

한국식품영양학회지

THE KOREAN JOURNAL OF FOOD AND NUTRITION

Vol. 35, No. 3, June 2022



한국식품영양학회

THE KOREAN SOCIETY OF FOOD AND NUTRITION

<http://ksfn.kr>

한국 식품 영양 학회지

The Korean Journal of Food and Nutrition

2022년도 학회 임원명단

고 문	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 송의여자대학교)
명 예 회 장	윤옥현(김천대학교) 장재선(가천대학교)	최병범(신한대학교) 이광수(장안대학교)	장상문(대구보건대학교) 최향숙(경인여자대학교)
회 장	이성호(계명문화대학교)		
차 기 회 장	이수정(부천대학교)		
총괄부회장	김미옥(대구보건대학교)		
부 회 장	박경숙(장안대학교) 권중숙(신구대학교)	정하숙(덕성여자대학교) 김종희(서일대학교)	류혜숙(상지대학교) 홍성희(신한대학교)
감 사	이재우(김천대학교)	이경행(한국교통대학교)	
총 무 이 사	김범식(연성대학교)		
학 술 이 사	정혜연(송의여자대학교)	최현숙(충청대학교)	최은영(경북전문대학교)
편 집 이 사	이연리(대전보건대학교)	백진경(을지대학교)	권수연(신구대학교)
재 무 이 사	황보미향(계명문화대학교)		
사 업 이 사	노재필(신구대학교)		
홍 보 이 사	서영호(원광보건대학교)		
지 부 장	서울 · 강원지부 김미자(강원대학교) 대전 · 충청지부 이진미(백석대학교) 부산 · 경남지부 박우포(마산대학교)	경기 · 제주지부 김옥선(장안대학교) 대구 · 경북지부 김정미(대구과학대학교) 광주 · 호남지부 송희순(광주보건대학교)	

편 집 위 원 회

편집위원장	이석원(유한대학교)		
편 집 위 원	이연리(대전보건대학교) 심기현(숙명여자대학교) 김광옥(김천대학교) 김영모(광주여자대학교) 연지영(서원대학교) 한규호(Obihiro Univ.)	백진경(을지대학교) 김옥선(장안대학교) 오윤신(을지대학교) 김현정(제주대학교) 문민선(삼양그룹 식품안전센터)	권수연(신구대학교) 정사무엘(충남대학교) 김현주(대전보건대학교) 한규상(호남대학교) 이세호((주)중앙타프라)

윤 리 위 원 회

윤리위원장	이성호(계명문화대학교)		
부 위원 장	이연리(대전보건대학교)		
윤 리 위 원	김옥선(장안대학교) 심기현(숙명여자대학교)	배운정(한국교통대학교) 김영모(광주여자대학교)	문민선(삼양그룹 식품안전센터)

본 학회지는 한국연구재단의 등재학술지입니다.

Editor: Youn Ri Lee Ph. D.
21 Chungjeong St., Dong-gu Daejeon, 34504, Republic of Korea
Tel: +82-42-670-9246 Fax: +82-42-670-9595, E-mail: leeyounri@hit.ac.kr

학회지 구독이나 회원관리 및 회비관련 문의: 010-2515-1571, E-mail: ksfan88@hanmail.net
논문투고관련 문의: 010-4400-7863, E-mail: foodnutr1@naver.com
주소: 대구광역시 달서구 달서대로 675, 계명문화대학교 식품영양조리학부 내((우)42601)
전화: 053-589-7824, 팩스: 053-589-7821

Copyright ©2022 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 35권 3호 2022년 6월

목 차

<연구논문>

- 167 한국 청소년의 패스트푸드 섭취실태 및 관련요인
- 제16차 청소년건강행태온라인조사 이용 - 홍승희
- 178 [10]-Gingerol Induces Intrinsic Apoptosis in A2058 Human Melanoma Cells
..... Tae Eun Guon and Ha Sook Chung
- 185 썩갠 것으로부터 추출한 정유의 휘발성 향기성분 분석 최향숙
- 193 한국 성인 2형 당뇨병 환자를 위한 당뇨 중재 프로그램 효과에 대한 메타 분석 박미영 · 김정민
- 204 함유량 다당체 Fucoidan의 인체 대장암세포(HT-29) 사멸과 Apoptosis에 미치는 영향 김민지 · 정하숙
- 213 염화나트륨 처리 및 재배방법이 새싹밀의 항산화 성분 및 활성에 미치는 영향
..... 양지영 · 이한결 · 서우덕 · 이미자 · 송승엽 · 최준열 · 김현영
- 223 발효 당귀분말을 첨가한 쿠키의 품질 특성 엄현주 · 강혜정 · 안도균 · 박혜진 · 김주형 · 윤향식
-
- 231 ■ 학회소식
- 233 ■ 저자 체크표
- 234 ■ 저작권 이전 동의서
- 235 ■ 연구윤리서약서
- 236 ■ 한국식품영양학회 회칙
- 242 ■ 한국식품영양학회 연구윤리 규정
- 251 ■ 한국식품영양학회 논문 투고 규정

THE KOREAN JOURNAL OF FOOD AND NUTRITION

Vol. 35, No. 3, June 2022

CONTENTS

<Original Articles>

- 167 Factors Influencing Fast Food Consumption in Korean Adolescents
- Based on the 16th Korea Youth Risk Behavior Web-based Survey - Seung Hee Hong
- 178 [10]-Gingerol Induces Intrinsic Apoptosis in A2058 Human Melanoma Cells Tae Eun Guon and Ha Sook Chung
- 185 Analysis of Volatile Flavor Components of the Essential Oil from *Chrysanthemum coronarium* var. *spatiosum* Bailey
..... Hyang-Sook Choi
- 193 Meta-Analysis of the Effect of Diabetes Intervention Programs for Korean Adults with Type 2 Diabetes
..... Mi-Young Park and Joungmin Kim
- 204 Effects of Fucoidan, a Sulfur-Containing Polysaccharide, on Cytotoxicity and Apoptosis in HT-29 Human Colorectal Cancer Cells
..... Min Ji Kim and Ha Sook Chung
- 213 The Effects of Sodium Chloride and the Cultivation Method on Antioxidant Compounds and Activities in Wheat (*Triticum aestivum*) Sprouts Ji Yeong Yang, HanGyeol Lee, Woo Duck Seo, Mi Ja Lee,
Seung-Yeob Song, June-Yeol Choi and Hyun Young Kim
- 223 Quality Characterization of Cookies with Fermented *Angelica gigas* Nakai Powder
..... Hyun-Ju Eom, Hye Jeong Kang, Do-Kyun An, Hye Jin Park,
Ju-Hyoung Kim and Hyang-Sik Yoon
- 231 ■ News of the Korean Society of Food and Nutrition
- 233 ■ Checklist for Original Article
- 234 ■ Copyright Transfer and Statement of Originality Korean Journal of Food and Nutrition
- 235 ■ Declaration of Ethical Conduct in Research
- 236 ■ The Rules of the Korean Society of Food and Nutrition
- 242 ■ Research Ethics Rules of the Korean Society of Food and Nutrition
- 251 ■ Guidelines for Submitting Manuscripts

한국 청소년의 패스트푸드 섭취실태 및 관련요인 - 제16차 청소년건강행태온라인조사 이용 -

†홍 승 희

신한대학교 식품조리과학부 식품영양학전공 부교수

Factors Influencing Fast Food Consumption in Korean Adolescents - Based on the 16th Korea Youth Risk Behavior Web-based Survey -

†Seung Hee Hong

Associate Professor, Food and Nutrition Major, Division of Food Science and Culinary Arts, Shinhan University, Uijeongbu 11644, Korea

Abstract

The purpose of study was to examine the factors influencing fast food consumption in Korean adolescents. The analysis was conducted using cross sectional study data from the 16th Korea Youth Risk Behavior Web-based Survey in 2020. A total 54,948 middle and high school students participated in this study. The subjects in the analysis were 28,353 males and 26,595 females, 28,961 middle school and 25,987 high school students. In total, 56.6% Korean adolescents consumed fast food once or twice weekly and 25.4% consumed fast food more than three times weekly. Logistic regression analysis revealed that fast food consumption was significantly associated with dietary behavior such as lower breakfast intake (OR: 0.930, 95%CI: 0.891~0.970, $p<0.001$), higher soda drinks consumption (OR: 2.563, 95%CI: 2.452~2.678, $p<0.001$), and higher sweet drinks consumption (OR: 1.898, 95%CI: 1.818~1.982, $p<0.001$). For psychological and health behavior factors, fast food consumption was also significantly associated with higher perceived stress (OR: 1.239, 95%CI: 1.163-1.321, $p<0.001$), higher smoking (OR: 1.300, 95%CI: 1.164~1.453, $p<0.001$), higher drinking (OR: 1.193, 95%CI: 1.112~1.280, $p<0.001$), higher depression experience, higher loneliness experience, and lower subjective health. In conclusion, fast food consumption in Korean adolescents was associated with undesirable dietary habits and psychological and health behavior, suggesting that appropriate education programs are necessary to reduce such behavior.

Key words: fast food, adolescent, Korea youth risk behaviors web-based survey

서 론

경제적 성장과 더불어 식품산업의 발달이 가속화되고 있다. 식품을 소비하는 소비자의 라이프 스타일의 변화와 식품에 대한 가치와 요구가 다양해지고 있으며, 4차 산업혁명과 연계하여 식품산업의 시장은 더욱 확대되고 있다(Oh 등 2021; Choi JS 2022). 국내 식품산업의 시장 규모는 지속적으로 증가하여 세계 식품 시장 대비 국내 식품산업이 더 높은 성장을 나타내고 있으며, 식품산업과 관련된 종사자가 꾸준히 늘어나고 있다(Korea Agro-fisheries & Food Trade Corporation

2020a). 외식 산업은 소비행태, 가구 구조의 변화, 라이프 스타일 등 다양한 환경에 영향을 받고 있으며(Korea Agro-fisheries & Food Trade Corporation 2020b), 국내 외식업체수가 2016년 이후 매년 2.5%의 성장을 하고 있으며 2019년에는 약 73만개의 외식업체수로 보고되었다(Statistics Korea 2019). 패스트푸드는 간편하고 신속하게 섭취할 수 있는 식품으로 성인 뿐만 아니라 청소년들의 이용이 증가하고 있다. 이러한 경향을 반영하여 2021년 피자, 햄버거, 샌드위치 음식점의 외식산업경기전망지수는 85.85이고 치킨전문점의 외식산업경기전망지수는 81.42로 다른 외식업종에 비하여 높은 외식산업 경기지

† Corresponding author: Seung Hee Hong, Associate Professor, Food and Nutrition Major, Division of Food Science and Culinary Arts, Shinhan University, Uijeongbu 11644, Korea. Tel: +82-31-870-3571, Fax: +82-31-870-3509, E-mail: hsh@shinhan.ac.kr

수를 나타냈다(Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs 2021).

패스트푸드는 맛있고 간편하게 섭취할 수 있는 장점 등으로 인하여 이용이 증가하고 있다. 다양한 선행연구들에서 청소년들이 가장 선호하는 패스트푸드는 치킨, 피자, 햄버거로 나타났다(Park JY 2018). 그러나 패스트푸드는 지방 함량이 높고 주로 육류로 이루어져 있어 열량과 염분이 높은 식품으로 알려져 있다(Kim & Kim 2017; Park JY 2018). 또한 비타민과 무기질 등이 부족하여 편중된 영양 섭취를 유발하고 영양불균형을 초래하는 ‘정크푸드(junk food)’라고 취급되기도 한다(Lyu 등 2006; Lee JS 2007). 2018년 우리나라 국민은 하루에 3,274 mg의 나트륨과 64.7 g의 당류를 섭취하는 것으로 나타났으며, 당류의 주된 공급원은 가공식품으로 61.2%를 차지하였다(Ministry of Food and Drug Safety 2020). 청소년기는 신체적, 정신적인 변화에 따른 균형 잡힌 영양이 성인에 비하여 더욱 필요한 시기이다. 그러나 우리나라 청소년들은 불규칙한 식사와 결식이 많고 간식, 패스트푸드, 탄산음료 등으로 지방과 당분의 섭취가 높아 영양 상태에 문제가 생길 수 있다(Jeong & Kim 2001). 청소년들의 패스트푸드 섭취는 동물성 지방과 단백질로 편중된 식사를 하기 쉽고 영양적으로 불균형한 상태를 유발할 수 있다(Kim & Park 2005; Lyu 등 2007). 식습관은 식생활과 관련된 습관으로 음식에 대한 기호와 식생활의 태도와 행동을 모두 포함한다. 식습관은 어렸을 때부터 형성되어 청소년기에 주로 완성되며 향후 성인이 되었을 때까지 청소년기의 식습관이 지속되어 건강에 영향을 미치게 되므로 청소년기의 바람직한 식생활 습관이 매우 중요하다(Lee & Han 1996; Kim & Lee 2006; Han G 2021).

그동안 청소년을 대상으로 하는 패스트푸드 섭취 실태, 식습관, 인식에 대한 많은 선행연구들이 이루어졌다. 그러나 대부분의 연구들이 지역적으로 일부 지역에 국한되고 일부 청소년을 대상으로 하였다(Lyu 등 2006; Lee JS 2007; Lyu 등 2007; Her 등 2007; Lyu 등 2008; Jegal 등 2009; Kim BR 2009; Oh & Jang 2015; Bae & Kim 2016a). 따라서 본 연구에서는 전국의 중·고등학생을 대상으로 청소년건강행태온라인조사의 원시자료를 이용하여 한국 청소년의 패스트푸드 섭취 실태 및 관련 요인을 분석하고자 하였다. 2020년 제16차 청소년건강행태온라인조사 자료를 이용하여 청소년들의 패스트푸드 섭취 실태를 알아보고, 패스트푸드 섭취에 영향을 주는 요인으로 인구사회학적 특성, 식습관, 정신건강 특성, 건강행태 특성을 분석하여 청소년의 올바른 식습관 형성에 필요한 영양교육 프로그램 등의 기초자료로 활용하고자 하였다.

연구대상 및 방법

1. 연구대상

본 연구는 2020년 제16차 청소년건강행태온라인조사(Korea Disease Control and Prevention Agency, Ministry of Education, Ministry of Health and Welfare 2021)의 원시자료를 이용하였다. 청소년건강행태온라인조사는 우리나라 청소년의 건강행태 현황과 추이를 파악하기 위하여 전국적으로 매년 실시하는 국가승인통계(승인번호 117058) 조사로 익명의 자기기입식으로 수행된다. 2020년 4월 전국 중·고등학교 재학생을 목표모집단으로 하여 모집단 층화, 표본배분, 표본추출의 단계를 통하여 표본을 추출하였다. 모집단 층화단계는 39개 지역군과 학교급을 층화변수로 사용하여 모집단을 117개 층으로 나누고, 표본 배분 단계에서는 표본 크기를 중학교 400개교, 고등학교 400개교로 하여 57,952명을 대상으로 실시하였다. 793개교 54,948명이 조사에 참여하여 참여율은 94.9%를 나타냈다. 청소년건강행태온라인조사는 개인을 식별할 수 없는 고유번호로 이루어져 개인정보의 익명성이 보장되는 조사로 수행되었고, 질병관리청의 승인을 받은 후 자료를 다운로드 활용하였다.

2. 연구도구

제16차 청소년건강행태온라인조사의 15개 영역, 103개 문항으로 이루어져 있으며, 본 연구에서는 인구사회학적 특성, 식습관, 정신건강 특성, 건강행태 특성 및 패스트푸드 섭취 관련 변수를 이용하였다. 인구사회학적 특성은 성별, 학년, 거주 지역, 학업성적, 가정경제수준, 거주 형태, 아버지학력, 어머니학력을 포함하였다. 학년은 중학교와 고등학교로 구분하였고 학업성적과 가정경제수준은 ‘상, 중상, 중, 중하, 하’의 5단계를 ‘상, 중, 하’로 재분류하였으며, 거주형태는 원 응답척도 ‘가족과 함께 살고 있다, 친척집에서 살고 있다, 하숙 자취, 기숙사, 보육시설’을 ‘가족과 거주, 가족외 거주’로 재분류하여 이용하였다.

식습관은 아침식사 빈도, 과일, 탄산음료, 단맛 나는 음료 섭취빈도를 이용하였고, 변수의 값은 제16차 청소년건강행태온라인조사의 지표정의에 따라 재분류하였다. 아침식사 빈도는 최근 7일 동안 5일 이상 섭취군과 5일 미만 섭취군으로 구분하였다. 과일 섭취는 1일 1회 이상 섭취군과 1일 1회 미만 섭취군으로 구분하였다. 탄산음료와 단맛 나는 음료 섭취빈도는 주 3회 이상 섭취군과 주 3회 미만 섭취군으로 구분하였다.

정신건강 특성 관련 변수는 주관적 스트레스 인지, 슬픔·절망감 경험, 자살 생각, 주관적 행복인지, 외로움 경험 변수를 이용하였다. 평상시 스트레스 인지는 원 응답척도 ‘대단

히 많이 느낀다, 많이 느낀다, 조금 느낀다, 별로 느끼지 않는다, 전혀 느끼지 않는다'를 '많이 느낀다, 조금 느낀다, 거의 느끼지 않는다'로 재분류 하였다. 주관적 행복인지는 원 응답척도 '매우 행복한 편이다, 약간 행복한 편이다, 보통이다, 약간 불행한 편이다, 매우 불행한 편이다'를 '행복하다, 보통이다, 행복하지 않다'로 재분류하였다. 다른 변수들을 원시 자료를 그대로 사용하여 '있다, 없다'로 구분하였다.

건강행태 특성 변수는 주관적 건강상태, 현재 흡연, 현재 음주, 하루 60분 이상 중강도 신체활동, 고강도 신체활동, 근력강화운동 변수를 이용하였다. 주관적 건강상태는 원 응답척도 '매우 건강한 편이다, 건강한 편이다, 보통이다, 건강하지 못한 편이다, 매우 건강하지 못한 편이다'를 '건강하다, 보통이다, 건강하지 않다'로 재분류하였다. 현재 흡연은 최근 30일 동안 담배를 피운 경험을 '있음'과 '없음'으로, 현재 음주는 최근 30일 동안 술을 마신 경험을 '있음'과 '없음'으로 구분하였다. 한국 청소년을 위한 신체활동 지침서(Ministry of Health and Welfare 2013)에 따라 하루 60분 이상 중강도 신체활동 일수는 주 5일 이상은 '높음'으로 주 5일 미만은 '낮음'으로 재분류하였다. 고강도 신체활동 일수와 근력 강화 운동 일수는 주 3일 이상은 '높음'으로 주 3일 미만은 '낮음'으로 재분류하여 이용하였다.

3. 자료분석

청소년건강행태온라인조사 원시자료는 표본오차를 최소화하기 위하여 복합표본설계 방법으로 표본이 추출되었다. 그러므로 질병관리청의 원시자료 이용지침서에 따라 계층, 군집, 가중치를 고려하고 유한모집단수정계수를 반영한 복합표본을 SPSS Package(Version 23.0, IBM Co., Armonk, NY, USA)을 이용하여 분석하였다. 청소년의 인구사회학적 특성과 패스트푸드 섭취 실태는 복합표본 빈도와 백분율로 분석하였다. 인구사회학적 특성, 식습관, 정신건강 특성, 건강행태 특성에 따른 패스트푸드 섭취 실태의 차이는 복합표본 교차분석 방법인 Rao-Scott χ^2 test로 분석하였다. 성별, 학년, 도시규모, 학업성적, 가정경제수준, 거주형태, 아버지 학력, 어머니 학력의 인구사회학적 특성을 보정한 상태에서 청소년의 패스트푸드 섭취에 영향을 미치는 요인은 복합표본 로지스틱 회귀분석을 실시하였다. Rao-Scott χ^2 test 분석에서 통계적으로 유의한($p < 0.05$) 변수를 이용하였으며, 각 요인에 대한 교차비와 95% 신뢰구간을 구하였다.

결과 및 고찰

1. 대상자의 일반적 특성 및 패스트푸드 섭취 실태

대상자의 일반적 특성 및 패스트푸드 섭취 실태는 Table

1과 같다. 학년은 중학생이 49.6%이고 고등학생이 50.4%, 성별은 남학생이 51.9%이고 여학생이 48.1%이었다. 거주 지역은 중소도시가 51.9%, 대도시 42.2%, 군지역이 5.9%를 보였다. 학업 성적은 '상' 36.9%, '하' 33.0%, '중' 30.1% 순이었다. 가정의 경제수준은 '중'이 47.5%, 아버지 학력은 전문대 졸업 이상이 71.2%, 어머니 학력은 전문대 졸업 이상이 67.1%로 가장 많았다. 거주 형태는 96.2%의 청소년이 가족과 함께 거주하는 것으로 응답하였다. 대상자의 최근 7일간 패스트푸드 섭취 실태는 주 1~2회 섭취하는 경우가 56.6%, 주 3회 이상 섭취하는 경우가 25.4%, 섭취하지 않은 경우가 18.0% 순으로 나타났다. 그러므로 82.0%의 청소년들이 일주일에 1회 이상 패스트푸드를 섭취하는 것을 확인 할 수 있다. 2019년 전국의 고등학생을 대상으로 한 선행연구에서는 주 1~2회 섭취하는 경우가 56.5%, 주 3회 이상 섭취하는 경우가 26.0%, 섭취하지 않은 경우가 17.5%로 본 연구의 결과와 유사한 것으로 나타났다(Kim JH 2020). 서울시 소재 고등학생을 대상으로 한 선행연구에서 패스트푸드에 대한 긍정적으로 인식을 하는 경우 패스트푸드 섭취빈도가 높고 식태도는 낮아지는 것으로 나타났다(Lee YK 2020). 그러므로 청소년의 패스트푸드 섭취를 줄이기 위하여 패스트푸드에 대한 올바른 인식을 가질 수 있는 영양교육 등이 필요할 것으로 생각된다.

2. 인구사회학적 특성에 따른 패스트푸드 섭취 차이

대상자의 패스트푸드 섭취 빈도와 인구사회학적 특성의 연관성 분석 결과는 Table 1과 같다. 성별에서는 주 3회 이상 패스트푸드 섭취군이 남학생은 55.2%이고 여학생은 44.8%로 통계적으로 유의한 차이를 보였다($p < 0.001$). 고등학생을 대상으로 한 선행연구에서도 매일 패스트푸드를 섭취하는 비율이 여학생보다 남학생이 통계적으로 유의하게 높아 남학생이 더 패스트푸드를 더 많이 섭취하는 것으로 나타났다(Kim & Lee 2012; Kim JH 2020). 고등학생과 비교하여 중학생은 비섭취군이 53.1%이고 중학생과 비교하여 고등학생은 주 3회 이상 섭취군이 54.3%로 유의한 차이를 보였다($p < 0.001$). 학업성적이 높은 경우는 비섭취군이 38.7%이고 낮은 경우는 주 3회 이상 섭취군이 37.4%로 학업성적이 낮을수록 패스트푸드를 더 많이 섭취하는 것으로 나타났다($p < 0.001$). 가정의 경제수준은 '상'인 경우는 비섭취군이 40.3%, '하'인 경우는 비섭취군이 13.4%이고 '중'인 경우는 주 1~2회 섭취군이 48.0%로 유의한 차이를 보였다($p < 0.01$). 아버지 학력은 고등학교 졸업은 주 3회 섭취군이 28.1%이고 전문대 졸업 이상은 비섭취군이 71.7%로 유의한 차이를 보였다($p < 0.01$). 선행연구에서 청소년의 나이와 가정의 경제수준이 높아질수록 패스트푸드를 더 많이 섭취하는 것으로 보고되었으며(Kim & Lee 2012; Kim JH 2020), 본 연구의 결과와 유사한 것을

Table 1. Sociodemographic characteristics by consumption of fast food among Korean adolescents

Characteristics	Total (n=54,948)	Fast food consumption			χ^2	p-value
		No (n=10,037)	1~2 times/wk (n=31,255)	≥ 3 times/wk (n=13,656)		
Gender						
Male	28,353(51.9)	5,013(49.4)	15,873(51.1)	7,467(55.2)	95.01	<0.001
Female	26,595(48.1)	5,024(50.6)	15,382(48.9)	6,189(44.8)		
Type of school						
Middle school	28,961(49.6)	5,612(53.1)	16,630(50.2)	6,719(45.7)	140.6	<0.001
High school	25,987(50.4)	4,425(46.9)	14,625(49.8)	6,937(54.3)		
Residence area						
Metropolis	23,621(42.2)	4,319(42.8)	13,529(42.4)	5,773(41.5)	42.9	<0.001
Middle city	26,981(51.9)	4,771(50.2)	15,299(51.8)	6,911(53.3)		
Rural area	4,346(5.9)	947(7.0)	2,427(5.8)	972(5.2)		
Academic achievement						
Upper	20,146(36.9)	3,887(38.7)	11,712(37.8)	4,547(33.5)	175.7	<0.001
Middle	16,585(30.1)	3,069(30.3)	9,554(30.5)	3,962(29.1)		
Lower	18,217(33.0)	3,081(31.0)	9,989(31.7)	5,147(37.4)		
Household economic status						
Upper	21,339(39.9)	3,963(40.3)	12,077(39.7)	5,299(39.9)	14.4	0.006
Middle	26,397(47.5)	4,661(46.3)	15,204(48.0)	6,532(47.2)		
Lower	7,212(12.6)	1,413(13.4)	3,974(12.2)	1,825(12.8)		
Paternal education						
Middle school or below	658(1.7)	145(2.1)	349(1.6)	164(1.8)	13.9	0.006
High school	9,419(27.1)	1,682(26.2)	5,432(26.9)	2,305(28.1)		
College or higher	22,638(71.2)	4,198(71.7)	13,100(71.5)	5,340(70.0)		
Maternal education						
Middle school or below	486(1.2)	108(1.5)	264(1.2)	114(1.2)	6.7	0.149
High school	11,170(31.7)	1,990(30.8)	6,429(31.7)	2,751(32.1)		
College or higher	22,207(67.1)	4,111(67.7)	12,803(67.1)	5,293(66.7)		
Residential type						
Living with family	52,332(96.2)	9,469(95.6)	29,827(96.4)	13,036(96.1)	12.3	0.13
Not living with family	2,616(3.8)	568(4.4)	1,428(3.6)	620(3.9)		

Values are presented as number (weighted %).

Differences of each variables were analysed by Rao-Scott chi-square test.

알 수 있다. 본 연구에서 가정의 경제수준이 '상'인 경우 비 섭취군이 약간 높지만 '중'과 '상'을 합쳐 '중' 이상인 경우에는 주 1~2회 섭취군과 주 3회 이상 섭취군이 더 높은 것으로 확인되었다.

3. 식습관에 따른 패스트푸드 섭취 차이

패스트푸드 섭취 빈도와 관련된 식습관을 분석한 결과는 Table 2와 같다. 최근 일주일동안 아침식사를 주 5일 이상 한

경우 패스트푸드 비섭취군이 50.4%로 가장 높았고, 아침식사를 주 5일 미만 한 경우는 패스트푸드를 주 3일 이상 섭취군이 56.4%로 가장 높게 나타나 통계적으로 유의한 차이를 보였다($p < 0.001$). 아침 결식이 많은 경우는 패스트푸드를 더 많이 섭취하는 것을 알 수 있다. 선행연구에서도 아침식사를 하지 않는 빈도가 높으면 패스트푸드 이용 빈도가 높은 것으로 보고되었다(Kim & Lee 2012). 또한 아침 결식 빈도가 주 3회 이상인 청소년은 패스트푸드를 더 많이 이용하는 것으

Table 2. Dietary habits by consumption of fast food among Korean adolescents

Characteristics	Total (n=54,948)	Fast food consumption			χ^2	p-value
		No (n=10,037)	1~2 times/wk (n=31,255)	≥ 3 times/wk (n=13,656)		
Breakfast						
≥ 5 days/wk	25,664(47.1)	5,004(50.4)	14,793(47.6)	5,867(43.6)	115.2	<0.001
<5 days/wk	29,284(52.9)	5,033(49.6)	16,462(52.4)	7,789(56.4)		
Fruit consumption						
\geq once/d	10,001(18.7)	2,032(20.8)	5,569(18.4)	2,400(17.7)	40.5	<0.001
<once/d	44,947(81.3)	8,005(79.2)	25,686(81.6)	11,256(82.3)		
Soda drinks consumption						
≥ 3 days/wk	19,558(35.5)	1,710(16.7)	10,141(32.2)	7,707(56.2)	4,304.3	<0.001
<3 days/wk	35,390(64.5)	8,327(83.3)	21,114(67.8)	5,949(43.8)		
Sweet drinks consumption						
≥ 3 days/wk	25,267(45.8)	2,995(29.6)	13,576(43.1)	8,696(63.4)	2,883.7	<0.001
<3 days/wk	29,681(54.2)	7,042(70.4)	17,679(56.9)	4,960(36.6)		

Values are presented as number (weighted %).

Differences of each variables were analysed by Rao-Scott chi-square test.

로 나타났다(Bae & Kim 2016b). 과일을 하루에 한 번 이상 먹는 경우 비섭취군이 20.8%이고, 하루에 한 번 미만으로 섭취하는 경우는 주 3회 섭취군이 82.3%로 과일을 많이 먹지 않는 경우 패스트푸드 섭취 빈도가 높은 것을 알 수 있었다($p < 0.001$). 주 3일 이상 탄산음료를 섭취하는 경우는 주 3회 이상 섭취군이 56.2%로 가장 많았고, 탄산음료를 주 3일 미만 섭취하는 경우는 비섭취군이 83.3%로 가장 많아서 패스트푸드와 탄산음료의 섭취가 매우 밀접하게 연관되어 있는 것을 알 수 있었다($p < 0.001$). 패스트푸드의 세트메뉴로 패스트푸드와 탄산음료가 함께 제공되고 있어 패스트푸드와 탄산음료의 섭취는 양의 상관관계가 있는 것으로 알려졌다(Kang 등 2006; Song SM 2006). 청소년의 탄산음료와 단맛음료의 섭취에 영향을 주는 요인에 대한 선행연구에서 햄버거, 치킨, 피자 등의 패스트푸드 섭취가 증가할수록 탄산음료와 단맛음료의 섭취가 많아지는 것으로 나타났다(Lee SM 2019). 그러므로 청소년들의 패스트푸드와 탄산음료의 섭취는 밀접하게 연관되어 있고, 이러한 식습관은 높은 지방 및 열량의 섭취로 인하여 청소년의 영양불균형을 초래 할 수 있을 것으로 보고되었다(Lyu 등 2007; Kim GN 2014). 단맛 나는 음료를 주 3일 이상 섭취하는 경우는 패스트푸드 주 3회 섭취군이 63.4%로 가장 많고, 주 3일 미만 섭취하는 경우는 비섭취군이 70.4%로 가장 많아 통계적으로 유의하게($p < 0.001$) 역시 패스트푸드 섭취와 연관성이 높은 것을 알 수 있었다. 코로나19 팬데믹 전후의 청소년의 식습관을 비교한 선행연구에서 코로나19 팬데믹 이전과 비교하여 이후에 아침식사 결식

은 통계적으로 유의하게 1.06배 증가하였고, 과일 섭취는 0.89배 감소한 것으로 나타났다(Lee & Kwon 2021). 하지만 패스트푸드 섭취는 코로나19 팬데믹 이후 0.99배 감소한 것으로 나타나, 코로나19로 인한 영향을 거의 받지 않는 것으로 확인되었다(Lee & Kwon 2021).

4. 정신건강 특성에 따른 패스트푸드 섭취 차이

패스트푸드 섭취와 관련된 정신건강 특성의 분석 결과는 Table 3과 같다. 주관적 스트레스 인지에서 스트레스를 많이 받는다고 생각하는 경우는 패스트푸드를 주 3회 이상 섭취군이 37.9%로 가장 많고, 스트레스를 조금 받는 경우는 주 1~2회 섭취군이 45.4%로 가장 많고, 스트레스를 받지 않는 경우는 비섭취군이 24.3%로 가장 많아서 통계적으로 유의하게($p < 0.001$) 스트레스가 패스트푸드 섭취와 연관되어 있다는 것을 확인 할 수 있었다. 주관적 행복감의 경우 행복하다고 생각하는 경우는 주 1~2회 섭취군이 64.8%, 보통으로 생각하는 경우는 주 3회 이상 섭취군이 28.2%, 행복하지 않다고 생각하는 경우는 주 3회 이상 섭취군이 10.0%로 통계적으로 유의하게 차이가 있었다($p < 0.001$). 최근 1년 동안 슬픔·절망감을 경험한 경우는 주 3회 이상 섭취군이 29.2%이고 경험하지 않는 경우는 비섭취군이 76.8%로 통계적으로 유의한 차이를 보였다($p < 0.001$). 최근 1년 동안 자살을 생각한 경우는 주 3회 이상 섭취군이 12.6%이고 생각하지 않는 경우는 주 1~2회 섭취군이 89.8%로 차이를 보였다($p < 0.001$). 외로움을 느끼는 경우는 주 3회 이상 섭취군이 16.3%로 비섭취군에 비하여 높

Table 3. Psychological variables by consumption of fast food among Korean adolescents

Characteristics	Total (n=54,948)	Fast food consumption			χ^2	p-value
		No (n=10,037)	1-2 times/wk (n=31,255)	≥ 3 times/wk (n=13,656)		
Perceived stress						
Stressed	18,662(34.2)	3,239(32.5)	10,276(33.0)	5,147(37.9)	171.1	<0.001
Moderate	24,379(44.5)	4,334(43.2)	14,130(45.4)	5,915(43.3)		
Not stressed	11,907(21.4)	2,464(24.3)	6,849(21.6)	2,594(18.9)		
Subjective happiness						
Happy	35,175(63.7)	6,368(62.9)	20,348(64.8)	8,459(61.8)	65.8	<0.001
Moderate	14,960(27.5)	2,732(27.7)	8,401(27.1)	3,827(28.2)		
Unhappy	4,813(8.8)	937(9.4)	2,506(8.1)	1,370(10.0)		
Depression experience						
Yes	13,840(25.2)	2,313(23.2)	7,521(24.0)	4,006(29.2)	163.1	<0.001
No	41,108(74.8)	7,724(76.8)	23,734(76.0)	9,650(70.8)		
Suicidal ideation						
Yes	5,979(10.9)	1,097(10.7)	3,171(10.2)	1,711(12.6)	55.8	<0.001
No	48,969(89.1)	8,940(89.3)	28,084(89.8)	11,945(87.4)		
Loneliness experience						
Loneliness	7,766(14.1)	1,358(13.3)	4,151(13.4)	2,257(16.3)	137.7	<0.001
Moderate	18,923(34.5)	3,212(32.2)	10,871(34.7)	4,840(35.7)		
Not loneliness	28,259(51.4)	5,467(54.5)	16,233(51.9)	6,559(48.0)		

Values are presented as number (weighted %).

