & Lee 2021). 이에 따라 항산화제에 대한 연구도 활발히 이루어져 합성항산화제로 butylated hydroxytoluene(BHT), butylated hydroxyanisole(BHA)가 개발되어 사용되어 왔다. 그러나 가격이 저렴하고 효과가 크다는 장점은 있지만 독성으로 인한 안정성에 대해 논란이 발생해 최근 사용이 규제되어 천연항산화제에 관한 연구가 필요한 실정이다 (Oh 등 2004; Kim

† Corresponding author: Chang-Ho Chung, Professor, Dept. of Culinary and Food Service Management, Sejong University, Seoul 05006, Korea. Tel: +82-2-3408-3222, E-mail: cchung@sejong.ac.kr

등 2018a).

올피는 너도밤나무과의 다년생 초목인 밤나무 열매 속껍질로 tannin acid, catechin, gallic acid, coumarin 등의 항산화 성분을 다량 함유해 체내에서 활성산소종을 제거할 수 있는 천연항산화제로의 활용이 가능하다(Park 등 2022). 올피는 짙은맛으로 인해 식품 가공 과정 중 대부분이 폐기되어 식품으로서의 이용 가치가 낮으나 자원 순환에 대한 관심이 높아지며 올피를 활용한 항산화제에 관한 연구가 활발히 이루어지고 있다(Kim 등 2014a). 올피 내의 tannin 성분은 항산화능이 뛰어나 항산화제로의 사용이 많아지고 있고 올피와 함께 제거되는 전분의 이용 가치도 높아지고 있다(Jeon & Park 2000; Cho SJ 2003; Joo & Choi 2014). 또한 올피의 폴리페놀 성분은 항산화 효과를 많이 함유하여 혈액순환을 원활히 하고 피로 회복에 도움을 주며, 항암, 항알러지, 뇌졸중 예방, 항염증, 면역증강 등에 효능이 뛰어나다고 알려져 있다(Lee 등 2008; Kim & Kim 2020). 그리고 올피 추출물과 분획물은 활성화된 비만 세포에서 분비되는 사이토카인의 생성량을 억제하여 체중조절에 도움이 되는 것으로 나타났다는 연구가 있으며(Jun 등 2013), Lee SG(2010)의 연구에 의하면 지방 전구세포인 3T3-L1 세포를 지방세포 유도하는 과정 중 올피 추출물 100  $\mu\text{m}/\text{mL}$ 로 처리시 triglyceride가 약 46% 억제되는 것으로 나타났다. 피부 미용 분야에서 올피의 기능은 주름 개선과 피부 미백에 효과가 있다고 알려져 있고(Yang 등 1999; Jang 등 2011; Gu 등 2018), 아토피 피부를 효과적으로 개선 시켜주는 것으로 보고 되어 왔다(Choi 등 2013; Kim 등 2013). 올피의 사업 분야 연구 면에서는 올피의 중금속 흡착 기능과(Lee 등 2009a), 가공한 면직물의 항균성과 항산화성에 관한 연구가 있다. (Hong KH 2021). 현재 올피를 이용한 식품 관련 연구로는 쿠키(Shin & Kim 2017), 양갱(Lee & Surh 2021), 탁주(Jung 등 2006), 돈육 패티(Joo & Choi 2014)에 관한 연구가 있으나 그 외 다양한 식품에 적용한 연구가 부족하고 전통 식품으로 개발된 사례로는 양갱과 탁주 외에는 보고된 바가 없어 식품 부산물인 올피가 식품산업화에 이용 개발된 연구 사례가 부족한 상황이다.

떡은 농업의 시작과 함께 발생한 식품으로 농업이 발달하고 토산약재와 의학 연구가 활발한 조선 시대에 가장 많은 종류의 떡이 만들어져 왔으며 종교 행사, 통과례, 시식과 절식으로 사용 되어 왔고 약재를 가미하거나 다른 부재료를 첨가한 다양한 종류의 떡으로 발전되어 왔다(Won 등 2008). 최근 시대의 변화에 따라 COVID-19에 따른 간편식의 수요가 증가하고 건강에 관한 관심이 많아지며 소화가 잘되는 쌀 가공품에 대한 관심이 고조되고 있어 2021년 떡류 생산량이 40만 톤을 넘어서고 떡류 시장이 급성장하고 있다(aT 2020). 전통 떡 중 인지도가 높은 떡인 가래떡은 도병의 일종으로 다

양한 부재료를 첨가하여 만들어지며 주식과 간식으로 이용되어 왔으나(Park 등 2011; Kim 등 2014b) 탄수화물의 함량이 높아 과량 섭취 시 비만과 당뇨 등을 유발할 수 있다는 단점이 있다(Lee SH 2016). 이런 단점을 보완하기 위해 쌀가루를 대신해 첨가할 수 있는 다양한 부재료를 첨가한 떡에 대한 연구들이 많이 보고되고 있다. 인삼 분말 떡볶이용 가래떡(Lee 등 2011), 손바닥선인장 열매 분말을 첨가한 가래떡(Lee 등 2009b), 사과 박 식이섬유 분말을 첨가한 가래떡의 노화억제 효과(Park 등 2011), 표고버섯 분말 첨가 가래떡(Hyun 등 2014), 프리카 분말 가래떡(Kim 등 2018b), 송기 가래떡(Woo 등 2016), 생미강 첨가 가래떡(Choi EH 2009) 등의 부재료 첨가 떡에 관한 선행연구들이 보고되고 있다.

이에 본 연구는 식품 가공 중 폐기되는 올피를 식품 자원으로 재활용하여 산업적인 가치를 높이며 다양한 식품을 개발하고 버려지는 자원을 활용하여 환경을 보호하며 우리 전통 음식인 가래떡에 올피를 첨가하여 올피 가래떡의 품질특성과 항산화 효과를 평가하고자 한다.

## 재료 및 방법

### 1. 실험재료

올피 분말은 2023년 9월에 충청남도 공주에 위치한 명가 밤에서 구매한 밤의 껍질을 벗겨 열풍건조기(Hanil machinery Co., Ltd, Jangseong, Korea)를 이용해 55°C에서 24시간 건조 후 60 mash 망체가 부착된 분쇄기(Pungjin machinery Co., Ltd, Busan, Korea)를 이용해 분말로 제조하였다. 가래떡 제조를 위한 재료로 멥쌀(Nonghyup, Pyeongtaek, Korea)과 소금(Sinan Solar Salt Co., Ltd, Sinan, Korea)은 평택 농협 마트에서 구입하여 실험 재료로 사용하였다.

### 2. 올피분말 첨가 가래떡의 제조

올피 분말 첨가 가래떡의 배합비는 Shin SM(2019)과 Park & Shim(2022)의 선행연구를 참고하여 수차례의 예비 실험을 통해 산출하였다(Table 1). 멥쌀을 5회 수세 후 상온에서 8시간 침지 시킨 후 체에 밭쳐 30분간 물기를 뺀 후 roll mill(Daekwang machinery Co., Ltd, Hanam, Korea)을 이용하여 1회 분쇄한 후 소금과 물을 첨가해 다시 한번 분쇄하여 가래떡 제조용 쌀가루로 사용하였다. 올피 분말은 전체 가루 중량인 1,000 g 기준으로 0%, 3%, 6%, 9%, 12% (w/w)비율로 첨가한 후에 스팀 보일러(Ssangma Machine Co., Ltd, Gyeongsan, Korea)를 이용하여 증기에서 10분 동안 쪄 다음 5분간 뜸을 들인 후에 압출 성형기(Samwoo Machinery Co., Ltd, Kimhae, Korea)를 이용하여 가래떡을 제조하였다. 이러한 과정을 통해 제조한 가래떡은 상온에서 20분간 방랭한 후에 10 cm 길

**Table 1. Formula for the preparation of garaedduk with added CISP**

Ingredients	Additional ratio (%; w/w)				
	0	3	6	9	12
CISP	0	30	60	90	120
Soaked rice powder	1,000	970	940	910	880
Salt	10	10	10	10	10
Water	300	300	300	300	300
Total	1,310	1,310	1,310	1,310	1,310

CISP: chestnut inner shell powder.

이로 잘라 밀봉 후 실험 재료로 사용하였다.

### 3. 율피 분말 첨가 가래떡의 품질특성

#### 1) 수분 함량 측정

AOAC(1990) 분석법(Official method)에 따라 가래떡의 수분 함량을 상압 가열건조법으로 측정하였다. 칭량 접시를 drying oven(DI-0560, Century Science Co., Ltd, Seoul, Korea)에서 24시간 동안 충분히 건조 시킨 후 데시케이터에서 방냉하여 항량을 확인한 후 사용하였다. 시료 2 g을 drying oven을 이용하여 105°C에서 24시간 동안 건조한 뒤 방냉하여 항량이 구해질 때까지 반복하여 측정하였다. 항량 확인 후 3회 반복하여 수분 함량(%)를 측정하였다.

#### 2) pH 측정

가래떡의 pH는 10 g을 취하여 90 mL의 증류수와 함께 homogenizer(PT-2100, Kinematica AG, Luzern, Switzerland)로 15,000 rpm에서 15분간 균질화를 시켰다. 균질화 시킨 시료액의 상등액을 취해 Whatman No. 2(Whatman plc, Kent, UK)로 여과한 다음 여액을 pH meter(TOA HM-7E, TOA Electric Ltd, Tokyo, Japan)로 3회 반복하여 측정하였다. 원물인 율피 분말의 pH도 위와 동일한 방법으로 측정하였다.

#### 3) 색도 측정

가래떡의 색도는 색차계(CR-200b, Minolta Co., Ltd, Osaka, Japan)를 사용하여 L값(lightness, 명도), a값(redness, 적색도), b값(yellowness, 황색도)을 시료별로 3회 반복하여 측정한 후에 평균값과 표준편차로 나타내었다. 색도를 측정하기 전에 색차계의 보정을 위해서 표준 백색판을 사용하여 L, a, b값을 측정하였고, 이때 L, a, b값은 96.73, -0.03, 3.73이었다. 원물인 율피 분말의 색도도 위와 동일한 방법으로 측정하였다.

#### 4) 기계적 조직감 측정

가래떡의 기계적 조직감 측정은 사방 2 cm 크기로 자른 가래떡을 texture analyzer(TAXT-plus, Stable Micro System Ltd, US)를 사용하여 경도(hardness), 탄력성(springiness), 부착성(adhesiveness), 씹힘성(chewiness), 검성(gumminess), 응집성(cohesiveness) 등의 조직감 특성을 TPA(texture profile analysis) test mode로 7회 반복 측정하였다. 이때 측정조건은 pre-test speed는 5.0 mm/s, test speed는 1.7 mm/s, compressed 60%, distance는 10.0 mm, trigger force는 5.0 g probe는 P/20(stainless steel)로 기계적 조직감을 측정하였다.

#### 5) 기호도 평가

가래떡의 기호도 평가는 관능 평가에 자의적으로 참여할 의사가 있는 30명을 대상으로 시료의 특성에 관한 정보와 관능 평가에 필요한 검사 방법에 대해 충분한 훈련을 진행한 후에 관능 평가에 참여하도록 하였다. 오후 2시에 기호도 평가를 진행하였고, 일회용 종이 접시에 각각의 시료를 담아 패널들에게 제공하였다. 이때 관능 평가 시료에 대한 편견이 없도록 난수표에서 추출한 네 자리 숫자가 쓰인 표지를 가래떡이 담겨있는 종이 접시에 부착하여 제공하였고, 패널들이 기호도 평가 중에 시료의 관능적 특성이 혼동되지 않도록 한 시료를 평가한 후에 입 안을 행구고 다시 평가할 수 있도록 물과 함께 일회용 컵을 패널들에게 제공하였다.

기호도 평가는 율피 분말 가래떡의 외관(appearance), 향(flavor), 맛(taste), 조직감(texture), 전반적인 기호도(overall preference)를 평가할 수 있도록 진행하였으며, 9점 척도법으로 기호도가 높을수록 높은 점수를 주도록 하였다. 본 기호도 평가는 세종대학교 생명윤리위원회의 심의 및 승인 과정을 거친 후에 수행하였다(SURB-HR-2023-017).

### 4. 율피 분말 첨가 가래떡의 항산화 활성

#### 1) 항산화 추출물 제조

가래떡을 시료별로 10 g을 취하여 90 mL의 증류수와 함께 homogenizer(PT-2100, Kinematica AG, Luzern, Switzerland)로 15,000 rpm에서 15분간 균질화를 시켰다. 균질화시킨 시료액의 상등액을 취해 Whatman No. 2(Whatman plc, Kent, UK)로 여과한 다음 -5°C 이하 냉장고(R-B141GD, LG Electronics, Seoul, Korea)에서 보관하면서 항산화 활성 실험에 사용하였다.

#### 2) DPPH 라디칼 소거활성 측정

가래떡의 DPPH 라디칼 소거활성(DPPH radical scavenging activity)은 Blois MS(1958) 방법을 응용하여 측정하였다. 율피 분말을 첨가한 가래떡을 10배 희석하여 사용하였으며 DPPH

(2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazul, Sigma-Aldrich Chemical Co., USA) 용액은 흡광도 값이  $0.9(\pm 0.02)$ 가 되도록 ethanol로 보정하여 사용하였다. 시료 추출액 0.2 mL와 DPPH 0.2 mM 0.8 mL를 넣고 혼합하여 실온의 암실에서 10분간 반응시킨 후 UV-Vis Spectrophotometer를 사용하여 517 nm에서 흡광도를 3회 반복하여 측정하였으며 Blank는 ethanol를 사용하였다. 시료 첨가군과 무첨가군 흡광도 차이는 백분율로 하여 DPPH 라디칼 소거 활성을 산출하였다.

### 3) 총 폴리페놀 함량 측정

총 폴리페놀 함량은 Folin & Denis(1915)의 방법과 Fernanda 등(2021)의 방법을 변용하여 측정하였다. 올피를 첨가한 가래떡을 증류수로 10배 희석한 시료 200  $\mu$ L와 50% Folin-Ciocalteu 용액 200  $\mu$ L를 혼합하고 실온에서 5분간 방치한 후 7%  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  용액 2 mL를 가하고 실온에서 90분간 반응시켜 UV-Vis Spectro-photometer로 760 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질은 garlic acid(Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA)의 검량선을 이용하여  $\mu\text{g}/\text{mL}$  garlic acid equivalent (GAE)로 나타내었다.

### 5. 통계분석

본 연구의 모든 결과는 SPSS for Window(ver 22.0, SPSS Inc, Chicago, IL, USA) 프로그램을 사용하여 일원 분산분석(One-way ANOVA)으로 시료 간의 평균 차이를 검정하였고 각 시료 간의 유의적인 차이는 Duncan's multiple range test로 사후검정을 시행해 시료 간의 구체적인 차이를 분석하였다( $p < 0.05$ ).