Differences of each variables were analysed by Rao-Scott chi-square test.

게 나타났고, 통계적으로 유의한 차이를 보였으며($p < 0.001$), 외로움을 느낄수록 패스트푸드를 더 많이 섭취하는 것으로 나타났다. 선행연구에서도 청소년의 패스트푸드를 이용하는 집단이 안정성이 낮고 충동성이 높게 나타나 정서적 및 사회적 문제와 연관이 되어 있는 것으로 보고되어(Seo YS 1992), 정신적인 특성들이 패스트푸드 섭취에 영향을 미치는 것으로 나타난 본 연구의 결과와 일치하는 것을 확인하였다. 청소년의 불량한 식습관은 신체적인 건강에도 영향을 미치지 만 우울에도 영향을 주는 것으로 나타났다(Ryu & Hong 2019). 또한 청소년의 패스트푸드 섭취가 많을수록 우울의 위험이 증가하고 자살 생각, 자살 시도 등이 높아지는 것으로 보고되었다(In MJ 2020). 그러므로 청소년의 패스트푸드 섭취는 다양한 환경의 영향으로 지속적으로 증가하고 있으며, 패스트푸드 섭취가 우울과 자살 등 정신질환에 영향을 미치고 있는 것으로 확인되고 있다. 하지만 패스트푸드 섭취가 청소년의 정신건강에 미치는 영향을 직접적으로 분석한 연구들이 부족한 실정으로 이에 관한 연구가 필요할 것으로 생각된다.

5. 건강행태 특성에 따른 패스트푸드 섭취 차이

패스트푸드 섭취와 연관성이 있는 건강행태 특성은 Table 4와 같다. 주관적 건강상태에서 건강하다고 생각하는 경우는 비섭취군이 70.8%로 가장 높고 보통으로 생각하는 경우는 주 3회 이상 섭취군이 24.0%, 건강하지 못하다고 생각하는 경우도 주 3회 이상 섭취군이 9.5%로 가장 높아서, 통계적으로 유의하게($p < 0.001$) 건강하지 못하다고 생각하는 경우에 패스트푸드 섭취 빈도가 높은 것으로 나타났다. 최근 30일 동안 흡연을 한 경험이 있는 현재 흡연자는 주 3회 이상 섭취가 47.9%이고 현재 비흡연자는 비섭취군이 61.2%로 나타났다($p < 0.001$). 최근 30일 동안 음주 경험이 있는 현재 음주자는 주 3회 이상 섭취가 35.2%이고 현재 비음주자는 비섭취군이 72.8%로 통계적으로 유의하게 차이를 보였다($p < 0.001$). 현재 흡연을 하거나 현재 음주를 하는 청소년은 비흡연 또는 비음주자에 비하여 패스트푸드를 더 자주 섭취하고 있는 것을 알 수 있었다. 고등학생을 대상으로 한 선행연구에서 최근 한달 내 흡연과 음주를 하는 경우에 고카페인 음료, 탄산 음료, 단맛 나는 음료 섭취가 통계적으로 유의하게($p < 0.001$) 높은 것으로 보고되었다(Ra 등 2017; Oh & Chung 2019). 그

Table 4. Health behavior characteristics by consumption of fast food among Korean adolescents

Characteristics	Total (n=54,948)	Fast food consumption			χ^2	p-value
		No (n=10,037)	1-2 times/wk (n=31,255)	≥ 3 times/wk (n=13,656)		
Subjective health						
Good	38,444(69.6)	7,126(70.8)	22,163(70.6)	9,155(66.6)	113.5	<0.001
Average	7,126(22.6)	2,210(22.1)	6,896(22.2)	3,236(24.0)		
Poor	4,162(7.7)	701(7.1)	2,196(7.1)	1,265(9.5)		
Smoking						
Yes	2,470(43.2)	297(38.8)	1,243(41.3)	930(47.9)	27.5	<0.001
No	3,160(56.8)	475(61.2)	1,726(58.7)	959(52.1)		
Drinking						
Yes	5,892(31.9)	780(27.2)	3,210(31.4)	1,902(35.2)	57.0	<0.001
No	12,465(68.1)	2,082(72.8)	6,921(68.6)	3,462(64.8)		
Moderate physical activity						
≥ 5 days/wk	8,131(14.0)	1,693(16.3)	4,404(13.3)	2,034(14.1)	57.5	<0.001
<5 days/wk	46,817(86.0)	8,344(83.7)	26,851(86.7)	11,622(85.9)		
Vigorous physical activity						
≥ 3 days/wk	15,667(27.5)	3,041(29.5)	8,545(26.3)	4,081(28.8)	55.3	<0.001
<3 days/wk	39,281(72.5)	6,996(70.5)	22,710(73.7)	9,575(71.2)		
Muscle-strengthening exercise						
≥ 3 days/wk	13,541(24.0)	2,661(25.9)	7,324(22.7)	3,556(25.6)	67.0	<0.001
<3 days/wk	41,407(76.0)	7,376(74.1)	23,931(77.3)	10,100(74.4)		

Values are presented as number (weighted %).

Differences of each variables were analysed by Rao-Scott chi-square test.

러므로 균형 잡힌 영양 섭취가 중요한 청소년기의 흡연과 음주가 좋지 않는 식습관과 연관되어 있는 것으로 나타나 영양 불균형을 초래할 수 있을 것으로 생각된다. 일주일 동안 하루 60분 이상 중강도 신체활동을 5일 이상 한 경우는 비섭취군이 16.3%이고 5일 미만인 경우는 주 1~2회 섭취군이 86.7%, 고강도 신체활동을 3일 이상 한 경우는 비섭취군이 29.5%이고 3일 미만은 주 1~2회 섭취군이 73.7%, 3일 이상 근력강화 운동을 한 경우는 비섭취군이 25.9%이고 3일 미만의 경우는 주 1~2회 섭취군이 77.3%로 차이를 보였다($p < 0.001$). 청소년을 대상으로 하여 신체활동에 따른 가당음료 섭취를 조사한 결과에서 근력강화 운동, 고강도 및 중강도 신체활동을 하는 그룹과 하지 않는 그룹에서 유의한 차이를 보이는 것으로 나타났다(Kim 등 2018).

6. 패스트푸드 섭취에 관련된 요인

청소년의 주 3회 이상 패스트푸드 섭취에 영향을 미치는 요인을 분석하기 위하여 다중로지스틱 회귀분석을 실시한 결과는 Table 5와 같다. 성별, 학년, 도시규모, 학업성적, 가정

경제수준, 거주형태, 아버지 학력, 어머니 학력의 인구사회학적 변수들을 통제하여 분석한 결과, 일주일에 5일 이상 아침 식사를 하는 경우가 그렇지 않는 경우에 비하여 패스트푸드 섭취가 0.93배(95% CI, 0.89~0.97) 낮은 것으로 나타나($p = 0.001$), 아침을 결식하는 청소년이 패스트푸드를 더 많이 섭취하고 있는 것으로 확인되었다. 청소년을 대상으로 한 선행연구 결과, 일주일에 5일 이상 아침을 결식하는 경우에 편의식품 섭취가 1.35배 높았고(Park & Lee 2020), 가당음료 섭취가 1.27배 높은 것으로 나타났다(Kim 등 2018). 일주일에 3일 이상 탄산음료를 섭취하는 경우가 3일 미만 섭취하는 경우에 비하여 패스트푸드 섭취가 2.56배(95% CI, 2.45~2.67) 통계적으로 유의하게 높았고($p < 0.001$), 3일 이상 단맛 나는 음료를 섭취하는 경우는 3일 미만 섭취하는 경우에 비하여 패스트푸드 섭취가 1.89배(95% CI, 1.81~1.98) 높게 나타났다($p < 0.001$). 패스트푸드 섭취에 영향을 미치는 정신건강 특성에서 스트레스를 느끼는 경우는 느끼지 않는 경우에 비하여 패스트푸드 섭취가 1.23배(95% CI, 1.16~1.32) 높았고($p < 0.001$), 행복하다고 느끼는 경우가 행복하지 않다고 느끼는 경우에 비하여

Table 5. Associated factors influencing consumption of fast food among Korean adolescents

Variables	Categories	Fast food consumption (≥ 3 times/wk)		
		OR	95% CI	<i>p</i> -value
Dietary habits				
Breakfast	≥ 5 days/wk	0.930	0.891~0.970	0.001
	< 5 days/wk	Ref		
Fruit consumption	\geq once/d	0.944	0.895~0.996	0.035
	$<$ once/d	Ref		
Soda drinks consumption	≥ 3 days/wk	2.563	2.452~2.678	< 0.001
	< 3 days/wk	Ref		
Sweet drinks consumption	≥ 3 days/wk	1.898	1.818~1.982	< 0.001
	< 3 days/wk	Ref		
Mental health				
Perceived stress	Stressed	1.239	1.163~1.321	< 0.001
	Moderate	1.116	1.054~1.182	
	Not stressed	Ref		
Subjective happiness	Happy	1.089	1.008~1.177	0.016
	Moderate	1.021	0.947~1.101	
	Unhappy	Ref		
Depression experience	Yes	1.184	1.124~1.248	< 0.001
	No	Ref		
Suicidal ideation	Yes	1.048	0.979~1.122	0.176
	No	Ref		
Loneliness experience	Loneliness	1.165	1.087~1.249	< 0.001
	Moderate	1.089	1.040~1.140	
	Not loneliness	Ref		
Health behavior				
Subjective health	Good	0.727	0.677~0.781	< 0.001
	Average	0.842	0.778~0.911	
	Poor	Ref		
Smoking	Yes	1.300	1.164~1.453	< 0.001
	No	Ref		
Drinking	Yes	1.193	1.112~1.280	< 0.001
	No	Ref		
Moderate physical activity	≥ 5 days/wk	0.961	0.908~1.017	0.169
	< 5 days/wk	Ref		
Vigorous physical activity	≥ 3 days/wk	1.058	1.011~1.108	0.015
	< 3 days/wk	Ref		
Muscle-strengthening exercise	≥ 3 days/wk	1.043	0.988~1.102	0.125
	< 3 days/wk	Ref		

OR, odds ratio; CI, confidence interval; Ref, reference.

Adjusted for age, gender, residence area, type of school, academic achievement, economic status, residential type, paternal education, maternal education.

패스트푸드 섭취가 1.08배(95% CI, 1.00~1.17) 높았다($p<0.05$). 슬픔·절망감 경험이 있는 경우가 없는 경우에 비하여 패스트푸드 섭취가 1.18배(95% CI, 1.12~1.24) 높았고($p<0.001$), 외로움을 느끼는 경우가 느끼지 않는 경우에 비하여 1.16배(95% CI, 1.08~1.24) 높게 나타났다($p<0.001$). 건강행태 특성에서 주관적으로 건강하다고 생각하는 경우는 건강하지 않다고 생각하는 경우에 비하여 패스트푸드 섭취가 0.72배(95% CI, 0.67~0.78) 낮았다($p<0.001$). 흡연은 비흡연에 비하여 패스트푸드 섭취가 1.30배(95% CI, 1.16~1.45) 높았고($p<0.001$), 음주는 비음주에 비하여 1.19배(95% CI, 1.11~1.28) 높게 나타났다($p<0.001$). 중강도 신체활동과 근력강화 운동은 패스트푸드 섭취에 유의한 영향을 미치지 않은 것으로 나타났다. 청소년을 대상으로 한 선행연구에서 흡연과 음주가 비흡연과 비음주에 비하여 에너지음료 및 가당음료를 더 많이 섭취하는 것으로 보고되어 본 연구의 결과와 일치하는 것을 확인할 수 있었다(Ra 등 2017; Kim 등 2018; Oh & Chung 2019).

요약 및 결론

본 연구는 2020년 제16차 청소년건강행태온라인조사 자료를 이용하여 우리나라 청소년의 패스트푸드 섭취 실태를 파악하고, 인구사회학적 특성, 식습관, 정신건강 특성, 건강행태 특성이 패스트푸드 섭취에 미치는 영향을 알아보기 위하여 수행하였다. 남학생 28,353명, 여학생 26,595명을 포함하는 전체 54,948명을 대상으로 분석하였다. 청소년의 56.6%가 주 1~2회 패스트푸드를 섭취하였으며 25.4%가 주 3회 이상 섭취하였다. 인구사회학적 특성에서는 남학생이 여학생보다 패스트푸드 섭취빈도가 높았으며, 중학생보다 고등학생이 패스트푸드 섭취가 높았다($p<0.001$). 학업성적이 낮을수록 패스트푸드를 더 많이 섭취하였다($p<0.001$). 아침 식사 빈도가 낮을수록, 과일섭취가 적을수록, 탄산음료와 단맛 나는 음료의 섭취가 높을수록 패스트푸드 섭취빈도가 높았다($p<0.001$). 스트레스를 많이 받을수록 패스트푸드 섭취가 높았으며($p<0.001$), 슬픔·절망감 경험과 외로움 경험이 있는 경우에 패스트푸드를 더 많이 섭취하였다($p<0.001$). 주관적으로 건강상태가 좋다고 생각하는 경우는 패스트푸드를 적게 섭취하였으며($p<0.001$), 흡연 및 음주를 하는 경우는 패스트푸드를 더 많이 섭취하였으며($p<0.001$), 중강도 및 고강도 신체활동, 근력강화 운동을 하는 경우에 패스트푸드를 적게 섭취하였다($p<0.001$).

패스트푸드 섭취에 영향을 주는 요인을 확인하기 위하여 로지스틱 회귀분석을 실시한 결과, 아침식사 빈도가 높을수록 패스트푸드를 적게 섭취하였고(OR: 0.930, 95%CI: 0.891~0.970, $p<0.001$), 탄산음료 섭취(OR: 2.563, 95%CI: 2.452~

2.678, $p<0.001$) 및 단맛 나는 음료(OR: 1.898, 95%CI: 1.818~1.982, $p<0.001$)를 많이 섭취하면 패스트푸드를 통계적으로 유의하게 많이 섭취하였다. 주관적 스트레스가 높을수록(OR: 1.239, 95%CI: 1.163~1.321, $p<0.001$), 슬픔·절망감 경험이 있는 경우, 외로움 경험이 있는 경우에 통계적으로 유의하게 패스트푸드를 많이 섭취하였다. 주관적인 건강상태가 좋다고 생각하는 경우는 패스트푸드를 적게 섭취하였으며, 흡연(OR: 1.300, 95%CI: 1.164~1.453, $p<0.001$) 및 음주(OR: 1.193, 95%CI: 1.112~1.280, $p<0.001$)를 하는 경우에 통계적으로 유의하게 패스트푸드를 더 많이 섭취하는 것으로 확인되었다.

본 연구는 몇 가지의 제한점을 가지고 있다. 첫째, 본 연구는 2차 자료를 분석한 횡단연구로 변수간의 인과관계 파악에 제한이 있고 관련성만 확인할 수 있다. 둘째, 원시자료에 포함된 내용은 패스트푸드 섭취빈도에 대한 것으로 제한되어 있어 패스트푸드 섭취량을 확인 할 수 없다. 셋째, 원시자료에 청소년의 식생활 습관을 알아 볼 수 있는 다양한 변수들이 포함되지 못한 한계가 있다. 그럼에도 불구하고 본 연구는 국가수준의 대규모 조사로서 우리나라 청소년을 대표할 수 있는 자료를 분석하여 청소년의 패스트푸드 섭취에 영향을 미치는 요인을 도출함으로써, 청소년의 패스트푸드 섭취와 관련된 요인들을 관리할 수 있는 종합적이고 객관적인 기초자료로 활용 할 수 있을 것이다.

결론적으로 청소년의 패스트푸드 섭취는 식습관, 정신건강, 건강행태와 관련이 있으며, 바람직하지 못한 건강행태에 영향을 줄 수 있을 것으로 생각된다. 그러므로 청소년의 패스트푸드 섭취를 줄이고 건강을 관리할 수 있는 프로그램 개발 및 교육을 통하여 스스로 실천할 수 있는 방안을 마련하는 것이 필요할 것으로 생각된다.

References

- Bae Y, Kim Y. 2016a. A study on the kinds and characteristics of fast foods - By highschool students in Daejeon. *J Korean Home Econ Educ Assoc* 28:79-88
- Bae Y, Kim Y. 2016b. Fast foods intake of highschool students in Daejeon area: Hamburger, pizza, and fried chicken intake. *J Korean Home Econ Educ Assoc* 28:41-50
- Choi JS. 2022. Effects of technology-based self-service characteristics on emotional response, satisfaction and behavior intention in the food service industry. Ph.D. Thesis, Dong Eui Univ. Pusan. Korea
- Han G. 2021. Status of beverage and water intake among adults in Korea: Data from Korea national health and nutrition

- examination survey 2019. *Korean J Food Nutr* 34:430-440
- Her ES, Lee KH, Bae EY, Lyu ES. 2007. Interrelations among fast food intake, food behavior, and personality in adolescents. *Korean J Community Nutr* 12:714-723
- In MJ. 2020. Effects of adolescents' fast food consumption on mental health. Master's Thesis, Chungnam Univ. Daejeon. Korea
- Jegal YH, Hong KW, Ryoo KM. 2009. A study on teenagers' selection attribute and satisfaction of fast food menu. *Korean J Culin Res* 15:108-120
- Jeong JH, Kim SH. 2001. A survey of dietary behavior and fast food consumption by high school students in Seoul. *Family and Environ Res* 39:111-124
- Kang BS, Park MS, Cho YS, Lee JW. 2006. Beverage consumption and related factors among adolescents in the Chungnam urban area. *Korean J Community Nutr* 11:469-478
- Kim A, Kim J, Kye S. 2018. Sugar-sweetened beverage consumption and influencing factors in Korean adolescents: Based on the 2017 Korea youth risk behavior web-based survey. *J Nutr Health* 51:465-479
- Kim BR. 2009. Fast food consumption pattern and food habit by fast food intake frequency of middle school students in Wonju area. *J Korean Home Econ Educ Assoc* 21:19-33
- Kim GN. 2014. Relationship between instant food intake and health behavior and the sense of well-being of juveniles. Master's Thesis, Kyungpook National Univ. Daegu. Korea
- Kim HN, Kim SY. 2017. Effects of school attendance policy on breakfast eating, sleep, and physical activity in middle school students. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 46:1397-1407
- Kim JH. 2020. Factors affecting the consumption of energy drink and fast food in Korean high school students: Based on the 15th Korea youth risk behavior survey, 2019. Master's Thesis, Gachon Univ. Seongnam. Korea
- Kim JH, Lee DY. 2012. Factors associated with consumption of fast food by Korean adolescents: Analysis of 2007 survey data from the national youth policy institute. *Korean J Obes* 21:37-44
- Kim K, Park E. 2005. Nutrient density of fast-food consumed by the middle school students. *Korean J Community Nutr* 10:271-280
- Kim MH, Lee YS. 2006. A study on the nutrient intake and food habits of college students in Chung-Nam area. *Korean J Community Living Sci* 17:143-158
- Korea Disease Control and Prevention Agency, Ministry of Education, Ministry of Health and Welfare. 2021. The 16th Korea risk behavior survey. Available from <https://www.kdca.go.kr/yhs> [cited 1 April 2022]
- Korea Agro-fisheries & Food Trade Corporation. 2020a. Food and food service statistics 2020. Available from <https://www.atfis.or.kr/home/board/FB0028.do?act=read&bpoId=3545&bcaId=0&pageIndex=1> [cited 1 April 2022]
- Korea Agro-fisheries & Food Trade Corporation. 2020b. Domestic and international food service trend survey report 2020. Available from <https://www.atfis.or.kr/fip/front/M000000216/board/list.do> [cited 1 April 2022]
- Lee J, Kwon M. 2021. Health behavior changes in Korean adolescents before and during the COVID-19 pandemic: Secondary data analysis of the 2019~2020 youth health risk behavior web-based survey. *J Korean Soc Sch Health* 34:179-189
- Lee JS. 2007. A comparative study on fast food consumption patterns classified by age in Busan. *Korean J Community Nutr* 12:534-544
- Lee SM. 2019. A study on consumption frequencies of carbonated and sweetened beverages for adolescents in Korea, and their influencing factors. -Based on the 14th Korea youth risk behavior survey, 2018-. Master's Thesis, Konkuk Univ. Seoul. Korea
- Lee YK. 2020. A study on perception, intake frequency of fast food of first grade high school students in Gwangjin-gu, Seoul, and correlation between eating attitude and eating behavior. Master's Thesis, Konkuk Univ. Seoul. Korea
- Lee YM, Han MS. 1996. Nutritional knowledge and eating behavior of high school students in Sunnam area. *Korean J Diet Cult* 11:305-316
- Lyu ES, Bae EY, Her ES, Lee KH. 2007. Nutrition knowledge and utilization of information on fast food of secondary school students. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 36:727-734
- Lyu ES, Chae IS, Lee KH. 2008. Interrelations among fast food, beverage intake and sociality, anger expression of adolescents in the Busan area. *Korean J Community Nutr* 13:829-839
- Lyu ES, Lee KA, Yoon JY. 2006. The fast foods consumption patterns of secondary school students in Busan area. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 35:448-455
- Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs. 2021. Report on food service industry forecasts index in 2021. Available from https://www.kfiri.org/bbs/board.php?bo_table=trend&wr_id=130 [cited 1 April 2022]

- Ministry of Food and Drug Safety. 2020. The food and drug statistical yearbook 2020. Available from <https://data.mfds.go.kr/blbd/4/78> [cited 1 April 2022]
- Ministry of Health and Welfare. 2013. The physical activity guide for Koreans. Available from [http://www.mohw.go.kr/react/jb/sjb030301vw.jsp?PAR_MENU_ID=03&MENU_ID=032901&CONT_SEQ=337139] [cited 17 April 2022]
- Oh J, Chung J. 2019. Energy drink consumption and dietary-, lifestyle-, and mental health-related behaviors in Korean adolescents: Based on the 10th - 13th Korea youth risk behavior web-based survey. *Korean J Health Promot* 19:145-154
- Oh SC, Jang JS. 2015. The relationship of food-related lifestyle type and fast food consumption behaviors of the middle school students. *Korean J Food Nutr* 28:119-125
- Oh Y, Jang K, Kim S. 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 JY. 2018. Relationship of obesity with preference and consumption frequency of Korean food and fast food among middle school students of Incheon. Master's Thesis, Inha Univ. Incheon. Korea
- Park SK, Lee JH. 2020. Factors influencing the consumption of convenience foods among Korean adolescents: Analysis of data from the 15th (2019) Korea youth risk behavior web-based survey. *J Nutr Health* 53:255-270
- Ra JS, Yun HK, Kim HS, Ryu JL. 2017. Associated factors on energy drink consumption among Korean high school students. *J Korean Soc Sch Health* 30:48-58
- Ryu JL, Hong SH. 2019. The convergent factors related to depression in the Korean adolescent: Focusing on the data of the Korean children and youth panel survey 2016. *J Converg Inf Technol* 9:180-188
- Seo YS. 1992. A study on the dietary habit of fast food and personality of juvenile. Master's Thesis, Sungshin Women's Univ. Seoul. Korea
- Song SM. 2006. A study on the co-relationship of fast food consumption patterns, food behavior, nutritional knowledge and obesity of middle and high school students. Master's Thesis, Kosin Univ. Busan. Korea
- Statistics Korea. 2019. The service industry survey: 2019 regular assessment report. Available from https://kostat.go.kr/portal/korea/kor_nw/1/1/index.board?bmode=read&aSeq=387032r [cited 1 April 2022]

Received 04 March, 2022

Revised 18 April, 2022

Accepted 02 May, 2022

[10]-Gingerol Induces Intrinsic Apoptosis in A2058 Human Melanoma Cells

Tae Eun Guon and [†]Ha Sook Chung*

Graduate Student, Dept. of Food and Nutrition, Duksung Women's University, Seoul 01369, Korea

*Professor, Dept. of Food and Nutrition, Duksung Women's University, Seoul 01369, Korea

Abstract

The objective of the present study was to investigate the molecular mechanisms involved in the activity of [10]-gingerol using A2058 human melanoma cells. [10]-Gingerol inhibited the proliferation of A2058 cells by 50% at a concentration of 52 μ M. Such inhibition was dose-dependent accompanied by morphological change indicative of apoptosis. Furthermore, flow cytometric analysis by Annexin V and PI double staining showed that [10]-gingerol increased the extent of apoptosis. Analysis of the mechanism of these events indicated that [10]-gingerol increased the ratio of Bax to Bcl-2, resulting in the activation of caspase-9, caspase-3, and poly-ADP-ribose polymerase in a dose-dependent manner.

Key words: [10]-gingerol, *Zingiber officinale* Roscoe, A2058, human melanoma cells, intrinsic apoptosis

Introduction

Melanoma is known to be one of the most malignant tumors, accounting for 65% of skin cancer deaths (Rigel & Carucci 2000). Exposure to direct or intermittent sunlight can increase the risk of melanoma (Cummins et al. 2006). Therefore, it is important to avoid direct UV exposure and to thoroughly apply sunscreen before UV exposure (Chen et al. 2008).

Apoptosis is involved in cell sculpture, tissue homeostasis, and the removal of unwanted cells. Cancer can be caused by the disruption of apoptotic regulation (Portt et al. 2011). The apoptotic mechanism is negatively regulated by the Bcl-2 family, which is the best mediator of apoptosis (Adams & Cory 1998). There is growing evidence regarding the role of the mitochondria in inducing apoptosis, resulting in the oligomerization and autoactivation of caspases (Green & Reed 1998). The pro-apoptotic member of the Bcl-2 family can directly signal the mitochondria to release cytochrome c (Park et al. 2013). In the early stages of apoptosis, pro-apoptotic signals activate separate signaling pathways via caspases (Igney & Krammer 2002; Martinvalet et al. 2005).

Ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) is a commonly used tropical spice. It has pharmacological properties and is used to

treat arthritis, aches, dementia, and hypertension. Despite the identification of more than 400 compounds, [6]-shogaol, [6]-gingerol, [8]-gingerol, and [10]-gingerol have been identified as major biologically active components responsible for gastroprotective, antihyperglycemic, antioxidant, antifungal, antiemetic, antipyretic, anti-cancer, and anti-inflammatory effects (Yoshikawa et al. 1993; Nakazawa & Ohsawa 2002; Ryu HS 2007; Ryu & Chung 2015; Guon & Chung 2016; Lee et al. 2020). It has been determined that the presence of α,β -unsaturated carbonyl groups is determined by the length of the carbon side chain, ultimately determining anti-oxidant and anti-inflammatory properties (Rolt & Cox 2020). Though there are currently convincing evidences on the anticancer effects of gingerols, it can be needed to determine the impact of gingerols on the molecular mechanism in A2058 human melanoma cells. In this study, we investigated the effects of [10]-gingerol on proliferation and apoptosis through activation of MAPK-mediated signaling, as well as alteration in Bcl-2 family protein expression and activation of caspase-9 and caspase-3 in A2058 cells. Interestingly, [10]-gingerol-mediated suppression of A2058 cells viability was significantly decreased in dose- and time dependent manners, which, in turn, led to caspase dependent signals.

[†] Corresponding author: Ha Sook Chung, Professor, Dept. of Food and Nutrition, Duksung Women's University, Seoul 01369, Korea. Tel: +82-2-901-8593, Fax: +82-2-901-8593, E-mail: hasook@duksung.ac.kr

Materials and Methods

1. Samples

Ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) were purchased from NongHyup (Yangjae, Seoul), 2012. It was washed with bark and dried at room temperature for 2 days. The dried slices ginger (10 g) were extracted for 1 h, 3 times using 70% ethyl alcohol by maceration at 80°C. The extracted solution was filtered, concentrated and freeze-dried to produce yellowish powders (1.5635 g). (Guon & Chung 2016). Column chromatography was run on a silica gel 60 (70-230 mesh; Merck Millipore) and Sephadex LH-20 (25-100 mm; GE Healthcare Life Sciences, Uppsala, Sweden) eluting with *n*-hexane-ethyl acetate to yield [10]-gingerol. [10]-Gingerol was identified with co-TLC with references.

2. Materials

MTT, SP600125, PD98059, propidium iodide (PI) were purchased from Sigma-Aldrich (St. Louis, MO, USA). JNK, phopho-JNK, ERK, phopho-ERK, p38, phopho-p38, cleaved caspase-3, cleaved caspase-9, and PARP antibodies were purchased from Cell Signaling Technologies (Danvers, MA, USA). β -Actin, Bcl-2, Bax, and secondary antibodies, including goat anti-rabbit IgG-horseradish peroxidase and goat anti-mouse IgG, were purchased from Santa Cruz Biotechnology (Dallas, TX, USA). The chemicals and instruments used in the experiments were prepared according to previously described methods (Ryu & Chung 2015; Guon & Chung 2016).

3. Cell culture and cell viability assay

A2058 and HaCaT cells were purchased from American Type Culture Collection. The cells were maintained in DMEM supplemented with 100 units/mL penicillin, 10% FBS, and 100 μ g/mL streptomycin at 37°C under 5% CO₂ atmosphere. Cell counts were performed using a hemocytometer. [10]-Gingerol was dissolved in DMSO and directly applied to the culture medium. The cytotoxicity of [10]-gingerol (Fig. 1) was estimated colorimetrically (Carmichael et al. 1987; Ryu & Chung 2016). The absorbance of the supernatant was estimated spectrophotometrically at 540 nm. The results are presented as the mean \pm standard deviation (SD) of at least three trials.

4. Nuclear staining with Hoechst 33258

A2058 cells were treated 10, 25, and 50 μ M [10]-gingerol;

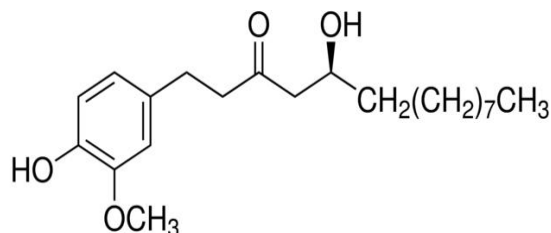


Fig. 1. Chemical structure of [10]-gingerol.

fixed for 30 min at 37°C in 100% methanol; washed with PBS; and stained with Hoechst 33258 (2 μ g/mL) (Ryu & Chung 2016). Apoptotic cells were observed using a BX51 fluorescence microscope with a DP70 camera (Olympus Corporation, Tokyo, Japan). The nuclear morphology of the cells was observed using DNA-specific blue fluorescent dye Hoechst 33258. The viable cells were stained homogeneously, whereas the apoptotic cells that had shown chromatin condensation or nuclear fragmentation were not stained.

5. Apoptosis analysis

Annexin V/PI double staining assay was carried out to further differentiate early and late apoptosis stages. The assay was determined using an *ApoScan*TM Annexin V-FITC apoptosis detection Kit (BioBud Co. Ltd., Seoul, Korea) in [10]-gingerol-treated with PBS. The cells were trypsinized, harvested, and washed with PBS, and then cells were resuspended in 1 \times binding buffer (500 μ L) and incubated with 1.25 μ L of Annexin V-FITC (200 μ g/mL) at room temperature for 15 min. The supernatant was then removed after centrifugation at 400 \times g at 4°C for 10 min. The cells were then resuspended in 500 μ L of 1 \times binding buffer, and cell suspensions were then stained with 10 μ L of PI (30 μ g/mL) at 4°C in the dark. Fluorescence was quantified using FACSCalibur flow cytometry (Becton Dickinson & Com., San Jose, CA). The amounts of cells in early and late apoptosis was determined as the percentage of Annexin V+/PI⁻ or Annexin V+/PI⁺ cells, respectively.

6. Western blotting analysis

Protein extraction and western blot analysis were performed as described previously (Ryu & Chung 2016). The cultured cells were harvested, lysed, and then centrifuged at 13,000 \times g for 15 min. The lysates were mixed with 5 \times sample buffer and heated to 95°C for 5 min. Equal amounts of protein were separated by 12% SDS-PAGE and transferred onto nitrocellulose membranes.

The membranes were washed, and protein bands were detected using an enhanced chemiluminescence western blotting detection kit (Bio-Rad Laboratories, Inc., Hercules, CA, USA). β -Actin, TBP, and specific protein levels are presented as the fold change relative to the control. Densitometry was performed using Image J software (National Institutes of Health, Bethesda, MD, USA).

7. Statistical analysis

SPSS software version 22.0 (IBM SPSS, Armonk, NY, USA) was used to analyze the data. Significance was determined one-way ANOVA with Tukey's test. P -value <0.05 was considered to indicate a statistically significant difference.

Results and Discussion

1. Inhibitory effects of [10]-gingerol in A2058 cells

In the present study, we examined the effects of [10]-gingerol on the growth of A2058 human melanoma cells by the MTT assay. Cells were exposed to various concentrations (0~100 μ M) of [10]-gingerol and their viability was determined. Cytotoxicity was determined as the percentage of viable treated cells in comparison with viable cells of untreated control cells. As shown in Fig. 2A, [10]-gingerol significantly inhibited the proliferation of A2058 cells in a dose-dependent manner. Treatment with [10]-gingerol for 72 h with concentrations of 10, 25, 50, 75, and 100 μ M decreased the viability of A2058 cells by 81.1%, 74.1%, 48.7%, 44.8%, and 42.9%, respectively with IC_{50} values of 52 μ M. To determine whether [10]-gingerol can induce cytotoxicity in normal human keratinocytes (HaCaT) cells, MTT assay also achieved (Fig. 2B). HaCaT cells were found to be more resistant to A2058 cells treated with [10]-gingerol. Therefore, [10]-gingerol concentrations of 10, 25, and 50 μ M were used for the subsequent experiments in A2058 cells.