## 결과 및 고찰

### 1. 올피 분말 첨가 가래떡의 품질특성

#### 1) 수분 함량 및 pH

올피 분말을 첨가한 가래떡의 수분 함량과 pH 측정 결과는 Table 2에 나타내었다. 올피 분말을 첨가한 가래떡의 수분 함량은 올피 분말을 첨가하지 않은 무첨가군이 55.27%로 가장 높았고 올피 분말 3% 첨가군이 51.19%, 6% 첨가군이 50.50%, 9% 첨가군이 48.87%, 12% 첨가군이 48.26%로 나타나 올피 첨가량이 증가할수록 수분 함량은 감소하는 것으로 나타났다( $p < 0.001$ ). 가래떡의 재료인 쌀가루의 수분 함량은 50.84%로 올피 분말의 수분 함량 12.11%보다 약 4.12배 많은 편으로 나타났다. 가래떡은 제조 시 수분 함량이 높은 습식 멥쌀가루를 이용해 제조하므로 올피 분말 첨가량이 늘어날수록 수분 함량이 높은 멥쌀가루의 비율이 줄어들면서 가래

**Table 2. Moisture content and pH of garaedduk with added CISP**

Additional ratio (%, w/w)	Moisture content (%)	pH
0	55.27 $\pm$ 0.42 <sup>c1)2)</sup>	6.23 $\pm$ 0.06 <sup>d</sup>
3	51.19 $\pm$ 0.66 <sup>b</sup>	6.13 $\pm$ 0.15 <sup>c</sup>
6	50.50 $\pm$ 0.28 <sup>b</sup>	6.05 $\pm$ 0.15 <sup>b</sup>
9	48.87 $\pm$ 0.78 <sup>a</sup>	5.94 $\pm$ 0.03 <sup>a</sup>
12	48.26 $\pm$ 0.18 <sup>a</sup>	5.92 $\pm$ 0.024 <sup>a</sup>
<i>F</i> ( <i>p</i> )	85.203(<0.001) <sup>***</sup>	94.982(<0.001) <sup>***</sup>

1) Each value represents Mean $\pm$ S.D. (n=3).

2) Values with different letters (<sup>a-d</sup>) within the same column differ significantly ( $p < 0.05$ ) through one-way ANOVA followed by Duncan's multiple range test.

\*\*\*  $p < 0.001$ .

떡의 수분 함량이 줄어드는 것으로 판단하였다(Nam & Sim 2021). 본 연구와 유사한 결과로는 볶음 미강(Choi & Lee 2010), 탈지미강(Choi EH 2013), 표고버섯(Hyun 등 2014), 송기(Woo 등 2016) 등 부재료 첨가량이 증가할수록 가래떡의 수분 함량이 감소하는 것으로 나타났다. 그러나 올피 분말 9% 첨가비와 12% 첨가비에서는 유의적인 차이가 없는 것으로 나타났다. 이는 밤 가공 시 50%의 밤 껍질 폐기물이 발생하는데 폐기물은 밤 속껍질과 밤 살로 구분되고 이 중 약 25%가 밤의 내부 부분인 밤 살의 주요성분으로 전분이다. 밤 전분은 물 결합 능력이 높아 물과 함께 가열하여 호화 시키면 겔 형태를 만들 수 있는 특성이 있어 이를 식품 가공에 사용하기도 한다(Cho SJ 2003). Jeon & Park(2000)의 연구에 의하면 순수 밤 전분의 물 결합 능력은 175%이고 밤껍질에서 분리한 전분의 물 결합 능력은 216.5%로 보고되었고 밤껍질에서 분리한 전분은 순수한 밤 전분보다 섬유소나 기타 물질을 많이 함유하여 수분 결합 능력이 높으며 전분 입자의 결정성 부분과 비결정성 부분의 비율에 따라 수분 흡수력이 달라진다고 보고되었다. 특히 열풍건조로 분리된 밤 전분이 순수한 밤 전분보다 수분 결합 능력이 높고 amylase 함량이 높아  $\beta$ -amylase의 분해 한도도 높은 것으로 나타났다. 그러나 식품의 높은 수분 함량은 세균과 곰팡이의 증식을 유발하고(Jo & Kim 2022) 조직감을 저해하는 부정적 영향을 주므로 기호도가 가장 높았던 6% 첨가비로 가래떡을 제조하는 것이 안전할 것으로 판단된다. 올피 분말을 첨가한 가래떡의 pH는 올피 분말 무첨가군이 6.23으로 가장 높았고 12% 첨가군이 5.92로 가장 낮아 올피 분말의 첨가량이 늘어날수록 pH가 감소하는 경향을 보였다( $p < 0.001$ ). 도정한 후의 쌀은 pH 7.0~7.5 수준의 알칼리성을 지니지만 도정한 후 24개월 이상이

지나면 pH가 감소하여 산성에 가까워진다(Kwak 등 2018; Park & Sim 2022). 그러므로 각각 다른 시기에 도정된 쌀가루로 만들어지는 떡은 도정된 시점의 쌀가루가 함유한 pH의 영향을 많이 받게 되는데 식품 내의 pH는 식품의 품질에 영향을 주어 낮아질수록 저장성이 높아지고 조직감이 단단해져 산미료로 활용하는 경우가 많다(Kim 등 2018b; Park & Sim 2022). 율피 분말의 pH는 가래떡의 pH보다 낮아 떡의 저장성에 긍정적 영향을 미치기도 하지만 기호도 면에서는 낮은 pH가 떡의 경도를 증가시켜 조직감에 부정적 영향을 줄 수 있으므로 기호도가 가장 높았던 6% 첨가비로 가래떡을 제조 시 조직감이 최적일 것으로 판단된다.

## 2) 색도

율피 분말을 첨가한 가래떡의 색도 측정 결과는 Table 3과 같다. 율피 분말 첨가 가래떡의 명도(lightness)를 나타내는 L 값은 율피 분말 무첨가군이 82.58로 가장 높았고 율피 분말의 첨가량이 증가할수록 L값은 낮아져 율피 분말 3% 첨가군이 58.71, 6% 첨가군이 55.34, 9% 첨가군이 53.59, 12% 첨가군이 49.85로 율피 분말 첨가량에 비례해 명도가 감소하는 것으로 나타났다( $p<0.001$ ).

율피 분말 첨가 가래떡의 적색도(redness)를 나타내는 a값은 율피 분말 첨가량에 비례해 증가하는 것으로 나타났는데 무첨가군은 -1.57로 가장 낮았고 12% 첨가군이 9.59로 가장 높게 나타났다( $p<0.001$ ).

율피 분말 첨가 가래떡의 황색도(yellowness) b값은 첨가량에 따라 증가하는 것으로 나타나 무첨가군이 3.34로 가장 낮았고 3% 첨가군과 6% 첨가군이 14.44, 13.29로 높게 나타났으나 9% 첨가군과 12% 첨가군에서는 10.58, 9.80으로 오히려

감소하였다. 율피 분말의 L값은 68.40, a값은 1.21, b값은 19.65로 쌀가루의 L값인 91.62에 비해 낮고, a값은 -0.56, b값은 6.07로 쌀가루 보다 높아서(Choi & Sim 2021) 율피 분말 첨가량이 증가할 수록 명도는 낮아지고 적색도는 높아지는 것으로 나타났다. 본 연구와 유사한 결과는 율피 분말 첨가 쿠키(Shin & Kim 2017)의 연구에서도 확인되었는데 율피 분말이 증가할수록 L값과 b값은 감소하고 a값은 증가하는 경향을 보였다. 이런 결과는 떡을 증자하는 과정에서 고온 가열된 증기가 율피의 색소 성분과 반응하여 갈색화가 진행되어 명도와 황색도는 낮아지고 적색도는 높아진 것으로 판단된다. 그러나 율피 분말을 첨가한 양갱(Lee & Surh 2021), 돈육패티(Joo & Choi 2014) 등의 연구에서는 율피 분말의 첨가량이 증가할수록 적색도와 황색도를 나타내는 a값과 b값이 증가하는 경향을 보였다. 이런 결과는 율피에 존재하는 fructose, glucose, maltose, sucrose 등이 가열 시 당에 의한 caramelization 반응이 일어나거나 율피 내에 존재하는 glutamic acid, aspartic acid 등의 아미노산이 환원당과 반응해 maillard 현상을 일으켜 색도에 영향을 주었을 것으로 보인다(Joo & Choi 2014). 특히 탄닌 함량이 높은 율피는 분말 제조 시 조직이 파괴되고 산소와 접촉 시 일어나는 효소적 갈변반응이 진행되어 적색도와 황색도가 높아진다(Lee & Surh 2021). 따라서 식품 조리 시 고온 가열이나 습열 조리 등의 조리 방법과 첨가하는 부재료에 따라 색도가 변하는 것을 알 수 있다.

## 3) 기계적 조직감

율피 분말을 첨가한 가래떡의 기계적 조직감 측정 결과는 Table 4와 같다. 율피 분말 첨가 가래떡의 경도(hardness)와 검성(gumminess), 씹힘성(chewiness)은 무첨가군이 각각 1.63 kgf, 0.74 kgf, 8.20 kgf 등으로 가장 낮았고 12% 첨가군이 3.70 kgf, 1.46 kgf, 15.13 kgf 등으로 율피 분말 첨가량이 증가할수록 경도, 검성, 씹힘성이 증가하는 것으로 나타났다( $p<0.001$ ). 반면에 부착성(adhesiveness), 탄력성(springness), 응집성(cohesiveness)은 율피 분말 첨가량이 증가할수록 감소하는 것으로 나타나 무첨가군이 각각 0.10 kgf, 11.08 mm, 0.46 kgf 등으로 가장 높았고 12% 첨가군에서 각각 0.08 kgf, 10.35 mm, 0.34 kgf 등으로 율피 분말 첨가량이 증가할수록 감소하는 것으로 나타났다. 가래떡은 수침한 쌀가루에 의해 제조되므로 쌀가루 물성은 전분의 호화나 노화에서처럼 수분의 영향을 일반적으로 많이 받는다. 또한 쌀가루의 수분 결합력은 품종, 수확 시기, 도정, 건조, 저장 방법, 수침 시간 등에 따라 달라지며 가래떡의 경도와 씹힘성에 영향을 준다(Shin 등 2016). 따라서 수분 함량이 높은 가래떡은 식이섬유와 같은 수분 보유력이 높은 부재료의 영향을 많이 받아 부재료의 함량이 높을수록 경도와 씹힘성이 증가하게 된 것으

**Table 3. Color values of garaedduk with added CISP**

Additional ratio (%, w/w)	L (Lightness)	a (Redness)	b (Yellowness)
0	82.58±0.22 <sup>e1)2)</sup>	-1.57±0.02 <sup>a</sup>	3.34±0.75 <sup>a</sup>
3	58.71±0.0 <sup>d</sup>	7.58±0.04 <sup>b</sup>	14.44±0.16 <sup>c</sup>
6	55.34±0.46 <sup>c</sup>	8.41±0.42 <sup>c</sup>	13.29±0.19 <sup>d</sup>
9	53.59±0.51 <sup>b</sup>	8.71±0.26 <sup>d</sup>	10.58±0.27 <sup>c</sup>
12	49.85±0.42 <sup>a</sup>	9.59±0.26 <sup>e</sup>	9.80±0.34 <sup>b</sup>
F	507.935	63.251	56.163
(p)	(<0.001) <sup>***</sup>	(<0.001) <sup>***</sup>	(<0.001) <sup>***</sup>

<sup>1)</sup> Color values (n=5) represents Mean±S.D., respectively.

<sup>2)</sup> Values with different letters (<sup>a-c</sup>) within the same column differ significantly ( $p<0.05$ ) through one-way ANOVA followed by Duncan's multiple range test.

<sup>\*\*\*</sup>  $p<0.001$ .

**Table 4. Texture profile analysis of garaedduk with added CISP**

Sensory attributes	Additional ratio (% w/w)					F/ $\chi^2$ (p)
	0	3	6	9	12	
Hardness (kgf)	1.63±0.12 <sup>a1)2)</sup>	2.57±0.28 <sup>b</sup>	3.41±0.29 <sup>c</sup>	4.12±0.25 <sup>c</sup>	3.70±0.51 <sup>d</sup>	68.144(<0.001) <sup>***</sup>
Adhesiveness (kgf)	0.10±0.05	0.12±0.10	0.14±0.04	0.08±0.35	0.08±0.02	1.304(<0.291) <sup>*</sup>
Springiness	11.08±0.04 <sup>b</sup>	10.35±0.60 <sup>ab</sup>	9.76±0.51 <sup>a</sup>	10.40±0.40 <sup>ab</sup>	10.35±0.31 <sup>ab</sup>	3.882(<0.012) <sup>*</sup>
Chewiness	8.20±1.03 <sup>a</sup>	11.12±1.29 <sup>b</sup>	13.56±0.70	17.46±1.83 <sup>c</sup>	15.13±2.28 <sup>d</sup>	38.223(<0.001) <sup>***</sup>
Gumminess	0.74±0.09 <sup>a</sup>	1.07±0.09 <sup>b</sup>	1.39±0.08 <sup>c</sup>	1.68±0.17 <sup>c</sup>	1.46±0.20 <sup>d</sup>	52.886(<0.001) <sup>***</sup>
Cohesiveness	0.46±0.07 <sup>c</sup>	0.42±0.03 <sup>bc</sup>	0.41±0.01 <sup>abc</sup>	0.41±0.04 <sup>ab</sup>	0.34±0.01 <sup>a</sup>	2.711(<0.049) <sup>*</sup>

<sup>1)</sup> Each value represents Mean±S.D. (n=7).

<sup>2)</sup> Values with different letters (<sup>a-d</sup>) within the same row differ significantly ( $p<0.05$ ) through one-way ANOVA followed by Duncan's multiple range test.

<sup>\*</sup> $p<0.05$ , <sup>\*\*\*</sup> $p<0.001$ .

로 판단되었다(Kang 등 2012). 이런 결과는 올피 분말을 첨가한 쿠키(Shin & Kim 2017), 돈육 패티(Joo & Choi 2014) 등의 연구에서도 유사하게 올피 첨가량이 증가할수록 경도와 씹힘성이 증가하는 것으로 나타났다. 반면 올피 분말 첨가 양(Lee & Surh 2021) 연구에서는 올피 분말이 증가할수록 경도와 씹힘성은 감소하는 것으로 나타나 올피 분말을 첨가한 식품의 종류에 따라 전분의 양이 줄어들고 식이섬유가 증가하는 정도에 따라 경도와 씹힘성에 차이가 나타난 것으로 보인다.

가래떡의 탄력성과 응집성의 경우 무첨가군이 각각 11.08 mm, 0.46 kgf로 12% 첨가군이 10.35 mm, 0.34 kgf로 나타나 첨가량이 증가할수록 낮아지는 경향을 나타냈다. 탄력성은 내부 결합력에, 응집성은 내부 밀도와 관련 있는 특성으로 형태를 유지하려는 힘을 의미하는데 첨가량이 증가할수록 쌀가루의 양은 감소하고 올피 분말의 양이 증가하여 올피의 식이섬유가 탄력성과 응집성을 감소시키는 것으로 판단된다(Lee 등 2011). 본 연구에서는 올피 분말 첨가량이 증가할수록 경도와 씹힘성, 겉성은 증가하는 것으로 나타났고 탄력성과 응집성, 부착성은 감소하는 것으로 나타났다.