2. Induction of apoptosis by [10]-gingerol in A2058 cells

Apoptosis is commonly known as physiological programmed cell death and is characterized by a series of morphological hallmarks (Kumar et al. 2010). In order to determine whether [10]-gingerol-induced growth inhibition in A2058 cells was associated with the induction of apoptosis, DNA-binding dye Hoechst 33258 staining was performed. As shown in Fig. 3, the nuclei showed homogeneously stained and an intact structure in control cells. After the treatment of [10]-gingerol, there was the induction of apoptosis by morphological changes on A2058

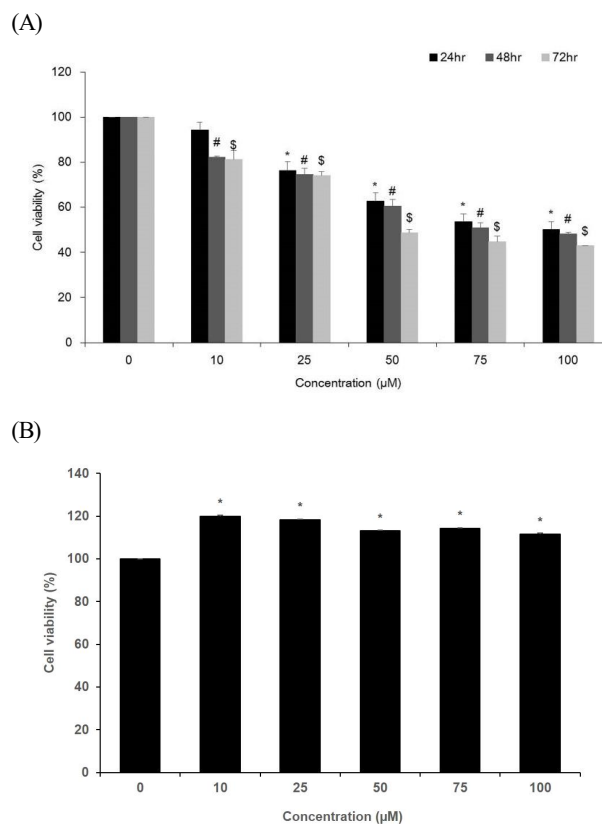


Fig. 2. Cytotoxic effect of [10]-gingerol. (A) Cytotoxic effects of [10]-gingerol in A2058 cells in time and dose dependent manners. After treatment with [10]-gingerol for 24, 48, and 72 hr. Each bar indicated the mean \pm standard deviation (SD, * p <0.05 , significantly different from control cells for 24 hr; # p <0.05 , significantly different from control cells for 48 hr; \$ p <0.05 , significantly different from control cells for 72 hr). (B) Cytotoxic effects of [10]-gingerol in HaCaT human keratinocytes in a dose dependent manner. After treatment with [10]-gingerol for 72 hr. Each bar indicated the mean \pm standard deviation (SD, * p <0.05 , significantly different from control cells).

cells. The population of live cells dropped slightly, and the morphology of the cells changed with reduction in the cell volume (pyknosis) with [10]-gingerol. Treatment with 10 μ M [10]-gingerol resulted in slight cell shrinkage and reduction of cell numbers. However, increasing the [10]-gingerol dose to 25 and 50 μ M, resulted in marked apoptotic morphological alterations, including membrane blebbing, nuclear fragmentation, chromatin condensation, and increased fluorescent intensity. In particular, crescent-shaped nuclei, a typical characteristic of apoptotic cells, were observed at 50 μ M [10]-gingerol treatment.

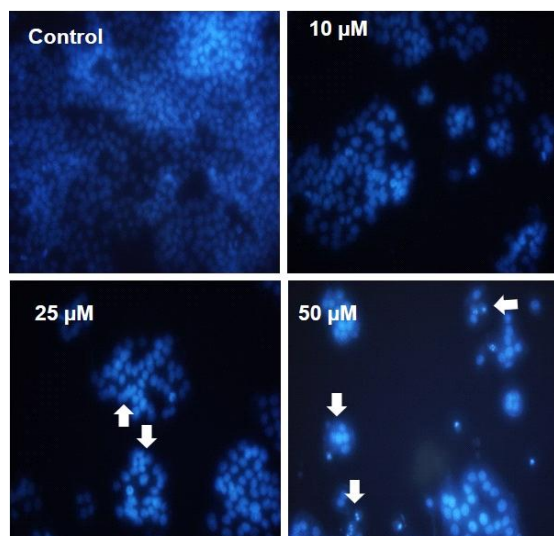


Fig. 3. Microscopy image of [10]-gingerol-treated A2058 cells in a dose dependent manner. After incubation with 0, 10, 25, and 50 μM [10]-gingerol for 72 hr, the cells were observed by fluorescent microscopy using Hoechst 33258 staining (arrow indicates the formation of apoptotic bodies).

At a higher [10]-gingerol dose of 50 μM , these characteristics were even more evident and the cells exhibited partial detachment. These results suggest that [10]-gingerol exerts antiproliferative activities in a dose-dependent manner, and is consistent with MTT results.

3. Effects of [10]-gingerol on apoptosis in A2058 cells

To further investigate the apoptotic cells, Annexin V and PI double staining were used and were analyzed by flow cytometry analysis. Annexin V-PI- and Annexin V+PI+ populations represent viable and late apoptotic cells, respectively. Apoptotic populations were increased in A2058 cells treated with [10]-gingerol (Fig. 4A). Treatment with 10, 25, and 50 μM [10]-gingerol increased the number of early apoptotic cells by 9.2%, 13.5%, and 29.5%, respectively, compared to the control (2.2%). Moreover, treatment with 10, 25, and 50 μM [10]-gingerol increased the number of late apoptotic cells by 9.9%, 13.3%, and 28.1%, respectively, compared to the control (4.5%). Treatment with 10, 25, and 50 μM [10]-gingerol increased the number of total apoptotic cells by 19.0%, 26.8%, and 42.4%, respectively (Fig. 4B). The increase in the number of early apoptotic cells was greater than that in the number of late apoptotic cells on treatment with 25 and 50 μM [10]-gingerol. In the early stages of apoptosis, PS is exposed on the external

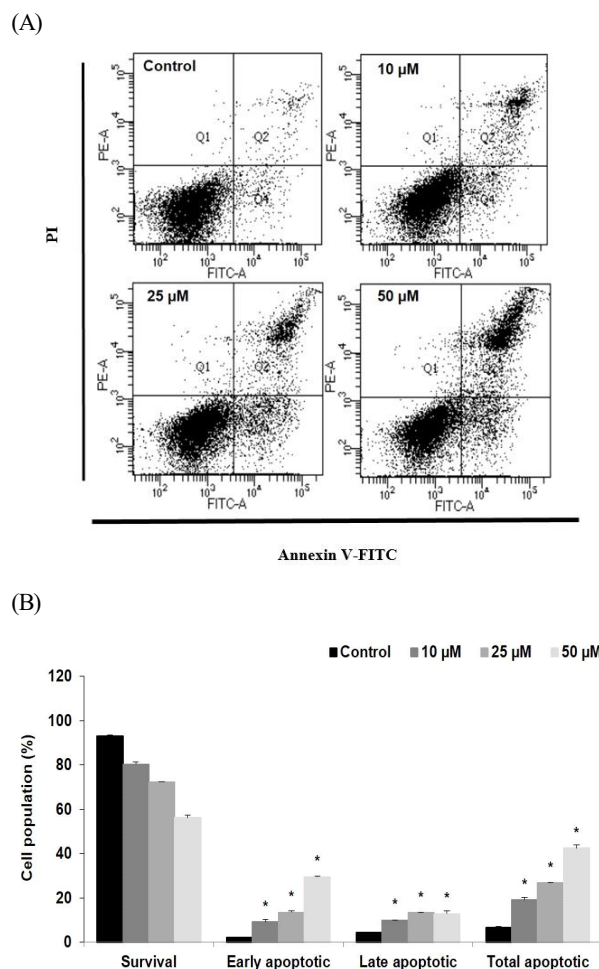


Fig. 4. Effects of [10]-gingerol on apoptosis in A2058 cells in a dose dependent manner. (A) Flow cytometric analysis of A2058 cells incubated with [10]-gingerol for 72 hr. The right bottom quadrant represents Annexin V-stained cells (early-phase apoptotic cells). The top right quadrant represents PI- and Annexin V-stained cells (late-phase apoptotic cells). (B) Statistical analysis of apoptosis. * $p < 0.05$, significantly different from control cells.

cell surface (Lee et al. 2013). Anti-apoptotic proteins prevent apoptosis by blocking the release of cytochrome c from the mitochondria. Pro-apoptotic proteins are regulated by promoting such release. These results present [10]-gingerol induced anti-proliferative activities against A2058 cells, which were caused by inducing apoptosis in a dose-dependent fashion.

4. Effects of [10]-gingerol on the expression of Bcl-2 family and caspase protein

Caspases, a family of cysteine proteases, play essential roles

in intracellular protein cleavage by signaling apoptosis. The intrinsic apoptosis pathway is controlled by the Bcl-2 family, which prevents mitochondrial permeability transition pores from opening during apoptosis (Armstrong JS 2007). Bcl-2 interacts with the mitochondrial plasma membrane and prevents mitochondrial membrane pores from opening during apoptosis, blocking the signals of apoptotic factors, such as Bax (Ryu et al. 2013). The A2058 melanoma cells exposed to [10]-gingerol showed a concentration-dependent reduction in the level of Bcl-2 protein, with a concomitant increase in the level of Bax. With the change of Bcl-2 family proteins, the activation of caspase-9 and caspase-3, an effective caspase, was accompanied (Figs. 5A, 5B). Moreover, poly ADP-ribose polymerase (PARP) cleavage, an indicator of apoptosis, was also elevated (Fig. 5C). The mitochondrial-related pathway is regulated by anti-apoptotic (Bcl-2, Bcl-x, and Bcl-XL) and pro-apoptotic members (Bax, Bak, Bid, Bad, and Bim) of the Bcl-2 family (Liu et al. 2016). Cell death signals cause the release of cytochrome c from the mitochondria and activate caspase-9 in this pathway (Araya et al. 2021). Caspase-3 cleaves most cellular substrates in apoptotic cells. It is activated following cleavage by caspase-9 (Pereira & Song 2008). At present, apoptotic signals involve two main pathways: the extrinsic or death receptor pathway and the intrinsic or mitochondrial-mediated pathway (Pfeffer & Singh 2018). These results presented that [10]-gingerol can lead to apoptosis by caspase-related protein family and might be through intrinsic mitochondrial apoptosis pathway.

5. Effects of [10]-gingerol on the expression of MAPK

Mitogen-activated protein kinases (MAPKs) signaling cascades, including c-Jun amino-terminal kinases (JNKs), extracellular signal-regulated kinases (ERKs), and p38 kinase, are found in all eukaryotes and play a central role in regulating cell proliferation, differentiation and apoptosis (Kim & Choi 2015). As shown in Fig. 6A, the levels of p-ERKs, p-JNKs, and p-p38 MAPKs were significantly elevated on treatment with [10]-gingerol for 24 h. In contrast, the levels of non-phosphorylated JNKs, ERKs, and p38 MAPKs remained unchanged. Thus, 50 μ M [10]-gingerol caused apoptosis through ERKs, JNKs, and p38 MAPKs in A2058 cells. To further determine whether JNK, ERK and p38 are involved in the [10]-gingerol-induced A2058 cytotoxicity, the kinase-specific inhibitors, SP600125, PD98059, or SB203580, were incubated. As shown in Fig. 6B, the p-JNK levels decreased on co-treatment with SP600125 and [10]-gingerol. Similarly,

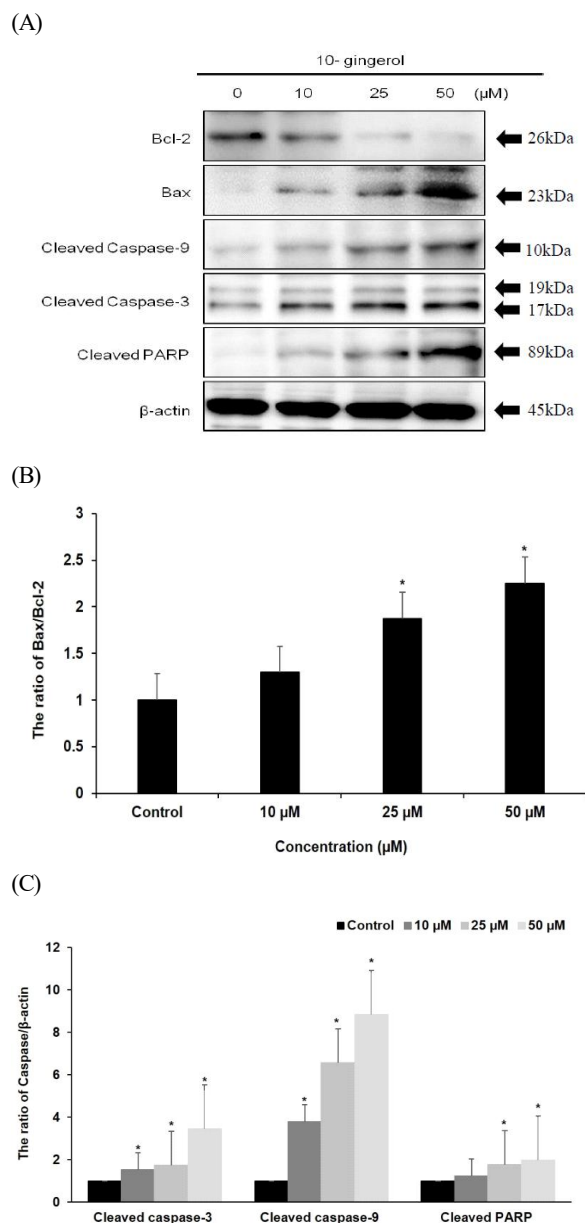


Fig. 5. Effects of [10]-gingerol on the expression of Bcl-2 family and caspase-related proteins in A2058 cells in a dose dependent manner. (A) Cells were treated with 0, 10, 25, and 50 μ M [10]-gingerol for 72 hr. The cell lysates were electrophoresed and western blotting with Bcl-2, Bax, caspase-9, caspase-3, and cleaved PARP antibodies. (B) Effects of [10]-gingerol on the expression of Bcl-2 family related protein in A2058 cells from statistical analysis. * p <0.05, significantly different from control cells in intact cells. (C) Effects of [10]-gingerol on the expression of caspase-related proteins in A2058 cells. * p <0.05, significantly different from control cells in intact cells.

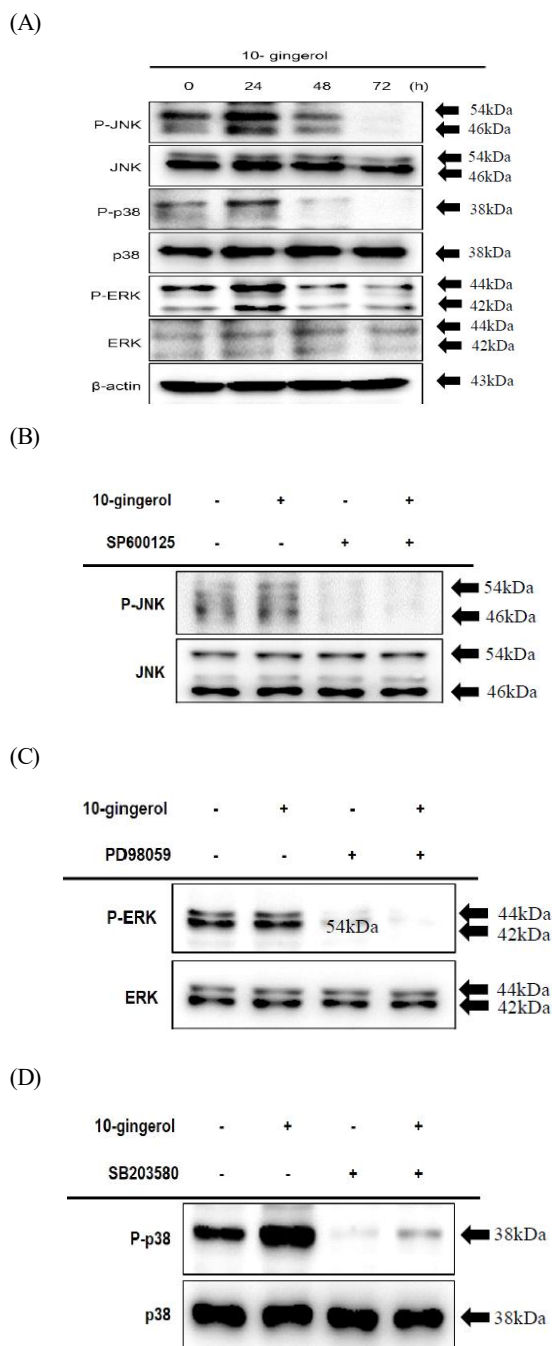


Fig. 6. Regulation of MAPKs in [10]-gingerol-treated A2058 cells in a time dependent manner. (A) An equal amount of cell lysates electrophoresed and ERK, JNK, p38, and their phosphorylated expression form were detected by western blotting analysis with corresponding antibodies. (B) Role of JNK in [10]-gingerol-induced apoptosis in A2058 cells. (C) Role of ERK in [10]-gingerol-induced apoptosis in A2058 cells. (D) Role of p38 in [10]-gingerol-induced apoptosis in A2058 cells.

co-treatment with PD98059, SB203580, [10]-gingerol effectively inhibited p-ERK and p38 MAPK upregulation (Figs. 6C, 6D). These cumulative results suggest that JNKs, ERKs, and p38 MAPKs are involved in [10]-gingerol-induced intrinsic pathway.

Conclusion

In the present study, we investigated apoptosis in A2058 human melanoma cells which were treated with various concentrations of [10]-gingerol (0-100 μ M). [10]-Gingerol suppressed the growth of A2058 cells in dose- and time-dependent manners. This effect appeared that [10]-gingerol to be mediated by the induction of apoptosis, as evidenced by morphological changes, cell shrinkage, condensed chromatin, and the formation of apoptotic bodies via staining with the DNA-binding dye Hoechst 33258. [10]-Gingerol increased Bax expression but decreased the expression of Bcl-2, each in a dose-dependent manner. The mitochondrial plasma membrane disruption by [10]-gingerol was followed by the activation of caspase-9, caspase-3, and its target, PARP. Western blotting experiments indicated that caspase-9 and caspase-3 appear to be activated in [10]-gingerol-induced A2058 cells. The cleaved form of PARP was also detected in [10]-gingerol treated A2058 cells. And the phosphorylated JNK and ERK, and p-38 significantly blocked in response to co-treatment with [10]-gingerol and SP600125, PD98059, or SB203580, respectively. These data indicate that [10]-gingerol induced apoptosis via the intrinsic pathway.

References

- Adams JM, Cory S. 1998. The Bcl-2 protein family: Arbiters of cell survival. *Science* 281:1322-1326
- Araya LE, Soni IV, Hardy JA, Julien O. 2021. Deorphanizing caspase-3 and caspase-9 substrates in and out of apoptosis with deep substrate profiling. *ACS Chem Biol* 16:2280-2296
- Armstrong JS. 2007. Mitochondrial medicine: Pharmacological targeting of mitochondria in disease. *Br J Pharmacol* 151: 1154-1165
- Carmichael J, DeGraff WG, Gazdar AF, Minna JD, Mitchell JB. 1987. Evaluation of a tetrazolium-based semiautomated colorimetric assay: Assessment of chemosensitivity testing. *Cancer Res* 47:936-942
- Chen J, He X, Peng H, Ou-Yang X, He X. 2008. Research on the antitumor effect of ginsenoside Rg3 in B16 melanoma

- cells. *Melanoma Res* 18:322-329
- Cummins DL, Cummins JM, Pantle H, Silverman MA, Leonard AL, Chanmugam A. 2006. Cutaneous malignant melanoma. *Mayo Clin Proc* 81:500-507
- Green DR, Reed JC. 1998. Mitochondria and apoptosis. *Science* 281:1309-1312
- Guon TE, Chung HS. 2016. Effect of *Zingiber officinale* Roscoe extract on antioxidant and apoptosis in A2058 human melanoma cells. *J East Asian Soc Diet Life* 26:207-214
- Igney FH, Krammer PH. 2002. Death and anti-death: Tumour resistance to apoptosis. *Nat Rev Cancer* 2:277-288
- Kim EK, Choi EJ. 2015. Compromised MAPK signaling in human diseases: an update. *Arch Toxicol* 89:867-882
- Kumar V, Abbas AK, Fausto N, Aster JC. 2010. Robins and Cotran: Pathologic Basis and Disease. 8th ed. p.25. Saunders
- Lee KH, Shin ES, Sim EJ, Bae YJ. 2020. Comparison of antioxidant and antimicrobial activities of fingerroot (*Boesenbergia pandura*) and ginger (*Zingiber officinale* Roscoe). *Korean J Food Nutr* 33:105-110
- Lee SH, Meng XW, Flatten KS, Loegering DA, Kaufmann SH. 2013. Phosphatidylserine exposure during apoptosis reflects bidirectional trafficking between plasma membrane and cytoplasm. *Cell Death Differ* 20:64-76
- Liu JF, Chen CY, Chen HT, Chang CS, Tang CH. 2016. BL-038, a benzofuran derivative, induces cell apoptosis in human chondrosarcoma cells through reactive oxygen species/ mitochondrial dysfunction and the caspases dependent pathway. *Int J Mol Sci* 17:1491
- Martinvalet D, Zhu P, Lieberman J. 2005. Granzyme A induces caspase-independent mitochondrial damage, a required first step for apoptosis. *Immunity* 22:355-370
- Nakazawa T, Ohsawa K. 2002. Metabolism of [6]-gingerol in rats. *Life Sci* 70:2165-2175
- Park HY, Kim GY, Kwon TK, Hwang HJ, Kim ND, Yoo YH, Choi YH. 2013. Apoptosis induction of human leukemia U937 cells by 7,8-dihydroxyflavone hydrate through modulation of the Bcl-2 family of proteins and the MAPKs signaling pathway. *Mutat Res Genet Toxicol Environ Mutagen* 751:101-108
- Pereira NA, Song Z. 2008. Some commonly used caspase substrates and inhibitors lack the specificity required to monitor individual caspase activity. *Biochem Biophys Res Commun* 377:873-877
- Pfeffer CM, Singh ATK. 2018. Apoptosis: A target for anticancer therapy. *Int J Mol Sci* 19:448
- Portt L, Norman G, Clapp C, Greenwood M, Greenwood MT. 2011. Anti-apoptosis and cell survival: A review. *Biochim Biophys Acta Mol Cell Res* 1813:238-259
- Rigel DS, Carucci JA. 2000. Malignant melanoma: Prevention, early detection, and treatment in the 21st century. *CA Cancer J Clin* 50:215-236
- Rolt A, Cox LS. 2020. Structural basis of the anti-ageing effects of polyphenolics: Mitigation of oxidative stress. *BMC Chem* 14:50
- Ryu HS. 2007. The effects of *Zingiber officinale* Roscoe extracts on mouse IFN- γ and IL-10 production. *Korean J Food Nutr* 20:259-264
- Ryu MJ, Kim AD, Kang KA, Chung HS, Kim HS, Suh IS, Chang WY, Hyun JW. 2013. The green algae *Ulva fasciata* Delile extract induces apoptotic cell death in human colon cancer cells. *In Vitro Cell Dev Biol Anim* 49:74-81
- Ryu MJ, Chung HS. 2015. [10]-Gingerol induces mitochondrial apoptosis through activation of MAPK pathway in HCT116 human colon cancer cells. *In Vitro Cell Dev Biol Anim* 51:92-101
- Ryu MJ, Chung HS. 2016. Fucoidan reduces oxidative stress by regulating the gene expression of HO-1 and SOD-1 through the Nrf2/ERK signaling pathway in HaCaT cells. *Mol Med Rep* 14:3255-3260
- Yoshikawa M, Hatakeyama S, Chatani N, Nishino Y, Yamahara J. 1993. Qualitative and quantitative analysis of bioactive principles in *Zingiberis rhizoma* by means of high performance liquid chromatography and gas liquid chromatography. On the evaluation of *Zingiberis rhizoma* and chemical change of constituents during *Zingiberis rhizoma* processing. *Yakugaku Zasshi* 113:307-315

Received 08 April, 2022

Revised 18 April, 2022

Accepted 10 May, 2022

쑥갓으로부터 추출한 정유의 휘발성 향기성분 분석

†최 향 숙

경인여자대학교 식품영양과 교수

Analysis of Volatile Flavor Components of the Essential Oil from *Chrysanthemum coronarium* var. *spatiosum* Bailey

†Hyang-Sook Choi

Professor, Dept. of Food Nutrition, Kyungin Women's University, Incheon 21041, Korea

Abstract

This study investigated the volatile flavor components of the essential oil from *Chrysanthemum coronarium* var. *spatiosum* Bailey. The essential oil obtained from the aerial parts of the plant by the hydrodistillation extraction method was analyzed by gas chromatography and gas chromatography-mass spectrometry. One hundred and one (99.11%) volatile flavor components were identified in the essential oil from the *Chrysanthemum coronarium* var. *spatiosum* Bailey. The major compounds were hexanedioic acid, bis(2-ethylhexyl) ester (12.45%), 6.10.14-trimethyl-2-pentadecanone (7.94%), 1-(phenylethynyl)-1-cyclohexanol (6.34%), α -farnesene (5.55%), phytol (4.99%), and α -caryophyllene (4.39%). When the volatile flavor components of *Chrysanthemum coronarium* var. *spatiosum* Bailey were classified by functional group, the content was high in the order of hydrocarbons, alcohols, esters, ketones, aldehydes, and phthalides. Sesquiterpene hydrocarbons were the most common hydrocarbons, mainly due to α -farnesene and α -caryophyllene. Among the alcohols, the content of aliphatic alcohols was significantly higher, mainly due to 1-(phenylethynyl)-1-cyclohexanol (6.34%) and phytol (4.99%). The analysis of the volatile flavor components of *Chrysanthemum coronarium* var. *spatiosum* Bailey in this study will provide useful information to consumers when purchasing food and to industries using fragrance ingredients.

Key words: *Chrysanthemum coronarium* var. *spatiosum* Bailey, essential oil, volatile flavor components

서 론

쑥갓(*Chrysanthemum coronarium* var. *spatiosum* Bailey)은 국화과(Compositae)의 한해 또는 두해살이 식물로, 지중해 연안이 원산지인 채소이다. 오래전부터 우리나라에 들어와 전국각지의 농가에서 밭에 재배하며 많은 수요가 있는 작물이다. 세계적으로는 중국, 러시아, 일본, 인도 등에서도 재배된다. 쑥갓의 식물체 높이는 30~60 cm이며, 잎, 뿌리줄기, 줄기는 짙은 녹색으로 5~8월에 꽃이 핀다(Kim TJ 2009). 쑥갓은 독특한 향기를 지녀 오래전부터 우리나라 및 동아시아 지역에서는 향미채소로 식용되어 왔으나 유럽에서는 관상용 식

물로도 재배된다. 식용으로 이용하는 곳은 우리나라 외에도 인도, 동남아시아, 중국, 일본 등으로 나물, 쌈 및 국, 찌개 등에 넣어 독특한 향을 즐긴다. 쑥갓은 봄 채소로 널리 재배되고 있으며 최근에는 하우스재배에 의하여 겨울 채소로 많이 이용된다. 품종으로는 대엽종, 중엽종, 소엽종이 있으며 우리나라에서 재배되는 것은 중엽종이 대부분이며, 중엽종이 영양적으로 가치가 높은 것으로 알려져 있다. 잎의 끝이 갈라지지 않아서 잎이 큰 것은 중국에서 많이 재배되는데, 중국 동쪽에서는 잎이 많이 갈라진 것도 상당량 재배된다. 잎이 작고 끝이 많이 갈라진 것은 향기는 매우 강하지만 최근에 실용재배는 그리 많지 않다(Hong 등 2011). 쑥갓은 특

† Corresponding author: Hyang-Sook Choi, Professor, Dept. of Food Nutrition, Kyungin Women's University, Incheon 21041, Korea. Tel: +82-32-540-0272, Fax: +82-2-540-0275, E-mail: hschoi@kiwu.ac.kr

히 우리나라에서 애용되는 향미채소로 식물체에는 단백질, 콜린, 무기질, 비타민 C 등이 함유되어 있다(Kim TJ 2009). 특히 칼슘(90 mg/100 g)과 철분(1.9 mg/100 g)이 비교적 많은 편이며, 비타민 함량도 비교적 높은 것으로 보고되었다(Hong 등 2011). 쑥갓은 향기와 풍미가 좋아 생채 또는 나물로 먹고 샐러드 재료로도 사용되나, 우리나라에서는 생채로 먹기보다는 전골, 생선찌개 등에 비린내를 제거하고 산뜻한 향과 감칠맛을 증진시키기 위한 향미채소로 쓰이고 있다. 감기에 쑥갓과 함께 파, 생강 등을 넣어 끓인 물이 효과적이며, 쑥갓이 위를 보호하고 장을 튼튼하게 하며 불면증에도 효과적이라고 알려져 있다(Hong 등 2011). 식용 외에도 소화기관을 보호하고 위하수체나 위불쾌증을 완화시키는 약제로 사용된다(Kim 등 2012). 쑥갓의 생리활성에 대해서는 비교적 최근에 관심을 갖기 시작하여 항산화성, 항돌연변이성(Oh & Lee 2003), 아질산염 소거능(Cho 등 2007)에 대한 연구가 보고된 바 있다.

최근 식생활의 서구화와 간편식 소비 증가로 인해 생활양식의 급격한 변화가 초래되었으며, 이로 인해 암이나 비만 등과 같은 생활습관과 연관된 대사증후군의 발병률이 급증하고 있다(Park & Kim 2010). 따라서 최근 들어 국민들이 채소 섭취 중요성에 대한 관심이 증가하고 있으며 식품을 섭취하면서 주요 영양소 외에도 피토케미칼과 같은 건강에 도움을 주는 물질을 동시에 섭취하기를 원하며 이로 인해 우리나라 전통 채소에 대한 관심도 증가하고 있다(Choi HS 2021). 최근 식물의 향기와 연관된 정유성분의 다양한 생리활성 기능이 알려지면서 전통 산채류 및 나물류의 향기에 관한 관심도 증가하고 있다. 나물류의 향기성분은 식물을 수증기 증류하여 얻어지는 정유 속에 함유된 것으로 알려져 있는데 정유는 주로 터펜(terpene) 화합물로 구성되어 있다(Heath HB 1986). 식물에 함유된 향기성분 및 정유성분의 항산화, 항균 효과를 포함한 다양한 생리활성 기능이 보고되고 있고(Kim MR 2005), 독특한 향기를 지니는 향미채소가 항균, 항염증(Lee 등 2017), 항산화, 항진균, 항암 등의 효능이 있음이 보고되고 있다(Jang 등 2010; Lee 등 2011).

산채류 구매 시에 외관, 조직감, 맛과 더불어 향기는 주요한 선택요인이 된다. 쑥갓은 독특한 향기로 인해 우리나라에서 오래전부터 식용되어오는 향미채소임에도 불구하고 과학적인 성분 규명이나 화학적 조성에 대한 연구는 충분히 이루어져 있지 않고 있는 실정이며, 특히 향기성분에 대한 연구는 아직 부족한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 쑥갓으로부터 정유성분을 추출하여 휘발성 향기성분을 분석하고자 하였다. 전통 나물류의 식품소재로서의 활용도를 촉진하기 위해서는 화학적 성분에 대한 체계화된 기초자료 제공이 요구되므로, 본 연구는 쑥갓

의 휘발성 향기성분 분석을 통해 소비자에게는 식품구매 시에, 산업계에게는 향기성분의 산업적 활용 시에 유용한 정보를 제시하고자 한다.

재료 및 방법

1. 재료

본 실험에 사용된 쑥갓(*Chrysanthemum coronarium* var. *spatiosum* Bailey)은 전라남도 고흥 농가에서 재배하고 수확한 것을 구입하여 사용하였다. 시험재료는 구입한 즉시 -80°C 의 냉동고에 보관하면서 휘발성 향기성분 분석용 시료로 사용하였다. 추출 및 동정을 위하여 사용한 내부표준물질로는 1-heptanol 및 myristate(Waco Pure Chemical Industries, Osaka, Japan)를 사용하였고, GC 및 MS에 사용한 표준물질로는 Sigma-Aldrich Co.(St. Louis, USA), PolyScience Co.(IL, USA), Waco Pure Chemical Industries(Osaka, Japan), Bolak Co.(Osan, Korea) 및 French-Korean Aromatics(Youngin, Korea) 제품을 사용하였다.

2. 휘발성 향기성분 추출

휘발성 향기성분은 hydrodistillation extraction(HDE) 방법(Schultz 등 1977)을 사용하여 추출하였다. 신선한 시료 1.5 kg에 증류수 4 L를 넣고 4시간 동안 Cleverger-type apparatus(Hanil Lab Tech Ltd., Seoul, Korea)를 사용하여 3회 수증기 증류한 후 기름층만을 분리하였고, 기름층을 24시간 동안 무수 황산나트륨으로 탈수하여 정유만을 분리하였다. GC 및 MS 분석에 사용하기 전 3회 추출한 정유를 모두 혼합하여 볼텍스믹스로 균질화한 후 사용하였다.

3. GC 및 GC-MS 분석 및 정유성분 동정

추출된 휘발성 향기성분분석은 Agilent 6890N GC를 사용하였다. Column은 DB-5(30 m \times 0.25 mm i. d., film thickness 0.25 μm) fused-silica capillary column(J & W Scientific Inc., Folsom CA, USA)을 사용하였다. 온도 프로그램은 70°C 에서 2분간 유지한 다음 $2^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 의 속도로 230°C 까지 상승시키고 이후 20분간 유지하였다. 주입구 및 검출기 온도는 각각 250°C 로 설정하였고, carrier gas로는 질소를 유속 1 mL/min로 사용하였다. 시료는 1 μL 를 주입하였으며, linear velocity는 22 cm/sec로 하였고, split ratio는 50:1로 하였다. GC-MS 분석에 사용된 GC 및 분석 조건은 위와 동일하였으며, MS는 JMS-600W MS(JEOL Ltd., Tokyo, Japan)을 사용하였다. 기기분석은 2회 시행하여 평균값을 제시하였다.