#### 4) 항산화 활성

올피 분말 첨가 가래떡의 항산화 활성을 측정한 결과는 Table 5와 같다. 총 페놀 함량(total phenolic content)은 올피 분말 무첨가군이 1.52 mg GAE/100 g으로 가장 낮았고 올피 분말 12% 첨가군이 4.96 mg GAE/100 g으로 가장 높게 나타나 올피 분말 첨가량이 높아질수록 가래떡의 총 페놀 함량도 증가하는 것으로 확인되었다( $p<0.001$ ). DPPH 라디칼 소거 활성(DPPH radical scavenging activity)은 올피 분말 무첨가군이 1.38%, 올피 분말 3% 첨가군이 11.13%, 올피 분말 6% 첨가군이 22.99%, 올피 분말 9% 첨가군이 35.91%, 올피 분말 12%

**Table 5. DPPH radical scavenging activity (%) and total phenolic content (mg GAE/100 g) garaedduk with added CISP**

Additional ratio (% w/w)	DPPH radical scavenging activity (%)	Total phenolic content (mg GAE/100 g)
0	1.38±0.15 <sup>a1)2)</sup>	1.52±0.27 <sup>a</sup>
3	11.13±0.71 <sup>b</sup>	1.91±0.00 <sup>b</sup>
6	22.99±0.55 <sup>c</sup>	2.72±0.18 <sup>c</sup>
9	35.91±1.21 <sup>d</sup>	3.08±0.14 <sup>d</sup>
12	48.69±0.85 <sup>e</sup>	4.96±0.14 <sup>e</sup>
F (p)	1,785.318(<0.001) <sup>***</sup>	1,270.183(<0.001) <sup>***</sup>

<sup>1)</sup> Each value represents Mean±S.D. (n=3).

<sup>2)</sup> Values with different letters (<sup>a-e</sup>) within the same column differ significantly ( $p<0.05$ ) through one-way ANOVA followed by Duncan's multiple range test.

<sup>\*\*\*</sup> $p<0.001$ .

첨가군이 48.69%로 올피 분말 첨가량이 늘어날수록 DPPH 라디칼 소거 활성이 증가하는 경향을 보였다( $p<0.001$ ). 특히 올피 분말 12% 첨가군이 무첨가군보다 약 35배 정도 DPPH 소거 활성이 높은 것으로 나타났다. 본 연구와 같이 올피 분말의 첨가량이 증가할수록 가래떡의 항산화 활성이 증가하는 것은 식물성 페놀화합물인 gallic acid와 ellagic acid가 풍부히 함유되었기 때문에 밤의 속살보다 내피에 항산화 성분이 더 많이 함유된 것으로 보고 되었다(Jeon 등 2020). 특히 gallic acid는 많은 식물에서 유리된 상태나 갈로타닌 상태로 결합되어 있는 물질로 물에 잘 녹는 수용성으로 고온 증자로 만들어지는 가래떡의 제조 특성으로 인해 올피 분말에 함유된 페놀성분들이 수분이 많은 증자과정으로 인해 밖으로 배출되며 가래떡의 항산화 활성을 높여주어 식품으로 섭취 시

인체 내의 활성산소와 같은 산화물질 저해에 긍정적 효과가 있을 것으로 판단되나 이에 대한 연구는 생물학적 실험으로 확인되어야 할 필요성이 있다.

### 5) 기호도 평가

울피 분말 첨가 가래떡의 기호도 평가는 Table 6과 같다. 울피 분말을 첨가한 가래떡의 향(flavor), 맛(taste), 조직감(texture), 전반적인 기호도(overall preference) 등의 기호도 조사에서 6% 첨가군이 7.00 이상으로 높게 나와 가장 좋은 첨가비를 가진 것으로 나타났다. 외관 기호도는 울피 분말 6% 첨가군이 6.76점으로 가장 높았고 3% 첨가군이 4.72점으로 가장 낮았다( $p<0.001$ ). 울피 분말 첨가량에 따라 외관 기호도는 6% 첨가군(6.76점)과 9% 첨가군(6.45점)이 유사하게 높았으며 3% 첨가군(4.72점)과 12% 첨가군(4.79점)이 낮게 나타났다. 이런 결과로 보아 울피 분말을 일정량 첨가하는 것이 관능 평가에 긍정적인 영향을 주나 12% 이상 첨가하는 것은 가래떡 제조 특성상 고온 증자 제조 과정으로 인한 수분이 울피 분말 고유의 색도에 영향을 미쳐 가래떡의 L값은 감소시키고 a값은 증가시키는 갈색화가 진행됨에 따라 색도가 높아져 기호도에 부정적 영향을 준 것으로 생각된다. 따라서 울피 분말을 6% 첨가해 가래떡을 제조하는 것이 외관과 기호도에서 최적의 배합비로 판단된다.

향 기호도는 울피 분말 6% 첨가군이 7.07점으로 가장 높았고 0% 첨가군이 4.70점으로 가장 낮았다( $p<0.001$ ). 특히 울피 분말 첨가량에 따라 향 기호도에 차이가 있어 9% 첨가군(6.38점)과 12% 첨가군(5.03점), 3% 첨가군(4.78점)으로 나타나 울피 분말 첨가는 특유의 향이 기호도에 영향을 주어 적당량의 울피 분말 첨가는 기호도를 높이지만 9% 이상 첨가 시에는 부정적인 영향을 주는 것으로 보인다. 울피 분말 첨

가량이 증가할수록 pH가 감소하여 가래떡의 산미가 증가하는 것은 울피가 페놀산 형태의 유기산을 많이 함유하여(Kim 등 2002; Lee & Surh 2021) 쌀가루에 비해 pH가 낮아 가래떡의 저장성 면에 효과를 줄 수 있으나 높은 산미는 기호도에 부정적 영향을 미치므로 울피 분말의 과도한 첨가보다는 향 기호도가 가장 높은 6%를 첨가해 가래떡을 제조하는 것이 가장 적합할 것으로 판단된다.

맛 기호도는 울피 분말 6% 첨가군이 7.41점으로 가장 높았고 12% 첨가군이 4.41점으로 가장 낮았다( $p<0.001$ ). 맛 기호도는 외관 기호도와 비슷하게 울피 분말 첨가량에 따라 기호도에 차이가 있었는데 9% 첨가군(6.52점)이 3% 첨가군(5.00점), 무첨가군(5.00점)의 순서로 맛 기호도가 나타나 기호도 결과를 종합해 볼 때 가래떡 제조 시 울피 분말의 탄닌 성분으로 인해 떫은맛의 강도가 강해지고 이취가 발생할 가능성이 높아지므로(Lee & Surh 2021) 다량의 울피를 첨가해 가래떡을 제조하는 것은 바람직하지 않다. Joo & Choi(2014)의 연구와 Lee & Surh(2021)의 연구에 의하면 맛 기호도에서 울피 분말 1%와 3% 첨가비와 무첨가군과는 유의적인 차이가 없으나 울피 분말을 3%와 5% 이상 첨가 시 떫은맛과 이취가 증가한다고 보고 되었다. 따라서 울피는 떫은맛으로 인해 높은 항산화 효과를 함유하지만, 식품에 적용하기에 제한이 많았으므로 향과 맛 기호도 측면에서 가장 높은 기호도 평가를 받은 울피 분말 6% 첨가비로 가래떡을 제조하는 것이 최적의 배합비로 판단된다.

조직감 기호도는 울피 분말 첨가 6% 첨가군이 7.48점으로 가장 높았고 12% 첨가군이 4.41점으로 가장 낮게 나타났다( $p<0.001$ ). 울피 분말 9% 첨가군(6.52점)과 무첨가군(5.70점), 3% 첨가군(5.45점) 등으로 비슷한 수준으로 6% 첨가군에 이어 조직감 기호도가 나타났다. 울피 분말은 쌀가루보다 수분

Table 6. Preference of garaedduk with added CISP

Sensory attributes	Additional ratio (%w/w)					F (p)
	0	3	6	9	12	
Appearance	5.40±1.77 <sup>a1)2)3)</sup>	4.72±1.31 <sup>a</sup>	6.76±0.95 <sup>b</sup>	6.45±1.15 <sup>b</sup>	4.79±1.62 <sup>a</sup>	12.982(<0.001) <sup>***</sup>
Flavor	4.70±1.64 <sup>a</sup>	4.79±1.37 <sup>a</sup>	7.07±1.13 <sup>b</sup>	6.38±1.01 <sup>b</sup>	5.03±1.43 <sup>a</sup>	18.500(<0.001) <sup>***</sup>
Taste	5.00±1.62 <sup>a</sup>	5.00±1.51 <sup>a</sup>	7.41±1.05 <sup>c</sup>	6.52±1.09 <sup>b</sup>	4.41±1.38 <sup>a</sup>	24.829(<0.001) <sup>***</sup>
Texture	5.70±1.53 <sup>b</sup>	5.45±1.70 <sup>b</sup>	7.48±0.95 <sup>d</sup>	6.52±1.09 <sup>c</sup>	4.41±1.38 <sup>a</sup>	19.236(<0.001) <sup>***</sup>
Overall preference	5.40±1.57 <sup>b</sup>	5.45±1.70 <sup>b</sup>	7.58±0.68 <sup>d</sup>	6.65±0.55 <sup>c</sup>	4.38±0.94 <sup>a</sup>	43.114(<0.001) <sup>***</sup>

<sup>1)</sup> Each value represents Mean±S.D. (n=30).

<sup>2)</sup> Sensory liking score was evaluated using a 9-point hedonic scale (1=disliked extremely; 9=liked extremely) to assess the following sensory attributes.

<sup>3)</sup> Values with different letters (<sup>a-d</sup>) within the same row differ significantly ( $p<0.05$ ) through one-way ANOVA followed by Duncan's multiple range test.

<sup>\*\*\*</sup>  $p<0.001$ .

이 낮고(Choi & Sim 2021) 식이섬유가 높아 올피 분말 첨가량을 높일 시 전분의 비율은 감소하고 식이섬유가 증가해 가래떡 특유의 탄력성은 저하되고 경도는 증가하여 씹힘성에 부정적 영향을 주어 조직감 기호도를 감소시킨다. 그러나 올피 분말을 6% 첨가했을 때 무첨가군보다 경도는 높지만 올피 분말에 함유된 올피 고유의 전분 성분의 영향으로(Cho SJ 2003) 응집성에서는 차이가 없어 오히려 조직감의 기호도가 증가한 것으로 나타났다.

전반적인 기호도는 올피 분말 6% 첨가군이 7.58점으로 가장 높았고 12% 첨가군이 4.38점으로 가장 낮았다( $p<0.001$ ). 또한 올피 분말 9% 첨가군이 6.65점, 3% 첨가군이 5.45점, 0% 첨가군이 5.40점으로 맛 기호도와 조직감 기호도와 같은 경향으로 6% 첨가군에 이어 전반적인 기호도가 유의한 수준으로 높았다. 그러나 12% 첨가군에서는 올피 분말 고유의 향과 짠맛, 단단한 조직감으로 인해 향, 맛, 조직감 기호도에 부정적 영향을 주어 전반적인 기호도가 가장 낮았다. 올피 분말 첨가 쿠키의 연구(Shin & Kim 2017)에서도 올피 분말을 40% 이상 과량 첨가 시 맛, 조직감, 전반적인 기호도에 부정적 영향을 주어 본 연구와 동일하게 전반적인 기호도가 가장 낮은 것으로 보고되었다. 이러한 결과를 토대로 종합하면 올피 분말 6% 첨가군이 외관, 향, 맛, 조직감, 전반적인 기호도가 가장 높았으므로 올피 분말을 6% 첨가해 가래떡을 제조하는 것이 영양과 품질을 높이고 전반적인 기호도를 향상시키는 가장 최적의 첨가비로 판단된다.

## 요약 및 결론

본 연구는 밤의 부산물인 올피를 식품 자원으로 이용하여 환경오염을 줄이고 산업적 가치를 높이기 위해 올피 분말을 0%, 3%, 6%, 9%, 12% 중량 비율로 전통 음식 중 하나인 가래떡에 첨가하여 품질특성과 항산화 효과를 평가하였다. 올피 분말 첨가량이 증가할수록 수분 함량, pH는 유의적으로 감소하는 경향을 나타내었다( $p<0.001$ ). 색도의 경우 L값과 b값은 감소하였으나 a값은 증가하였다( $p<0.001$ ). 기계적 조직감 결과는 올피 분말 첨가량이 늘어날수록 경도와 씹힘성, 검성은 유의적으로 증가하였으나( $p<0.001$ ) 탄력성과 응집성, 부착성은 감소하였다( $p<0.001$ ). 항산화성 결과에서는 올피 분말을 첨가할수록 가래떡의 총 페놀 함량, DPPH 라디칼 소거 활성 등의 항산화 활성이 증가하였다( $p<0.001$ ). 기호도 평가에서는 외관, 향, 맛, 조직감, 전반적인 기호도에서 올피 분말 6% 첨가군이 가장 높은 기호도를 갖는 것으로 확인되었다( $p<0.001$ ). 따라서 항산화성을 포함하는 품질특성과 기호도 등에서 가래떡 제조 시 올피 분말 6%를 첨가하여 제조하는 것이 적합한 첨가비로 나타났다. 이는 식품 부산물 재활용과

가래떡과 같은 전분 제품 특성에 긍정적인 영향을 미칠 수 있을 것으로 판단된다.

## References

- aT. 2020. Status of subdivided market processed foods for rice cakes 2022. Available from <https://www.atf.or.kr/home/board/FB0027.do?act=read&subSkinYn=N&bpoId=4587&bcId=0&pageIndex=1> [cited 3 March 2024]
- AOAC. 1990. Official Method of Analysis of AOAC. 15<sup>th</sup> ed. Association of Official Analytical Chemists
- Blois MS. 1958. Antioxidant determination by the the of a stable free radical. *Nature* 181:1199-1200
- Cho SJ. 2003. A study of chestnut-mook utilizing recovered chestnut powder from inner layer. *J Appl Sci Technol* 12:133-145
- Choi EH, Lee JH. 2010. Quality characteristics of garaedduk with roasted rice bran. *Korean J Culin Res* 16:277-286
- Choi EH. 2009. Quality characteristics of graedduk with raw rice bran. *Korean J Culin Res* 15:94-104
- Choi EH. 2013. Quality characteristics of garraedduk with defatted rice bran. *Korean J Culin Res* 19:130-141
- Choi HW, Sim KH. 2021. Antioxidant activities and quality characteristics of rice cookies with added butter (*Petasites japonicus*) powder. *Korean J Food Nutr* 34:1-14
- Choi MO, Kim BJ, Jo SK, Jung HK, Lee JT, Kim HY, Kweon DJ. 2013. Anti-allergic activities of *Castanea crenata* inner shell extracts fermented by *Lactobacillus bifementans*. *Korean J Food Preserv* 20:583-591
- Folin AD, Denis W. 1915. A colorimetric method for the determination of phenols (and phenos derivatives) in urine. *Jo Biol Chem* 22:305-308
- Galgano F, Tolvo R, Scarpa S, Caruso MC, Lucini L, Senizza B, Condelli N. 2021. Extraction klinetics of total polyphenols, flavonoids and condensed tannins of lentil seed coat: comparison of solvent and extraction methods. *Food* 10:1810
- Gu RY, Kim JH, Hong JH. 2018. The anti-oxidant, whitening and anti-wrinkle effects of *Castanea crenata* inner shell extracts processed by enzyme treatment and pressurized extraction. *Korean J Food Preserv* 25:79-89
- Hong KH. 2021. Antibacterial and antioxidant capabolities of cotton fabric finished by chestnut shell extract. *Korean J Hum Ecol* 30:475-483

- Hyong IH, Moon SE, Bae SS. 2006. Review of reactive oxygen. *J Korean Soc Phys Med* 1:139-146
- Hyun YH, Pyun JW, Nam HW. 2014. Quality characteristics of garaedduk with *Lenitinus edodes* powder. *Korean J Food Cookery Sci* 30:11-21
- Jang MJ, Cheon SJ, Kweon DJ, Kim HY, Lee JT. 2011. The anti-winkle and whitening effect of extracts of *Castanea arenata* inner shell. *J Life Sci* 21:734-738
- Jeon BG, Park CK. 2000. A Study on the production of chestnut powder in the inner shell (*endocarp*) of a chestnut from its treatment plant: Study on the utilities of separated powder from chestnut inner shell. *J Korean Waste Recycl* 8: 111-120
- Jeon HN, Park HW, Kim DH. 2020. Comparative analysis of gallic acid content by chestnut varieties. *J Korean Acad Ind Coop Soc* 21:362-368
- Jo AH, Kim JB. 2022. Isolation and identification of fungi and Yeast contaminated in rice cake (*garaetteok*). *J Food Hyg Saf* 37:9-14
- Joo SY, Choi HY. 2014. Effects of chestnut inner shell powder on antioxidant activities and quality characteristics of pork patties. *J Korean Soc Food Nutr* 43:698-704
- Jun DH, Jang YA, Kim HY, Kim SJ, Kim JC, Kim SH, Kwoen DJ, Han SI, Lee JT. 2013. Inhibitory effects of chestnut inner shell cytokine production from human mast cell line. *Korean J Herbol* 28:55-60
- Jung JW, Park KJ, Kim MH, Kim DS. 2006. Quality characteristics of *takju* fermentation by addition of chestnut peel powder. *Korean J Food Preserv* 13:329-336
- Kang HI, Lee JK, Lim JK. 2012. Quality characteristics *topokki garaedduk* with different moisture ratios. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 41:561-565
- Kim BJ, Son WL, Choi MO, Jo SK, Jung HK, Lee JT, Kim HY, Kwoen DJ. 2013. Anti-atopic of *Castanea crenata* inner shell extracts fermented by *Lactobacillus bifementans*. *J Korean Soc Food Soc Nutr* 42:1378-1386
- Kim DO, Lee CY. 2021. Considerations for effects of antioxidant phytochemicals on human health. *Korean J Food Sci Technol* 53:111-114
- Kim JH, Lim HC, Oh WK. 2014b. A literature review investigation collecting and cooking methods of *tteok* (Korea rice cake) in 'chosunmusangsinsikyorijebub'. *Foodservice Ind J* 10:55-67
- Kim JY, Kim SY, Kwon HM, Kim CH, Lee SJ, Park SC, Kim KH. 2014a. Comparixon of antioxidant and anti-inflammatory activity on chestnut, chestnut shell and leaves of *Castanea crenata* extracts. *Korean J Med Crop Sci* 22:8-16
- Kim SJ, Kim GH. 2020. Plants from Ulleung island ameliorate lipid accumulation and oxidative stress in oleic acid-induced in HepG2 cells. *Korean J Food Preserv* 27:817-828
- Kim SY, O H, Lee P, Kim YS. 2018b. Quality properties, retarding retrogradation effect and antioxidant activities of *garaedduk* with freekeh. *Korean J Food Cookery Sci* 34:493-503
- Kim YC, Kim MY, Jeoung SK. 2002. Phenolic acid composition and antioxidant activity of chestnut endoderm. *J Korean Soc Agric Chem Biotechnol* 45:162-167
- Kim YJ, Kim SY, Jeong MJ, Lee UT, Choo ST, Youn SN, Kim MR. 2018a. Antioxidant effect of ethanol extract from *Plantaginis Herba*. *Korean J Herbol* 33:37-43
- Kwak JE, Yun MR, Lee JS, Sim EY, Kim NG, Lee CG. 2018. Chang in the quality characteristics of row grains according to the storage period of processed rice. In Proceedings of the Korean Society of Corp Science Conference. p.201. Korean Society of Corp Science
- Lee HJ, Chung MJ, Cho JY, Ham SS, Choe M. 2008. Antioxidative and macrophage phagocytic activities and functional component analyses of selected Korean chestnut (*Castanea crenata* S. et Z.) cultivars. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37:1095-1100
- Lee HJ, Park JH, Yoo SS. 2009b. Quality characteristics of *karedduk* containing cactus fruit (*Opuntia humifusa*) powder. *J East Asian Soc Diet Life* 19:610-617
- Lee HY, Hong KC, Lim JE, Joo JH, Yang JE, Ok YS. 2009a. Adsorption of heavy metal ions from aqueous solution by chestnut shell. *Korean J Environ Agric* 28:69-74
- Lee JK, Jeong JH, Lim JK. 2011. Quality characteristics of *topokki garaedduk* added with ginseng powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40:426-434
- Lee J, Surh J. 2021. Effects of addition of chestnut inner shell powder on the physicochemical and sensory attributes of *yanggaeng*. *Korean J Food Cookery Sci* 37:31-40
- Lee SB, Park SG. 2004. The dffect of regular aerobic exercise training on respose of reactive oxygen, lipid peroxidant, antioxidant enzymes activity of rats. *J Sport Leis Stud* 22:545-555
- Lee SG. 2010. Effects of chestnut inner shell extract on 3T3-L1 preadipocyte differentiation. *Korean J Orient Physiol Pathol*

- 24:266-271
- Lee SH. 2016. Direction of rice products processing in food industry. *Food Industry and Nutrition* 21:15-19
- Nam HH, Sim KH. 2021. Quality characteristics of *garaedduk* enriched with mealworm (*Tenebrio molitor*) powder. *Korean J Food Nutr* 34:272-288
- Oh SH, Kim YW, Kim MA. 2004. The antioxidant activities of acetone extracts of chestnut inner shell, pine needle and hop. *Kor J Food Cult* 19:399-406
- Park CH, Kang H, Lee SG. 2022. Antioxidant activity of ethanol extracts and fractions from *Castanea crenata* inner shell. *J Plant Biotechnol* 49:150-154
- Park JS, Han SH, Kim HY, Kim JH, Lee AY, Choi JS. 2023. Antioxidant activity of *Opuntia robusta* and its total polyphenol and flavonoid contents. *Korean J Agric Sci* 50:527-538
- Park SY, Shim KH. 2022. Quality characteristics and antioxidant activity of *tteokbokkidduk* supplemented with wheat bran powder. *Korean J Food Nutr* 35:16-33
- Park YK, Kim HS, Park HY, Han GJ, Kim MH. 2011. Retarded retrogradation effect of *garaetteok* with apple pomace dietary fiber powder. *Korean J Food Cult* 26:400-408
- Shin DS, Yoo SM, Han GJ, Oh SG. 2016. Quality of *tteokbokki tteok* prepared by adding various concentration of brown rice. *Korean J Food Preserv* 23:194-203
- Shin SM, Kim EG. 2017. Quality characteristics of cookies made with chestnut inner peel powder. *J Korean Acad Ind Coop Soc* 18:483-492
- Shin SM. 2019. Quality characteristics of *sulgidduk* prepared with different levels of defatted mealworm powder. *J Korean Acad Ind Coop Soc* 20:523-530
- Won SI, Cho SH, Chung RW, Choi YJ, Kim EM, Cha GH, Kim HS, Lee HG. 2008. A literature review on *tteok*, Korean rice cakes prior to the 17th century. *Korean J Food Cookery Sci* 24:419-430
- Woo MJ, Lim HS, Cha GH. 2016. Quality characteristic of *songgi garaetteok*. *Korean J Food Cookery Sci* 32:27-43
- Yang MJ, Lim SJ, Ahn HS, Kim MA, Ahn RM. 1999. Inhibitory effects of chestnut bark extracts on tyrosinase activity and melanin biosynthesis. *Korean J Environ Health Soc* 25:37-43

---

Received 22 April, 2024  
Revised 09 May, 2024  
Accepted 06 June, 2024

# 식품소비행태조사를 이용한 수입산 돼지고기 섭취의향 결정요인 분석

오병무 · 오지혜\* · 윤수민\* · 조원주\*\* · 서홍석\*\* · †김선웅\*\*

충북대학교 농업경제학과 석사과정생, \*충북대학교 농업경제학과 학부과정생, \*\*충북대학교 농업경제학과 교수

## Examining Factors Influencing the Consumption of Imported Pork Using the Consumer Behavior Survey for Food

Byeong-mu Oh, Ji-hye Oh\*, Su-min Yun\*, Wonjoo Jo\*\*, HongSeok Seo\*\* and †Seon-woong Kim\*\*

*Master's Student, Dept. of Agricultural Economics, Chungbuk National University, Cheongju 28644, Korea*

*\*Bachelor's Student, Dept. of Agricultural Economics, Chungbuk National University, Cheongju 28644, Korea*

*\*\*Professor, Dept. of Agricultural Economics, Chungbuk National University, Cheongju 28644, Korea*

### Abstract

The domestic swine industry is currently facing a threat due to the recent increase in pork imports. This study aims to determine what factors influence consumers' intention to consume imported pork and suggest measures to support the domestic pork industry. To achieve this, we analyzed data from the Korea Rural Economic Institute's Food Consumption Behavior Survey using a binary logistic regression model. The results revealed that a higher intention to consume imported pork is linked to a higher intention to consume imported rice, purchasing meat online, frequent purchases of HMR, and procuring U.S. beef, especially among urban residents. On the other hand, a lower intention to consume imported pork is associated with a higher awareness of animal welfare certification, frequently dining out, and older age. Based on these findings, we propose the following response measures for the domestic swine industry: implementing educational programs, marketing, and advertising specifically targeting urban residents to improve their perception of domestic agricultural products; enhancing price competitiveness through distribution optimization; and developing policies to promote the use of domestic pork as an ingredient in processed foods.

Key words: imported pork, swine industry, binomial logistic regression, marginal effects, consumption intention

### 서 론

국내 육류 소비는 지속적으로 증가하고 있다. 2002년 약 160만 톤이었던 국내 전체 육류 소비량은 2012년 약 203만 톤으로 증가한 뒤 2022년에는 약 303만 톤에 이르러 20년간 약 90%만큼 증가하였다(Korea Meat Trade Association 2024a). 이 중 소고기와 닭고기 대비 비타민 B<sub>1</sub>(티아민) 함량이 높아 에너지 대사와 신경 기능 활성화에 유리한 것으로 알려진 돼지고기는 가장 많이 소비되는 육류로, 2002년 이후 전체 육류 소비량의 50% 전후를 차지하고 있다. 이에 따라 2002년 1인당 돼지고기 소비량은 약 17.0 kg이었으나 2022년에는 약

67.6%만큼 증가한 28.5 kg으로 조사되었다(Korea Meat Trade Association 2024a).

최근 정부의 할당관세 정책 확대와 COVID-19 팬데믹 이후 소비 패턴의 변화로 인하여 축산물 시장은 국내산 돼지고기의 시장 점유율 감소라는 심각한 위기에 직면하고 있다. 2022년 돼지고기 수입량은 약 44만 2천 톤으로, 최고 수입량을 기록한 2018년의 약 46만 톤에 이어 두 번째로 높은 수준을 기록하였다. 이는 예상 수입량인 34-36만 톤을 크게 넘어선 수치로 현재 많은 양의 돼지고기가 수입되고 있음을 알 수 있다(Korea Meat Trade Association 2024b). 2011년 한·EU FTA와 2012년 한미 FTA 발효 이후 유럽연합과 미국으로부터

† Corresponding author: Seon-woong Kim, Professor, Dept. of Agricultural Economics, Chungbuk National University, Cheongju 28644, Korea. Tel: +82-43-261-2593, Fax: +82-43-271-5920, E-mail: seonwoong@cbnu.ac.kr

수입되는 돼지고기는 0%의 관세율이 적용되고 있다(Ministry of Trade, Industry and Energy 2011; Ministry of Trade, Industry and Energy 2012). 또한 칠레와도 FTA가 체결되어 있어 현재 수입되는 돼지고기 중 90%는 관세가 붙지 않는 실정이다. 더불어 정부가 10년 만에 돼지고기 할당관세 정책을 다시 시행하며, 2022년 이후로 수입산 돼지고기 할당관세 적용 물량이 지속적으로 확대되고 있다. 2022년 6월에는 무관세 적용 국가가 캐나다, 브라질, 멕시코 등으로 늘어나면서 전체 수입산 돼지고기 할당관세 물량은 총 7만 톤으로 늘어났다(Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs 2022). 정부는 최근까지도 돼지고기 공급 물량 부족과 식품 물가 안정을 명목으로 수입산 먹거리에 대한 할당관세 조치를 취하고 있어, 국내 양돈업계는 다시금 위협받고 있다(Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs 2023).

COVID-19 발생 이후의 소비 행태 변화도 돼지고기의 수입량에 영향을 미치고 있다. COVID-19로 주춤했던 축산물 수입이 2022년 이후 눈에 띄게 증가했다. 사회적 거리 두기 해제로 외식 수요가 살아났고, 치솟은 물가에 국내산 대신 외국산으로 눈을 돌리는 사람이 많아졌다. Jeong 등(2021)은 식생활 패턴의 변화로 가정간편식(home meal replacement; HMR) 시장이 성장하면서 가공육 시장에서 가격경쟁력이 있는 수입육 점유율이 상승하고 있으며, 외식 시장에서도 값싼 수입육과 유명 수입 브랜드육이 부각되고 있다고 밝혔다. 더불어 돼지고기 수입업체가 저렴한 가격을 내세워 이커머스 시장에 발 빠르게 진출하면서 온라인을 통한 수입산 육류 소비도 더욱 가속화되고 있다. 이러한 육류 소비시장의 변화는 소비자들이 수입산 육류를 더 쉽고 간편하게 접할 수 있는 환경을 만들고 있다.