향기성분을 확인하기 위해 JEOL mass spectrometer에 연결된 Wiley library 및 NIST Mass Spectral Search Program

(ChemSW Inc., NIST Database)의 데이터 시스템에 있는 기준물질과의 mass spectra를 비교하였고, 표준물질과의 co-injection을 통한 물질 동정을 병행하였다. 추출된 정유의 성분은 내부표준물질로 1-heptanol 및 methyl myristate(Wako Pure Chemical Industries, Osaka, Japan)을 이용하여 weight percent(Choi & Sawamura 2000)를 제시하였다.

결과 및 고찰

1. 쑥갓의 휘발성 향기성분 분석

쑥갓의 잎과 줄기로부터 HDE 방법을 사용하여 추출한 정유를 GC 및 GC-MS로 분석한 결과 101종의 휘발성 향기성분(99.11%)이 확인되었다. 이 성분들을 컬럼에서 용출되어 나오는 순서대로 Table 1 및 Fig. 1에 제시하였다. 쑥갓의 주요 향기성분으로는 hexanedioic acid, bis(2-ethylhexyl) ester가 12.45%로 가장 높게 나타났으며, 그 다음으로 6.10.14-trimethyl-2-pentadecanone(7.94%), 1-(phenylethynyl)-1-cyclohexanol(6.34%), α -farnesene(5.55%), phytol(4.99%), α -caryophyllene(4.39%), hexadecanoic acid(3.04%), dibutyl phthalide(2.96%) 순으로 나타났으며 그 화학구조는 Fig. 2와 같다.

Hexanedioic acid, bis(2-ethylhexyl) ester($C_{22}H_{42}O_4$)는 adipic acid, bis(2-ethylhexyl) ester 또는 bis(2-ethylhexyl) adipate로도 불리며 2-ethylhexan-1-ol과 adipic acid의 카르복실기가 축합하여 형성되는데, *Eucalyptus granlla* 나무 추출물로부터 항균 작용이 있는 생리활성 물질 분석 연구를 수행한 결과 이 나무 추출물의 항균성이 hexanedioic acid, bis(2-ethylhexyl) ester 및 phthalic acid 유도체들과 관계있음이 보고된 바 있다(Ge 등 2015). Li 등(2014)도 *Populus nigra* 나무 추출물을 생물자원으로 활용하기 위한 연구를 수행한 결과, 이 나무의 추출물에 hexanedioic acid, bis(2-ethylhexyl) ester를 포함하여 다양한 생리활성 물질이 함유된 것으로 보고하였다. Hexanedioic acid, bis(2-ethylhexyl) ester가 다양한 연구에서 유용한 생리활성 물질로 보고되었는데, 본 연구에서는 이 화합물이 쑥갓 정유의 휘발성 향기성분에서 12.45% 함유된 것으로 조사됨으로써 건강한 식생활을 위해 쑥갓이 유용할 것임을 시사한다고 볼 수 있다.

Oyinloye 등(2020)은 *Solanum dasycarpum* Schumach and Thonn. 잎에서 항균 및 항산화 물질을 규명하기 위해 이 식물의 메탄올 추출물을 GC-MS로 분석한 결과 이러한 생리활성이 6.10.14-trimethyl-2-pentadecanone을 포함한 성분과 연관있음을 보고한 바 있다. 6,10,14-Trimethyl-2-pentadecanone ($C_{18}H_{36}O$)은 hexahydrofarnesyl acetone 또는 phytone이라고도 불리는 화합물로서 신장과 혈당에 대한 비정상적인 대사를 완화시켜 주

는 콩과 식물인 *Lupinus varius* L.의 주요 성분 중 하나로 알려져 있다(AI-Qudah MA 2013). 이 화합물은 바질, 오레가노, 샬러리의 특징적이고 중요한 향기성분이며, 이 외에도 여러 향신채소에 함유된 향기성분으로 알려져 있다(TMIC 2022). 이 화합물은 본 연구에서 쑥갓에서 추출한 정유성분에 7.94% 함유된 것으로 조사되었다.

α -Farnesene($C_{15}H_{24}$)은 세스퀴테펜 화합물로서 달콤하고 온후한 향을 내는 것으로 알려져 있다(Arctander S 1969). Phytol (3,7,11,15-tetramethyl-2-hexadecen-1-ol)은 클로로필 추출물로부터 또는 farnesol로부터 얻을 수 있는데 향기에 대한 기여도는 크지 않은 것으로 알려져 있다(Arctander S 1969). α -Caryophyllene은 humulene으로도 불리며, 로즈마리를 비롯한 여러 향기 식물에 함유되어 있다. Caryophyllene은 우리나라에 자생하는 일반적인 산채류에 비교적 널리 함유되어 있는 세스퀴테펜류인데(Choi HS 2015), 이 화합물은 병원성 세균에 대한 항균효과, 항염증 효과, 종양세포주 억제효과 등이 있음이 알려지면서(Amiel 등 2012) 최근 연구 소재로 활발히 활용되고 있다. 본 연구에서는 쑥갓 정유의 향기성분 중 α -caryophyllene은 4.39%, β -caryophyllene은 0.30% 함유된 것으로 나타났다.

Hexadecanoic acid는 팔미트산(palmitic acid)으로 식물에서는 팜오일에 많이 함유되어 있고, 동물성 식품에서는 육류, 우유 및 유가공품에 함유되어 있다. 이 화합물은 식품가공 산업 외에 비누, 세제 및 화장품 산업에서도 광범위하게 이용된다. Dibutyl phthalide는 쑥갓 정유에서 2.96% 함유된 것으로 조사되었는데, 이 화합물은 엉겅퀴의 정유성분에서도 확인된 바 있다(Choi HS 2016). Phthalide류는 샬러리를 비롯한 식물체의 향기성분으로 알려져 있으며(Van Wassenhove 등 1990) 항종양효과와 같은 생리적 활성과 관계된 것으로 보고되었다(Okuyama 등 1990). 쑥갓 정유에서는 isobutyl 4-octyl phthalate와 dibutyl phthalate가 함유된 것으로 확인되었다.

2. 쑥갓의 관능기별 향기성분

쑥갓에서 추출한 정유에 함유된 휘발성 향기성분을 관능기 별로 살펴보면 Fig. 3에 보여지는 바와 같이 탄화수소류의 함량이 전체 향기성분의 27.64%(w/w)로 가장 많았다. 이 중 세스퀴테펜의 함량이 18.02%로 가장 많았으며 이는 주로 α -farnesene과 α -caryophyllene에 기인하였다. 지방족 탄화수소류는 7.78%를 나타냈고, pentacosane이 2.14%로 함량이 가장 많았다. 모노테펜 탄화수소류로는 α -myrcene과 limonene이 확인되었다. Myrcene(7-methyl-3-methylene-1,6-octadiene)은 달콤하면서 시트러스 및 온후한 발삼 향을 지니는 화합물

Table 1. Volatile flavor components of the essential oil from *Chrysanthemum coronarium* var. *spatiosum* Bailey

No.	Compound name	Retention index (DB-5)	% (w/w) ¹⁾
Hydrocarbons			
Aliphatic hydrocarbons			
Decane		999	0.23
3,7-Dimethyl-1,3,7-octatriene		1,051	0.32
Tetradecane		1,400	0.51
Hexadecane		1,597	0.20
Octadecane		1,806	0.32
(<i>E</i>)-5-Eicosene		2,106	0.20
2-Methyl-octadecane		2,198	0.42
Tricosane		2,300	0.82
Pentacosane		2,500	2.14
Hexacosane		2,600	1.14
2-Methyl eicosane		2,686	1.48
2-Methyl nonadecane		-	0.88
Subtotal			7.78
Monoterpene hydrocarbons			
α -Myrcene		992	1.61
Limonene		1,032	0.23
Subtotal			1.84
Sesquiterpene hydrocarbons			
α -Cubebene		1,345	0.42
β -Caryophyllene		1,418	0.30
α -Caryophyllene		1,459	4.39
Germacrene D		1,486	1.42
α -Zingiberene		1,496	0.94
α -Farnesene		1,509	5.55
Isocaryophyllene		1,513	0.82
Bicyclogermacrene		1,516	0.83
α -Muurolene		1,520	1.03
Cadinadiene		1,526	1.31
Germacrene B		1,565	1.01
Subtotal			18.02
Alcohols			
Aliphatic alcohols			
1-Octen-3-ol		979	0.61
(<i>Z</i>)-2-Octen-1-ol		1,070	0.34
3,7-Dimethyl-1,6-octadien-3-ol		1,100	1.65
<i>E,E</i> -2,6-Dimethyl-3,5,7-octatriene-2-ol		1,103	0.75
1-Methylcycloheptanol		1,111	0.45
2,6-Dimethyl-1,5,7-octatrien-3-ol		1,161	0.24

Table 1. Continued

No.	Compound name	Retention index (DB-5)	% (w/w) ¹⁾
	Decanol	1,264	0.57
	(<i>E</i>)-2-Dodecen-1-ol	1,690	0.26
	3,7,11,15-Tetramethyl-1-hexadecyn-3-ol	1,889	0.23
	1-(Phenylethynyl)-1-cyclohexanol	1,896	6.34
	(<i>Z,E</i>)-3,7,11-Trimethyl-2,6-dodecadien-1-ol	2,142	0.72
	<i>trans</i> -9-Hexadecen-1-ol	2,211	0.18
	Subtotal		12.34
Monoterpene alcohols			
	β -Terpineol	1,143	0.18
	Borneol	1,170	0.72
	Terpinen-4-ol	1,192	0.54
	Nerol	1,231	0.20
	<i>p</i> -Mentha-1-en-9-ol	1,480	0.73
	Subtotal		2.37
Sesquiterpene alcohols			
	Cedrenol	1,607	0.24
	Spathulenol	1,629	0.26
	T-Muurolol	1,631	0.31
	β -Eudesmol	1,657	0.22
	α -Bisabolol	1,663	0.35
	δ -Cadinol	1,674	0.47
	Zingiberenol	1,685	0.53
	(<i>E</i>)-2-Dodecen-1-ol	1,690	0.27
	Subtotal		2.65
Diterpene alcohols			
	Phytol	2,115	4.99
	Subtotal		4.99
Aldehydes			
	(<i>Z</i>)-2-Heptenal	958	0.23
	Benzaldehyde	965	0.57
	(<i>E,E</i>)-2,4-Heptadienal	1,013	0.35
	Benzeneacetaldehyde	1,048	1.02
	(<i>E</i>)-2-Octenal	1,061	0.20
	(<i>E,Z</i>)-2,6-Nonadienal	1,157	0.25
	2-Nonenal	1,163	0.17
	2,4-Nonadienal	1,216	0.17
	2,6,6-Trimethyl-1-cyclohexene-1-carboxaldehyde	1,224	0.20
	Epoxy-2-nonenal	1,274	0.18
	2,4-Decadienal	1,281	0.29

Table 1. Continued

No.	Compound name	Retention index (DB-5)	% (w/w) ¹⁾
	Undecanaldehyde	1,292	0.23
	(<i>E,E</i>)-2,4-Decadienal	1,318	1.44
	2-Undecenal	1,366	0.52
	Pentadecanal	1,714	0.30
	Subtotal		6.12
Ketones			
	3-Octen-2-one	1,042	0.28
	(<i>E,E</i>)-3,5-Octadien-2-one	1,073	0.58
	3,5-Octadien-2-one	1,095	0.17
	2,5-Octanedione	1,247	0.19
	Undecanone	1,295	0.38
	6,10-Dimethyl-2-undecanone	1,405	0.19
	6,10,14-Trimethyl-2-pentadecanone	1,846	7.94
	Subtotal		9.74
Esters			
	Octyl acetate	1,149	0.40
	Bornyl acetate	1,287	1.35
	Terpinyl acetate	1,352	0.23
	Geranyl Isovalerate	1,613	0.28
	Citronellyl valerate	1,624	0.36
	Methyl tetradecanoate	1,654	0.22
	5,8,11-Heptadecatriynoic acid, methyl ester	1,919	0.72
	Methyl 11,12-octadecadienoate	2,093	0.18
	11,14,17-Eicosatrienoic acid, methyl ester	2,099	0.52
	Hexanedioic acid, bis(2-ethylhexyl) ester	2,417	12.45
	Hexanoic acid, 2-ethyl octadecyl ester	2,480	0.19
	Mono(2-ethylhexyl)-1,2-benzenedicarboxylate	2,546	1.90
	Terephthalic acid, di(2-ethylhexyl)ester	-	0.88
	Decanedioic acid, bis(2-ethylhexyl)ester	-	0.26
	Subtotal		19.94
Oxides			
	β -Caryophyllene oxide	1,581	0.93
	α -Caryophyllene oxide	1,639	0.37
	Subtotal		1.30
Acids			
	2-Hexenoic acid	1,619	0.52
	n-Hexadecanoic acid	1,967	3.04
	Subtotal		3.56

Table 1. Continued

No.	Compound name	Retention index (DB-5)	% (w/w) ¹⁾
Phthalides			
	Isobutyl 4-octyl phthalate	1,869	0.37
	Dibutyl phthalate	1,963	2.96
	Subtotal		3.33
Miscellaneous			
	Decamethyl-cyclopentasiloxane	1,158	0.18
	<i>trans-Z</i> - α -Bisabolene epoxide	1,570	0.47
	(6-Methyl-3-[(2 <i>Z</i>)-6-methylhepta-2,5-dien-2-yl]-7-oxabicyclo[4.1.0]heptane)		
	7-(2,4-Hexadiynylidene)-1,6-dioxaspiro [4.4]nona-2,8-diene	1,866	0.60
	2-(2,4-Hexadiynylidene)-1,6-dioxaspiro[4.4]non-3-ene	1,880	2.87
	Cyclic octatomic sulfur	2,006	0.36
	Spiro(tricycle[6.2.1.0(2,7)]undeca-2,4,6,9-tetraene-11,1'-cyclopropane	2,043	0.26
	2-Octadecenamide	-	0.39
	Subtotal		5.13
Total		99.11	

¹⁾ content of flavor component in oil.

이다. 10 ppm 이하의 농도에서는 달콤한 발삼 및 허브맛 (sweet-balsamic-herbaceous taste)을 지니며, 고농도에서는 자극적이며 쓴맛을 지닌다. 일반적으로 0.5-5 ppm 농도로 시트러스나 과일 향을 낼 때 사용한다(Arctander S 1969). Limonene 은 신선한 시트러스 향기를 지닌 화합물로 오렌지껍질 오일에 함유되어 있다. 일반적으로 오렌지 향으로 표현되는 대표적인 향기 화합물이다. 이 화합물은 라임향, 오렌지향, 과일 향을 내는데 사용되며, 추잉검, 음료 등에 광범위하게 사용된다. 식품가공 산업 외에도 화장품, 비누, 세제 등 다양한 생활용품의 향기를 내는 데에 폭넓게 사용된다(Arctander S 1969).

탄화수소류 다음으로 알코올류의 함량이 22.35%로 높게 함유된 것으로 나타났고, 이는 주로 1-(phenylethynyl)-1-cyclohexanol(6.34%)과 phytol(4.99%)에 기인하였다. 다음으로 에스테르류의 함량이 19.94%로 높게 나타났으며, 이는 주로 hexanedioic acid, bis(2-ethylhexyl) ester에 기인하였다. 케톤류는 전체 휘발성 향기성분의 9.74%를 나타냈는데, 이 중 6,10,14-trimethyl-2-pentadecanone의 함량이 높은 것으로 나타났다. 산류에는 2-hexenoic acid와 hexadecanoic acid가 확인되었고 phthalide류로는 isobutyl 4-octyl phthalate와 dibutyl phthalate가 확인되었다. Fig. 3에서 보이는 바와 같이 썩갠

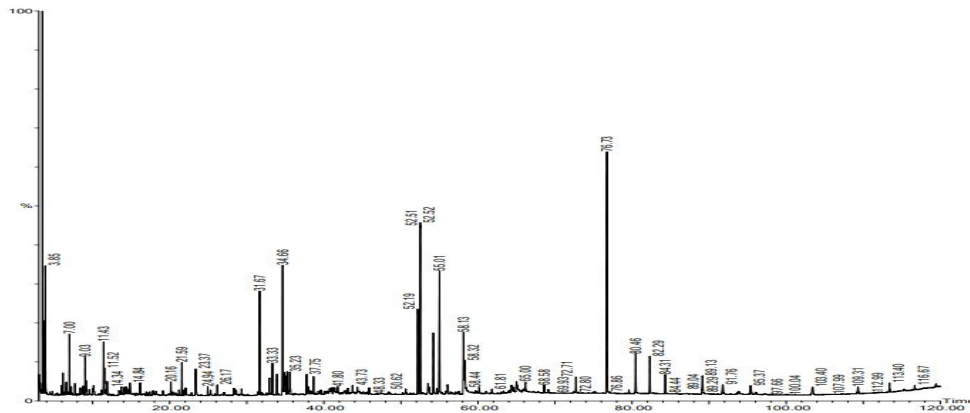


Fig. 1. Gas Chromatogram of volatile flavor components from *Chrysanthemum coronarium* var. *spatiosum* Bailey essential oil.

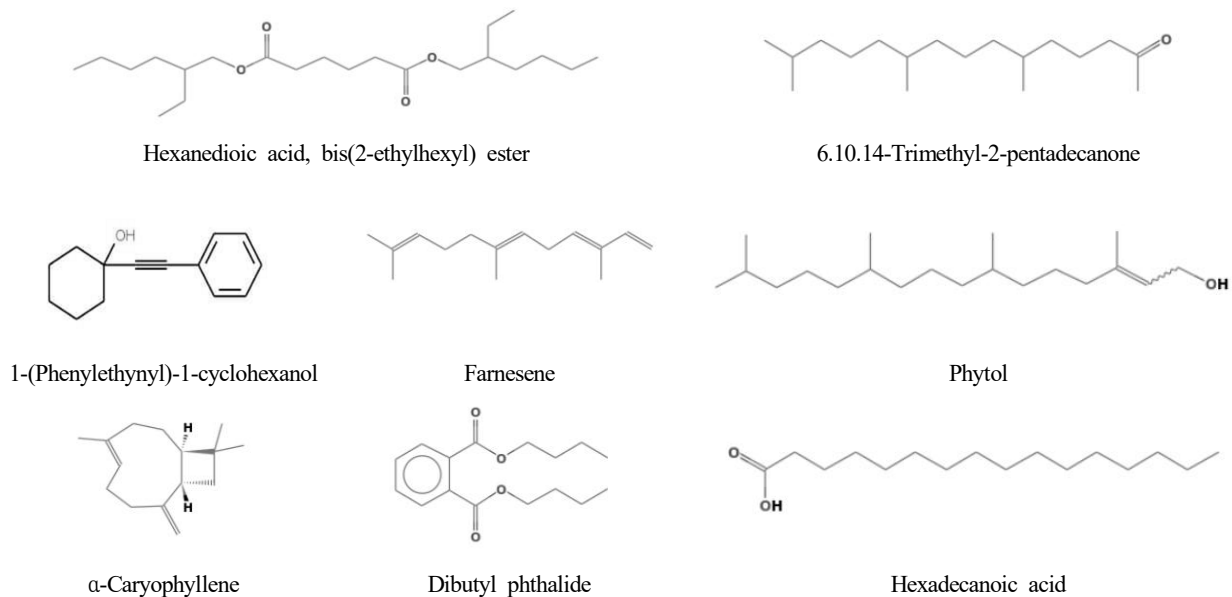


Fig. 2. The major volatile flavor components of *Chrysanthemum coronarium* var. *spatiosum* Bailey essential oil.

향기성분은 관능기별로 살펴보았을 때 탄화수소류, 알코올류, 에스테르류, 케톤류, 알데히드류, phthalide류 등의 순으로 함량이 높은 것으로 나타났다. 탄화수소류에서는 세스퀴터펜 탄화수소류가, 알코올류 중에서는 지방족 알코올류의 함량이 월등히 높게 나타났다.

요약 및 결론

최근 식생활의 서구화와 간편식 소비 증가로 인해 생활습관과 연관된 대사증후군의 발병률이 증가하면서 국민들이 채소 섭취 중요성에 대한 관심이 증가하고 있으며 우리나라 전통 채소 소비도 증가하고 있다. 산채류의 향기성분은 구매

시 소비자들에게 중요한 선정 요인이므로 본 연구에서는 쑥갓의 활용도를 증진시키기 위해 향기성분을 분석하고자 하였다. 쑥갓의 잎과 줄기로부터 HDE 방법으로 정유성분을 추출하였고, 정유에 함유된 휘발성 향기성분을 분석하여 총 101종의 향기 화합물(99.11w/w%)을 동정하였다. 쑥갓의 주요 향기성분으로는 hexanedioic acid, bis(2-ethylhexyl) ester가 12.45%로 가장 높게 나타났으며, 그 다음으로 6.10.14-trimethyl-2-pentadecanone(7.94%), 1-(phenylethynyl)-1-cyclohexanol(6.34%), α -farnesene(5.55%), phytol(4.99%), α -caryophyllene(4.39%), hexadecanoic acid(3.04%), dibutyl phthalide(2.96%) 순으로 나타났다. 쑥갓 정유의 향기성분을 관능기별로 살펴보았을 때 탄화수소류, 알코올류, 에스테르류, 케톤류, 알데히드류, phthalide

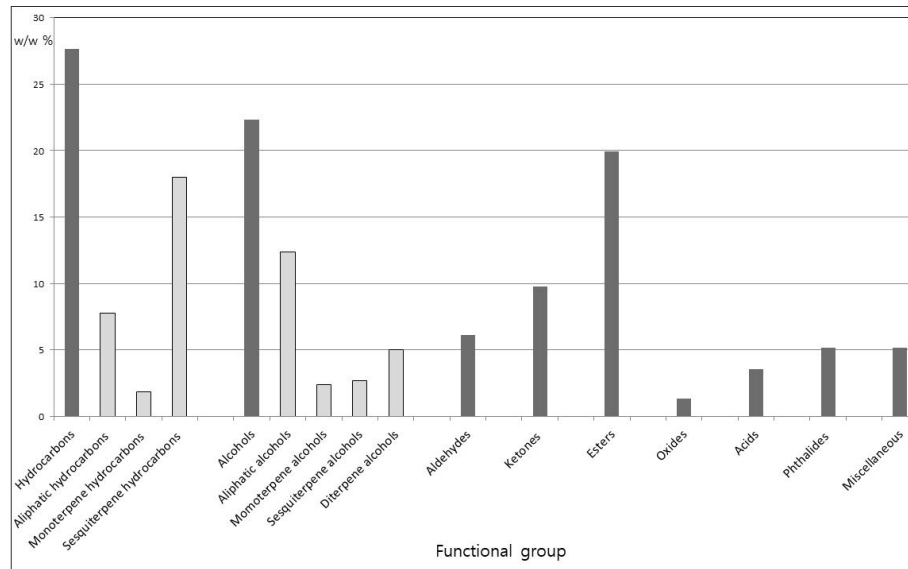


Fig. 3. Constitution of functional groups of volatile flavor components from *Chrysanthemum coronarium* var. *spatiosum* Bailey essential oil.

류 등의 순으로 함량이 높은 것으로 나타났다. 탄화수소류에서는 세스퀴테펜 탄화수소류가 가장 많았으며 이는 주로 α -farnesene과 α -caryophyllene에 기인하였다. 알코올류 중에서는 지방족 알코올류의 함량이 월등히 높게 나타났고, 이는 주로 1-(phenylethynyl)-1-cyclohexanol과 phytol에 기인하였다. 본 연구 결과는 쑥갓의 휘발성 향기성분 분석을 통해 소비자에게는 식품구매 시에, 산업계에게는 향기성분의 산업적 활용 시에 유용한 정보로 활용할 수 있을 것이다.

References

- Amiel E, Ofir R, Dudai N, Soloway E, Rabinsky T, Rachmilevitch S. 2012. β -Caryophyllene, a compound isolated from the biblical balm of gilead (*Commiphora gileadensis*), is a selective apoptosis inducer for tumor cell lines. *Evid Based Complement Alternat Med* 2012:872394
- Al-Qudah MA. 2013. Chemical composition of essential oil from Jordanian *Lupinus varius* L. *Arab J Chem* 6:225-227
- Arctander S. 1969. *Perfume and Flavor Chemicals: Aroma Chemicals*. Montclair
- Cho MJ, Park MJ, Lee HS. 2007. Nitrite scavenging ability and SOD-like activity of a sterol glucoside from *Chrysanthemum coronarium* L. var. *spatiosum*. *Korean J Food Sci Technol* 39:77-82
- Choi HS. 2015. The variation of the major compounds of *Artemisia princeps* var. *orientalis* (Pampan) Hara essential oil by harvest year. *Korean J Food Nutr* 28:533-543
- Choi HS. 2016. Chemical composition of *Cirsium japonicum* var. *ussuriense* Kitamura and the quantitative changes of major compounds by the harvesting season. *Korean J Food Nutr* 29:327-334
- Choi HS. 2021. Analysis of essential oils extracted from fresh and shade-dried leaves of *Synurus deltooides* (Arr.) Nakai. *Korean J Food Nutr* 34:224-232
- Choi HS, Sawamura M. 2000. Composition of the essential oil of *Citrus tamurana* Hort. ex Tanaka (Hyuganatsu). *J Agric Food Chem* 48:4868-4873
- Ge S, Peng W, Li D, Mo B, Zhang M, Qin D. 2015. Study on antibacterial molecular drugs in *Eucalyptus granlla* wood extractives by GC-MS. *Pak J Pharm Sci* 28:1445-1448
- Heath HB. 1986. *Flavor Chemistry and Technology*. pp.2-157. MacMillan
- Hong TH, Kim KY, Kim CR, Seo JK, Oh CH, Jung YJ. 2011. *Food Materials Science*. pp.136-137. Jigu
- Jang MR, Seo JE, Lee JH, Chung MS, Kim GH. 2010. Antibacterial action against food-borne pathogens by the volatile flavor of essential oil from *Chrysanthemum morifolium* flower. *Korean J Food Nutr* 23:154-161
- Kim IH, Cho KJ, Ko JS, Kim JH, Om AS. 2012. The protective effects of *Chrysanthemum coronarium* L. var. *spatiosum*

- extract on HIT-T15 pancreatic β -cells against alloxan-induced oxidative stress. *Korean J Food Nutr* 25:123-131
- Kim MR. 2005. A new analytical method for volatile components and their biological activities in Korean medicinal plant, *Danggui*. Ph.D. Thesis, Chonnam National Univ. Gwangju. Korea
- Kim TJ. 2009. Wilds Flowers and Resources Plants in Korea. Vol. 5. p.129. Seoul National University Press
- Lee EK, Shin MC, Jung SH. 2017. Volatile compound analysis and anti-oxidant and anti-inflammatory effects of *Oenanthe javanica*, *Perilla frutescens*, and *Zanthoxylum piperitum* essential oils. *Asian J Beauty Cosmetol* 15:355-366
- Lee SE, Lee JH, Kim JK, Kim GS, Kim YO, Soe JS, Choi JH, Lee ES, Noh HJ, Kim SY. 2011. Anti-inflammatory activity of medicinal plant extracts. *Korean J Med Crop Sci* 19:217-226
- Li D, Peng W, Ge S, Mo B, Zhang Z, Qin D. 2014. Analysis on active molecules in *Populus nigra* wood extractives by GC-MS. *Pak J Pharm Sci* 27:2061-2065
- Oh SI, Lee MS. 2003. Screening for antioxidative and antimutagenic capacities in 7 common vegetables taken by Korean. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32:1344-1350
- Okuyama T, Takata M, Nishino H, Nishino A, Takayasu J, Iwashima A. 1990. Studies on the antitumor-promoting activity of naturally occurring substances. II. Inhibition of tumor-promoter-enhanced phospholipid metabolism by umbelliferous materials. *Chem Pharm Bull* 38:1084-1086
- Oyinloye OE, Alabi OS, Ademowo OG. 2020. *In vitro* antimicrobial, anti-oxidant properties and GC-MS analysis of the crude methanolic extract and fractions of *Solanum dasycyllum* Schumach and Thonn. leaves. Available from <https://www.researchsquare.com/article/rs-125789/v1> [cited 4 January 2022]
- Park SH, Kim GY. 2010. Blood glucose level, insulin content and biochemical variables of complexcity extract from oriental medicinal plants on diabetes rats. *Korean J Food Nutr* 23:258-268
- Schultz TH, Flath RA, Mon TR, Egging SB, Teranishi R. 1977. Isolation of volatile components from a model system. *J Agric Food Chem* 25:446-449
- The Metabolomics Innovation Centre [TMIC]. 2022. Showing compound 6,10,14-trimethylpentadecan-2-one (FDB007640). Available from <https://foodb.ca/compounds/FDB007640> [cited 4 January 2022]
- Van Wassenhove FA, Dirinck PJ, Schamp NM, Vulsteke GA. 1990. Effect of nitrogen fertilizers on celery volatiles. *J Agric Food Chem* 38:220-226

Received 24 January, 2022

Revised 02 March, 2022

Accepted 16 May, 2022

한국 성인 2형 당뇨병 환자를 위한 당뇨 중재 프로그램 효과에 대한 메타 분석

박 미 영 · *김 정 민*

순천향대학교 교육대학원 영양교육전공 부교수, *순천향대학교 향설나눔대학 조교수

Meta-Analysis of the Effect of Diabetes Intervention Programs for Korean Adults with Type 2 Diabetes

Mi-Young Park and †Joungmin Kim*

Associate Professor, Dept. of Food and Nutrition Education, Graduate School of Education, Soonchunhyang University, Asan 31538, Korea

*Assistant Professor, College of Hyangsul Nanum, Liberal Art, Soonchunhyang University, Asan 31538, Korea

Abstract

This study aimed to provide directions and implications for a future program by analyzing studies on diabetes programs from 2000 to 2020. Among the studies with control and experimental groups, the selected studies included ones that provided intervention to patients with diabetes and ones that contained descriptive statistics. Sixteen studies were selected to verify the effectiveness and homogeneity of the data coding meta-analysis. The overall effect size in the diabetes program combined estimate was 0.398 (95% CI: 0.268, 0.425, $p=0.000$). Among the dependent variables, fasting blood glucose (-0.616) and glycated hemoglobin (-0.442) showed median effect sizes, but the effect of fasting blood glucose was not statistically significant. In terms of the study design, non-randomized control trials (NRCTs) (-0.543) was more effective than randomized control trials (RCTs) (0.719). Among, the counseling and self-management program (-3.241) showed a very large effect size. Furthermore, the cognitive-behavioral (-0.828) and self-management (-0.482) programs were also found to have a positive effect on lowering fasting blood glucose. As the importance of diabetes management increases, further studies based on RCT should be actively performed, and differentiated and specialized diabetes intervention plans need to be established.

Key words: meta-analysis, diabetes programs, type 2 diabetes

서 론

인구의 고령화로 노인질환의 수요가 증가하였으며 특히 만성질환인 당뇨병 질환자의 수가 급증하여 꾸준한 질병관리의 필요성이 강조되고 있다. 국제당뇨병연맹(International Diabetes Federation, IDF)이 발표한 'IDF Diabetes Atlas 2021'에 의하면, 2021년 전 세계 20~79세 당뇨병 환자는 5억 3,700만 명(10.5%)이었고, 이와 같은 추세라면 향후 2030년에는 6억 4,300만명, 2045년에는 7억 8,300만명으로 증가될 것으로 예상하였다(IDF Diabetes Atlas 2021). 건강보험통계연보에 의하면 2019년 기준 우리나라 당뇨병 환자 수는 약 322만 명이었고 연간 약 2조 7천억 원의 많은 금액이 진료비로 지출되

었다(Health Insurance Review and Assessment Service 2019). 당뇨병은 완치가 어렵기에 평생 관리가 필요한 만성질환으로, 당뇨병 유병률을 낮추기 위해서는 당뇨병 이환을 사전에 예방하는 것이 매우 중요하다.

당뇨병의 원인에 대한 선행연구들을 살펴보면, ADVANCE Collaborative Group(2008)은 흡연, 위험음주, 신체 비활동 등과 같은 건강행태와 비만과 같은 생물학적 요인이 건강을 해치는 주범이라고 언급하였다. 미국당뇨병학회(American Diabetes Association 2017) 연구에서도 흡연, 신체활동 부족, 불량한 식습관, 비만은 고혈압 및 당뇨병의 주요 위험요인이며, 생활습관 관리에 따라 중증화로 이어지거나 합병증 발병에 큰 영향을 미친다고 발표하였다. 미국당뇨병학회에서는 당뇨병

† Corresponding author: Joungmin Kim, Assistant Professor, College of Hyangsul Nanum, Liberal Art, Soonchunhyang University, Asan 31538, Korea. Tel: +82-41-530-4874, Fax: +82-41-530-1602, E-mail: nicki123@sch.ac.kr

전 단계 대상자들에게 5~10%의 체중감량 및 하루 30분 이상의 규칙적인 운동 등 생활습관 개선을 권고하고 있으며 (Nathan 등 2007), 최근 2021 당뇨병 진료지침에서는 자기관리 수행여부를 우선적으로 평가하도록 강조하고 있다(Korean Diabetes Association 2021).

당뇨병은 췌장 베타세포에서 분비되는 인슐린 분비량을 기준으로 1형 당뇨병(Type 1 Diabetes, T1D)과 2형 당뇨병(Type 2 Diabetes, T2D)으로 구분되며, 전체 환자의 약 90~95%가 2형 당뇨병 환자이다(Aune 등 2015). 성인 2형 당뇨병 환자의 대부분은 신진대사 장애를 겪고 있으며, 이의 합병증은 병적 및 사망의 가장 중요한 원인으로 환자의 삶의 질과 생산성에 상당한 영향을 미친다(Shao 등 2019). 결과적으로 시기적절하고 효과적인 당뇨병 중재는 의료비를 절감하는 합리적인 방법이다. 특히 국내 당뇨병 환자상태에 관한 선행 연구 결과에 근거를 둔 중재라면 더욱 효과적일 것이다(Park 등 2008; Kwon & Chung 2013). 효과적인 당뇨병 중재가 이루어지기 위해서는 중재 영역과 대상을 분석한 실증연구가 충분히 마련되어야 하지만 국내 당뇨병 환자를 대상으로 적용한 중재의 효과크기를 분석한 논문은 부족한 실정이다. Li 등 (2016)은 동양인과 서양인은 유전적 배경과 생활방식이 다르기에 2형 당뇨병의 합병증과 사망률에 차이가 있으며, 이러한 차이에 대한 지식이 개별 환자들의 관리에 도움을 줄 것이라고 지적하였다(Li 등 2016). 그러므로 국내 중재 연구들의 효과를 종합적으로 확인하는 것이 필요하다.

당뇨병 관리의 궁극적 목표인 혈당강화에 대한 중재 프로그램의 효과를 정확하게 분석하는 연구가 필요하다. 메타분석은 개별연구의 효과크기를 결합하여 특정 프로그램의 효과를 실증적으로 입증하기 위한 연구방법이다. 개별연구의 정확한 효과크기를 계산하기 위해서는 실험군과 대조군의 사전/사후 점수 차이에 대한 평균과 표준편차 수치가 필수적인데 국내 연구에서 이러한 수치가 제시된 경우가 많지 않은 실정이다. 이에 본 연구에서는 정확한 표준 효과크기를 계산하기 위해서 실험군과 대조군의 사전/사후 점수 차이 통계량이 제시된 당뇨병 중재 연구를 대상으로 메타분석을 수행하고자 한다. 본 연구의 목적은 국내 성인 2형 당뇨병 환자들을 위한 중재 프로그램들의 전반적인 효과 및 중속변인별, 중재 변인별 효과크기를 파악하여 효과적인 당뇨 중재 프로그램 개발을 위한 근거자료를 마련하는 것이다.

연구대상 및 방법

1. 연구 대상 논문과 자료수집방법

한국 성인 당뇨병 환자들을 대상으로 한 당뇨병 중재 프로그램의 효과성을 알아보기 위해 2000~2020년 4월까지 지난

20년간 발표된 관련 연구를 수집하였다. 논문 선정 절차는 Moher 등(2009)의 ‘Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta Analyses’ (이하 PRISMA)를 활용하였다. 논문 검색을 위해 학술데이터베이스서비스(Data Base Periodical Information Academic, DBPIa), 한국학술정보(Korean Studies Information Service System, KISS), 한국연구정보서비스(Research Information Sharing Service, RISS), 국회도서관(National Assembly Library, NAL)을 활용하여 ‘당뇨’, ‘당뇨병’, ‘중재’, ‘프로그램’, ‘요법’, ‘중재’ 등의 용어를 조합하여 2000년 이후 발표된 학술논문과 학위논문을 검색하였다. 그 결과 학위논문과 학술논문이 총 1,331건에 달했다. 이중 메타분석에 활용할 통계치가 포함되지 않은 연구 즉, 평균값 혹은 표준편차가 있으면서 검정통계량 값이나 신뢰구간이 제시되어 있는 논문으로만 제한하여 1,235건을 제외하였다. 또한 중속변인이 불확실한 연구 22편을 제외하였고, 학술연구와 학위논문의 내용이 중복된 경우 학술논문을 선정하여 39편의 학위논문을 1차 선별과정에서 제외하였다. 2차 선별에서는 연구가 2인이 교차점검을 통해 연구 대상이 성인이 아닌 경우 6편, 비교집단이 없는 경우 9편, 중재 프로그램 관련 연구가 아닌 4편을 제외하여 최종 16편이 선정되었다(Fig. 1).

2. 자료의 코딩

총 16편의 논문분석을 위하여 각 연구 특성에 따른 자료의 코딩은 연구자, 게재년도, 표본크기, 중재방법, 중재시간, 주요결과, 적용시간, 실험설계의 편향 유형을 조사하여 제시하였다. 그 다음은 이러한 특성에 따른 연구결과들로부터 중재

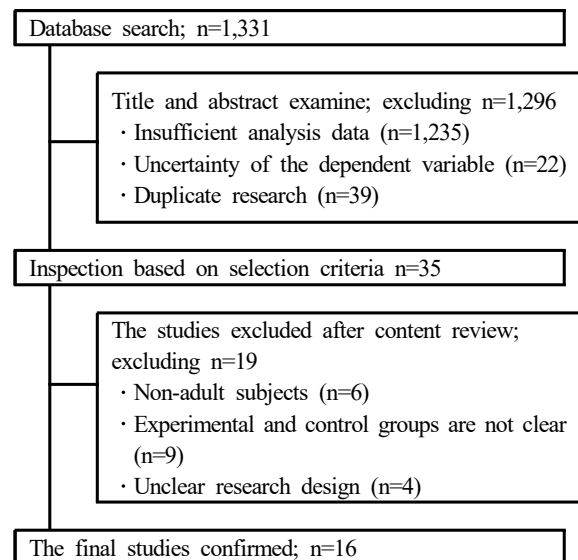


Fig. 1. The PRISMA flow chart.

효과를 분석하기 위해서 실험군과 대조군의 평균, 표준편차, 표본 크기를 측정하였다. 코딩은 연구자 2명이 각각 진행하였으며 취합한 내용 중 동일하지 않은 코딩 결과에 대해서 또 다른 연구자 2인이 참석한 연구자 회의에서 논의하여 정리하였다.

3. 자료분석방법

1) 효과검증

효과크기 산출은 각기 다른 통계방법으로 산출된 결과값을 의미있게 분석하고자 비교 가능한 공통 척도로 전환하는 방법이다. 본 연구에서는 중재 프로그램의 효과를 종속변인으로 나누어 즉, 공복혈당, 당화혈색소, 혈압 및 혈중지질로 분류하여 각각의 효과크기를 분석하였다. 또한 중재 프로그램을 유형별로 나누어 각각 공복혈당에 미치는 효과크기를 측정하였다. 본 연구에서는 산출된 효과크기 값의 해석을 위해 Cohen J(1988) 기준을 활용하였으며, 산출된 d값을 교정하기 위하여 Hedges와 Olkin(1985)의 교정효과크기 g값으로 변환하여 분석하였다. Cohen J(1988)의 효과크기 해석기준에 따르면 효과크기가 0.20보다 적은 경우 '작은 효과크기', 0.30-0.70은 '중간 효과크기', 0.80보다 큰 경우 '큰 효과크기'로 해석하였다. 실험군과 대조군의 사전-사후 평균, 표준편차, 사례수를 등 각종 통계치를 CMA 3.0(Comprehensive Meta Analysis)을 이용하여 계산하였다(Borenstein 등 2009).

2) 효과크기의 대한 동질성 및 이질성 검증

동질성 검증은 개별연구결과들이 같은 모집단에서 추출된 것인지를 파악하기 위해 $I^2=100\% \times (Q - df)/Q$ (Q =Cochran) 값을 산출하였다. I^2 (The proportion of true variance)는 연구의 수, 효과크기의 종류에 상관없이 정량적으로 나타내어 메타분석에서 각 연구 간 효과크기의 실제분산을 나타내며 표준화된 값이기 때문에 서로 비교가 가능하다. 만약 I^2 가 0%일 경우, 이질성이 없는 것을 의미하며 I^2 값이 커질수록 이질성은 증가하는 것으로 판단할 수 있다. 일반적으로 I^2 값이 50% 이상이면 상당한 정도의 이질성이 있다고 판단한다. Table 1에서 알 수 있듯이 동질성 $Q=277.520$, 이질성은 $I^2=81.62\%$ 로 결합된 논문들의 이질성이 증명되어 랜덤무선모형으로 분석을 실시하였다.

Table 1. Effect size homogeneity test results

Q-value	df (Q)	p-value	I-square
277.520	51	0.000	81.623

3) 메타분석 연구의 질 평가 도구

본 연구의 주저자와 교신저자 2인은 최종 선정된 16개에 대하여 Scottish가 2012년에 개발한 Scottish Intercollegiate Guideline Network(이하 SIGN)를 바탕으로 각자 논문의 질 평가를 실시한 후 토의를 거쳐 최종 일치된 결과를 도출하였다. SIGN은 연구 질문의 적절성 및 명확성, 무작위 배정방법, 적절한 눈 가림법(concealment method), 이중 맹검, 실험군과 대조군 간 기저상태의 동질성, 비뚤림(bias) 여부, 결과측정 방식, 탈락률 등에 대한 10문항으로 구성되어 있으며, '모든 항목 혹은 대부분의 항목이 적절하게 수행된 경우 ++', 일부 항목에 불충분 사항이 있는 경우 '+', 대부분의 항목이 불충분한 경우 '-'로 평가한다(Table 2). 먼저 엑셀 시트에 10개의 SIGN 평가기준을 기재한 후에 두 명의 연구자가 각각 평가한 후 조정하는 방식이다. 16편의 논문에서 연구 질문의 적절성, 대상군의 체계적인 차이, 중재방법 및 결과확인 방법에서의 그룹 간 체계적인 차이 등에 있어서 비뚤림의 정도가 낮아 전반적으로 연구설계가 무리가 없는 것으로 나타났다.

4) 출판 편향(Publication bias)

본 연구에서는 메타분석의 타당성 확보를 위해 출판 편향 검증을 실시하였다. 출판 편향이란 연구결과의 속성이나 방향에 따라 의미 있는 연구결과를 가진 논문만 출판되는 경향성을 말한다. 본 연구의 출판 편향은 민감성 검정 방법인 안정계수(fail-safe N)로 산출하였으며, 산출된 효과크기를 통계적으로 유의하지 않게 무효화(nullify)하기 위해 개별 사례들이 얼마나 더 추가되어야 하는지를 살펴보는 것이다. 본 연구에서는 안정계수가 1.998로 나타나 효과크기를 0으로 만들기 위해서는 1.998개 추가되어야 함을 보여주는 결과이다. 그리하여 본 연구의 효과크기가 비교적 안정적이라고 할 수 있다. 분석에 이용된 논문들의 출판편향 정도를 확인하기 위하여 시행한 깔대기 그림은 Fig. 2와 같다. 깔대기 그림에서 비대칭 모양의 분포는 나타나지 않았으므로 효과가 있는 연구 결과만 출판되었을 것으로 고려되는 편향성은 없었다.

Table 2. Assessment of research quality (SIGN)

Mark	Condition	Study conclusion
++	If all criteria are met	Does not change the study conclusion
+	When several criteria are met	Does not change the study conclusion
-	If all criteria are not met	Very likely to change the conclusions of the study

SIGN, Scottish intercollegiate guideline network.

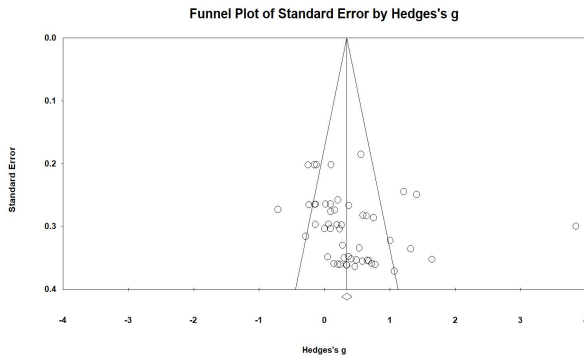


Fig. 2. Funnel plot.

결과 및 고찰

1. 논문 특성

최종 선정된 16편의 연구의 특성은 Table 3과 같다. 출판 시기는 2010년 이전에 출판된 논문은 43.75%였으며 2011년

이후 논문이 56.25%로 나타났다. 그 중 최근 5년간(2016~2020)의 연구가 약 45%를 차지해 당뇨관련 실험연구가 점진적으로 증가하고 있음을 알 수 있다. 발표형태는 학술논문은 7편(43.75%), 나머지 9편(56.25%)은 학위논문(박사학위 4편, 석사학위 5편)이었다. 일반적으로 실험연구 설계는 대조군을 포함한 중재연구로 무작위 배정 시험(Randomized Controlled Trial, RCT) 연구, 비무작위 배정 시험(Non-Randomized Controlled Trial, NRCT) 연구 등으로 구분한다. RCT와 NRCT의 차이점은 처지와 대조군을 포함하고 있다는 것은 동일하나 무작위로 대상자를 표집했는지의 여부에 따라 구분된다. 본 연구에서는 4편(25%)의 연구가 무작위 배정이 이루어진 실험연구였고, 12편(75%)이 비동등성 대조군 사전-사후 설계였다. 메타분석에 앞서 Scottish Intercollegiate Guideline Network (SIGN 2016) 평가목록을 활용하여 연구의 질 평가를 시행하였으며, 평가 결과 4편을 ‘++’, 12편을 ‘+’으로 판정하였으며, ‘-’에 해당하는 연구는 한편도 없었다. 결과적으로 선정된 16편의 질적 수준에 의해 연구의 결과가 바뀔 가능성이 적다

Table 3. General characteristics of the studies included in the meta-analysis

#	Author (Year of publication)	Publish format	Study design	Study participants					Intervention			Assessment of the study quality	
				Experimental group		Control group		Total	Hours per session (min.)	Total session	Duration (week)	SIGN	Dr (%)
				n	Average age	n	Average age						
1	Hwang & Jung(2010)	Peer-review	NRCT	29	47.62	30	51.40	59	N/R	6	20	+	3.39
2	Lee DH et al.(2011)	Peer-review	RCT	23	50.39	12	48.50	35	40	22	6	++	17.14
3	Yang JJ(2003)	Peer-review	NRCT	20	40~79 ¹⁾	19	40~79 ¹⁾	39	15~20	4	4	+	33.33
4	Choi & Yeom(2019)	Peer-review	NRCT	26	66.04	25	69.08	51	N/R	12	12	+	9.80
5	Ha SM et al.(2019)	Peer-review	NRCT	20	76.20	16	77.19	36	60	12	12	+	11.11
6	Kim & Chang(2009)	Peer-review	NRCT	94	56.00	23	55.76	117	180	16	16	+	0.00
7	Yoo JS et al.(2006)	Peer-review	NRCT	21	54.00	13	67.08	34	180	16	16	+	47.06
8	Kim SY(2008)	Ph. D. thesis	NRCT	30	30~70	30	30~70	60	20~130	6	N/R	+	3.33
9	Shin EC(2016)	Master's thesis	NRCT	21	51.24	21	52.00	42	60	2	N/R	+	9.52
10	Yang SH(2015)	Master's thesis	RCT	71	63.00	37	65.94	108	150	N/R	12	++	1.85
11	Yeo SJ(2018)	Ph. D. thesis	NRCT	26	68.90	30	67.20	56	N/R	12	12	+	14.29
12	Yoo JH(2002)	Ph. D. thesis	NRCT	17	55.29	13	57.46	30	30~70	17	8	+	10.00
13	Lim EJ(2014)	Master's thesis	NRCT	27	72.50	25	71.40	52	30	8	N/R	+	25.00
14	Jang M(2018)	Master's thesis	RCT	22	78.82	22	76.55	44	5 days ²⁾	6	6	++	27.27
15	Jung SY(2016)	Ph. D. thesis	RCT	21	38.43	21	41.05	42	N/R	N/R	8	++	9.52
16	Choi JE(2008)	Master's thesis	NRCT	85	55.40	46	58.30	131	30	N/R	12	+	N/R

¹⁾ Age range.

²⁾ The auricular acupressure intervention was implemented for a total of six weeks with five consecutive days a week.

RCT, randomized controlled trial; NRCT, non-randomized controlled trial; SIGN, Scottish intercollegiate guideline network; N/R, not mentioned; Ph. D., doctor of philosophy.

는 것을 의미한다. 연구 완료 전 대조군과 실험군에 할당된 대상자 개인 혹은 군집 중에서 포기하거나 제외된 탈락자는 총 94명으로 이는 각 연구 한 편당 6명에 해당한다. 대부분 탈락자 수를 기재하였으나 한편의 연구(Choi JE 2008)에서는 탈락률에 대한 언급은 있었지만 명확한 수를 언급하지는 않았다.

대상자는 성별 구분 없이 남녀 모두를 포함하였고 실험군의 평균연령은 59.55세, 대조군의 평균연령은 61.35세로 50~60대가 비교적 많았으며, 전체 대상자수는 최소 30명에서 최대 135명으로 총 936명이 참여한 것으로 집계되었다. 총 중재시간을 언급한 연구는 9편(56.25%)으로 최소 15분에서 최대 130분간 중재를 진행하였고, 7편(43.75%)의 연구에서는 중재시간을 자세하게 언급하지 않았다. 중재 회기 수는 최소 2회기에서 최대 22회기로 범위가 넓었으며, 10회기 이상이 가장 높은 빈도를 나타냈다. 연구기간은 최소 4주에서 최대 20주까지 광범위하였으며, 과반수가 10주 이상 중재프로그램을 지속한 것으로 나타났다.

2. 전체 평균 효과크기

전체 연구 결과의 동질성 검증 값을 바탕으로 모집단의 효과크기는 이질성이 높으므로 개별 연구들의 모집단의 연구에서 무선 표집 추출되었다는 가정하에 무선효과모형(random-effect model)을 선택하였다. 본 연구에서 2형 당뇨병 환자를 대상으로 한 중재프로그램의 효과는 혈당, 혈압 및 혈중 지질농도 등과 같은 생리학적 변수를 메타분석하였으므로, 효과크기가 음의 값이어야 효과가 있는 것으로 해석할 수 있다. 그러나 본 연구에서 분석된 논문의 전체 평균 효과크기는 0.398로 생리학적 변화에는 효과가 없는 것으로 나타났다(Table 4, Table 5).

연구설계 방법에 따라 RCT 연구와 NRCT 연구로 나누어 효과크기를 분석한 결과 각각 0.719(95% CI: -1.540, 2.978, $p=0.050$), -0.573(95% CI: -1.144, -0.002, $p=0.000$)으로 나타났다(Table 4). 본 연구에서 분석된 RCT 연구 중 가장 많은 수의 대상자를 연구한 Yang SH(2015) 연구에서 영양교육으

로 인한 공복혈당과 당화혈색소 변화에 유의적인 개선이 없었으며, 이러한 결과가 전체 및 RCT 연구의 효과크기에 영향을 미친 것으로 사료된다. 반면 다수를 차지한 NRCT 연구에서는 효과크기가 -0.573으로 통계적으로 유의하였다($p<0.001$). 따라서 가장 높은 근거 수준을 가지는 RCT 연구가 추후 활발히 이루어져야 할 것이고, 현재까지 RCT 연구의 수가 매우 적은 점도 전체 효과크기에 대한 통합적 추정치를 제시하기에는 제한이 있다. 당뇨병 중재의 강도와 연구 추적 기간은 모두 당뇨병 발병률에 미치는 중요한 요소이다(Galaviz 등 2018). 더욱이 성인 당뇨병은 노화와 함께 진행되므로 장기적인 추적관찰은 더욱 중요하다고 할 수 있다. 본 연구에 포함된 중재의 추적관찰기간은 모두 1년 이하로 그 기간이 짧았으며 이는 중재 효과의 지속성 파악에 한계요인으로 작용한다. 따라서 효과적인 중재를 위해서 향후 1년 이상 장기적인 추적관찰 결과가 필요하며, 장기적 중재 개입 효과를 유지하기 위한 전략도 필요할 것이다.

3. 종속변인별 효과크기의 결합추정치

선정된 논문을 종속변인으로 분류한 결과 공복혈당, 당화혈색소, 그리고 혈중지질(LDL, HDL 등)로 분류되었다. 메타분석 결과 Cohen의 해석 기준에 근거했을 때 당뇨병 중재프로그램을 적용함에 따라 공복혈당($ES=-0.616$, 95% CI: -1.366, 0.134, $p=0.107$)과 당화혈색소 ($ES=-0.442$, 95% CI: -0.668, -0.216, $p=0.002$)에 중간 효과크기 범주를 보이는 것으로 나타났다(Table 6). 그러나 공복혈당은 통계적으로 유의적이지 않았고 당화혈색소는 통계적으로 유의하게 감소한 것으로 나타났다(Table 6).

당화혈색소는 과거 약 2~3개월 동안의 평균 혈중 포도당 평균치를 반영하는 지표로서 이의 수치가 1% 감소할 때 심근경색 및 미세혈관 합병증이 각각 14% 및 37% 감소하는 것으로 알려져 있다(Stratton 등 2000; Yancy 등 2010). 총 14개 연구 중 6편의 연구에서 당화혈색소 수치가 감소하였는데 감소율은 평균 -0.86%이었다(Choi JE 2008; Kim & Chang 2009; Lee 등 2011; Jang M 2018; Yeo SJ 2018; Choi & Yeom

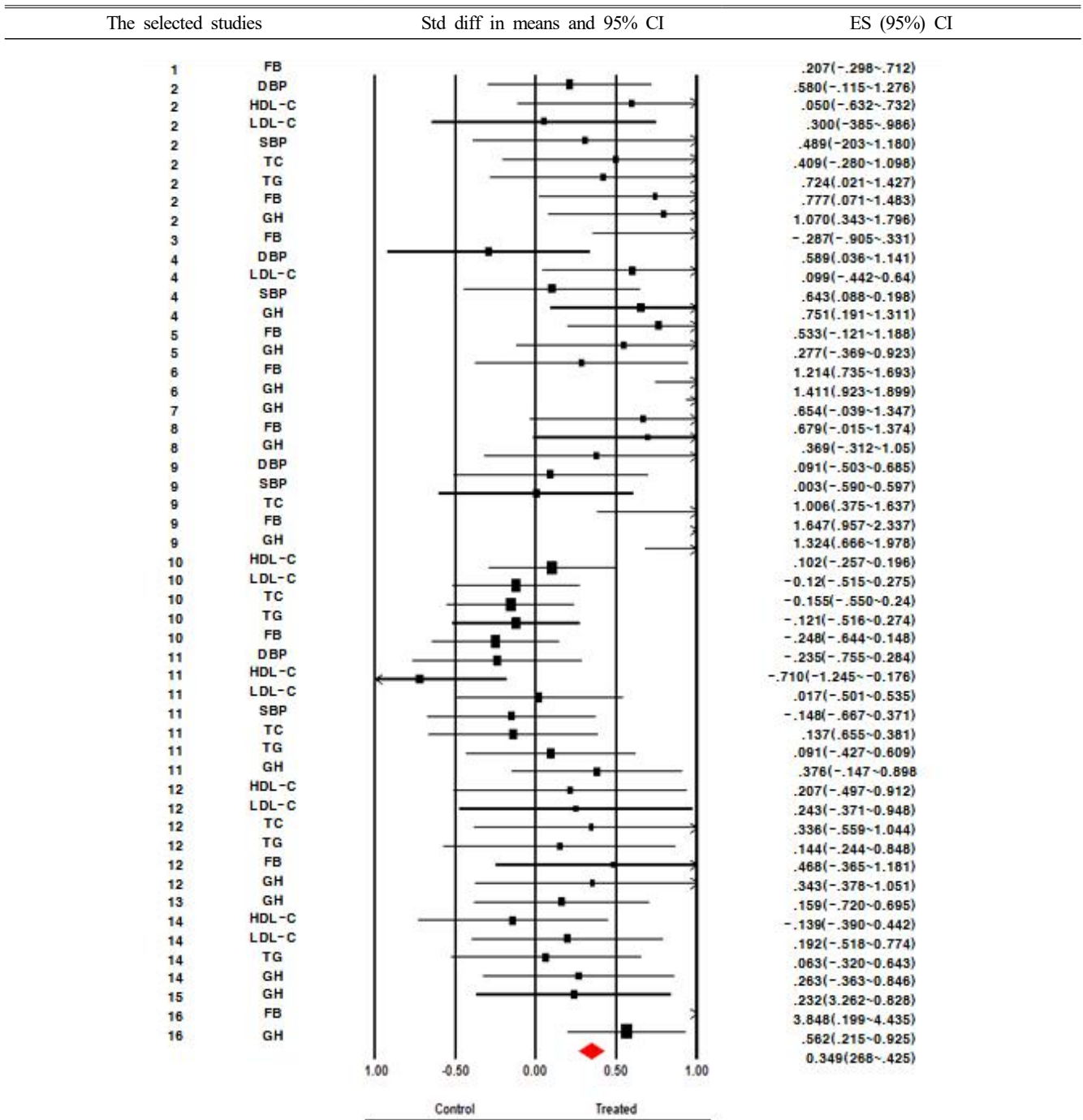
Table 4. Differences in effect size by RCT and NRCT

Dependent variable	Hedges' g	S.E.	Variance	95% CI		Z	p
				Lower limit	Upper limit		
Total*** (RCT+NRCT)	0.398	.040	0.002	0.268	0.425	8.530	0.000
RCT*	0.719	1.153	1.328	-1.540	2.978	0.624	0.050
NRCT***	-0.573	0.291	0.085	-1.144	-0.002	-1.967	0.000

RCT, randomized controlled trial; NRCT, non-randomized controlled trial.

* $p<0.05$, *** $p<0.001$.

Table 5. Frest plot



Abbreviation: FB, fasting blood glucose; GH, glycated hemoglobin; SBP, systolic blood pressure; DBP, diastolic blood pressure; TC, total cholesterol; TG, triglyceride; LDL-C, low-density lipoprotein cholesterol; HDL-C, high-density lipoprotein cholesterol.

2019). 가장 많은 환자(94명)를 대상으로 장기간(10개월)에 걸쳐 의사, 간호사, 영양사에 의해 당뇨교육을 수행한 Kim & Chang(2009)의 연구에서 당화혈색소 수치가 -1.47%로 가

장 크게 감소하였으며, 이 결과가 효과크기에 가장 큰 영향을 미친 것으로 사료된다. 중재방법을 살펴보면, 영양교육과 운동요법 병행, 영양교육과 자기관리 병행, 영양교육과 자기

Table 6. Differences in effect size by dependent variable

Dependent variable	k	Hedges' g	S.E.	Variance	95% CI		Z	p
					Lower limit	Upper limit		
Fasting blood sugar	10	-0.616	0.383	0.146	-1.366	0.134	-1.610	0.107
Glycated hemoglobin*	13	-0.442	0.115	0.013	-0.668	-0.216	-3.105	0.002
SBP	4	0.229	0.197	0.039	-0.158	0.616	1.159	0.247
DBP	4	0.233	0.209	0.044	-0.177	0.620	1.114	0.265
TC	5	0.250	0.219	0.048	-0.180	0.680	1.139	0.255
TG*	5	0.094	0.128	0.016	-0.157	0.345	0.212	0.043
LDL-C	6	0.064	0.112	0.013	-0.156	0.284	0.572	0.567
HDL-C	5	-0.110	0.169	0.029	-0.441	0.221	-0.651	0.515

SBP, systolic blood pressure; DBP, diastolic blood pressure; TC, total cholesterol; TG, triglyceride; LDL-C, low-density lipoprotein cholesterol; HDL-C, high-density lipoprotein cholesterol.

* $p < 0.05$.

관리업 병행, 영양교육과 전화상담, 이압요법을 사용한 연구 등이었고 6편 연구 중 5편 연구에서 영양교육을 중재에 포함하고 있었다(Choi JE 2008; Kim & Chang 2009; Lee 등 2011; Yeo SJ 2018; Choi & Yeom 2019). Umpierre 등(2011)의 메타분석 결과 당뇨병환자의 당화혈색소 감소에 있어서 신체활동 증가가 유의하지만 이는 영양교육이 결합된 경우에만 해당되는 것으로 나타났다(Umpierre 등 2011). 이는 당뇨병 중재에 있어서 영양교육이 유의한 생리적 변화에 직접적인 역할을 하는 것이라고 볼 수 있다.

효과적인 교육을 위해서는 전문가에 의해 교육이 수행되어야 하는데, 분석 대상 연구 중 영양사에 의해 영양교육이 이루어진 연구는 3편에 지나지 않았다. 그 중 Kim & Chang (2009)의 연구는 당화혈색소 감소 효과가 가장 컸고, 특히 Lee 등(2011)의 연구는 비교적 단기간의 중재기간(6주)이었음에도 당화혈색소 수치가 유의적으로 감소하였다. Sun 등(2017)은 메타분석 결과 영양교육의 경우 전문 영양사가 제공하는 중재가 비영양사가 제공한 중재보다 당뇨병 환자들에게 더욱 효과적이며 이는 전문 영양사의 경우 환자와 함께 적당한 중재전략을 개발할 수 있고 영양 정보를 보다 효과적으로 전달할 수 있기 때문이라고 설명하였다. 따라서 환자가 필요로 하는 영양중재의 성공적인 적용을 위해서는 영양사들의 적극적인 참여가 중요하며, 이를 위한 교육과 훈련, 정기적인 피드백, 그리고 환자에 대한 정확한 인지가 중재의 효과를 향상시킬 수 있을 것이다.

한편, 혈중 TG 변화를 측정된 논문 5편의 총 효과크기는 0.094(95% CI: -0.157, 0.345, $p=0.043$)로 통계적으로 유의하게 증가한 것으로 나타났다(Table 6). 총 5편의 논문 중 4편의 논문에서 혈중 TG 함량이 중재 후 감소하였으나 가장 많은 표본수(71명)를 대상으로 3개월의 당뇨교육을 수행한 Yang

SH(2015)의 연구에서 유의적이지는 않지만 증가하는 경향을 보여 이것이 전체 효과크기에 영향을 준 것으로 사료된다. 그 외 혈액 지질 지표와 혈압 지표의 효과크기는 통계적으로 유의한 변화를 보이지 않았다(Table 6). 이는 당뇨병 환자관리에서 중재의 중요성을 인식할 때 다소 실망스러운 결과이며 중재의 효과를 지속시키고 증진시키기 위해서 환자에게 꾸준한 자기관리능을 얻도록 하는 것이 중요함을 의미한다.

4. 중재변인별 효과크기의 결합추정치

당뇨병 관리에서 가장 중요한 것은 약물요법, 식이요법, 운동요법 등을 병행하여 꾸준히 실천하는 것이며 이는 개인의 노력과 자기관리가 필요한 부분이다. 본 연구에서는 자기관리를 비롯한 중재 프로그램 유형이 공복혈당에 미치는 효과크기를 측정하였다. 분석 논문 중 자기관리 프로그램을 활용한 연구가 7편으로 가장 많았고, 다음으로는 운동요법이 3편으로 이들은 전체 논문의 62%를 차지하고 있었다. 중재 프로그램별 공복 혈당에 대한 효과크기를 비교한 결과 상담과 자기관리 프로그램을 병행한 경우 효과크기가 -3.24(95% CI: -3.773, -2.710, $p=0.000$)로 매우 컸으며, 인지행동 프로그램($ES=-0.828$, 95% CI: -1.395, -2.663, $p=0.004$), 자기관리 프로그램($ES=-0.482$, 95% CI: -0.703, -0.262, $p=0.002$)의 순으로 효과적인 것으로 나타났다(Table 7). 반면, 신체운동, 영양교육 및 식단관리와 신체운동을 병행한 프로그램들은 중간 이하의 효과크기가 나왔으며 통계적으로 유의적이지 않았다(Table 7). 인지행동 프로그램에 대한 논문은 1편이었으므로 효과크기를 제시하기에는 아직 제한이 있다.

자기관리 프로그램은 혈당에 영향을 주는 일상속의 생활습관 요소들을 적극 관리하고 지속적인 자가 혈당 검사를 통해 당뇨병의 진행을 늦추고 합병증의 예방에 효과적인 것으로

Table 7. Differences in effect size on fasting blood glucose by diabetes intervention

Dependent variable	k	Hedges' g	S.E.	Variance	95% CI		Z	p
					Lower limit	Upper limit		
Self-care*	24	-0.482	0.165	0.027	-0.703	-0.262	-3.040	0.002
Phone consultation*	1	0.904	0.336	0.113	0.245	1.563	2.687	0.007
Exercise	12	-0.354	0.193	0.037	-0.733	0.025	-1.831	0.067
Nutrition education	7	-0.061	0.153	0.023	-0.361	0.239	-0.400	0.689
Cognitive behavioral therapy*	1	-0.828	0.289	0.084	-1.395	-0.261	-2.863	0.004
Consultation & self-care*	2	-3.241	0.271	0.074	-3.773	-2.710	-11.948	0.000
Diet & exercise	6	-0.379	0.311	0.970	-0.989	0.231	-1.217	0.224

* $p < 0.05$.

로 알려져 있다(Kim 등 2015). 현재까지 개발된 자기관리 방법에는 자기관리 점검 체크리스트, 모바일 앱 등이 고안되어 활용되고 있다. 본 연구결과 자기관리 프로그램과 상담을 병행했을 경우 혈당 강하 효과가 가장 우수한 것으로 나타났으며, 이는 상담을 통한 환자들의 자신감 증진 및 자아효능감 강화가 중요한 요인임을 의미한다. Brown 등(2016)의 메타분석에서도 식이조절과 신체활동보다 자아효능감이 당뇨병 환자의 바람직한 행동에 있어서 가장 확고한 예측인자라 하였고(Brown 등 2016), 다른 연구에서도 질병에 대한 지식뿐만 아니라 자아효능감 증진을 환자들의 긍정적인 행동 변화 요인으로 지적하고 있다(Hernandez 등 2016; Lee 등 2016). 국내 당뇨병 중재프로그램이 환자의 자아효능감에 미치는 영향에 관한 연구는 아직 미비하다. 그러나 Park JH(2018)의 연구에서는 자아효능감이 당뇨지식과는 유의한 상관관계가 없었지만, 당화혈색소 간에 유의한 음의 상관관계를 보여 혈당관리에서 자아효능감 증진이 중요한 인자임을 확인하였다. 따라서 자아효능감 증진 위주의 자기관리 프로그램이 개발된다면 환자의 실천율 제고에 기여할 수 있을 것으로 사료된다. 또한 당뇨관리의 중요성이 커짐에 따라 향후 무작위 연구 설계(RCT) 기반의 연구가 활발하게 진행되어 차별화되고 전문화된 내용의 당뇨병 중재 방안이 필요하다.