돼지고기 수입량의 증가로 인한 시장 점유율 확대는 수입산 돼지고기에 대한 소비자들의 인식에 긍정적 영향을 줄 것으로 예상된다. 또한 상대적으로 저렴한 수입산 돼지고기 가격으로 인해 그 수요가 점차 증가할 것으로 전망되므로 돼지고기 소비 요인에 대한 연구가 필요한 시점으로 판단된다. 수입산 돼지고기의 점유율 상승이 소비자들의 소비패턴 변화에 큰 영향을 주고 있는 가운데 수입산 쇠고기나 농산물 관련 연구는 다수 실시되었으나 수입산 돼지고기에 관한 연구는 극히 제한적으로 수행되었다. 이에 수입산 농산물로 그 범위를 확대하여 실시한 선행연구 결과는 다음과 같다. Park CH(2009)의 연구는 소비자들의 수입과일 구매 실태와 수입 과일 구매 시 주요 요인을 분석하였으며, 국내 농산물의 자생력 함양과 판매 확대 방안을 모색하였다는 점에서 의의를 지닌다. 그러나 해당 연구에서 제시한 결과의 적용은 과일의 구매 행태와 비슷한 제품군만 가능하다는 점에서 한계를 가진다. Yoon & Choi(2022)는 수입농산물 구매에 영향을 미치

는 요인 간의 구조 관계를 분석하였다. 이 연구는 수입 농산물에 대한 연구가 미흡한 상황에서 소비자를 중심으로 연구를 실시하였다는 점에서 의의가 있지만 구매의사에 관한 개인적 속성을 통제하지 못하였다는 한계점을 가진다. Kim WI(2016)는 미국산 육류 관세 변화가 국내 육류시장에 미치는 영향을 분석하였다. 이 연구는 돼지고기와 쇠고기의 원산지 고려하여 육류수요체계를 분석하였다는 점에서 의의를 지니지만, 도매 가격자료를 사용하여 소비 단계의 영향을 직접적으로 보여주지 못하는 한계를 가진다. 위에서 살펴본 바와 같이 기존의 선행연구들은 수입농산물 구매에 영향을 미치는 요인과 수입육 확대에 의한 국내 육류 가격 변화 등을 분석하였으나, 소비자의 수입산 돼지고기 구매요인과 소비행태에 관한 연구는 상대적으로 매우 부족하였다.

이상을 배경으로 본 연구는 소비자들의 수입산 돼지고기 섭취 의향 결정요인을 구명하고 이를 바탕으로 수입산 돼지고기 점유율 확대에 위협받고 있는 국내 양돈 산업의 경쟁력 제고 방안을 제시하고자 한다.

## 연구대상 및 방법

### 1. 연구 대상

수입산 돼지고기 섭취 의향 결정요인을 분석하기 위해 한국농촌경제연구원(Korea Rural Economic Institute; KREI)에서 수행한 2022년 식품소비행태조사의 원시자료를 활용하였다(KREI 2023). 식품소비행태조사는 2013년부터 객관적이고 신뢰할 만한 식품소비행태 통계를 구축하기 위해 실시하고 있으며, 통계청의 인구주택총조사 자료를 기반으로 표본을 구성하여 전국적인 대표성을 확보하였다. 해당 조사의 모집단은 대한민국에 거주 중인 만 19세 이상 만 75세 미만인 식품 구입자를 분석대상으로 설정하였으며, 표본 수는 3,321가구이다. 여기에 수입산 돼지고기 섭취의향 여부를 분명히 제시하지 않은 902가구를 제외한 2,419가구를 최종 분석대상으로 선정하였다.

### 2. 연구방법

#### 1) 변수 선정 및 선정 근거

본 연구는 식품소비행태조사 설문 문항 중 “OO님 맥의 각 수입산 육류별 향후 취식 의향은 어떠하신가요?”라는 질문에 수입산 돼지고기에 대해 “먹을지, 먹지 않을지 잘 모르겠다.”라고 응답한 가구를 제외하고, 섭취 의향이 있다(“아마 먹을 것이다”)와 “만드시 먹을 것이다”)고 응답한 표본과 섭취 의향이 없다(“아마 먹지 않을 것이다”)와 “절대 먹지 않을 것이다”)고 응답한 표본으로 나누어 연구를 진행하였다.

수입산 돼지고기 섭취 의향에 대한 설명변수는 수입쌀 취식 의향, 육류 구입 시 생산국 확인 여부, 동물복지 인증제 인지도, 온라인 육류 구매 여부, 외식빈도, 가정간편식(HMR) 구입 빈도, 미국산 쇠고기 조달 빈도, 인구통계학적 변수로 선정하였다. 수입산 돼지고기 섭취 의향을 설명하기 위한 변수 선정 이유 및 연구 가설은 다음과 같다.

우선, 본 연구에서는 소비자들의 수입쌀 취식 의향 정도가 높을수록 수입산 돼지고기 섭취 의향이 높을 것이라고 가정하였다. Yoon & Choi(2022)의 연구에서는 수입농산물에 대한 소비자의 부정적 인식이 구매 의향을 저하하는 주요 원인 중 하나로 제시하였으며, 이는 수입농산물에 대한 긍정적 인식과 구매 의향 간에 양(+)의 상관 관계가 있음을 시사한다. 이에 본 연구에서는 수입쌀 취식 의향을 수입농산물에 대한 소비자의 긍정적 인식 정도를 나타내는 대리변수로 삼아 설명변수로 도입하였다.

Cho WC(2009)의 연구에 따르면, 소비자들이 국내산 육류가 수입산보다 더 안전하다고 인식할수록 수입육 구매 의향이 상대적으로 낮아지는 것으로 나타났다. 이를 바탕으로, 본 연구에서는 육류 구입 시 생산국 확인 여부와 수입산 돼지고기 섭취 의향 간에 음(-)의 관계가 있을 것으로 예상하여 이를 설명변수로 포함하였다.

2017년 농림축산식품부의 국민의식 조사결과에 따르면 응답자 중 약 70%가 동물복지 인증 축산물을 인지한 후, 가격이 비싸더라도 해당 인증 제품을 구매하겠다고 답했다. 이는 인증제를 통한 품질과 안전성에 대한 신뢰가 지불의사금액을 높인 것으로 해석이 가능하며, 이에 동물복지 인증제 인지 정도와 수입산 돼지고기 섭취의향 사이에 음(-)의 관계가 있을 것으로 예상하였다.

온라인 육류 구매 여부는 수입산 돼지고기 섭취 의향과 양(+)의 관계가 있을 것으로 예상하였다. Kwon YM(2011)의 연구에서는 온라인 시장의 가격 검색 도구 발전이 소비자들의 가격 민감도를 높였다고 제시하고 있다. 또한 Jeong 등(2020)의 연구에서는 온라인을 통한 수입산 돼지고기 구매 비율은 10.8%로 분석되었으나, 국내산 돼지고기의 경우 그 비율이 3.6%에 불과한 것으로 나타났다. 이에 가격 민감성이 큰 소비자들 온라인 시장에 주로 분포하고 있으며, 그들은 비교적 낮은 가격의 수입산 돼지고기 취식 의향이 높을 것이라고 판단하였다.

Kang HJ(2021)의 연구에서는 외식 횟수가 상대적으로 많은 가구에서 수입산 쇠고기 구입 확률이 높게 나타나, 외식을 통한 수입산 육류 섭취 경험이 많은 소비자가 상대적으로 수입산 식재료에 대한 거부감도 덜할 것으로 유추하였다. 이에 외식빈도와 수입산 돼지고기 섭취 의향 간의 양(+)의 관계가 존재할 것이라는 가정하였다.

Jeong 등(2021)에서는 가정간편식(HMR) 시장 성장으로 가공육 시장에서 국내산 대비 가격 경쟁력이 높은 수입육 점유율이 상승한다고 제시하였다. 이는 HMR을 자주 접하는 소비자일수록 수입산 돼지고기 섭취에 대한 거부감이 낮을 수 있음을 시사하므로, HMR 구입 빈도와 수입산 돼지고기 섭취 의향 간에 양(+)의 관계를 가정하여 설명변수로 도입하였다.

Kook 등(2020)은 과거 미국의 광우병 발생으로 인한 미국산 쇠고기 수입 중단에 영향을 받아 돼지고기의 수입 수요가 증가한 것으로 제시하였다. 이는 수입산 쇠고기가 수입산 돼지고기의 대체재 역할을 할 수 있음을 시사하므로 미국산 쇠고기 조달 빈도와 수입산 돼지고기 섭취 의향 간 양(+)의 관계가 있을 것으로 예상하였다. 끝으로, 본 연구에서는 인구통계학적 변수로 성별, 나이, 월평균 가구 소득, 교육 수준, 도시 거주 여부를 선정하였다.

## 2) 변수 설정

설명변수는 식품소비행태조사의 설문 문항을 근거로 더미변수(dummy variable) 형태로 설정하였다. 구체적으로 수입쌀 섭취 의향에 대해서는 ‘절대 먹지 않을 것이다’와 ‘아마 먹지 않을 것이다’를 ‘먹을 의향이 없다’로 설정하고, ‘아마 먹어볼 것이다’와 ‘반드시 먹을 것이다’를 ‘먹을 의향이 있다’로 설정한 후 ‘먹을지, 먹지 않을지 잘 모르겠다’를 포함해 3개의 범주로 나누었다. 육류 구입 시 생산국 확인 여부는 ‘실제 육류를 구입하실 때에는 다음 중 어떤 정보들을 우선 확인하시나요?’라는 질문에 대해 1순위에 ‘원산지’와 ‘생산지’라는 응답이 없는 경우 ‘확인하지 않는다’로 설정하고, 응답이 있는 경우 ‘확인한다’로 설정하였다. 동물복지 인증제 인지도는 설문지에 있는 바와 같이 ‘모른다’, ‘들어본 적이 있다’, ‘잘 알고 있다’ 3개의 범주로 나누었다. 온라인으로 육류 구매 여부는 ‘전혀 온라인을 이용하지 않는다’를 ‘구입하지 않는다’로 두고, ‘온라인에서 구입할 때도 있고, 오프라인으로 구입할 때도 있다’와 ‘항상 온라인을 통해 구매한다’를 ‘구입한다’로 설정하였다. 외식 빈도, HMR 구입 빈도, 미국산 쇠고기 조달 빈도는 모두 동일하게 ‘2주일에 1일 이상 구매’와 ‘그보다 드물게’로 나누어 설정하였다. 그 외 인구통계학적 변수들은 한국농촌경제연구원(KREI)의 ‘2022 식품소비행태조사 기초분석보고서’를 참고하여 변수를 설정하였다.

## 3) 분석 모형

본 연구에서는 수입산 돼지고기 섭취 의향에 미치는 요인을 알아보기 위해 종속변수를 섭취 의향이 있는 집단과 없는 집단으로 나누어 종속변수가 두 가지 값을 취하고 있다는 점을 고려하여 이항 로지스틱 회귀모형(binomial logistic regression

model)을 사용하였다.

종속변수가 0 또는 1의 값으로 제한되는 경우, 이는 이항 분포로 표현된다. 이항 분포는 이진 결과를 모델링하는 데 사용되며, 연속적인 종속변수 값을 예측하는 데 적합한 일반적인 선형회귀모형을 통해 분석을 시행할 경우 추정된 값이 원래 종속변수의 범위를 넘어갈 수 있어 분석에 문제가 발생할 수 있다. 그러므로 종속변수가 특정한 값이나 범위로 제한되지 않도록 치환하는 과정이 필요하다. 종속변수가 특정한 값을 가질 확률과 그 값을 갖지 못할 확률의 비인 오즈(odds)에 로그를 취한 로그 오즈(log odds) 값으로 종속변수의 범위를 ‘ $-\infty \sim +\infty$ ’로 설정한 후에 최대우도추정법(maximum likelihood estimation)을 이용하여 특정 사건이 일어날 확률을 구할 수 있다. 위 과정을 바탕으로 특정 소비자  $i$ 가 수입산 돼지고기를 섭취할 확률인  $P_i(y_i = 1)$ 을 식으로 표현하면 식 (1)과 같다.

$$P_i(y_i = 1) = \frac{1}{(1 + \exp(-x' \beta))} \quad (1)$$

여기서  $x$ 는 설명변수의 벡터를 의미하며,  $\beta$ 는 회귀계수의 벡터를 의미한다.

이항 로지스틱 회귀모형을 통해 추정된 회귀계수는 특정 설명변수가 소비자가 수입산 돼지고기를 섭취하지 않을 확률 대비 섭취할 확률에 자연로그를 취한 값인 로그 오즈(log odds)에 미치는 영향을 나타낸다. 이에 분석 결과를 직관적으로 해석하기 위해서 한계효과(marginal effect)를 이용하는 것이 편리하다(Oh 등 2021; Kim & Kim 2023). 한계효과는 식 (1)을 해당 설명변수로 편미분 하여 도출할 수 있다. 일반적으로 한계효과는 다른 조건들이 동일할 때 설명변수의 범주가 변화할 경우 변동 가능한 확률값으로 해석할 수 있다. 본 연구에서 사용한 설명변수들은 모두 이산형 변수이기에 해당 식은 다음과 같다.

$$\frac{\partial P_i}{\partial x_i} = P_i(y_i = 1 | \bar{x}_k, x_i = x_t) - P_i(y_i = 1 | \bar{x}_k, x_i = x_c) \quad (2)$$

여기서  $\bar{x}_k$ 는 나머지 변수들이 중간 값으로 고정된 상태를 의미하며,  $x_t$ 는 비교집단,  $x_c$ 는 기준집단을 의미한다.

#### 4) 통계분석

종속변수인 수입산 돼지고기 섭취의향 결정요인을 알아보기 위해 이항 로지스틱 모형(binomial logistic regression

analysis)을 분석에 활용하여 설명변수별 한계효과와 적중률을 산출하였다. 해당 과정에서는 Stata SE 17(StataCorp, Texas, USA)을 이용하였으며, 설정된 가설에 따라 단측 검정을 실시하고 통계적 유의성은  $p < 0.1$  수준으로 설정하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 섭취의향 여부에 따른 집단 간 비교 분석

본 연구에 사용된 변수별 기초통계량 및 빈도분석 결과는 Table 1과 같다. 종속변수인 수입산 돼지고기 섭취 의향이 없다고 답한 비중은 약 71.68%로 나타났으며, 반면 섭취 의향이 없다고 답한 집단은 약 28.32%에 불과한 것으로 분석되었다. 다음으로 수입산 돼지고기 섭취 의향 여부를 기준으로 집단을 구분하여(‘섭취 의향 집단’, ‘미 섭취 의향 집단’) 독립변수들을 비교 분석하였다. 통계적 유의성( $p < 0.1$ )을 갖는 주요 결과는 다음과 같다.