요약 및 결론

본 연구는 한국 성인 2형 당뇨병 환자를 대상으로 중재프로그램을 적용한 연구만을 대상으로 메타분석을 실시하여 당뇨중재 연구의 현황을 파악하고 향후 연구방향을 제안하고자 실행되었다. 학술 데이터베이스를 통해 2000년 1월부터 2020년 4월까지 검색된 총 1,331편의 논문 중 선별과정을 통해 최종 16편의 논문을 본 연구에서 분석하였다. 그 결과 분석된 논문의 전체 평균 효과크기는 0.398로 생리학적 변화

에는 효과가 없는 것으로 나타났다. 연구설계 방법에 따라 무작위배정 실험설계(randomized controlled trials, RCT)와 비무작위배정 실험설계(non-randomized controlled trials, NRCT)로 나누어 효과크기를 분석한 결과 각각 0.719($p=0.05$), -0.573($p=0.000$)으로 나타났다. 종속변인별로 효과크기를 분석한 결과 공복혈당과 당화혈색소는 각각 -0.616($p=0.107$), -0.442($p=0.002$)로 나타났다. 혈중 TG 함량의 효과크기는 0.094($p=0.043$)로 유의적으로 다소 증가하는 결과를 보였고 그 외 혈액 지질 지표와 혈압지표의 효과크기는 통계적으로 유의적이지 않았다. 중재변인별 공복혈당에 관한 효과크기를 분석한 결과 상담과 자기관리 병행 프로그램($ES = -3.241$, $p=0.000$), 인지행동 프로그램($ES = -0.828$, $p=0.004$), 자기관리 프로그램($ES = -0.482$, $p=0.002$) 순으로 효과적인 것으로 나타났다. 이러한 결과를 반영하듯, 당뇨병 관리는 생활습관의 긍정적인 변화에 적용하기 위해서는 지속적인 의료인의 개입이 필요하며 최근에는 스마트폰 기반 어플리케이션을 이용한 당뇨병 관리 시스템의 개발이 주목을 받고 있다(Sim & Hwang 2013). 하지만 Kim 등(2015)은 메타분석을 통해 문헌적 근거가 불명확한 상태에서 무분별한 앱 개발 및 적용이 수행되고 있다고 지적하고 있다. 반면, 신체운동 프로그램, 영양교육 프로그램 및 식단관리와 신체운동을 병행한 프로그램들의 효과크기는 통계적으로 유의적이지 않았다. 이러한 결과는 운동, 식이, 약물처방을 병행하여 집중적인 관리를 받고, 개인적인 대면상담과 교육을 제공한 중재 연구에서 다양한 당뇨합병증 감소효과가 있었다는 연구와 상반된다 할 수 있다(Gaede 등 2016; Oellgaard 등 2018).

이상의 결과를 종합하면 자아효능감을 증진시킬 수 있는 상담 및 자기관리 프로그램이 가장 효과적인 당뇨병 중재방법인 것으로 나타났고 많은 중재 프로그램이 수행되고 있음에도 불구하고 혈중 포도당, 지질 및 혈압 지표에는 통계적으로 유의한 효과가 없는 것으로 나타났다. 따라서 당뇨병

환자를 대상으로 한 중재는 일회성 교육자료를 제공하거나 센터의 메뉴얼을 제공하는 방법 보다는 환자 스스로 장기간에 걸쳐 실천할 수 있는 거시적인 관점의 삶을 포함한 교육과 프로그램 개발이 필요하다. 이러한 연구결과는 향후 활발한 RCT 기반의 연구와 장기적인 추적관찰 연구가 필요함을 의미한다. 본 연구결과는 향후 2형 당뇨병 환자를 대상으로 하는 중재 프로그램 개발 및 적용에 기초적인 자료로 활용될 것이다.

감사의 글

이 논문은 순천향대학교 학술연구비 지원으로 수행되었음.

References

- ADVANCE Collaborative Group. 2008. Intensive blood glucose control and vascular outcomes in patients with type 2 diabetes. *N Engl J Med* 358:2560-2572
- American Diabetes Association. 2017. Glycemic targets. *Diabetes Care* 40: S48-S56
- Aune D, Norat T, Leitzmann M, Tonstad S, Vatten LJ. 2015. Physical activity and the risk of type 2 diabetes: A systematic review and dose - response meta-analysis. *Eur J Epidemiol* 30:529-542
- Borenstein M, Hedges LV, Higgins JPT, Rothstein HR. 2009. Introduction to Meta Analysis. pp.21-32. John Wiley & Sons
- Brown SA, García AA, Brown A, Becker BJ, Conn VS, Ramírez G, Winter MA, Sumlin LL, Garcia TJ, Cuevas HE. 2016. Biobehavioral determinants of glycemic control in type 2 diabetes: A systematic review and meta-analysis. *Patient Educ Couns* 99:1558-1567
- Choi ES, Yeom EY. 2019. The effects of diabetes management using mobile application on physiological indicators and self-care behaviors of type 2 diabetes mellitus patients. *J Korean Soc Wellness* 14:401-411
- Choi JE. 2008. The effect of short-term follow-up counseling care program which is using telephone calls in diabetes patients with treating insulin. Master's Thesis, Kyungpook National Univ. Daegu. Korea
- Cohen J. 1988. Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences. 2nd ed. p.20. Lawrence Erlbaum Associates
- Gæde P, Oellgaard J, Carstensen B, Rossing P, Lund-Andersen H, Parving HH, Pedersen O. 2016. Years of life gained by multifactorial intervention in patients with type 2 diabetes mellitus and microalbuminuria: 21 years follow-up on the Steno-2 randomised trial. *Diabetologia* 59:2298-2307
- Galaviz KI, Weber MB, Straus A, Haw JS, Narayan K MV, Ali MK. 2018. Global diabetes prevention interventions: A systematic review and network meta-analysis of the real-world impact on incidence, weight, and glucose. *Diabetes Care* 41:1526-1534
- Ha SM, Kim JS, Ha MS, Kim BS, Kim DY. 2019. Effects of combined exercise on irisin, body composition and glucose metabolism in obese elderly women with type 2 diabetes mellitus. *J Korean Appl Sci Technol* 36:1268-1280
- Health Insurance Review and Assessment Service. 2019. 2019 National Health Insurance Statistical Yearbook. Available from <https://www.hira.or.kr/bbsDummy.do?pgmid=HIRAA020045020000&brdScnBltno=4&brdBltno=2312&pageIndex=1> [cited 10 January 2022]
- Hedges LV, Olkin I. 1985. Statistical Methods for Meta-analysis. pp.174-183. Academic Press
- Hernandez R, Ruggiero L, Prohaska TR, Chavez N, Boughton SW, Peacock N, Zhao W, Nouwen A. 2016. A cross-sectional study of depressive symptoms and diabetes self-care in African Americans and Hispanics/Latinos with diabetes: The role of self-efficacy. *Diabetes Educ* 42: 452-461
- Hwang HJ, Jung HS. 2010. The effects of case management program for diabetic patients -Focused on medium-sized industrial workers-. *Korean J Occup Health Nurs* 19:258-267
- International Diabetes Federation [IDF] Diabetes Atlas 2021. Estimated total number of adults (20-79 years) with diabetes in 2021. Available from <https://diabetesatlas.org/atlas/tenth-edition/> [cited 15 January 2022]
- Jang M. 2018. The effects of auricular acupressure on postprandial glucose, HbA1c, blood lipids in aged patients with type 2 diabetes mellitus. Master's Thesis, Ewha Womans Univ. Seoul. Korea
- Jung SY. 2016. Development and evaluation of web-based diabetes self-management program for young adults with type 2 diabetes. Ph.D. Thesis, Korea Univ. Seoul. Korea
- Kim HE, Kim EJ, Kim G. 2015. The effects of diabetes management programs using mobile app: A systematic review and a meta-analysis. *J Korea Contents Assoc* 15:300-307
- Kim JH, Chang SA. 2009. Effect of diabetes education program on glycemic control and self management for patients with

- type 2 diabetes mellitus. *Korean Diabetes J* 33:518-525
- Kim SY. 2008. Effects of case management program on self-efficacy, self-care behaviors and glycemic control in patient with diabetes. Ph.D. Thesis, Chonnam National Univ. Gwangju. Korea
- Korean Diabetes Association. 2021. Clinical Practice Guidelines for Diabetes. Available from <https://www.diabetes.or.kr> [cited 13 January 2022]
- Kwon JY, Chung HY. 2013. Study on the correlation between the nutrient intakes and clinical indices of type 2 diabetes patients. *Korean J Food Nutr* 26:909-918
- Lee DH, Lee SH, An K, Moon JY, Kim SH, Choi YJ, Nam M, Jeon JY. 2011. Effects of 6 weeks of lifestyle modification including combined exercise program on the risk of metabolic parameters and macrovascular complications in type 2 diabetic patients. *Korean J Obes* 20:147-159
- Lee YJ, Shin SJ, Wang RH, Lin KD, Lee YL, Wang YH. 2016. Pathways of empowerment perceptions, health literacy, self-efficacy, and self-care behaviors to glycemic control in patients with type 2 diabetes mellitus. *Patient Educ Couns* 99:287-294
- Li J, Dong Y, Wu T, Tong N. 2016. Differences between Western and Asian type 2 diabetes patients in the incidence of vascular complications and mortality: A systematic review of randomized controlled trials on lowering blood glucose. *J Diabetes* 8:824-833
- Lim EJ. 2014. Effectiveness of laughter therapy on blood glucose level, stress response, depression and quality of life among elderly patients with diabetes. Ph.D. Thesis, Daejeon Univ. Daejeon. Korea
- Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG, The PRISMA Group. 2009. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement. *PLOS Med* 6:e1000097
- Nathan DM, Davidson MB, DeFronzo RA, Heine RJ, Henry RR, Pratley R, Zinman B. 2007. Impaired fasting glucose and impaired glucose tolerance: Implications for care. *Diabetes Care* 30:753-759
- Oellgaard J, Gæde P, Rossing P, Rørth R, Køber L, Parving HH, Pedersen O. 2018. Reduced risk of heart failure with intensified multifactorial intervention in individuals with type 2 diabetes and microalbuminuria: 21 years of follow-up in the randomised Steno-2 study. *Diabetologia* 61:1724-1733
- Park JH. 2018. The effect of self-efficacy on level of nutrition knowledge, hospital meal intake and HbA1c of the type 2 diabetes patients. Master's Thesis, Inha Univ. Incheon. Korea
- Park SJ, Woo MH, Choue RW. 2008. Dietary quality and self-management status according to the glycemic control in the elderly with type 2 diabetes. *Korean J Food Nutr* 21:530-535
- Scottish Intercollegiate Guidelines Network. 2001. SIGN 50. A Guideline Developer's Handbook. pp.28-32. Scottish Intercollegiate Guidelines Network
- Shao H, Yang S, Fonseca V, Stoecker C, Shi L. 2019. Estimating quality of life decrements due to diabetes complications in the United States: The health utility index (HUI) diabetes complication equation. *Pharmacoeconomics* 37:921-929
- Shin EC. 2016. Effects of the small group educational meeting on self-management adherence and health care indicators in middle-aged women with diabetes mellitus. Master's Thesis, Korea Univ. Seoul. Korea
- Sim KH, Hwang MS. 2013. Effect of self-monitoring of blood glucose based diabetes self-management education on glycemic control in type 2 diabetes. *J Korean Acad Soc Nurs Educ* 19:127-136
- Stratton IM, Adler AI, Neil HAW, Matthews DR, Manley SE, Cull CA, Hadden D, Turner RC, Holman RR. 2000. Association of glycaemia with macrovascular and microvascular complications of type 2 diabetes (UKPDS 35): Prospective observational study. *BMJ* 321:405-412
- Sun Y, You W, Almeida F, Estabrooks P, Davy B. 2017. The effectiveness and cost of lifestyle interventions including nutrition education for diabetes prevention: A systematic review and meta-analysis. *J Acad Nutr Diet* 117:404-421
- Umpierre D, Ribeiro PAB, Kramer CK, Leitão CB, Zucatti ATN, Azevedo MJ, Gross JL, Ribeiro JP, Schaan BD. 2011. Physical activity advice only or structured exercise training and association with HbA1c levels in type 2 diabetes: A systematic review and meta-analysis. *J Am Med Assoc* 305:1790-1799
- Yancy WS Jr, Westman EC, McDuffie JR, Grambow SC, Jeffreys AS, Bolton J, Chalecki A, Oddone EZ. 2010. A randomized trial of a low-carbohydrate diet vs orlistat plus a low-fat diet for weight loss. *Arch Intern Med* 170:136-145
- Yang JJ. 2003. The effects of telephone consulting follow-up on

- self care behaviors and self-efficacy in diabetic patients.
Korean J Health Educ Promot 20:269-280
- Yang SH. 2015. The effects of nutrition education via a breakfast club in type 2 diabetic patients. Master's Thesis, Yonsei Univ. Seoul. Korea
- Yeo SJ. 2018. Effect of an intensive management program for diabetic patients on blood biochemical profile, diabetes knowledge and life habits. Ph.D. Thesis, Chosun Univ. Gwangju. Korea
- Yoo JH. 2002. Effects of an efficacy-sorce-based individual aerobic exercise program on the physiological status and quality of life of postmenopausal women with type-2 diabetes. Ph.D. Thesis, Kyung Hee Univ. Seoul. Korea
- Yoo JS, Kim EJ, Lee SJ. 2006. The effects of a comprehensive life style modification program on glycemic control and stress response in type 2 diabetes. *J Korean Acad Nurs* 36: 751-761
-
- Received 11 February, 2022
Revised 02 March, 2022
Accepted 25 May, 2022

합유황 다당체 Fucoidan의 인체 대장암세포(HT-29) 사멸과 Apoptosis에 미치는 영향

김민지 · 정하숙*

덕성여자대학교 과학기술대학 식품영양학과 석사과정생, *덕성여자대학교 과학기술대학 식품영양학과 교수

Effects of Fucoidan, a Sulfur-Containing Polysaccharide, on Cytotoxicity and Apoptosis in HT-29 Human Colorectal Cancer Cells

Min Ji Kim and †Ha Sook Chung*

Graduate Student, Dept. of Food and Nutrition, College of Science and Technology, Duksung Women's University, Seoul 01369, Korea

*Professor, Dept. of Food and Nutrition, College of Science and Technology, Duksung Women's University, Seoul 01369, Korea

Abstract

The purpose of this study was to investigate the biological activity of fucoidan, a sulfur-containing polysaccharide, on cytotoxicity and apoptosis in the human HT-29 colorectal cancer cell line using cell viability, Flow cytometry, Western blot, and RT-PCR analyses. Fucoidan inhibited the proliferation of HT-29 cells by 39.6% at a concentration of 100 $\mu\text{g}/\text{mL}$ for 72 h. The inhibition was dose-dependent and accompanied by apoptosis. Flow cytometric analysis showed that fucoidan increased early apoptosis and late apoptosis by 65.84% and 72.09% at concentrations of 25 and 100 $\mu\text{g}/\text{mL}$, respectively. Analysis of the mechanism of these events indicated that fucoidan-treated cells exhibited increases in the activation of caspase-3, caspase-8, and PARP in a dose-dependent manner. These results suggest that fucoidan may inhibit the growth of human colorectal cancer cells by various apoptosis-promoting effects, as well as by apoptosis itself.

Key words: fucoidan, sulfur-containing polysaccharide, apoptosis, colorectal cancer, HT-29

서론

우리나라 국민의 신규 암 환자 수는 2015년 이후 매년 증가하는 추세이며, 2019년도 신규 발생 암환자 수는 25만 4,718명(남 13만 4,180명, 여 12만 538명)으로, 2018년(24만 5,874명) 대비 8,844명(3.6%)이며, 남자는 4,356명(3.4%), 여자는 4,488명(3.9%) 증가하였고, 신규 암 발생 1위는 갑상선암(3만 676명), 2위 폐암(2만 9,960명), 3위 위암(2만 9,493명), 4위 대장암(2만 9,030명)이며, 기대수명(83세)까지 생존하는 경우 암에 걸릴 확률은 평균 37.9%로, 남자(80세)는 39.9%, 여자(87세)는 35.8%의 암 발생이 예상된다(Ministry of Health and Welfare 2021).

대장암은 우리나라에서 꾸준히 발병 우위를 차지하고 있으며, 주요 발병요인으로는 과도한 동물성 지방, 당분, 알콜 섭취 증가 및 섬유소, 항산화 비타민, 채소, 과일 섭취 부족 등에 의해 발생한다(Jemal 등 2005; Yoon 등 2007). 대장암은 조기 진단 및 항암제, 방사선 치료, 기능성 소재와의 병용 치료를 통해 상당한 치료 효과를 보이고 있으나, 진단 시 이미 병이 진행되어 수술로 완치 불가능한 경우가 많아 항암제나 방사선 치료를 시도하나 효과가 좋지 않고 부작용 또한 많아 만족할 만한 치료법이 되지 못하고 있다(Kronborg 등 1996; Winawer 등 1996; Shin & Byun 2004). 대장암의 화학예방 약제의 이상적인 조건은 종양 예방효과와 비용의 효율성 및 약물 독성이나 부작용이 없어야 한다. 그러나 이러한 조건을

† Corresponding author: Ha Sook Chung, Professor, Dept. of Food and Nutrition, College of Science and Technology, Duksung Women's University, Seoul 01369, Korea. Tel: +82-2-901-8593, Fax: +82-2-901-8593, E-mail: hasook@duksung.ac.kr

충족하는 약제가 없으므로, 독성이 없으면서 예방효과가 우수한 약제 및 식이 성분에 의한 대장암 화학예방 관련 연구(Zhao 등 1991; Torzsas 등 1996; Lee YR 2013; Na 등 2019) 등 보다 효과적이고 안전한 화합물의 개발이 필요 시 되고 있다.

일명 프로그램화된 세포사멸(programmed cell death)로 알려진 세포자멸사(apoptosis)는 정상적인 발생 단계 및 생리 작용에서 세포 수를 일정하게 유지하기 위해 필수적인 세포사멸 과정이다. 특히, 암의 발생과 진행 과정에서 세포사멸 기전이 손상되는 경우, 정상세포가 암세포로 변화되며(Hu & Kavanagh 2003), 세포 항상성 유지 과정에서 주요한 역할을 하고, 세포질과 염색질 응축, 세포막 수포화 현상, 핵의 단편화 현상 및 apoptotic body 형성 등 세포의 형태적 변화를 초래하며, 이러한 과정은 세포 내부와 외부에서 오는 신호로 조절된다(Choi 등 2009; Cho 등 2012). 세포사멸 과정의 주요 단백질인 Bcl-2 계열의 단백질, p53, Bax, caspases 효소, tumor necrosis factor(TNF)-related apoptosis-inducing ligand(TRAIL)가 단백질의 활성을 증가시키며, 사멸 기전과 관련된 단백질 인산화 효소, 탈인산화 효소, 전사인자 및 세포 표면의 수용체, proteosome 등을 표적으로 하여 세포사멸을 유도한다(Korsmeyer SJ 1995; Trauzold 등 2001; Baetu & Hiscott 2002; Jäättelä M 2002; Reed JC 2002; LeBlanc & Ashkenazi 2003; Debatin KM 2004; Paoluzzi & O'Connor 2010).

Fucoidan은 유황을 함유하는 분자량 20만의 다당체로, fucose(44.1%), sulfate(26.3%), ash(31.1%) 및 소량의 aminoglucose와 monosaccharides를 함유하고 있으며(Nishino 등 1994; Bilan 등 2002), 다시마와 미역 등에 주로 존재하고(Chevolot 등 1999; Chizhov 등 1999; Chevolot 등 2001), 항산화(Piao 등 2004; Ryu & Chung 2016; Bai 등 2020; Fernando 등 2020), 니코틴의 코티닌으로의 전환(Lee & Rhee 2014), 항균, 항스트레스, 콜레스테롤 저하, 항당뇨, 지질 생합성, 항종양(Brunner 등 1998; Del Bigio 등 1999; Jiang 등 2010; Kim 등 2010; Xue 등 2018; van Weelden 등 2019; Daub 등 2020; Dimitrova-Shumkovska 등 2020; Li 등 2020; Fitton 등 2021; Huang 등 2021; Mabate 등 2021; Mustafa 등 2021; Suprunchuk V 2021; Yu 등 2021; Zhu 등 2021) 등의 생리활성이 보고되었다.

본 연구는 천연물로부터 인체 대장암세포 사멸을 유도하는 기능성 소재 탐색에 대한 연구(Ryu & Chung 2011; Ryu 등 2013; Ryu & Chung 2015; Guon & Chung 2016)의 일환으로, 해조류에 다량으로 존재하는 함유량 다당체인 fucoidan의 인체 대장암세포(HT-29) 사멸 및 apoptosis에 미치는 영향을 MTT, Flow cytometry, Western blot 및 RT-PCR analysis를 수행하여 확인하였다.

재료 및 방법

1. 실험재료

실험에 사용한 MTT, fucoidan(F8315, 순도 95% 이상)은 Sigma-Aldrich(St. Louis, MO, USA), Dulbecco's modified Eagle's medium(DMEM), fetal bovine serum(FBS), streptomycin-penicillin, Trypsin-EDTA은 Gibco(Carlsbad, CA, USA), caspase-8, caspase-3, PARP, goat anti-rabbit IgG-HRP는 Cell Signaling Technology Inc.(Danvers, MA, USA), Bcl-2, Bax, p53, goat anti-mouse IgG-HRP은 Santa Cruz Biotechnology Inc.(Dallas, TX, USA) 제품을 사용하였고, 분석에 사용된 모든 시약은 특급을 사용하였다.

2. 세포주 및 세포 배양

인체 대장암 세포주(Human colorectal epithelial cell)인 HT-29 세포는 Korean Cell Line Bank(Seoul, Korea)에서 구입하여 사용하였다. 분양받은 세포주를 10% heat-inactivated fetal bovine serum(FBS, Gibco/BRL)과 1% penicillin-streptomycin을 첨가한 RPMI1640 배지를 사용하여 5% CO₂를 함유한 37°C 배양기(Sanyo, Japan)에서 배양하였다. 2주 이상 계대 배양하여 배양 환경에 충분히 적응시킨 후 세포 밀도가 70~80% 정도 포화되면 0.05% Trypsin-EDTA(Gibco/BRL) 용액을 사용하여 계대 배양하면서 실험에 사용하였다.

3. 세포 독성 실험(MTT assay)

Fucoidan 처리 시 HT-29 세포 증식에 미치는 효과를 3-(3,4-dimethylthiazolyl-2)-2,5-diphenyltetrazolium bromide(MTT) 방법(Carmichael 등 1987)으로 측정하였다. HT-29 세포를 96 well plate에 1.5×10⁴ cells/well 밀도로 분주하여 24시간 배양 후 시료의 최종 농도가 0, 25, 50, 100 µg/mL가 되도록 처리하여 각각을 24, 48, 72시간 배양하였다. 배양 후 MTT 시약을 2.0 mg/mL 농도로 50 µL를 각 well에 첨가하여 4시간 더 배양 후 배지를 제거하고 dimethylsulfoxide를 150 µL 첨가하여 생성된 불용성의 formazan 결정을 용해시켜 ELISA reader(SpectraMax, Molecular Devices, LLC, Sunnyvale, CA, USA)로 570 nm에서 흡광도를 측정(Agilent Inc., Palo Alto, CA, USA)하였다. 세포 증식률은 fucoidan의 흡광도를 대조군의 흡광도에 대한 백분율로 나타내었다.

4. 유세포 분석(Flow cytometry analysis)

HT-29 세포에 fucoidan을 처리한 후에 early-apoptotic cell 및 late-apoptotic cell 수를 FACSCalibur Flow cytometry 방법(Ryu 등 2020)으로 측정하였다. HT-29 세포를 6 well plate에 3×10⁵ cells/well 밀도로 분주하여 72시간 배양 후 시료를 농도별로

처리하고 24시간 배양한 후에 배지를 제거하고 PBS로 세포 단층을 씻어낸 후 trypsin-EDTA를 처리하여 원심분리하고 세포들을 모아주었다. 이어서 1×binding buffer(Annexin V-FITC kit, BioBud, Seoul, Korea) 100 μ L를 첨가하고, 세포에 annexin 5 μ L, PI 0.7 μ L를 첨가하여 suspension한 뒤 FACS(Fluorescence-activated cell sorting) 분석을 통해 apoptotic cell 수를 측정하였다.

5. 단백질 발현 실험(Western blott analysis)

세포사멸 및 증식과 관련된 단백질 발현을 확인하기 위해 Western blot(Ryu & Chung 2015)을 실시하였다. HT-29 세포를 10 mm의 dish에 2×10^6 cells/well로 분주하고 시료를 농도별로 처리하여 72시간 배양 후 PBS로 2회 washing한 후에 RIPA buffer(pH 7.4, 50 mM Tris-HCl, 150 mM NaCl, 1 mM EDTA, 1% NP40, 10% glycerol)로 44°C에서 overnight 반응시키고, 용해된 cell lysates를 4°C, 12,000 rpm에서 10분간 원심분리 후 상층액을 모아 시료로 사용하였다. 단백질 정량은 Bradford (Bio-Rad Laboratories Inc., Hercules, CA, USA) 시약을 사용하였으며, SDS-PAGE gel에 동량의 단백질을 loading하여 단백질을 분리한 후, nitrocellulose membrane에 옮겼다. 단백질이 옮겨진 membrane은 3% milk/TBST(1.5 M NaCl, 100 mM Tris base, pH 7.4, 1% tween)로 실온에서 1시간 blocking한 후, 1차 antibody인 cleaved caspase-3, cleaved caspase-8, cleaved-PARP, Bcl-2, Bax, p53을 4°C에서 overnight 반응시켰다. 이어서 TBST로 세척 후 다시 goat anti-mouse IgG-HRP, goat anti-rabbit IgG-HRP로 1시간 반응시킨 후에 Gel Documentation System (Bio-Rad Laboratories Inc., Hercules, CA, USA)을 이용하여 high molecular weight marker(Amersham, England)로 분자량을 측정하였다.

6. mRNA 발현 실험(RT-PCR)

1) Total RNA 분리

Fucoidan의 HT-29 세포 증식 억제 및 사멸 유도 효과가 mRNA 수준에서도 영향을 미치는지 확인하기 위하여 RT-PCR을 수행하였다. HT-29 세포를 6 well plate에 3×10^5 cells/well 밀도로 분주하여 fucoidan을 농도별로 처리하고 24시간 후 배지를 제거한 후 Tri reagent 1 mL를 첨가하여 scraper로 세포를 모아 3분간 실온에 방치하였다. 여기에 chloroform 200 μ L를 첨가하여 충분히 섞은 후에 10분간 방치하고 4°C, 14,000 rpm에서 20분간 원심분리하였다. 상층을 튜브로 옮겨 담고 isopropanol 500 μ L를 첨가하여 상온에서 10분간 방치하고 다시 4°C, 14,000 rpm에서 20분간 원심분리하여 상층액을 제거하였다. DEPC water로 희석한 75% ethanol 1 mL를 첨가하여

약하게 vortex하고 4°C, 14,000 rpm에서 5분간 원심분리 후, 상층액을 제거하고 pellet을 충분히 건조시켰다. Pellet은 RNase-free DEPC water 50 μ L를 첨가하여 녹인 후에 이것을 RNase-free DEPC water 용액으로 1:100으로 희석하여 260 nm 및 280 nm에서 흡광도(OD)를 측정(Agilent Inc., Palo Alto, CA, USA)하여 OD 260/OD 280 ratio로 RNA의 purity(1.7~2.0)를 확인하고 OD 260 값으로 RNA 농도를 측정하였다.

2) cDNA 합성

정량한 RNA sample 양이 500 ng이 되도록 tube에 준비하고 10 mM dNTP mix, Random hexamers(50 ng/ μ L)를 포함하여 총량이 10 μ L가 되도록 멸균수를 첨가하여 65°C에서 5분간 배양한 후 reaction buffer(10×RT buffer 2 μ L, 25 mM MgCl₂ 4 μ L, 0.1 M DTT 2 μ L, RNase OUTTM 1 μ L) 9 μ L 첨가하여 실온에서 2분간 배양한 후, superscript™II RT 1 μ L를 첨가하여 42°C에서 50분, 70°C에서 15분간 배양하였다. RNase H를 1 μ L 첨가하고 37°C에서 20분 배양한 후 -20°C에서 보관하며 시료로 사용하였다.

3) Polymerase chain reaction으로 DNA 증폭

시료 1 μ L에 PCR mix buffer(10X PCR buffer 5 μ L, 25 mM MgCl₂ 3 μ L, 10 mM dNTP mix 1 μ L, Taq DNA polymerase 0.4 μ L) 9.4 μ L와 sense, antisense primer 각각 1 μ L, 멸균수 37.6 μ L를 혼합하여 RT-PCR(Bio-Rad Laboratories Inc., Hercules, CA, USA) cycle을 실행한 후에 ethidium bromide로 염색한 1% agarose gel로 전기영동을 실시하고, Gel Documentation System으로 band를 관찰하였다. 사용된 primers는 β -actin sense(5'-CCTCTATGCCAACACAGTGC-3') antisense(5'-ATACTCCTGCTTGCTGATCC-3'), Bcl-2 sense(5'-CAGCTGCACCTGACG-3') antisense(5'-ATGCACCTACCCAGC-3'), Bax sense(5'-ATGGA CGGGTCCGGGGAG-3') antisense(5'-TACGCCATCTTCTTCCA-3'), p53 sense(5'-GCTCTGACTGTACCACCATCC-3') antisense(5'-CTCTCGGAACATCTCGAAGCG-3')이다.

7. 통계처리

실험 결과는 SPSS 20.0 프로그램으로 각 실험군의 평균과 표준편차로 계산하고 ANOVA 분석 후 $p < 0.05$ 수준에서 Duncan's multiple range test를 실시하여 처리군 간의 유의성을 검증하였다.

결과 및 고찰

1. HT-29 세포 증식 변화

MTT assay는 미토콘드리아의 탈수소 효소작용에 의해 노

란색의 수용성 기질인 MTT가 불용성의 보라색 formazan으로 환원되는 원리를 이용한 방법(Carmichael 등 1987)이며, MTT formazan의 흡광도는 570 nm 파장에서 최대가 되며, 이 파장에서 측정된 흡광도는 살아있고 대사가 왕성한 세포의 농도를 반영한다. 인체 대장암세포인 HT-29 세포 증식에 미치는 영향을 확인하기 위해 fucoidan을 0, 20, 40, 60, 80 및 100 µg/mL 농도로 제조하여 24, 48 및 72시간 처리하였다. 실험 결과, fucoidan의 농도와 처리시간에 비례하여 HT-29 세포 사멸이 유의적으로 증가하였으며($p < 0.05$), 특히 100 µg/mL 농도에서 72시간 처리 시 세포 생존율이 39.6%로 급격하게 감소하였다(Fig. 1).

2. HT-29 세포사멸 유도

Fucoidan에 의한 세포사멸이 apoptosis에 기인하는지 확인하기 위하여, 시료를 0, 25, 50 및 100 µg/mL 농도로 처리하여 72시간 배양 후 HT-29 세포사멸을 확인하였다. 실험에 사용된 Flow cytometry 방법(Guon & Chung 2017; Ryu 등 2020)은 apoptosis가 유도될 때 인지질 내부에 존재하던 phosphatidylserine (PS)이 세포 외부로 노출되면서 이에 affinity를 갖는 Annexin V가 결합하는 성질을 이용하는 것으로, popidium iodide(PI)와 double staining을 실시하여 apoptosis의 유발 정도를 정량적으로 측정하였다. PS에 특이적으로 결합하는 Annexin V와 PI의 세포막 투과성을 이용하여 세포 중 early apoptosis (Annexin V-FITC positive, PI negative) 및 late apoptosis (Annexin V-FITC positive, PI positive) 비율을 확인하였다. 실험

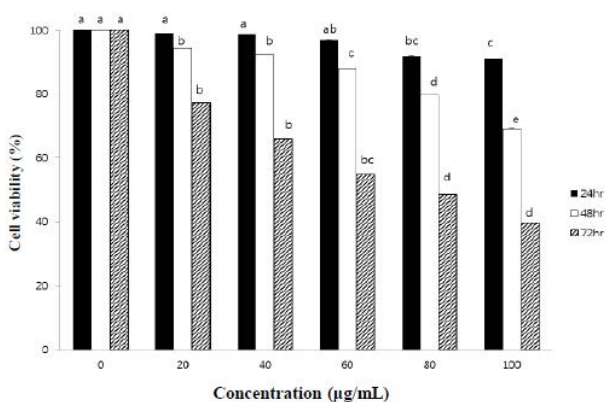


Fig. 1. Cytotoxic effects of fucoidan in HT-29 cells in time and dose dependent manners. After treatment with fucoidan for 24, 48, and 72 hr, the cell viability was investigated as described in the Materials and Methods. The values are mean±S.D. of three independent experiments. Bars with different alphabet letters are significantly different at $p < 0.05$.

결과, 대조군에서는 early apoptosis 및 late apoptosis 모두에서 세포사멸이 발생하지 않았으나, fucoidan 25 µg/mL 농도에서 early apoptosis 65.84%, late apoptosis 6.2%로 총 72.04%의 세포사멸이 진행되었다. 이어서 fucoidan 50 µg/mL 농도에서는 early apoptosis 9.55%, late apoptosis 64.4%로 총 73.95%의 세포사멸이 확인되었고, 100 µg/mL 농도에서는 early apoptosis 12.65%, late apoptosis 72.09%로 총 84.74%의 세포사멸이 진행되었으며, fucoidan 농도가 증가할수록 late apoptosis가 비례적으로 증가하였다(Table 1, Fig. 2).

3. Caspase-3 및 caspase-8의 활성화

HT-29 세포에 fucoidan 처리 시 농도 의존적으로 세포사멸

Table 1. The population of early-apoptosis (Annexin V-FITC positive, PI negative) and late apoptosis (Annexin V-FITC positive, PI positive) treated with fucoidan in HT-29 cells for 72 hr

%	A*	B	C	D
Live	99.8	27.26	4.56	2.23
Early apoptosis	0	65.84	9.55	12.65
Late apoptosis	0	6.2	64.4	72.09
Total	0	72.04	73.95	84.74

* A: 0 µg/mL, B: 25 µg/mL, C: 50 µg/mL, D: 100 µg/mL of fucoidan.