두 집단 모두에서 수입산 쌀 취식 의향이 없다는 응답이 가장 높은 비중을 차지하였다. 다만 수입산 돼지고기 미 섭취 의향 집단의 경우 그 비중이 52.83%로 절반이 넘었으나 섭취 의향 집단은 해당 비중이 17.21%p 낮게 나타났다. 반면 수입산 쌀 취식 의향이 있다고 답한 비중은 섭취 의향 집단에서 8.82%p 높게 나타나 두 집단 간 수입산 쌀 취식 의향 정도에서 통계적 차이가 나타났다. 이는 수입산 농산물을 취식하지 않는 집단은 수입산 돼지고기 또한 섭취하지 않을 것이라는 본 연구 가설을 뒷받침한다.

수입산 돼지고기 섭취 의향 집단에서 동물복지 인증제를 모른다는 비중이 27.15%로 미 섭취 의향 집단에 비해 11.06%p 높았으며, 반대로 알고 있다고 답한 비중은 21.02%로 11.68%p 낮은 것으로 분석되어 집단 간 유의한 통계적 차이가 나타났다. 이는 동물복지 인증제 인지도와 수입산 돼지고기 섭취 의향 간에 통계적 상관도가 존재한다고 해석할 수 있다. 더하여 온라인 육류 구매 여부 역시 집단 간 통계적 차이가 존재하는 것으로 나타났으며, 섭취 의향 집단에서 온라인을 통한 육류 구매 여부가 6.90%p 더 높게 나타났다.

외식빈도, HMR 구매 빈도, 미국산 소고기 구매 빈도는 수입산 돼지고기 섭취 의향 여부에 따라 통계적 차이가 존재하는 것으로 분석되었다. 해당 변수들은 미 섭취 의향 집단에서 빈도가 더 낮게 나타났으며, 특히 HMR 구매 빈도의 경우 미 섭취 의향 집단에서 2주에 1회 이하로 구매한다고 답한 비중이 22.78%p 더 높게 나타나 HMR 구입빈도와 수입산 돼지고기 섭취 의향 간에 정(+)의 상관관계를 나타냈다. 더하여 수입산 돼지고기 미섭취 의향 집단에서 미국산 소고기 구매 빈도가 더 낮게 나타나 수입산 육류에 대해 일관적인 태도를 보인다는 것을 확인할 수 있었다.

Table 1. Summary statistics and variable definitions

(Unit: household, %)

Variables		Non-consumption intention group	Consumption intention group	$\chi^2$	<i>p</i> -value
Gender	Male	189(10.90)	76(11.09)	0.019	0.890
	Female	1,545(89.10)	609(88.91)		
Age	Less than 40	187(10.78)	110(16.06)	31.543	<0.001
	40~49	368(21.22)	175(25.55)		
	50~59	549(31.66)	223(32.55)		
	60 and over	630(36.33)	177(25.84)		
Monthly average household income	Less than 3 million won	671(38.70)	224(32.70)	8.702	0.013
	3~5 million won	575(33.16)	236(34.45)		
	5 million won and over	488(28.14)	225(32.85)		
Education	Middle school or lower	275(15.86)	56(8.18)	25.163	<0.001
	High school	776(44.75)	323(47.15)		
	College graduate or higher	683(39.39)	306(44.67)		
Living area	Eup & myeon	417(24.05)	94(13.72)	31.421	<0.001
	Dong	1,317(75.95)	591(86.28)		
Intention to consume imported rice	No	916(52.83)	244(35.62)	58.346	<0.001
	Neutral	371(21.40)	204(29.78)		
	Yes	447(25.78)	237(34.60)		
Verification of country of origin when purchasing meat	No	915(52.77)	341(49.78)	0.573	0.449
	Yes	819(47.23)	344(50.22)		
Awareness of animal welfare certification	No	279(16.09)	186(27.15)	54.080	<0.001
	Neutral	888(51.21)	355(51.82)		
	Yes	567(32.70)	144(21.02)		
Purchasing meat online	No	1,598(92.16)	584(85.26)	26.463	<0.001
	Yes	136(7.84)	101(14.74)		
Frequency of eating out	Less than once every 2 weeks	494(28.49)	168(24.53)	3.881	0.049
	More than once every 2 weeks	1,240(71.51)	517(75.47)		
Frequency of purchasing HMR	Less than once every 2 weeks	1,048(60.44)	258(37.66)	102.522	<0.001
	More than once every 2 weeks	686(39.56)	427(62.34)		
Frequency of purchasing U.S. beef	Less than once every 2 weeks	1,362(78.55)	451(65.84)	42.229	<0.001
	More than once every 2 weeks	372(21.45)	234(34.16)		
Total		1,734(71.68)	685(28.32)		

연령의 경우 수입산 돼지고기 섭취 의향 집단은 50대 비중(32.55%)이, 미 섭취 의향 집단은 60대 이상의 비중(36.33%)이 가장 높은 것으로 나타났으며, 두 집단 간 연령대 구성이 통계적으로 차이가 있는 것으로 분석되었다. 더하여 미 섭취 의향 집단과 섭취 의향 집단 간 소득 분포 역시 차이가 존재하는 것으로 분석되었으며, 미 섭취 집단에서는 300만원 이하의 월 소득 비중이 가장 높은 것으로, 섭취 집단의 경우 3백~5백 만원의 월 소득 비중이 가장 높은 것으로 분석되었다. 교육 수준에서도 두 집단 간 통계적 차이가 존재하는 것으로 나타났다. 두 집단 모두 고졸의 비중이 가장 높은 것으로 나타났으나, 중졸 이하의 비중이 미 섭취 의향 집단에서 7.68%p, 대졸 이상의 비중이 섭취 의향 집단에서 5.28%p 높은 것으로 분석되었다. 끝으로 수입산 돼지고기 섭취 의향별 거주지 분포 역시 통계적 차이가 존재하였으며, 미 섭취 의향 집단은 상대적으로 농촌(읍, 면) 거주자가 많은 것으로 분석되었다. 연령과 거주지에 분석 결과를 기준으로 고연령 층에서 수입산 돼지고기에 대한 선호도가 낮은 것으로 해석할 수 있다.

## 2. 이항 로지스틱 모형 및 한계효과 분석 결과

수입산 돼지고기 섭취 의향 결정요인을 분석하기 위해 이

항 로지스틱 모형을 이용하였으며, 분석 결과는 Table 2에 제시되어 있다. 수입산 돼지고기 섭취 의향에 통계적 유의성( $p<0.1$ )을 갖는 주요 변수 및 영향은 다음과 같다.

수입산 취식 의향 정도, 온라인에서 육류 구매 여부, HMR 과 미국산 소고기 구매 빈도, 도시(동) 거주 여부는 수입산 돼지고기 섭취 의향에 양(+)의 상관관계를 갖는 것으로 분석되었으며, 반대로 동물복지 인증에 대한 인식 수준, 외식 빈도, 연령은 수입산 돼지고기 섭취 의향에 음(-)의 상관관계를 갖는 것으로 분석되었다.

앞서 추정한 이항 로지스틱 회귀모형 분석 결과를 바탕으로 수입산 돼지고기 섭취 의향에 대한 설명변수별 한계효과를 추정하였다(Table 3). 수입산 취식 의향의 경우 취식 의향이 없는 집단 대비 ‘먹을지, 먹지 않을지 잘 모르겠다’ 및 ‘먹을 것이다’라고 답한 집단에서 각각 13.6%, 15.2%만큼 섭취 의향이 높다는 결과가 도출되었으며, 이는 본 연구의 수입산 취식 의향이 높을수록 수입산 돼지고기 섭취 의향이 높을 것이라는 가설을 뒷받침하였다. 따라서 수입산에 대한 소비자의 인식이 수입산 돼지고기에도 유사하게 적용됨을 알 수 있으며, 수입산 농산물에 개방적인 소비자는 수입산 돼지고기 섭취에도 긍정적인 의사를 보인다고 해석할 수 있다.

**Table 2. Binomial logistic regression analysis results on the intent to consume imported pork**

Variables		Coefficient	Standard error
Gender (Male) <sup>1)</sup>	Female	0.053	0.154
Age (Less than 40)	40~49	-0.205	0.166
	50~59	-0.216*	0.165
	60 and over	-0.297*	0.191
Monthly average household income (Less than 3 million won)	3~5 million won	-0.078	0.125
	5 million won and over	0.036	0.136
Education (Middle school or lower)	High school	0.265	0.193
	College graduate or higher	0.039	0.223
Living area (Eup & myeon)	Dong	0.584***	0.138
Intention to consume imported rice (No)	Neutral	0.754***	0.120
	Yes	0.829***	0.117
Verification of country of origin when purchasing meat (No)	Yes	-0.029	0.102
Awareness of animal welfare certification (No)	Neutral	-0.453***	0.124
	Yes	-0.819***	0.147
Purchasing meat online (No)	Yes	0.321**	0.154
Frequency of eating out (Less than once every 2 weeks)	More than once every 2 weeks	-0.227**	0.120
Frequency of purchasing HMR (Less than once every 2 weeks)	More than once every 2 weeks	0.751***	0.105
Frequency of purchasing U.S. beef (Less than once every 2 weeks)	More than once every 2 weeks	0.509***	0.021

<sup>1)</sup> Parenthesis indicates reference category.

\*  $p<0.1$ , \*\*  $p<0.05$ , \*\*\*  $p<0.01$ .

Table 3. Marginal effects on the intent to consume imported pork

Variables		Marginal effects	Standard error
Gender (Male) <sup>1)</sup>	Female	0.009	0.027
	40~49	-0.039	0.032
Age (Less than 40)	50~59	-0.041*	0.032
	60 and over	-0.055*	0.036
Monthly average household income (Less than 3 million won)	3~5 million won	-0.014	0.022
	5 million won and over	0.007	0.025
Education (Middle school or lower)	High school	0.048	0.034
	College graduate or higher	0.007	0.038
Living area (Eup & myeon)	Dong	0.099***	0.022
	Neutral	0.136***	0.022
Intention to consume imported rice (No)	Yes	0.152***	0.022
	Yes	-0.005	0.018
Verification of country of origin when purchasing meat (No)	Neutral	-0.090***	0.025
	Yes	-0.153***	0.028
Awareness of animal welfare certification (No)	Yes	0.061**	0.031
	More than once every 2 weeks	-0.042**	0.022
Frequency of eating out (Less than once every 2 weeks)	More than once every 2 weeks	0.140***	0.020
Frequency of purchasing HMR (Less than once every 2 weeks)	More than once every 2 weeks	0.097***	0.021
Frequency of purchasing U.S. beef (Less than once every 2 weeks)	More than once every 2 weeks		

<sup>1)</sup> Parenthesis indicates reference category.

\* $p < 0.1$ , \*\* $p < 0.05$ , \*\*\* $p < 0.01$ .

동물복지 인증제 인식 정도의 경우 수입산 돼지고기 섭취 의향과 상충 관계(trade-off)가 존재하는 것으로 나타났다. 세 부적으로는 해당 제도를 '들어본 적이 있다' 및 '잘 알고 있다'고 답한 집단에서 '모른다'라고 답한 집단 대비 각각 9.0%, 15.3%만큼 수입산 돼지고기 섭취 의향이 낮은 것으로 분석되었다. 본 결과는 응답자들이 수입산 대비 국내산 돼지의 사육환경이 상대적으로 잘 갖추어져 있는 것으로 판단한다고 해석 가능하다.

온라인 육류 구매 여부의 경우 온라인으로 육류를 구매하는 집단이 그렇지 않은 집단 대비 수입산 돼지고기 섭취 의향이 6.1% 높았다. 이는 온라인 시장에서는 수입산 돼지고기가 국내산 돼지고기보다 높은 구매 비율을 차지하고 있다는 Jeong 등(2020)의 연구를 뒷받침하는 결과이며, 온라인 시장을 이용하는 소비자들은 가격 민감성이 상대적으로 크다고 판단할 수 있다.

외식빈도의 경우, 2주일에 1일 이상 외식하는 집단이 그보다 드물게 외식하는 집단 대비 섭취 의향이 4.2% 낮은 것으로 나타나 수입산 돼지고기 섭취 의향과 음(-)의 상관관계를 갖는 것으로 분석되었다. 해당 결과는 외식 횟수가 상대적으로 많은 가구에서 수입산 쇠고기 구입 확률이 높게 나타

난다는 Kang HJ(2021)의 연구와 상반되는 결과이며, 이는 육류별 외식 횟수에 따른 수입산 육류 선호에 차이가 존재할 수 있음을 나타낸다.

HMR 구입 빈도의 경우, HMR을 2주일에 1회 이상 이용하는 집단이 그보다 드물게 이용하는 집단보다 수입산 돼지고기 섭취 의향이 14.0% 높게 나타났다. HMR 시장에서는 수입육이 큰 부분을 차지하고 있으며, HMR 구입 빈도가 높은 사람일수록 수입육을 접할 기회가 많기에 수입육에 대한 거부감이 줄어든다는 것으로 그 이유를 유추할 수 있다.

미국산 쇠고기 조달 빈도의 경우 미국산 쇠고기 조달 빈도가 2주일에 1회 이상인 집단이 그보다 드물게 조달하는 집단 대비 9.7%만큼 더 높은 섭취 의향을 보이는 것으로 나타났다. 이는 미국산 쇠고기를 선호하는 집단이 수입산 돼지고기 섭취 의향이 높다는 것을 의미하며, 원산지에 대한 민감도가 육류 소비 전반에 걸쳐 유사한 영향을 미칠 수 있음을 나타낸다.

연령의 경우 기준 범주인 40대 미만 대비 40대의 경우 통계적 차이가 나타나지 않았으나, 50대, 60대 이상의 경우 각각 4.1%, 5.5%만큼 수입산 돼지고기 섭취 의향이 낮아지는 것으로 분석되어 연령과 섭취 의향 간 음(-)의 관계를 나타

냈다. 더하여 거주지의 경우 농촌(읍/면) 대비 도시(동)에 거주하는 집단이 수입산 돼지고기 섭취 의향이 9.9%만큼 높은 것으로 나타났다. 이는 도시 거주 집단 대비 농촌 거주 집단이 보다 국내 농산물에 대한 구매 충성도가 높으며, 이러한 특성이 수입산 돼지고기 섭취 의향에도 영향을 미친 것으로 분석된다.

### 3. 모형 적합도 검증

설정된 분석 모형의 적합도를 판별하기 위해 적중률(hit ratio)을 산출하였다. 적중률은 회귀모형으로부터 예측된 개별 소비자의 소속 집단과 실제 소속 집단이 일치하는 비율을 나타내는 지표로, 모형의 분류 정확도를 평가하는 데 사용한다.

총 2,419개의 표본 중 수입산 돼지고기 취식 의향이 없는 표본 수는 1,734개로 분류되었다. 이 중에서 옳게 예측된 표본 수는 1,635개로, 약 94.3%의 적중률을 보였다. 반면, 수입산 돼지고기의 취식 의향이 있는 표본 수는 685개로 분류되었으며, 이 중에서 옳게 예측된 표본 수가 152개로, 약 22.2%의 분류 정확도를 보였다. 전체적으로, 총 73.87%의 분류 정확도를 확인할 수 있었다.