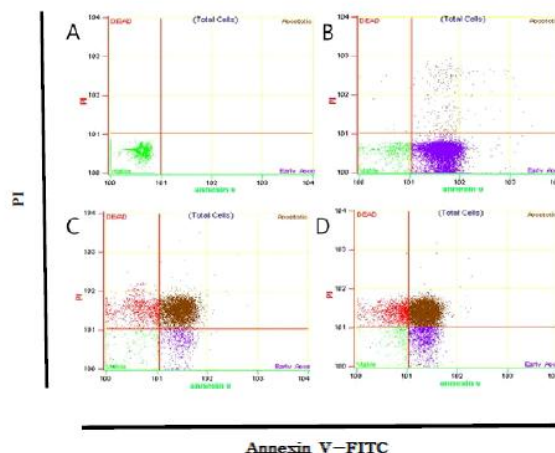


Fig. 2. Effects of fucoidan on apoptosis in HT-29 cells in a dose dependent manner. The right bottom quadrant represents Annexin V-stained cells (early-phase apoptotic cells). The top right quadrant represents PI- and Annexin V-stained cells (late-phase apoptotic cells). A: 0 µg/mL, B: 25 µg/mL, C: 50 µg/mL, D: 100 µg/mL of fucoidan.

이 유도되었으므로, apoptosis의 주요 인자인 cleaved-caspases 및 cleaved-PARP의 발현양상을 단백질 수준에서 관찰하기 위해 Western blot(Ryu & Chung 2015)을 시행하였다. Fucoidan을 25, 50 및 100 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 농도로 HT-29 세포에 72시간 처리한 후에 cleaved caspases-3 및 cleaved caspase-8의 발현이 fucoidan 농도에 비례하여 증가하였으며, PARP의 발현도 다소 증가하는 것이 확인되었다(Fig. 3). Caspases는 cell repair 효소의 분해와 apoptotic 단백질의 활성화 과정을 통해 apoptosis를 일으키며(Nicholson & Thornberry 1997), apoptosis 과정에서 중요한 역할을 하는 caspase 단백질은 initiator caspases인 caspases-2, -8, -9, -10은 death-inducing 신호로 활성화되며, 활성화된 initiator caspases는 effector caspases인 caspases-3, -6, -7에 작용하여 활성화된다. 활성화된 effector caspases는 lamin A, DNA fragmentation factor, a-fodrin 및 PARP 등 세포 단백질의 분해를 통해 apoptosis를 일으키며 이 때 caspase-8에 의해 caspase-3가 활성화된다(Chai 등 1999; Kim 등 2005; Selvakumar & Sharma 2007; Tsang & Kwok 2008). Apoptosis 과정에서 caspase-3는 apoptosis의 실행자로, PARP를 절단하거나 핵의 응축과 DNA를 절단하여 apoptosis를 유도하며(Nobili 등 2009; Tan 등 2009; Galluzzi 등 2012), cleaved caspase-3는 PARP 기질에 결합하여 세포분해가 촉진되므로, cleaved PARP 단백질이 증가되어 apoptosis가 일어난다. 이번 실험을 통해, fucoidan에 의해 caspase-8 및 caspase-3의 활성이 증가하고, 미미하지만 PARP의 분해를 유도하여 apoptosis가 일어난다는 것을 확인하였다.

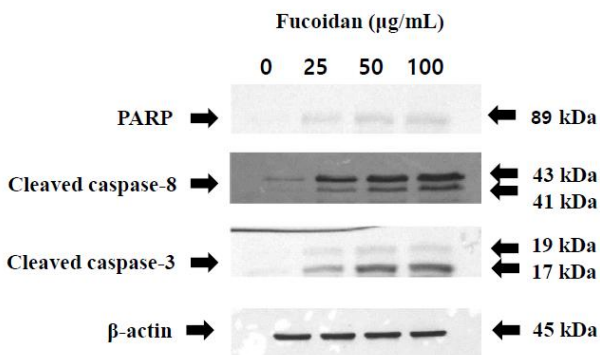


Fig. 3. Effects of fucoidan on the expression of caspase-related proteins in HT-29 cells in a dose dependent manner. Cells were treated with 0, 25, 50 and 100 $\mu\text{g}/\text{mL}$ of fucoidan for 72 hr. The cell lysates were electrophoresed and Western blotting with caspase-8, caspase-3, and PARP antibodies.

4. Bcl-2, Bax 및 p53 발현

Fucoidan에 의한 apoptosis 유도 기전을 규명하기 위해 anti-apoptosis protein인 Bcl-2와 pro-apoptosis protein인 Bax, 종양 억제유전자 산물인 p53의 발현양상을 대조군인 β -actin과 비교 분석하였다. Fucoidan을 25, 50 및 100 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 농도로 72 시간 처리 시, Bcl-2 발현은 모든 농도에서 감소하였고, apoptosis를 촉진하는 Bax와 p53의 발현이 다소 증가하였다(Fig. 4). 이어서 apoptosis의 지표로 사용되는 Bcl-2/Bax 발현이 대조군과 비교 시 fucoidan의 모든 농도인 25, 50 및 100 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 에서 유의적으로 감소하였고, 최고 농도인 100 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 에서 44.2% 감소하였다(Fig. 5).

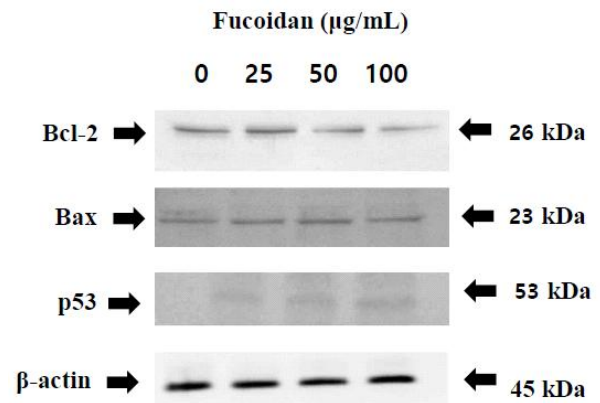


Fig. 4. Effects of fucoidan on the expression of Bcl-2 family related proteins in HT-29 cells in a dose dependent manner. Cells were treated with 0, 25, 50 and 100 $\mu\text{g}/\text{mL}$ of fucoidan for 72 hr.

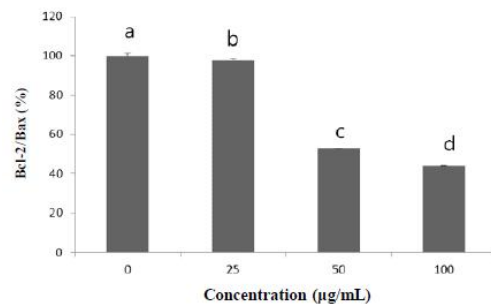


Fig. 5. Effects of fucoidan on Bcl-2/Bax ratio(%) in HT-29 cells. Quantitative analysis of band was estimated by densitometric analysis. The values are mean \pm S.D. of three independent experiments. Bars with different alphabet letters are significantly different at $p < 0.05$.

5. Apoptosis 관련 mRNA 발현

Fucoidan을 25, 50 및 100 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 농도로 처리하였을 때, 모든 농도에서 Bcl-2의 mRNA 발현이 대조군과 비교하여 유의적으로 감소하였으나, 이와는 반대로, Bax mRNA 발현은 대조군과 비교 시, fucoidan 25, 50 및 100 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 농도에서 모두 유의적으로 증가하였다($p < 0.05$)(Fig. 6). 또한 p53의 mRNA 발현도 fucoidan 100 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 농도에서 유의적으로 증가하였다($p < 0.05$)(Fig. 7). Bcl-2 family 단백질은 미토콘드리아 내막에 존재하며 미토콘드리아의 막 투과성과 cytochrome c 방출 제어를 통해 세포사멸을 조절한다. Anti-apoptotic 단백질인 Bcl-2는 pro-apoptotic 단백질인 Bax와 hetero-dimer를 형성하여 apoptosis를 억제하는 반면, Bax는 미토콘드리아의 막 전위를 유발시켜 cytochrome c의 방출을 일으켜 apoptosis를 유도한다(Chiarugi 등 1994; Youle & Strasser 2008). 또한 p53은 세포 증식을 억제하거나 apoptosis를 유발하는 종양 억제 유전자이며, Bcl-2의 불활성화를 유도한다(Smith 등 2000; Vogelstein 등 2000; Haupt 등 2003).

요약 및 결론

본 연구는 천연물 유래 인체 대장암세포 사멸을 유도하는 소재 발굴을 목적으로, 함유량 다당체인 fucoidan의 HT-29 세

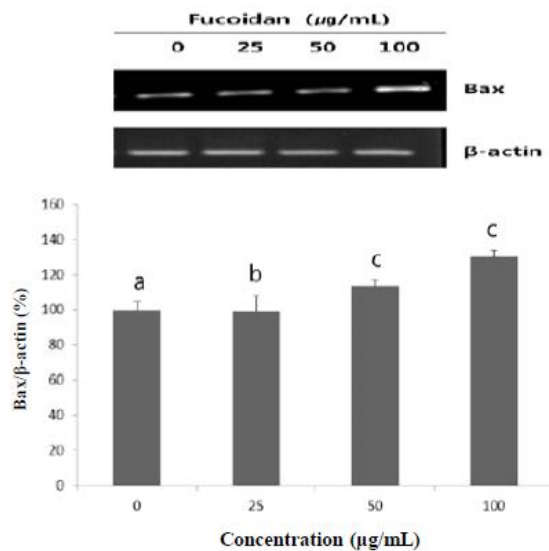


Fig. 6. Effects of fucoidan on Bax mRNA expression in HT-29 cells. Quantitative analysis of band was estimated by densitometric analysis. The values are mean \pm SD of three independent experiments. Bars with different alphabet letters are significantly different at $p < 0.05$.

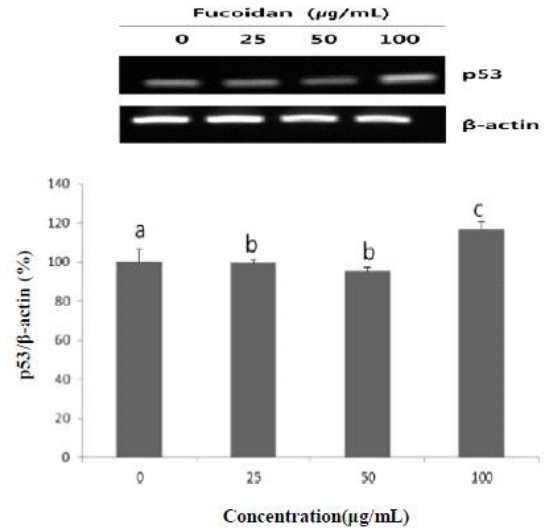


Fig. 7. Effects of fucoidan on p53 mRNA expression in HT-29 cells. Quantitative analysis of the band was estimated by densitometric analysis. The values are mean \pm SD of three independent experiments. Bars with different alphabet letters are significantly different at $p < 0.05$.

포사멸 및 apoptosis 직용기전을 관찰하였다. HT-29 세포에 fucoidan을 0, 20, 40, 60, 80, 100 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 농도로 처리하고 각각을 24, 48, 72시간 배양하여 MTT assay를 수행한 결과, 모든 실험군에서 농도 의존적으로 HT-29 세포사멸이 증가하였고, fucoidan 100 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 농도에서 24시간 배양 시 세포 생존율이 90.4%, 48 및 72시간의 경우 생존율이 각각 69.1%와 39.6%를 나타내어, fucoidan의 농도와 배양 시간이 증가할수록 HT-29 세포사멸이 유의적으로 증가하였다. Fucoidan을 0, 25, 50, 100 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 농도로 처리하여 Annexin V-PI staining을 통해 apoptosis로 사멸하는 세포의 함량을 정량적으로 측정된 결과, 각각 0%, 70.04%, 73.95%, 84.74%로 세포사멸이 증가하였다. 세포사멸과 관련된 단백질의 발현을 Western blot analysis를 통해 관찰하고 RT-PCR을 이용하여 apoptosis 관련 유전자들의 mRNA 발현을 관찰한 결과, caspases의 활성형인 cleaved caspase-3, caspase-8의 발현이 농도 의존적으로 증가하였고, PARP의 발현도 다소 증가하였다. 또한 apoptosis 조절에 가장 대표적인 유전자인 Bcl-2 family 단백질과 mRNA 발현은 농도 의존적으로 감소하였고, 이와는 반대로 Bax 및 p53의 발현은 농도 의존적으로 증가하였다. 이상의 결과로, fucoidan이 인체 대장암 세포주인 HT-29의 증식을 억제하고, caspase-8과 caspase-3의 활성화를 일으키며, PARP의 절단과 Bcl-2의 발현 억제, Bax 및 p53의 발현 증가를 통해 apoptosis를 유도하는 것을 확인하였다.

References

- Baetu TM, Hiscott J. 2002. On the TRAIL to apoptosis. *Cytokine Growth Factor Rev* 13:199-207
- Bai X, Wang Y, Hu B, Cao Q, Xing M, Song S, Ji A. 2020. Fucoidan induces apoptosis of HT-29 cells via the activation of DR4 and mitochondrial pathway. *Mar Drugs* 18:220
- Bilan MI, Grachev AA, Ustuzhanina NE, Shashkov AS, Nifantiev NE, Usov AI. 2002. Structure of a fucoidan from the brown seaweed *Fucus evanescens* C. Ag. *Carbohydr Res* 337:719-730
- Brunner G, Reimbold K, Meissauer A, Schirmacher V, Erkel LJ. 1998. Sulfated glycosaminoglycans enhance tumor cell invasion *in vitro* by stimulating plasminogen activation. *Exp Cell Res* 239:301-310
- Carmichael J, DeGraff WG, Gazdar AF, Minna JD, Mitchell JB. 1987. Evaluation of a tetrazolium-based semiautomated colorimetric assay: Assessment of chemosensitivity testing. *Cancer Res* 47:936-942
- Chai F, Truong-Tran AQ, Ho LH, Zalewski PD. 1999. Regulation of caspase activation and apoptosis by cellular zinc fluxes and zinc deprivation: A review. *Immunol Cell Biol* 77:272-278
- Chevolot L, Foucault A, Chaubet F, Kervarec N, Siquin C, Fisher AM, Boisson-Vidal C. 1999. Further data on the structure of brown seaweed fucans: Relationships with anticoagulant activity. *Carbohydr Res* 319:154-165
- Chevolot L, Mulloy B, Ratiskol J, Foucault A, Collicec-Jouault S. 2001. A disaccharide repeat unit is the major structure in fucoidans from two species of brown algae. *Carbohydr Res* 330:529-535
- Chiarugi V, Magnelli L, Cinelli M, Basi G. 1994. Apoptosis and the cell cycle. *Cell Mol Biol Res* 40:603-612
- Chizhov AO, Dell A, Morris HR, Haslam SM, McDowell RA, Shashkov AS, Nifant'ev NE, Khatuntseva EA, Usov AI. 1999. A study of fucoidan from the brown seaweed *Chorda filum*. *Carbohydr Res* 320:108-119
- Cho BO, Ryu HW, So YK, Jin CH, Byun MW, Kim WG, Jeong IY. 2012. *Ishige sinicola* extracts induce apoptosis via activation of a caspase cascade in human HeLa cells. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 41:901-906
- Choi JH, Kim HI, Lee IS. 2009. Effect of *Rosmarinus officinalis* L. on growth inhibition and apoptosis induction in cancer cells. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38:1008-1015
- Daub CD, Mabate B, Malgas S, Pletschke BI. 2020. Fucoidan from *Ecklonia maxima* is a powerful inhibitor of the diabetes-related enzyme, α -glucosidase. *Int J Biol Macromol* 151:412-420
- Debatin KM. 2004. Apoptosis pathways in cancer and cancer therapy. *Cancer Immunol Immunother* 53:153-159
- Del Bigio MR, Yan HJ, Campbell TM, Peeling J. 1999. Effect of fucoidan treatment on collagenase-induced intracerebral hemorrhage in rats. *Neurol Res* 21:415-419
- Dimitrova-Shumkovska J, Krstanoski L, Veenman L. 2020. Potential beneficial actions of Fucoidan in brain and liver injury, disease, and intoxication-potential implication of sirtuins. *Mar Drugs* 18:242
- Fernando IPS, Dias MKHM, Madusanka DMD, Han EJ, Kim MJ, Jeon YJ, Ahn G. 2020. Fucoidan refined by *Sargassum confusum* indicate protective effects suppressing photo-oxidative stress and skin barrier perturbation in UVB-induced human keratinocytes. *Int J Biol Macromol* 164:149-161
- Fitton JH, Park AY, Karpinić SS, Stringer DN. 2021. Fucoidan and lung function: Value in viral infection. *Mar Drugs* 19:4
- Galluzzi L, Kepp O, Trojel-Hansen C, Kroemer G. 2012. Mitochondrial control of cellular life, stress, and death. *Circ Res* 111:1198-1207
- Guon TE, Chung HS. 2016. Induction of apoptosis with *Kigelia africana* fruits in HCT116 human colon cancer cells via MAPKs signaling pathway. *Nat Prod Sci* 22:209-215
- Guon TE, Chung HS. 2017. *Moringa oleifera* fruit induce apoptosis via reactive oxygen species-dependent activation of mitogen-activated protein kinases in human melanoma A2058 cells. *Oncol Lett* 14:1703-1710
- Haupt S, Berger M, Goldberg Z, Haupt Y. 2003. Apoptosis - the p53 network. *J Cell Sci* 116:4077-4085
- Hu W, Kavanagh JJ. 2003. Anticancer therapy targeting the apoptotic pathway. *Lancet Oncol* 4:721-729
- Huang J, Huang J, Li Y, Lv H, Yin T, Fan S, Zhang C, Li H. 2021. Fucoidan protects against high-fat diet-induced obesity and modulates gut microbiota in institute of cancer research mice. *J Med Food* 24:1058-1067
- Jäättelä M. 2002. Programmed cell death: Many ways for cells to die decently. *Ann Med* 34:480-488
- Jemal A, Murray T, Ward E, Samuels A, Tiwari RC, Ghafoor A, Feuer EJ, Thun MJ. 2005. Cancer statistics, 2005. *CA Cancer J Clin* 55:10-30
- Jiang Z, Okimura T, Yokose T, Yamasaki Y, Yamaguchi K, Oda

- T. 2010. Effects of sulfated fucan, ascophyllan, from the brown Alga *Ascophyllum nodosum* on various cell lines: A comparative study on ascophyllan and fucoidan. *J Biosci Bioeng* 110:113-117
- Kim KJ, Lee OH, Lee BY. 2010. Fucoidan, a sulfated polysaccharide, inhibits adipogenesis through the mitogen-activated protein kinase pathway in 3T3-L1 preadipocytes. *Life Sci* 86:791-797
- Kim R, Emi M, Tanabe K. 2005. Caspase-dependent and -independent cell death pathways after DNA damage. *Oncol Rep* 14:595-599
- Korsmeyer SJ. 1995. Regulators of cell death. *Trends Genet* 11:101-105
- Kronborg O, Fenger C, Olsen J, Jørgensen OD, Søndergaard O. 1996. Randomised study of screening for colorectal cancer with faecal-occult-blood test. *Lancet* 348:1467-1471
- LeBlanc HN, Ashkenazi A. 2003. Apo2L/TRAIL and its death and decoy receptors. *Cell Death Differ* 10:66-75
- Lee KH, Rhee KH. 2014. Conversion effect to cotinine from nicotine by Fucoidan. *Korean J Food Nutr* 27:725-731
- Lee YR. 2013. Antioxidative and anticancer activities of *Xanthium strumarium* extracts prepared from different parts. *Korean J Food Nutr* 26:609-614
- Li J, Guo C, Wu J. 2020. Fucoidan: Biological activity in liver diseases. *Am J Clin Med* 48:1617-1632
- Mabate B, Daub CD, Malgas S, Edkins AL, Pletschke BI. 2021. Fucoidan structure and its impact on glucose metabolism: Implications for diabetes and cancer therapy. *Mar Drugs* 19:30
- Ministry of Health and Welfare. 2021. 2019 Cancer registration statistics. Available from https://www.mohw.go.kr/react/al/sal0301vw.jsp?PAR_MENU_ID=04&MENU_ID=0403&page=1&CONT_SEQ=369164 [cited 20 April 2021]
- Mustafa S, Pawar JS, Ghosh I. 2021. Fucoidan induces ROS-dependent epigenetic modulation in cervical cancer HeLa cell. *Int J Biol Macromol* 181:180-192
- Na E, Lee JW, Lim SY. 2019. Proximate analysis, fatty acid composition of *Lycopus lucidus* Turcz. and its cytotoxic effect in cancer cell lines. *Korean J Food Nutr* 32:208-215
- Nicholson DW, Thornberry NA. 1997. Caspases: Killer proteases. *Trends Biochem Sci* 22:299-306
- Nishino T, Nishioka C, Ura H, Nagumo T. 1994. Isolation and partial characterization of a novel amino sugar-containing fucan sulfate from commercial *Fucus vesiculosus* fucoidan. *Carbohydr Res* 255:213-224
- Nobili S, Lippi D, Witort E, Donnini M, Bausi L, Mini E, Capaccioli S. 2009. Natural compounds for cancer treatment and prevention. *Pharmacol Res* 59:365-378
- Paoluzzi L, O'Connor OA. 2010. Targeting survival pathways in lymphoma. *Adv Exp Med Biol* 687:79-96
- Piao XL, Park IH, Baek SH, Kim HY, Park MK, Park JH. 2004. Antioxidative activity of furanocoumarins isolated from *Angelica dahuricae*. *J Ethnopharmacol* 93:243-246
- Reed JC. 2002. Apoptosis-based therapies. *Nat Rev Drug Discov* 1:111-121
- Ryu MJ, Chung HS. 2011. Effects on hot water extract of *Schizandra chinensis* on colon cancer cell line. *Food Eng Prog* 15:64-69
- Ryu MJ, Chung HS. 2015. [10]-Gingerol induces mitochondrial apoptosis through activation of MAPK pathway in HCT116 human colon cancer cells. *In Vitro Cell Dev Biol Anim* 51:92-101
- Ryu MJ, Chung HS. 2016. Fucoidan reduces oxidative stress by regulating the gene expression of HO-1 and SOD-1 through the Nrf2/ERK signaling pathway in HaCaT cells. *Mol Med Rep* 14:3255-3260
- Ryu MJ, Kim AD, Kang KA, Chung HS, Kim HS, Suh IS, Chang WY, Hyun JW. 2013. The green algae *Ulva fasciata* Delile extract induces apoptotic cell death in human colon cancer cells. *In Vitro Cell Dev Biol Anim* 49:74-81
- Ryu YS, Hyun JW, Chung HS. 2020. Fucoidan induces apoptosis in A2058 cells through ROS-exposed activation of MAPKs signaling pathway. *Nat Prod Sci* 26:191-199
- Selvakumar P, Sharma RK. 2007. Role of calpain and caspase system in the regulation of N-myristoyltransferase in human colon cancer. *Int J Mol Med* 19:823-827
- Shin MK, Byun JS. 2004. The anti-tumor effect of Soonkiwhajungtang with doxorubicin in MKN-45 conclusion. *J Korean Orient Med* 25:98-109
- Smith ML, Ford JM, Hollander MC, Bortnick RA, Amundson SA, Seo YR, Deng CX, Hanawalt PC, Fornace AJ Jr. 2000. p53-mediated DNA repair responses to UV radiation: Studies of mouse cells lacking p53, p21, and/or gadd45 genes. *Mol Cell Biol* 20:3705-3714
- Suprunchuk V. 2021. Ultrasonic-treated fucoidan as a promising therapeutic agent. *Polim Med* 51:85-90
- Tan ML, Ooi JP, Ismail N, Moad AIH, Muhammad TST. 2009. Programmed cell death pathways and current antitumor

- targets. *Pharm Res* 26:1547-1560
- Torzsas TL, Kendall CWC, Sugano M, Iwamoto Y, Rao AV. 1996. The influence of high and low molecular weight chitosan on colonic cell proliferation and aberrant crypt foci development in CF1 mice. *Food Chem Toxicol* 34:73-77
- Trauzold A, Wermann H, Arlt A, Schütze S, Schäfer H, Oestern S, Röder C, Ungefroren H, Lampe E, Heinrich M, Walczak H, Kalthoff H. 2001. CD95 and TRAIL receptor-mediated activation of protein kinase C and NF- κ B contributes to apoptosis resistance in ductal pancreatic adenocarcinoma cells. *Oncogene* 20:4258-4269
- Tsang WP, Kwok TT. 2008. Let-7a microRNA suppresses therapeutics-induced cancer cell death by targeting caspase-3. *Apoptosis* 13:1215-1222
- van Weelden G, Bobiński M, Okła K, van Weelden WJ, Romano A, Pijnenborg JMA. 2019. Fucoidan structure and activity in relation to anti-cancer mechanisms. *Mar Drugs* 17:32
- Vogelstein B, Lane D, Levine AJ. 2000. Surfing the p53 network. *Nature* 408:307-310
- Winawer SJ, St John DJ, Bond JH, Rozen P, Burt RW, Waye JD, Kronborg O, O'Brien MJ, Bishop DT, Kurtz RC, Shike M, Swaroop SV, Levin B, Frühmorgen P, Lynch HT. 1996. Prevention of colorectal carcinoma. Current WHO guidelines for early detection of colorectal carcinoma. World Health Organization Collaborating Center for the prevention of colorectal cancer. *Leber Magen Darm* 26:139-140, 143
- Xue M, Ji X, Liang H, Liu Y, Wang B, Sun L, Li W. 2018. The effect of fucoidan on intestinal flora and intestinal barrier function in rats with breast cancer. *Food Funct* 9:1214-1223
- Yoon YS, Yu CS, Jung SH, Choi PW, Han KR, Kim HC, Kim JC. 2007. Characteristics of colorectal cancer detected at the health promotion center. *J Korean Soc Coloproctol* 23:321-326
- Youle RJ, Strasser A. 2008. The BCL-2 protein family: Opposing activities that mediate cell death. *Nat Rev Mol Cell Biol* 9:47-59
- Yu C, Lin F, Guo H, Liu G, He X, Wen X. 2021. Dietary fucoidan extracted from macroalgae *Saccharina japonica* alleviate the hepatic lipid accumulation of black seabream (*Acanthopagrus schlegelii*). *Food Funct* 12:12724-12733
- Zhao LP, Kushi LH, Klein RD, Prentice RL. 1991. Quantitative review of studies of dietary fat and rat colon carcinoma. *Nutr Cancer* 15:169-177
- Zhu Y, Liu L, Sun Z, Ji Y, Wang D, Mei L, Shen P, Li Z, Tang S, Zhang H, Zhou Q, Deng J. 2021. Fucoidan as a marine-origin prebiotic modulates the growth and antibacterial ability of *Lactobacillus rhamnosus*. *Int J Biol Macromol* 180:599-607

Received 18 March, 2022

Revised 07 June, 2022

Accepted 12 June, 2022

염화나트륨 처리 및 재배방법이 새싹밀의 항산화 성분 및 활성에 미치는 영향

양지영 · 이한결* · 서우덕** · 이미자** · 송승엽*** · 최준열** · †김현영***

농촌진흥청 국립식량과학원 작물기초기반과 박사후연구원, *전북대학교 자연과학대학 생물학과 박사과정생,
농촌진흥청 국립식량과학원 농업연구관, *농촌진흥청 국립식량과학원 작물기초기반과 농업연구사

The Effects of Sodium Chloride and the Cultivation Method on Antioxidant Compounds and Activities in Wheat (*Triticum aestivum*) Sprouts

Ji Yeong Yang, HanGyeol Lee*, Woo Duck Seo**, Mi Ja Lee**,
Seung-Yeob Song***, June-Yeol Choi** and †Hyun Young Kim***

Postdoctoral Associate, Crop Foundation Research Division, National Institute of Crop Science, Rural Development Administration, Wanju 55365, Korea

*Doctor's Student, Division of Life Sciences, Jeonbuk National University, Jeonju 54896, Korea

**Research Officer, Crop Foundation Research Division, National Institute of Crop Science, Rural Development Administration, Wanju 55365, Korea

***Associate Researcher, Crop Foundation Research Division, National Institute of Crop Science, Rural Development Administration, Wanju 55365, Korea

Abstract

Sprouts have various health benefits. Specifically, wheat sprouts are rich in bioactive compounds, such as vitamins and polyphenols. Elicitation induces and enhances secondary metabolite biosynthesis in plants. Therefore, in this study, we investigated the effects of sodium chloride (NaCl) treatments on the growth profile, free amino acid content, and antioxidant activity of germinated wheat (*Triticum aestivum*). Wheat seeds were germinated at 20°C for 10 days and treated with 0, 2, 4, 7.5, and 10 mM of NaCl 10 days before harvesting. Treating the soil bed with NaCl increased the nutritional component amounts, such as free amino acids and γ -aminobutyric acid. The chlorophyll a and b concentrations were the highest in the hydroponic system treated with 7.5 mM NaCl. In addition, the polyphenol and flavonoid contents of sprouts treated with 2 and 7.5 mM NaCl were 1.94 and 1.34 times higher than that of the control sprouts (0 mM NaCl, water only), respectively. These results suggest that 2 to 4 mM NaCl treatments improve the nutritional and food quality of wheat sprouts more than water only.

Key words: wheat, sprout, NaCl, antioxidant activity, polyphenol, flavonoid, free amino acid

서 론

최근 몇 년간 ‘코로나 19’ 팬데믹 현상으로 건강기능식품에 관한 관심이 높아짐에 따라 항산화 활성이 높은 농산물에 대한 소비자의 관심도 함께 증가하는 추세다. 농산물은 같은 작물이라도 재배 조건과 종자의 종류, 상태에 따라 항산화 활성 및 성분 등이 변화할 수 있으며, 특히 새싹작물의 경우 발아 시간과 같은 작은 변화에도 비타민 함량과 항산화 활성의 차이를 나타낸다고 보고하고 있다(Yun 등 2004; Cha 등 2011). 식물의 성장과 생리활성을 가지는 기능성 물질 함량

에 영향을 미치는 생육 조건에는 광, 습도, 양분, 온도, 공기 성분 등 매우 많은 요소가 포함되어 있으며, 그중 성장하는데 가장 중요한 양분은 작물의 성장속도, 함유 물질 및 최종 품질에 직·간접적으로 영향을 주는 핵심적인 요소 중 하나이다(Müller 등 2000). 많은 실내재배 농가에서는 양액 또는 유기농 비료 등의 형태로 영양분을 식물체에 공급하게 되며, 특히 양액 재배의 경우 농도 또는 특정 성분을 조절하여 식물의 생육을 관리, 생산성 증대 등의 효과를 기대할 수 있다. 하지만, 양액의 조성, 조제 및 농도가 부적절하게 이루어졌을 경우 작물에 스트레스가 발생할 수 있으나, 이러한 작물

† Corresponding author: Hyun Young Kim, Associate Researcher, Crop Foundation Research Division, National Institute of Crop Science, Rural Development Administration, Wanju 55365, Korea. Tel: +82-63-238-5334, Fax: +82-63-238-5305, E-mail: hykim84@korea.kr

재배 시 스트레스 반응으로 생육억제 및 생리장해 등의 부정적인 반응이 일어나는 반면 당도, 색, 생리활성 화합물의 증가 등의 긍정적인 반응도 동시에 나타난다(Shabala 등 2015; Kim 등 2019a).

밀(*Triticum aestivum*)은 쌀, 옥수수과 함께 인류의 식량에 있어 가장 메이저한 곡물 중 하나이다. 보통 밀은 영양소 중 탄수화물 섭취의 주요 작물로 대부분의 나라에서 밀가루로 정선하여 식품가공 및 첨가물로 활용되고 있다. 그러한 밀의 다양한 활용 방법의 하나인 새싹밀(wheat sprout or wheat grass)은 종자가 발아 및 생육하는 과정에서 밀의 첫 마디가 생성되기 전 어린 새싹을 말한다. 보통 밀 종자 발아 후 10일 전후로 재배한 새싹을 말하며 그 길이는 약 15 cm 내외의 어린잎을 말한다. 밀싹에는 유리아미노산, GABA, 클로로필 등의 영양소가 풍부하며 뛰어난 항산화 활성을 가지고 있다(Kim 등 2019b; Yang 등 2021). Benincasa 등(2015)은 밀 종류 및 기간별 새싹을 재배하여 실험한 결과 폴리페놀과 항산화 활성이 재배기간이 증가할수록 유의적으로 증가하였다고 보고하고 있으며, Jeong 등(2010)의 연구결과에 따르면 새싹밀에서 분리한 유용물질인 sinapic acid는 BHT보다 DPPH 라디칼 소거능이 우수하다고 발표했다. 또한 새싹밀 추출물이 MMP-1 유전자 발현 억제 효과 및 그에 따라 피부 미백 효과가 탁월하다고 보고되고 있으며 (You & Moon 2016), 비스페놀-A에 의한 산화적 스트레스 억제활성(Yi 등 2011), catalase 및 peroxidase 활성에 의한 노인성 백내장 감소 효과 우수 (Singh 등 2010), 새싹밀 착즙 주스 섭취의 암 환자의 항암제 투여에 대한 부작용 개선 효과 (Bar-Sela 등 2007), DNA 손상 보호 효과 (Falcioni 등 2002), 대장암 효과(Okarter N 2012), 발암성 물질에 대한 억제 효과(Tudek 등 1988) 등 다양한 분야로 연구되고 있다.

그러나, 이러한 다양한 기능성 및 생리활성 효능이 보고된 새싹밀의 재배방법 및 재배 시 NaCl과 같은 염처리에 따른 이화학적 성분 변화 및 항산화 활성 변화에 대한 연구는 전무한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 새싹밀 재배 시 수경 및 상토 재배 별 NaCl 처리 농도에 따른 이화학적 성분 변화 및 항산화 활성 변화를 분석하고자, 각 처리된 새싹밀의 유리아미노산, GABA, 총 폴리페놀, 총 플라보노이드, 총 클로로필 함량 분석과 DPPH 및 ABTS 라디칼 소거능을 검정하여, 추후 일반성분 및 항산화 활성이 우수한 새싹밀의 재배와 식품산업의 소재화를 위한 기초자료를 제공하고자 하였다.