전체 분류 정확도가 70%를 넘어서고, 특히 취식 의향이 없는 표본들에 대한 예측 정확도가 높은 것을 고려할 때, 본 연구 모델을 통해 확보한 연구 결과에 충분한 타당성과 신뢰성이 담보된다고 볼 수 있다.

## 요약 및 결론

본 연구는 국내 소비자들의 수입산 돼지고기 섭취 의향 결정요인 분석을 목적으로 수행되었다. 한국농촌경제연구원(KREI)의 2022년 식품소비행태조사 주구입자 조사자료를 활용하였으며, 종속변수가 두 가지 값을 취하고 있다는 점을 고려해 이항 로지스틱 회귀모형을 분석에 활용하였다. 설명변수로 수입산 취식 의향, 육류 구입 시 생산국 확인 여부, 동물복지 인증제 인지도, 온라인 육류 구매 여부, 외식빈도, HMR 구입 빈도, 미국산 쇠고기 조달 빈도를 선정하였으며, 성별, 나이, 월평균 가구 소득, 교육수준, 거주지 등 인구통계학적 변수를 포함하였다.

수입산 돼지고기 섭취 의향 여부로 집단을 구분하여 카이제곱 검정을 통해 각 독립변수의 분포를 비교 분석하였다. 그 결과, 수입산 쌀 취식 의향 정도, 동물복지 인증제 인식 정도, 온라인 육류 구매 빈도, 외식 빈도, HMR 구매 빈도, 미국산 소고기 조달 빈도, 연령대 및 소득 분포, 교육 수준 분포, 거주지 분포에서 섭취 의향 집단과 미 섭취 의향 집단 간 통계적 차이가 존재하였다.

이항 로지스틱 모형을 이용하여 수입산 돼지고기 섭취 의

향 결정요인을 분석한 결과, 수입산 취식 의향 정도가 높은 집단, 온라인으로 육류를 구매하는 집단, HMR 구입 빈도와 미국산 쇠고기 조달 빈도가 2주일에 1회 이상인 집단, 거주지가 도시(동)인 집단이 상대적으로 높은 수입산 돼지고기 섭취 의향을 보였다. 이와 반대로 동물복지 인증제 인지도가 높은 집단, 외식 빈도가 높은 집단, 연령이 높은 집단이 수입산 돼지고기 섭취 의향이 낮은 것을 통계적으로 확인할 수 있었다.

수입산 돼지고기 시장의 확대에 국내산 돼지고기 시장의 잠식이 예상되는 상황에서 본 연구 결과를 근거로 한 국내 양돈 산업의 경쟁력 제고 방안은 다음과 같다. 우선, 수입산 쌀 취식 의향 및 미국산 쇠고기 조달 빈도와 수입산 돼지고기 섭취 의향 간 양(+)의 관계를 바탕으로 개별 소비자의 국내산 농산물에 대한 선호 정도는 농산물 전반에 유사한 영향을 미치는 것으로 판단할 수 있다. 이에 국내산 농산물에 대한 긍정적인 인식 함양을 위해 신선도, 안전성 등과 같은 수입산 대비 국내산 농산물이 갖는 장점을 더욱 부각할 필요가 있다. 소비자 교육 프로그램, 마케팅 및 광고 등을 통해 국내산 농산물의 장점을 소비자들에게 지속적으로 노출한다면 국내산 돼지고기뿐만 아니라 국내산 농산물 전반의 소비를 증가시킬 수 있을 것으로 예상된다. 이에 더해 농촌 대비 도시에서 수입산 돼지고기 섭취 의향이 상대적으로 높게 나타났다는 사실을 고려할 때 국내 농산물 판촉 프로그램은 도시민들을 우선 대상으로 설정하는 것이 타당한 것으로 판단된다. 다음으로 온라인 육류 구매와 수입산 돼지고기 섭취 의향 간 양(+)의 관계를 고려할 때 소비자들의 수입산 돼지고기 섭취 이유 중 하나는 낮은 가격 때문임을 알 수 있다. 따라서 국내산 돈육 시장은 유통 효율화를 통해 가격 경쟁력을 강화해야 한다. 또한, 물가 상승 시 할당관세 정책으로 수입 축산물의 가격을 낮추는 것 외에도, 국내 축산물의 원가 절감을 위한 유통비 지원 등 정부의 적극적인 지원이 필요하다고 판단된다. 더하여 동물복지 인증제 인지도와 수입산 돼지고기 섭취 의향 간에 음(-)의 관계를 근거로 볼 때, 동물복지 축산농장 인증 제품의 윤리적 측면을 판촉전략으로 내세운다면 가치소비를 중시하는 2030세대와 40대 소비자들의 국내산 돼지고기 섭취 의향을 긍정적으로 변화시킬 수 있을 것이다. 끝으로 본 연구에서 나타난 HMR 구입 빈도와 수입산 돼지고기 섭취 의향 간의 정(+)의 상관관계와 가격변동이 심한 국내산 돼지고기보다 저렴한 수입육을 사용하여 제품을 생산하는 육가공 업체들이 증가하고 있는 현실(Jeong 등 2020)을 고려할 때, 가공업체가 국내산 돼지고기를 이용하도록 유도하는 정부 차원의 정책 마련이 필요한 것으로 판단된다.

본 연구는 수입산 돼지고기 섭취 의향에 영향을 미치는 유의미한 변수들을 파악하고, 각 변수의 영향 정도를 정량적으

로 제시하였다는 점에서 기존 연구와의 차별성을 갖는다. 본 연구의 한계점은 다음과 같다. 단년도 횡단면 자료를 분석에 적용하여 시차별 변화를 분석 과정에 반영하지 못하였으며, 2차 자료인 식품소비행태조사 자료를 근거로 분석을 수행하여 활용된 설명변수가 다소 제한적이었다. 그럼에도 불구하고 수입산 육류가 국내산 돼지고기 생산 기반을 위협하고 있는 상황에서 국내산 돼지고기 소비 확대 전략을 구성하기 위한 기초 정보를 제공했다는 것에 본 연구의 의의가 있다.

## 감사의 글

본 과제(결과물)는 2024년도 교육부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 지자체-대학 협력기반 지역혁신사업의 결과입니다(2021RIS-001).

## References

- Cho WC. 2009. A study effects of the origins-image of livestock on product perception and purchase attitude. Master's Thesis, Kyunggi Univ. Suwon. Korea
- Jeong MK, Kim HJ, Lee HW. 2021. Consumer behavior for meat consumption and tasks to respond to its changes. *Korea Rural Economic Institute*. Report No. R913
- Kang HJ. 2021. How did the attitudes and intentions for purchasing imported meat change in the COVID-19 era?. In *Proceedings of the Consumer Behavior Survey for Foods*. pp.155-181. Korea Rural Economic Institute
- Kim ST, Kim SW. 2023. Analysis of determinants of eco-friendly food purchase frequency before and after COVID-19 using the consumer behavior survey for food. *Korean J Food Nutr* 4:222-235
- Kim WT. 2016. A study on the change of meat demand and the pork wholesale pricing. Ph.D. Thesis, Dankook Univ. Yongin. Korea
- Kook SY, Lee YG, Lee HW, Kim M. 2020. Analysis of pork supply and distribution system. *Korea Rural Economic Institute*. Report No. P262
- Korea Meat Trade Association. 2024a. Annual consumption of pork. Available from [http://www.kmta.or.kr/kr/data/stats\\_spend.php](http://www.kmta.or.kr/kr/data/stats_spend.php) [cited 20 May 2024]
- Korea Meat Trade Association. 2024b. Monthly import status of pork. Available from [http://www.kmta.or.kr/kr/data/stats\\_import\\_pork\\_month.php](http://www.kmta.or.kr/kr/data/stats_import_pork_month.php) [cited 20 May 2024]
- Korea Rural Economic Institute. 2023. Raw data on primary consumers from the 2022 food consumption behavior survey. Available from <https://www.krei.re.kr/foodSurvey/index.do> [cited 20 July 2023]
- Kwon YM. 2011. The effects of product information on price sensitivity of online consumer. Master's Thesis, Ajou Univ. Suwon. Korea
- Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs. 2022. Guidelines for recommended allocation tariffs on items under the jurisdiction of the ministry of agriculture, food and rural affairs. Available from <https://www.mafra.go.kr/home/5108/subview.do?enc=Zm5jdDF8QEB8JTJGYmZJTJGaG9tZSUyRjc5MSUyRjU2NjY5NCUyRmFydGNsVmlldy5kbyUzRg%3D%3D> [cited 20 July 2023]
- Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs. 2023. Guidelines for recommended allocation tariffs on items under the jurisdiction of the ministry of agriculture, food and rural affairs. Available from <https://www.mafra.go.kr/home/5108/subview.do?enc=Zm5jdDF8QEB8JTJGYmZJTJGaG9tZSUyRjc5MSUyRjU2NjY5NCUyRmFydGNsVmlldy5kbyUzRg%3D%3D> [cited 20 July 2023]
- Ministry of Trade, Industry and Energy. 2011. Free trade agreement between the Republic of Korea, of the one part, and the European Union and its member states, of the other part. Available from <https://www.fta.go.kr/eu/doc/1/> [cited 20 July, 2023]
- Ministry of Trade, Industry and Energy. 2012. Free trade agreement between the Republic of Korea and the United States of America. Available from <https://www.fta.go.kr/us/doc/1/> [cited 20 July 2023]
- Oh YJ, Jang KI, Kim SW. 2021. Analysis of determinants of home meal replacement purchase frequency before and after COVID-19 based on a consumer behavior survey. *Korean J Food Nutr* 34:576-583
- Park CH. 2009. A study on the consumption of imported fruit and consumer - Preference: The case of Gwangju. Master's Thesis, Chung-Ang Univ. Seoul. Korea
- Yoon JW, Choi JS. 2022. Structural relationship analysis on intention to purchase imported agricultural products. *J Ind Econ Bus* 35:549-569

Received 21 May, 2024  
Revised 29 May, 2024  
Accepted 10 June, 2024

## 한국식품영양학회 소식

### • 일반소식

1. 2024년 05월 11일(토) : 한국식품영양학회 제4차 이사회의 (춘계학술대회준비)
2. 2024년 05월 17일(토) : 한국식품영양학회 제2차 임원회의 (총회 준비)
3. 2024년 05월 17일(금) : 2024년 한국식품영양학회 춘계학술대회 개최
4. 2024년 05월 17일(금) : 2024년 편집 및 윤리위원회 1차 회의 실시(대면회의)
5. 2024년 05월 17일(금) : 춘계학술대회 총회 개최, 의결안건으로 <제1호 의안> 2024년도 한국식품영양학회 예산승인 건을 의결함
6. 2024년 05월 27일(목) : 2024 학술활동지원사업 학술지 학술대회 신청 완료
7. 2024년 06월 18일(화) : 한국학술단체총연합회 회원 가입 완료
8. 2024년 06월 20일(목) : 한국과학기술단체총연합회 2024년도 국내학술지 지원금 신청자료 보완 업로드
9. 2024년 06월 30일(일) : 학술지 제37권 제3호에 연구논문 4편 출판

### • 학회 가입 및 회비 납부

#### 1. 회원가입

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

홍보이사 : 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, 010-2743-0402

## 3. 논문접수 담당

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

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

## Checklist for Original Article

Title of the manuscript : \_\_\_\_\_

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

### 1. General guideline

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

### 2. Cover page

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

### 3. Abstract and Keywords

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

### 4. Main text

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

### 5. References

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

### 6. Tables and figures

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

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

Title of Manuscript :

Author(s) :

### COPYRIGHT TRANSFER

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

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

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

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

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

Authorized Name and Title(print)

---

**Signature(s):**

**Date: 2024. . .**

---

## Declaration of Ethical Conduct in Research

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

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

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

Date \_\_\_\_\_

Paper Title :

(Corresponding) Author :

(Signature)

Institute :

## 한국식품영양학회 회칙

### 제 1장 총 칙

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

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

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

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

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

### 제 2장 회 원

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

제 6조 (자격)

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

제 7조 (권리와 의무)

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

### 제 3장 임 원

제 8조 (구성) 본회는 다음의 임원을 둔다.

1. 회장 1명
2. 차기회장 1명

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

#### 제 9조 (임기)

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

#### 제 10조 (선임)

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

#### 제 11조(직무) 본회의 임원은 다음의 직무를 수행한다.

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

#### 제 12조 (고문)

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

2. 고문은 본 학회의 명예회장을 역임한 사람으로 한다.

#### 제 13조 (명예회장)

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

### 제 4장 회 의

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

#### 제 15조 (총회)

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

#### 제 16조 (평의원회)

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

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

#### 제 17조 (고문회)

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

#### 제 18조 (임원회)

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

#### 제 19조 (이사회)

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

#### 제 20조 (편집위원회)

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

#### 제 20조의2 (윤리위원회)

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

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

## 제 5장 재 정

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

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

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

제 24조 (예산 및 결산)

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

## 제 6장 시 상

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

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

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

## 제 7장 보 칙

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

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

제 29조 (저작권의 귀속)

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

제 30조 (정관의 변경)

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

**부 칙**

제 1조 (시행일) 본 회칙은 1988년 7월 18일부터 시행한다.

**부 칙**

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

**부 칙**

제 1조 (시행일) 본 회칙은 1996년 7월 10일부터 시행한다.

**부 칙**

제 1조 (시행일) 본 회칙은 1997년 1월 9일부터 시행한다.

**부 칙**

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

**부 칙**

제 1조 (시행일) 본 회칙은 2008년 6월 23일부터 시행한다.

**부 칙**

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

**부 칙**

제 1조 (시행일) 본 회칙은 2011년 6월 16일부터 시행한다.

**부 칙**

제 1조 (시행일) 본 회칙은 2012년 6월 22일부터 시행한다.

**부 칙**

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

**부 칙**

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

**부 칙**

제 1조 (시행일) 본 회칙은 2015년 8월 20일부터 시행한다.

**부 칙**

제 1조 (시행일) 본 회칙은 2016년 6월 16일부터 시행한다.

**부 칙**

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

## 한국식품영양학회 연구윤리 규정

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

### 제 1장 총 칙

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

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

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

### 제 2장 연구수행의 윤리규정

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

#### 제 5조(데이터 관리)

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

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

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

#### 제 8조(저자의 순서와 소속표시)

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

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

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

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

#### 제 10조(참고문헌의 인용원칙)

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

### 제 3장 연구 부정행위의 윤리규정

#### 제 11조(연구 부정행위의 정의)

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

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

#### 제 13조(참고문헌의 왜곡금지)

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

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

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

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

-다음-

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

## 제 4장 논문심사의 윤리규정

### 제 15조(심사자의 책임과 의무)

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

### 제 16조(심사자의 비윤리적 행위)

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

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

### 제 17조(편집위원회의 책임과 의무) 삭제(2016년 4월 21일)

## 제 5장 연구윤리규정의 시행 및 윤리위원회

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

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

#### 제 20조(윤리위원회의 목적과 구성)

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

#### 제 21조(윤리위원회의 권한)

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

#### 제 22조(윤리위원회의 판정 및 제재)

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

#### 제 23조(제보자 및 조사대상자의 보호)

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

#### 제 24조(징계의 절차 및 내용)

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

#### 제 25조(윤리규정의 수정)

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

**- 부칙 -**

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

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

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

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

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

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

## Chapter 1 General Provisions

### Article 1: Definition of Research Ethics

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

### Article 2: Purpose of Ethics Regulations

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

### Article 3: Application Objects of Ethics Regulations

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

## Chapter 2 Ethics Regulations on Research Conduction

### Article 4: Truth in Research

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

### Article 5: Data Management

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

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

### Article 6: Presentation of Research Results

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

**Article 7: Retention of Copyright**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**Article 10: Citation Principles of References**

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

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

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

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

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

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

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

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

**Article 12: Types of Plagiarism**

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

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

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

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

**Article 14: Practices to Avoid**

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

**Article 14-2 : Bioethics**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**Addendum****Article 1: Date of Enforcement**

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

**Article 2: Date of Enforcement**

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

**Article 3: Date of Enforcement**

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

**Article 4: Date of Enforcement**

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

## 한국식품영양학회지 논문 투고 규정

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

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

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

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

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

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

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

2단계 : 편집이사가 정한 2인의 심사위원이 세부심사를 한다.

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

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

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

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

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

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

10. 원고 제 2면에는 제목을 국문과 영문으로 표기하고 영문으로 된 Abstract를 첨부한다. 초록은 200단어 내외의 줄 바꿈 없는 단일 문단으로 하되 본문과 분리하여도 논문을 이해할 수 있도록 연구목적, 연구방법, 연구결과가 나타나도록 작성하며, 하단에는 5개 이내의 영문주제어(keywords)를 기입한다(keywords는 모두 소문자 영어로 표기).
11. 논문의 형식은 서론, 재료 및 방법(또는 연구 대상 및 방법), 결과 및 고찰, 요약 및 결론, 이해상충(Conflict of interest), 감사의 글, References의 순서로 함을 표준으로 하며, 쪽 구분 없이 계속 연결하여 작성한다.
12. 연구노트는 어떤 한정된 부분의 발견이나 새로운 실험 방법과 좋은 내용을 정리한 논문으로, 논문형식을 기준으로 작성하되 2,500단어 이내, Table과 Figure 합이 3개 이하를 원칙으로 한다.
13. 모든 표 및 그림의 제목과 설명은 영문으로 한다. 제목은 Table 1, Fig. 1 등의 순서로 표기하며 본문을 참조하지 않아도 내용을 알 수 있을 정도로 간결, 명확하게 기재한다. Table의 제목은 표의 상단에, Fig.의 제목은 그림의 하단에 기재한다. 본문에 인용할 때는 Table 1, Fig. 1 등으로 표시한다. Table이 페이지를 넘어가는 경우에는 제목 끝에 “continued”를 표기해 준다.
14. Table의 밑에 각주(footnote)를 달 때는 Table 내용 중 설명하려는 단어 혹은 문장 아래 아라비아 숫자 1), 2), 3)으로 나타내며 부호들은 사용하지 않는다. \*, \*\* 표시는 통계분석의 유의확률이  $p < 0.05$ 나  $p < 0.01$ 을 나타낼 때만 사용한다. 다중범위 검정에서는 a, b, c, d 등을 사용하고 하단에 그 내용을 표시한다.
15. 모든 표와 그림은 본문 중에 작성하거나, 한 장에 하나씩 작성하여 본문 뒤에 순서대로 첨부한 후 본문 중에 그 위치를 표시하여야 한다. 그림은 사진 또는 컴퓨터로 깨끗이 작성하여 정판원고로 직접 사용될 수 있도록 한다.
16. 본문 중에 인용되는 References는 저자명과 연도별로 인용하며, 영문으로 표기함을 원칙으로 한다. 인용문헌의 기재 예는 다음과 같다.
  - 1) 인용되는 문헌은 해당부위에 영문 성(family name)으로 된 저자명과 연도를 괄호하여 표기한다. **저자가 1인 일 때는 저자의 성과 이름 약자를 모두 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 μm	part per million	20 ppm
millimeter	4 mm	molarity	0.1 M
centimeter	6 cm	normality	0.05 N
meter	2 m		0.01 N HCl
milligram	2 mg	temperature	60°C
gram	4 g		180°F
kilogram	6 kg	absolute degree	270K
milliliter	2 mL	mega pascal	25 MPa
liter	4 L	kilocalorie	2,000 kcal
second	2 s	gravity	10,000×g
minute	4 min		
hour	6 h	약 어	
milliliter/minute	2 mL/min	optical density	O.D.
meter/second	4 m/s	dextrose equivalent	D.E.
percent	20%	범 위	
%(weight/volume)	20%(w/v)		1.0~2.0 mg
milligram percent	100 mg%		
pH	pH 7.0	수 식	(a+b)/(c+d)

※ 학회지 투고규정이 2023년 11월 10일자로 일부 변경되었습니다.  
36권 6호 이후의 논문 투고 시 참고하시기 바랍니다.

## Guidelines for Submitting Manuscripts

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

1. The Journal of the Korean Society of Food and Nutrition publishes research papers, research notes, research updates, and review articles related to food and nutrition. However, the publication of review articles is limited to those appointed by the society or those approved by the editorial board.
2. In principle, the first author and corresponding author among paper contributors shall be limited to only members of the Society excluding invited research papers.
3. Submitted manuscripts should not have been published before in any other journals.
4. The author should submit the manuscript electronically via online submission at the Society's website (<http://ksfn.kr>).
5. For information of Manuscript submission please contact the editor.  
E-mail: [foodnutr1@naver.com](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.

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

#### 4) Patents

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

#### 5) Oral Presentation of Manuscript at Symposia

Huhtanen CN. 1988. Preparation of cold water dispersable cocoa powder. Abstract 21, 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. 3 June 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.**

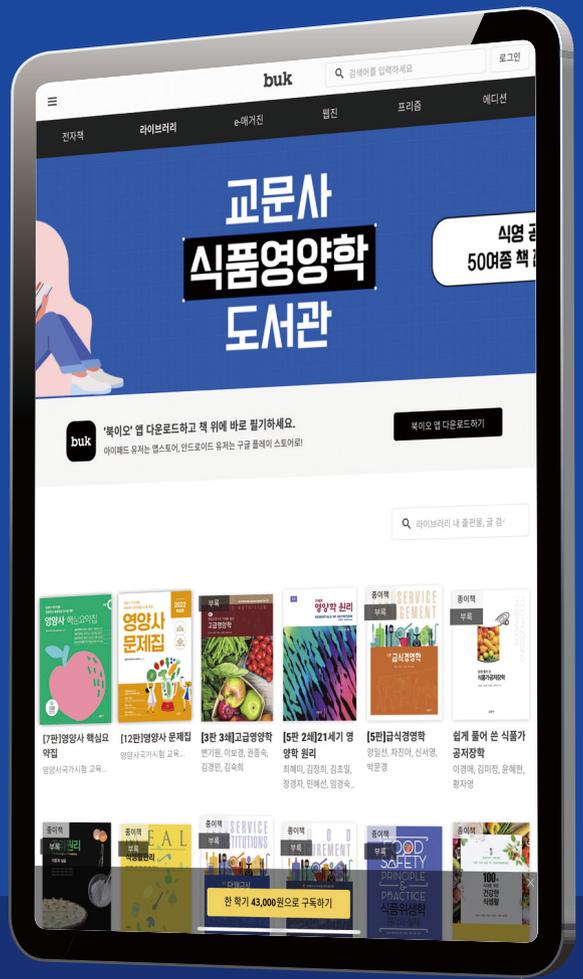
Copyright ©2024 by The Korean Society of Food and Nutrition

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  
서울 및 수도권, 충남, 충북, 대전, 경남, 부산, 전북

진경민 차장 010.7130.1350 jinkm@gyomoon.com  
서울 및 수도권, 대구, 경북, 강원도, 광주, 전남, 제주

# 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

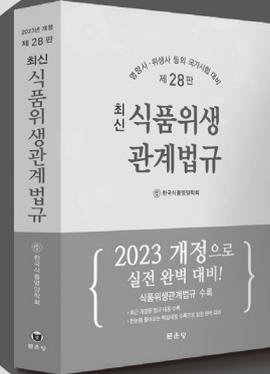
제11판 | 2도 인쇄 | 값 43,000원(출간 예정)

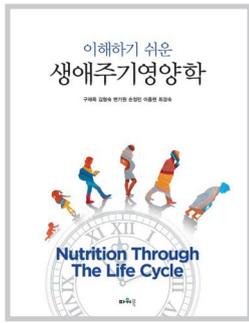
## 제3판 식품학

2도 인쇄 | 값 24,000원  
강의용 보조자료(PPT) 제공

## 최신 식품위생관계법규

개정 제29판 | 32,000원(출간 예정)





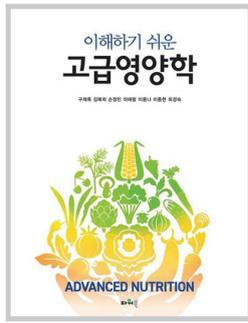
이해하기 쉬운  
생애주기영양학

Nutrition Through  
The Life Cycle

이해하기 쉬운  
생애주기영양학

구재욱 · 김형숙 · 변기원  
손정민 · 이종현 · 최경숙

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



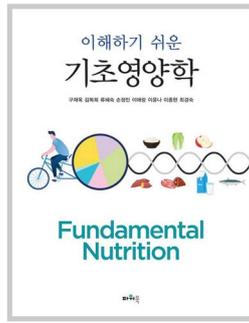
이해하기 쉬운  
고급영양학

ADVANCED NUTRITION

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)



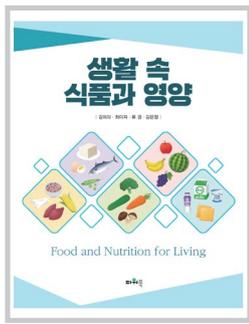
DIET  
식사요법 및 실습  
THERAPY  
PRACTICE

식사요법 및 실습

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

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

개정판



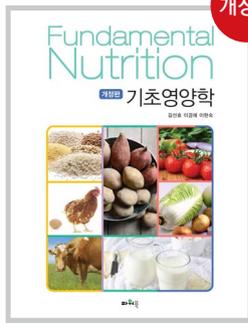
생활 속  
식품과 영양

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

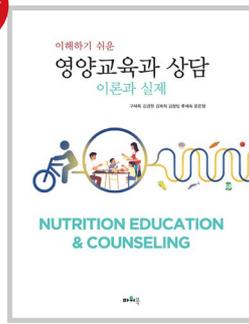
기초영양학

기초영양학

김선호 · 이경애 · 이현숙

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

개정판



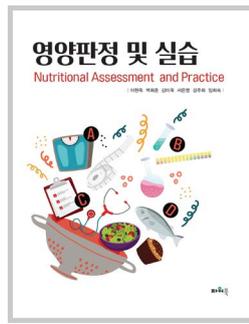
이해하기 쉬운  
영양교육과 상담  
이론과 실제

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

영양판정 및 실습

이현옥 · 백희준 · 김미옥  
서은영 · 강주희 · 임희숙

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



플러스  
고급영양학  
PLUS  
ADVANCED  
NUTRITION

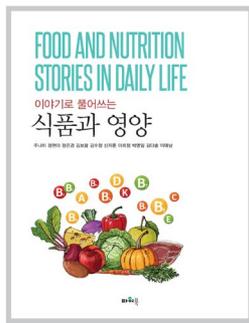
플러스 고급영양학

플러스 고급영양학

현대선 · 한성림 · 김혜경  
권영혜 · 정자용

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

개정판

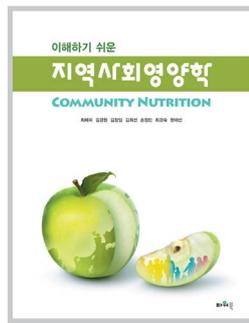


FOOD AND NUTRITION  
STORIES IN DAILY LIFE  
이야기로 풀어쓰는  
식품과 영양

이야기로 풀어쓰는  
식품과 영양

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

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



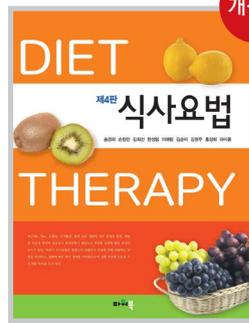
이해하기 쉬운  
지역사회영양학  
COMMUNITY NUTRITION

지역사회영양학

이해하기 쉬운  
지역사회영양학

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

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



DIET  
제4판  
식사요법  
THERAPY

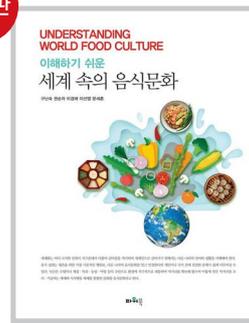
제4판  
식사요법

제4판  
식사요법

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

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

개정판



UNDERSTANDING  
WORLD FOOD CULTURE  
이해하기 쉬운  
세계 속의 음식문화

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)

파워북

www.powerbook.kr

경기도 고양시 일산동구 호수로 358-25 동문타워 2차 529호

TEL 02-730-1412 FAX 031-908-1410

## 2024년도 한국식품영양학회 평의원

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

한국식품영양학회지 제37권 제3호

The Korean Journal of Food and Nutrition  
Vol. 37. No. 3. June 2024

**발행인** 김미옥  
**편집인** 이호진  
**발행처** 한국식품영양학회  
 (우) 41453  
 대구광역시 북구 영송로 15(태전동)  
 대구보건대학교 미래관 501  
 Tel: 053-320-1366/ Fax: 053-320-4572  
 E-mail: ksfan88@hanmail.net  
**발행일** 2024. 06. 30.  
**인쇄** 거목문화사/거목인포  
 Tel: 02-2277-3324  
 Fax: 02-2277-3390  
 E-mail: guhmok@guhmok.com

**Publisher** Mi Ok Kim  
**Editor** Hojin Lee  
**Published by** The Korean Society of Food and Nutrition  
 Tel: +82-53-320-1366 / Fax: +82-53-320-4572  
 E-mail: ksfan88@hanmail.net  
**Printed Date** 2024. 06. 30.  
**Printed by** Guhmok Publishing/Guhmok Info  
 Tel: +82-2-2277-3324  
 Fax: +82-2-2277-3390  
 E-mail: guhmok@guhmok.com

# THE KOREAN JOURNAL OF FOOD AND NUTRITION

제37권 제3호 2024. 6



**한 국 식 품 영 양 학 회**

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