연구 내용 및 방법

1. 재료 및 시약

본 연구에 사용된 밀은 전라북도 완주군 소재의 국립식량

과학원 시험용 포장에서 2021년도에 생산된 ‘새금강’ 품종을 실험재료로 사용하였다. 종자는 밀싹 재배 전 4℃ 냉장고에서 저장하면서 사용하였다. 사용된 시약은 Gallic acid, Folin-Ciocalteu reagent, sodium carbonate, trolox, ABTS(2,2-azino-bis-(3-ethylbenzothiazoline-6-sulphonic acid)), DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl), potassium persulphate, dimethyl sulfoxide (DMSO), Chlorophyll 등은 Sigma사(Sigma Chemical Co., St. Louis, MO, USA)에서 구입하여 사용하였으며, 그 밖의 추출 및 분석 용매와 시약은 analytical 및 HPLC 등급을 사용하였다.

2. NaCl 처리 새싹밀 재배

상토 및 수경 재배방법으로 새싹밀 재배 시 NaCl 농도별로 처리하여 재배하였으며 그 방법은 다음과 같다. ‘새금강’ 종자를 상온에서 24시간 침지 후 일정 온도와 습도에서 24시간 이상 발아하여 전체 80% 이상 발아 완료 시 상토 및 수경 재배 모판(600 mm×300 mm)에 파종하였다. 파종 후 3일 이후부터 압축 분무기를 사용하여 NaCl을 처리하였으며, Kim 등(2021)의 연구결과를 바탕으로 0 mM, 2 mM, 4 mM, 7.5 mM 및 10 mM으로 매일 일정량(25 mL) 분주하였다. 이렇게 재배한 새싹밀은 파종 후 10일 이후 15 cm에서 수확하였다. 수확한 새싹밀은 세척 후 50℃에서 24시간 건조하고 실험실용 분쇄기(NSG-100 2SS, Hanil, Seoul, Korea)기로 분쇄하여 사용하였다. 분쇄한 시료 1 g에 주정 50 mL를 가하여 상온에서 24시간, 3반복 추출하였다. 3반복 추출용매는 감압농축기(N-1000, EYELA, Tokyo, Japan)를 이용하여 제거하였으며, 용매를 제거한 추출물은 일정농도로 재용해하여 DPPH와 ABTS 라디칼소거능, 폴리페놀 함량, 플라보노이드 함량을 측정하는데 사용하였다.

3. 유리아미노산 및 GABA 분석

NaCl 농도별 처리 새싹밀의 유리아미노산 및 GABA (gamma-Aminobutyric acid) 함량은 AccQ · Tag UPLC(Waters, Milford, MA) 분석 시스템을 이용하여 Iimure 등(2009)의 방법을 응용하여 분석하였다. 건조하여 분쇄한 시료 1 g에 DW 30 mL를 첨가한 후 상온에서 24시간 교반추출(130 rpm)을 진행하였다. 추출한 샘플은 gaps 필터 하였으며, 필터한 샘플은 AccQ-Tag kit 방법을 이용하여 유도체화 하였다. 기기분석은 Waters Acquity를 사용하였고, 컬럼은 AccQ-Tag ultra amino acid analysis column(3.9 mm×150 mm I.d., 0.25 μm film thickness; Waters), 컬럼 온도는 49℃, 시료 온도는 20℃ 로 분석하였다. 이동상은 A는 100% AccQ · Tag ultra UPLC amino acid analysis eluent A, B는 10% AccQ · Tag ultra UPLC amino acid analysis eluent B, C는 100% 증류수, D는 100% AccQ · Tag ultra UPLC amino acid analysis eluent B를 기울기 용리하

였다. 분석 샘플은 1 μ L, 유속은 0.7 mL/min 조건으로 분석하였으며, 시료는 각각 3반복으로 측정하였다. GABA를 제외한 아미노산 함량 분석은 Waters amino acids standards (Waters)를 이용하여 검량하였다.

4. 클로로필 a,b 함량 분석

NaCl 농도 처리 및 재배방법별 새싹밀의 클로로필 분석은 Caldwell & Britz(2006)의 방법을 응용하였다. 처리한 새싹밀 분말 0.1 g에 80% 차가운 아세톤 10 mL를 첨가한 후 1분 동안 가볍게 교반 추출한다. 그 후 원심분리하여 상등액을 0.25 μ m 멤브레인 필터 후 HPLC를 이용하여 분석하였다. 분석 컬럼은 XTerra RP18 column(3.5 μ m, 4.6 \times 150 mm, waters, Milford, MA, USA)을 이용하였고, 컬럼 온도는 20 $^{\circ}$ C, 검출기는 UV detector(agilent, CA, USA)로 파장은 430 nm로 분석했다. 이동상은 A는 75% MeOH, B는 100% ethly acetate를 기울기 용리하였으며, 시료 주입량은 10 μ L로 하였고, 유속은 1.0 mL/min으로 분석하였으며, 각 조건별 샘플은 3반복으로 추출 및 측정하였다. Chlorophyll a, b 각각 검량선을 만들어 시료의 함량을 정량하였다.

5. ABTS 및 DPPH 라디칼 소거능 측정

각 처리별 새싹밀 추출물의 항산화 활성을 측정하기 위하여 ABTS와 DPPH 라디칼 소거능을 각각 측정하였다. 추출물의 2,2'-Azino-bis-(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) (ABTS) 라디칼 소거능 측정은 Lee YR(2021)의 방법을 참고하여 분석하였다. 7 mM ABTS와 2.45 mM potassium persulfate을 DW에 용해 후, 빛이 차단된 곳에서 48시간 이상 방치하여 ABTS 라디칼을 충분히 형성시킨 후, 734 nm에서 흡광도 값이 1.4~1.5가 되도록 DW로 희석하여 실험에 사용하였다. 시료 5 μ L에 ABTS 시약 300 μ L를 가한 후 실온에서 1시간 방치한 다음, 734 nm에서 흡광도를 측정하였다. 2,2-diphenyl-2-picrylhydrazyl(DPPH) 라디칼 소거능 측정은 방법은, DPPH 시약을 분석용 에탄올에 0.2 mM로 제조하여 라디칼 형성을 위하여 2시간 이상 상온에서 교반하여 사용하였다. 시료 50 μ L에 DPPH 용액 200 μ L를 가한 후 실온에서 30분간 반응시킨 후, 520 nm에서 흡광도를 측정하였다(Blois MS 1958). DPPH 및 ABTS radical 소거활성 모두 Trolox를 이용하여 표준곡선을 작성한 후 추출물의 항산화력(Trolox equivalent antioxidant capacity, TEAC)을 계산하였으며, mg TEAC/g sample 로 나타냈다.

6. 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량 분석

NaCl 농도 및 재배방법에 따른 새싹밀 주정 추출물에 대한 총 폴리페놀과 플라보노이드 함량은 Woo 등(2015)의 방법을 참고하여 분석하였다. 총 폴리페놀 함량은 샘플 10 μ L

에 2% Na₂CO₃ 용액 200 μ L를 첨가 후 3분간 반응시키고, 50% Folin-Ciocalteu reagent(Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA) 10 μ L를 가하였다. 30분 반응 뒤, 750 nm 파장에서 흡광도를 측정하였고, 표준물질인 gallic acid(Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA)를 사용하여 검량선을 작성하였으며, 시료 g중의 mg gallic acid equivalents(GAE, dry basis)로 나타내었다. 총 플라보노이드 함량 분석 실험은 시료 250 μ L에 증류수 1 mL와 5% NaNO₂ 75 μ L를 가한 후 5분간 반응한 다음, 10% AlCl₃·6H₂O을 150 μ L 첨가한 후 6분간 방치 한다. 그 다음 1M NaOH을 500 μ L 첨가한 후 11분간 방치하고 510 nm에서 흡광도를 측정한다. 측정된 흡광도는 catechin hydrate를 이용하여 작성된 검량선으로부터 총 플라보노이드 함량을 계산하였다.

7. 통계분석

각 실험 데이터는 3회 이상 반복 측정하여 평균과 표준편차로 나타내었다. 통계 처리는 SPSS(Statistics Package for the Social Science, Ver. 19.0, IBM, Chicago, IL, USA) 프로그램으로 일원배치 분산분석(One way-ANOVA)을 실시하였고, 실험군 간의 유의성 검증은 Duncan의 다중범위검정으로 $p < 0.05$ 수준에서 실시하였다. 또한 분석 항목 간의 상관관계는 Pearson 상관계수(Pearson correlation coefficient)로 분석하였다.

결과 및 고찰

1. NaCl 처리별 새싹밀의 유리아미노산 및 GABA 함량

유리아미노산은 아미노산끼리 펩타이드 결합을 하거나 다른 분자들간의 사이에서 에스터 결합 등을 하지 않는 유리상태의 아미노산을 일컫는다. 농도별 NaCl 처리하여 재배한 새싹밀의 유리아미노산 함량 변화를 분석한 결과는 Table 1과 Table 2에 나타났다. 유리아미노산 16종류를 분석한 결과 NaCl 농도별 처리에 따라서 그 함량 변화가 다소 크게 나타났다. 우선, 수경재배(Table 1)한 새싹밀의 경우 유리아미노산 함량은 NaCl 처리 시 대부분 감소하는 것으로 나타났으며, 그와 상이하게 상토에서 재배한 새싹밀의 경우 NaCl 처리 시 대부분의 유리아미노산 함량이 증가하는 것으로 나타났다. 수경재배하면서 NaCl 처리한 새싹밀의 경우 NaCl 처리 농도가 증가할수록 유리아미노산이 감소하였는데 특히, his(히스티딘)은 0 mM 처리시 199.4 μ g/g이었으나, 10 mM NaCl 처리시 21.0 μ g/g으로 약 80% 이상 크게 감소하는 것으로 나타났다. 염기성 아미노산의 일종인 arg(아르기닌)도 0 mM 처리하고 재배한 새싹밀의 경우 774.5 μ g/g인 반면 10 mM NaCl 처리시 285.4 μ g/g으로 500 μ g/g 정도 함량이 감소하였다. Ala(알라닌), ile(이소류신) 및 phe(페닐알라닌)의 함량도 각각

Table 1. Comparison of free amino acids compositions of wheat sprout affected by different NaCl concentrations at 10 days after transplanting. (hydroponic system) (ug/g)

NaCl	His	Ser	Arg	Gly	Asp	Thr	Ala	Pro	Cys	Lys	Tyr	Met	Val	Ile	Leu	Phe
0 mM	199.45 ±23.42	343.55 ±57.86	774.55 ±101.53	89.09 ±1.66	274.00 ±61.87	327.95 ±40.66	692.60 ±31.22	487.73 ±26.50	317.05 ±20.82	766.64 ±40.09	2,961.08 ±157.68	542.64 ±12.83	493.84 ±21.19	260.31 ±14.20	432.86 ±23.00	255.23 ±11.55
2 mM	197.95 ±10.10	374.28 ±11.94	832.18 ±31.94	85.36 ±6.75	281.13 ±3.13	343.95 ±9.71	673.72 ±2.31	482.14 ±1.30	320.27 ±3.51	695.54 ±13.72	3,917.08 ±18.97	524.07 ±9.31	471.96 ±12.40	259.84 ±9.33	438.43 ±14.84	240.18 ±16.64
4 mM	46.12 ±5.42	119.54 ±13.99	336.88 ±31.38	50.39 ±2.41	131.90 ±7.83	166.00 ±10.10	311.17 ±12.67	466.11 ±17.48	266.83 ±1.20	400.00 ±18.02	2,557.89 ±65.62	410.93 ±10.01	214.32 ±21.97	97.16 ±10.56	225.99 ±19.35	117.95 ±9.31
7.5 mM	37.69 ±4.36	104.58 ±7.79	328.61 ±21.01	34.88 ±3.33	75.33 ±6.13	99.02 ±5.58	214.06 ±9.34	331.47 ±10.87	266.02 ±4.16	307.88 ±1.13	2,223.45 ±56.17	386.28 ±7.14	181.58 ±8.22	56.69 ±3.97	165.90 ±8.70	105.70 ±2.50
10 mM	21.01 ±0.96	88.52 ±1.15	285.44 ±4.23	35.75 ±1.39	76.15 ±2.49	86.12 ±16.13	222.76 ±3.49	317.53 ±20.80	250.68 ±1.63	287.76 ±4.48	1,989.19 ±65.13	372.54 ±3.34	163.87 ±1.66	46.22 ±1.41	149.01 ±3.22	86.93 ±3.52

692.6 µg/g에서 222.7 µg/g, 260.3 µg/g에서 46.2 µg/g 및 255.2 µg/g에서 86.9 µg/g으로 모두 감소하는 경향으로 나타났다. 그러나, 상토재배의 경우(Table 2) NaCl 처리 농도가 증가할수록 유리아미노산 함량이 증가하는 종류가 대부분이었다. 특히 asp(아스파르트산)은 0 mM 처리 재배시 30.3 µg/g인데 10 mM NaCl 처리 재배 새싹밀에서는 118.8 µg/g으로 3배 이상 함량이 증가하였다. 또한 ala(알라닌)도 0 mM 처리 시 66.2 µg/g에서 NaCl 4 mM 처리 시 399.6 µg/g으로 증가했으며, 더 높은 농도로 처리한 경우 다시 감소했다. Arg(아르기닌), ser(세린) 및 pro(프롤린)의 함량도 각각 84.9 µg/g에서 300.7 µg/g, 59.0 µg/g에서 111.1 µg/g 및 138.3 µg/g에서 318.8 µg/g으로 모두 증가하는 경향으로 나타났다. NaCl 처리에 따른 개정향품의 유리아미노산을 분석한 결과(Kim & Kim 2021) 유리아미노산 총량은 NaCl 고농도(2%) 처리시 가장 높게 나타났으며, GABA를 포함한 대부분의 유리아미노산이 NaCl 처리 농도가 증가할수록 증가하여 본 연구와 유사하게 나타났다. 또한 Shon 등(2003)의 연구에서도 50 mM NaCl 첨가 시 새싹매자기와 벼의 유리아미노산 함량이 2배 이상 증

가했다고 보고하고 있다. GABA 함량은 전체적으로 수경에서 재배한 새싹밀의 함량이 상토에서 재배한 새싹밀보다 높은 함량으로 나타났다(Fig. 1). 수경재배 새싹밀의 경우 NaCl 농도가 높게 처리될수록 그 함량이 유의적으로 감소하는 것으로 나타났다($p<0.05$). 수경재배시 새싹밀에 0 mM만 처리한 경우 184.2 mg/g 으로 나타났지만 NaCl 10 mM 처리시 48.6 mg/g으로 농도의존적으로 함량이 감소하였다. 상토재배시 새싹밀에 0 mM만 처리한 경우 78.1 mg/g, NaCl 4 mM 처리 시 86.9 mg/g, NaCl 10 mM 처리 시 81.3 mg/g으로 처리 농도와 상관없이 비슷한 GABA 함량을 나타냈다. 가바(GABA)는 신경 세포 사이의 메시지 전달을 가능하게 하는 뇌 내의 화학물질이다. 뇌의 대사과 순환 촉진작용을 하는 물질로 알려져 있는데 이 물질의 증가로 인하여 뇌기능 활성화 등의 효과를 기대할 수 있을 것이다. 재배 방법 및 NaCl 처리별 유리아미노산 함량 변화는 상토에서 NaCl 처리하며 재배한 새싹밀이 GABA를 포함한 유리아미노산 함량이 증가한 것으로 분석되었는데, 이는 식물체 내 유리아미노산을 포함한 1차 대사산물이 NaCl 등 여러 성분들의 영향을 받아 함량

Table 2. Comparison of free amino acids compositions of wheat sprout affected by different NaCl concentrations at 10 days after transplanting. (soil bed system) (µg/g)

NaCl	His	Ser	Arg	Gly	Asp	Thr	Ala	Pro	Cys	Lys	Tyr	Met	Val	Ile	Leu	Phe
0 mM	9.89 ±0.39	59.0 ±3.88	84.7 ±4.56	53.68 ±1.42	30.33 ±2.39	173.95 ±2.66	66.25 ±3.43	138.30 ±9.48	110.94 ±1.23	449.55 ±12.14	2,057.12 ±69.89	350.54 ±0.72	203.38 ±6.37	29.55 ±1.79	115.39 ±4.25	76.37 ±1.58
2 mM	21.17 ±3.24	105.63 ±11.25	267.83 ±17.06	35.93 ±1.04	120.70 ±19.55	117.37 ±20.97	358.26 ±42.93	281.15 ±11.77	260.44 ±0.07	271.70 ±31.00	1,426.84 ±50.35	392.53 ±10.25	161.81 ±2.94	45.79 ±9.62	154.05 ±20.52	94.90 ±7.19
4 mM	24.37 ±0.06	118.62 ±0.18	295.18 ±1.61	39.31 ±0.12	119.72 ±1.21	124.15 ±0.25	399.61 ±3.23	323.35 ±6.57	277.48 ±0.63	364.61 ±4.17	1,477.69 ±4.82	399.16 ±0.26	166.34 ±0.11	56.19 ±0.65	182.56 ±0.65	108.41 ±0.43
7.5 mM	23.38 ±2.42	103.66 ±11.96	302.54 ±19.64	42.70 ±2.27	105.32 ±3.42	103.86 ±6.33	301.73 ±12.83	299.01 ±1.84	272.33 ±2.38	313.48 ±0.47	1,457.29 ±10.25	386.103 ±11.75	140.85 ±9.23	41.65 ±6.87	154.01 ±15.83	114.24 ±1.24
10 mM	27.38 ±0.31	111.14 ±0.04	300.77 ±0.06	39.51 ±0.27	118.80 ±0.30	120.86 ±1.08	358.08 ±0.68	318.81 ±2.58	285.18 ±0.13	337.71 ±0.12	1,441.54 ±19.64	397.80 ±4.38	161.74 ±0.35	52.88 ±0.74	173.86 ±0.08	102.83 ±0.35

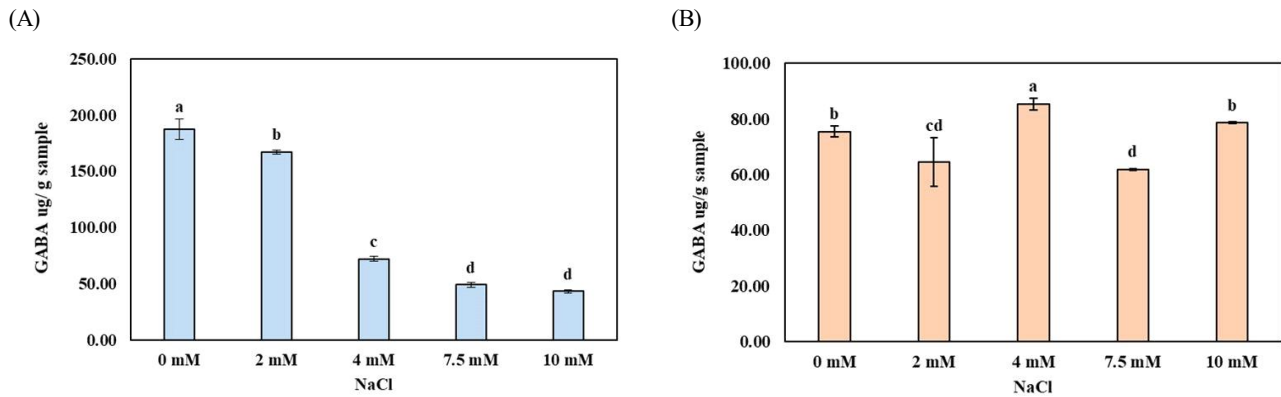


Fig. 1. GABA(γ -aminobutyric acid) content in wheat sprout affected by different NaCl concentrations at 10 days after transplanting (A: hydroponic system, B: soil bed system). ¹⁾ Vertical bars represent the stand deviation of the mean (n=3). ^{a-d}Different letters above bars indicate significant differences by Duncan's multiple range test at $p \leq 0.05$.

감소 및 증가하는 것으로 사료된다.

2. NaCl 처리별 새싹밀의 클로로필 a,b 함량

NaCl 농도별 처리한 새싹밀의 클로로필 함량을 분석한 결과는 Fig. 2에 나타났다. 각 클로로필 a, b 함량을 살펴보면 NaCl 처리 농도에 따라 유의적으로 함량이 변화하는 것으로 나타났다($p < 0.05$). 수경(A) 및 상토(B)에서 재배한 새싹밀의 클로로필 함량은 수경재배보다는 상토에서 재배한 새싹밀이 조금 더 높은 것으로 나타났으며, NaCl 농도별 처리군을 증류수(0mM)를 처리한 새싹밀보다 NaCl 7.5 mM 처리하여 재배한 새싹밀에서 가장 높게 나타났다. 클로로필 종류별로 살펴보면 종류와 상관없이 처리 농도에 따라 대부분 유사한 경향으로 분석되었다. 증류수(0 mM) 처리 수경재배 새싹밀에서 클로로필 a+b 함량이 998 mg/100 g으로 나타났으나 NaCl

7.5 mM로 처리하여 재배한 새싹밀 클로로필 a+b 함량은 1,367 mg/100 g으로 유의적으로 증가하는 경향을 나타냈다. Cho & Kim(2000)의 연구 결과에서는 NaCl 스트레스에 의한 콩 생육과 광합성 반응을 살펴본 결과 0 mM 처리 시 클로로필 함량은 1엽과 2엽 모두 재배 기간이 길수록 증가하였으나, 100 mM 처리 시 서서히 감소하는 것으로 보고하여 본 연구와 반대의 결과를 보였으나, 양액 처리에 따른 수경재배 새싹보리의 클로로필 함량은 양액 농도가 높은 처리구에서 증가하였으며(Kim & Kim 2021), 이탈리아라이그래스(Lee 등 1995)는 배지의 NaCl 농도가 높아짐에 따라 클로로필 함량이 증가한다고 보고하여 본 연구와 매우 유사한 결과를 나타냈다. 이는 작물의 종류, 엽의 크기 및 다양한 작용기작에 따라 NaCl 처리 및 양액처리에 따른 클로로필 함량 변화가 상이한 것으로 사료된다.

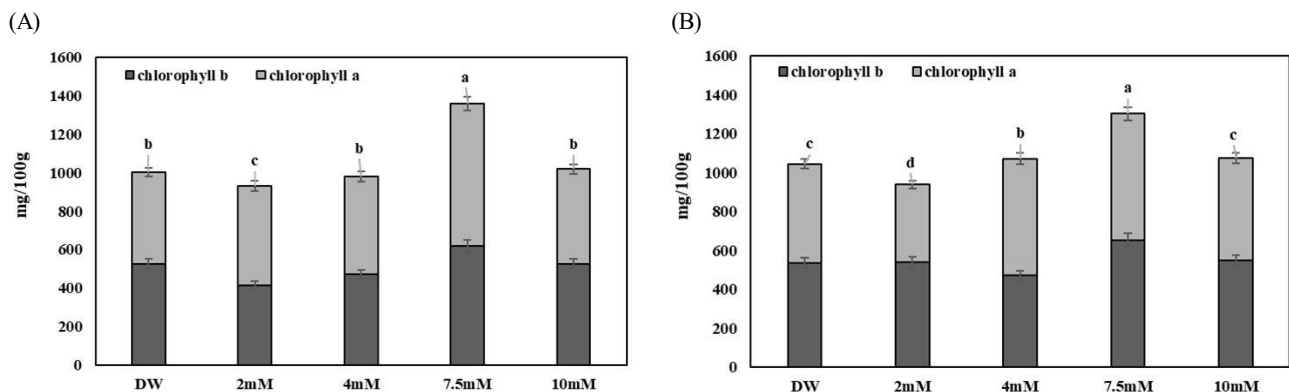


Fig. 2. Chlorophyll a and b content in wheat sprout affected by different NaCl concentrations at 10 days after transplanting (A: hydroponic system, B: soil bed system). ¹⁾ Vertical bars represent the stand deviation of the mean (n=3). ^{a-d}Different letters above bars indicate significant differences by Duncan's multiple range test at $p \leq 0.05$.

3. NaCl 처리별 새싹밀의 ABTS 및 DPPH 라디칼 소거능

Free radical은 이론적으로 하나 또는 그 이상의 짝을 짓지 못한 전자를 갖는 원자 또는 분자를 말하며, 불안정한 상태로 반응성이 매우 큰 화합물이다. 그중 형태학적으로 분류하면, superoxide 형태와 nitric oxide 형태로 나눌 수 있다(Halliwell 등 1995; Powers 등 2011). 생체 내 정상세포의 대사과정으로 생성되거나 여러 외부 환경적인 요인으로 인해 생성된 활성산소는 세포막 손상 및 DNA 돌연변이 등 노화의 원인이 되기도 한다(Kim 등 2008). 이러한 인체 노화의 주된 원인인 free radical 소거 활성을 살펴보기 위하여 새싹밀의 상토와 수경 재배 시 NaCl 농도별 처리에 따른 주정 추출물의 ABTS와 DPPH 라디칼 소거 활성을 각각 평가하였다. 각 재배방법 및 처리 농도별 새싹밀 추출물의 ABTS 라디칼 소거능 결과는 Fig. 3에 나타났다. ABTS 라디칼 소거능은 수경재배

및 상토재배에 대한 차이는 크게 나타나지 않았으나, NaCl 농도별 처리 간에 활성은 유의적인 유의적으로 나타났다($p < 0.05$). 특히 수경 재배(A)의 경우 NaCl 4 mM 농도로 처리한 새싹밀의 경우 23.8 mg TEAC/g sample로 가장 높은 라디칼 소거활성을 나타냈으며, 4 mM보다 더 높은 함량으로 처리하였을 경우 활성이 감소하는 것으로 나타났다. 또한, 상토(B)에서 재배한 새싹밀의 경우 NaCl 처리 농도에 따라 활성의 변화가 크게 나타나지 않았으며, NaCl을 처리하였을 경우 0 mM로 재배했을 때보다 ABTS 라디칼 소거 활성이 낮아지는 것으로 나타났다($p < 0.05$). 새싹밀을 상토재배시 0 mM 처리시 18.6 mg TEAC/g sample로 나타났으나, NaCl 7.5 mM 처리시 15.89 mg TEAC/g sample로 소거활성이 더 낮아지는 것으로 나타났다.

처리별 새싹밀 추출물의 DPPH 라디칼 소거능 결과는 Fig. 4에

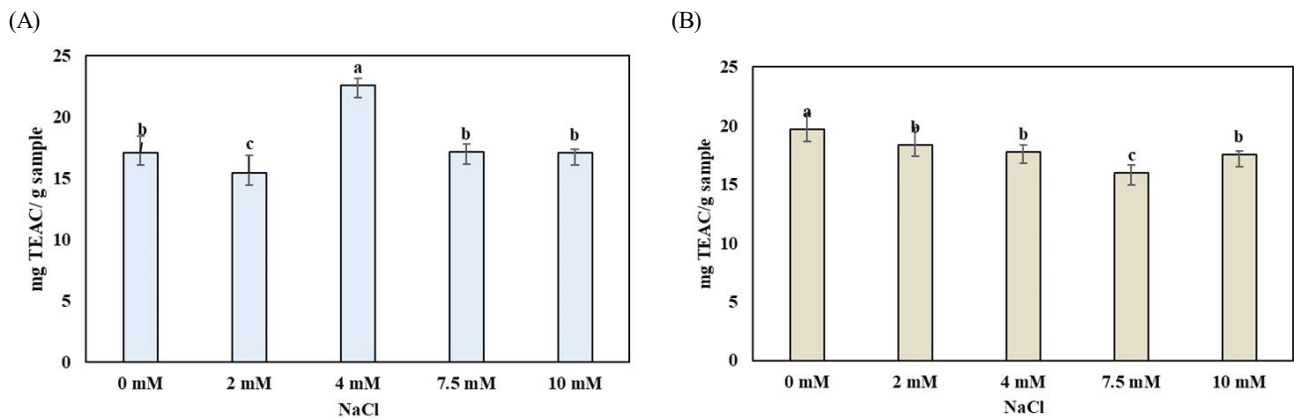


Fig. 3. Contents of ABTS radical scavenging activity of wheat sprout affected by different NaCl concentrations at 10 days after transplanting (A: hydroponic system, B: soil bed system). ¹⁾ Vertical bars represent the stand deviation of the mean (n=3). ^{a-c}Different letters above bars indicate significant differences by Duncan's multiple range test at $p \leq 0.05$.

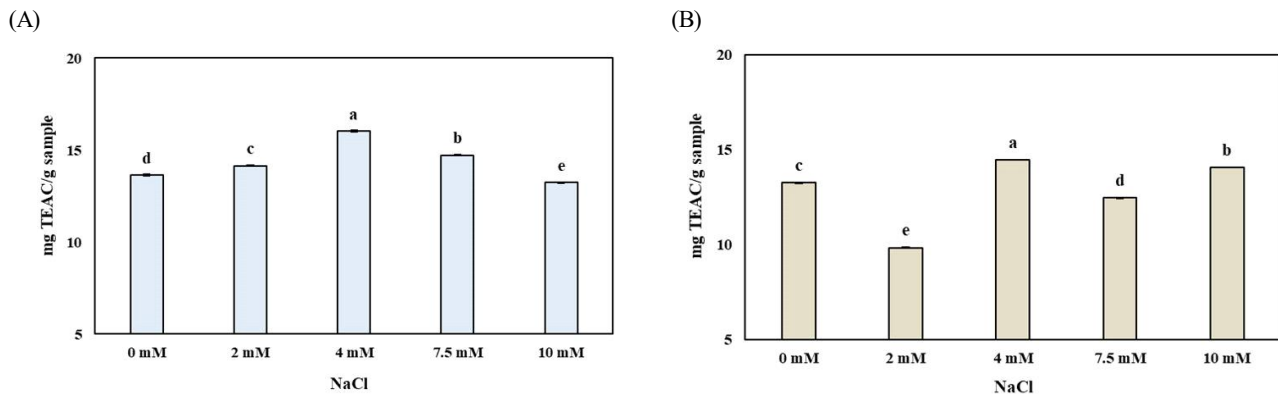


Fig. 4. Contents of DPPH radical scavenging activity of wheat sprout affected by different NaCl concentrations at 10 days after transplanting (A: hydroponic system, B: soil bed system). ¹⁾ Vertical bars represent the stand deviation of the mean (n=3). ^{a-e}Different letters above bars indicate significant differences by Duncan's multiple range test at $p \leq 0.05$.

나타냈다. 그 결과, ABTS 라디칼 소거활성과 경향은 유사하게 나타났다. 새싹밀 수경(A)재배 시 NaCl 4 mM 처리구에서 16.27 mg TEAC/g sample로 가장 높은 활성을 나타냈으며 더 높은 농도 처리 시 활성이 감소하는 것으로 나타났다(14.56 및 12.94 mg TEAC/g sample). 반면 상토(B)재배 새싹밀은 NaCl 처리 농도와 무관하게 활성이 나타났으나, 수경재배방법과 유사하게 4 mM 처리(15.54 mg TEAC/g sample) 시 0 mM(13.79 mg TEAC/g sample) 처리보다 높게 나타났($p < 0.05$) 으며, 2 mM로 처리 재배시 8.79 mg TEAC/g sample로 가장 낮은 DPPH 라디칼 소거활성을 나타냈다. ABTS 라디칼 및 DPPH 라디칼 소거 활성이 경향은 비슷하나 활성 차이가 상이하게 나타난 것은 DPPH의 경우 자유 라디칼이지만 ABTS는 양이온 라디칼이라는 점 또는 페놀물질의 종류가 다름에 따라 두 기질에 결합하는 정도가 달라서 결국 라디칼을 제거하는 능력 차이가 나는 것으로 사료된다(Wang 등 1998). 담액식 재순환 수경재배 시스템에서 다양한 NaCl 농도에 따른 갯방풍 나물 추출물의 항산화 활성을 살펴본 결과(Kwon 등 2021), NaCl 처리 농도는 상이했으나, 본 연구 결과와 유사하게 ABTS와 DPPH 라디칼 소거능은 50 mM 처리에서 가장 높은 활성을 나타냈으며, 그 이상의 고농도 처리 시 오히려 활성이 감소하는 것으로 본 연구와 유사하게 나타났다. Choi 등(2014)의 연구에서도 본 연구와 유사하게 치커리 재배 시 Cr^{3+} 및 selenium을 첨가하여 재배한 추출물에서 FRAP 환원능 및 DPPH, ABTS 라디칼 소거능이 증가하였다고 보고하고 있다. 대부분 연구결과에서 작물 재배 시 NaCl 등과 같은 염 처리 및 이온 처리 시 그 활성이 높아지는 것으로 나타났는데, 이는 각 작물의 적당한 스트레스 기작 및 염, 이온의 흡수로 2차 대사산물인 활성 물질이 증가하는 것으로 생각된다.

4. NaCl 처리별 새싹밀의 총 폴리페놀 및 총 플라보노이드 함량

재배방법별 NaCl 처리 농도에 따른 새싹밀의 총 폴리페놀 및 총 플라보노이드 함량을 분석하여 새싹밀 재배시 폴리페놀 및 플라보노이드 함량이 높은 재배방법을 알아보려고 하였다. Fig. 5는 수경 및 상토 재배시 NaCl 처리 농도별 총 폴리페놀 함량을 분석한 결과이다. 우선 수경(A)재배를 살펴보면 NaCl 처리 농도가 증가할수록 총 폴리페놀 함량도 증가하는 경향을 나타냈다($p < 0.05$). 수경재배 시 NaCl 7 mM을 처리하여 재배한 새싹밀이 43.57 mg GAE eq/g sample로 가장 높은 함량을 나타냈으며 10 mM을 처리한 경우 함량이 다시 감소하였다(39.71 mg GAE eq/g sample). 반면, 상토재배 시 NaCl 처리하여 재배한 새싹밀의 경우 처리 농도가 높아질수록 총 폴리페놀 함량이 감소하거나 비슷한 경향을 나타냈다($p < 0.05$). 0 mM 처리 재배 시 40.68 mg GAE eq/g sample로 나타났지만 NaCl 10 mM 처리 시 36.62 mg GAE eq/g sample로 NaCl 처리 농도가 높아질수록 총 폴리페놀 함량이 낮게 분석됐다. 총 플라보노이드 함량 결과는 Fig. 6으로 나타났다. 수경(A) 재배와 상토(B) 재배를 살펴봤을 때, 플라보노이드 함량은 새싹밀을 상토재배시 더 높은 함량을 나타냈다. 또한 폴리페놀과 다르게 수경 및 상토 재배 모두 NaCl 2 mM로 처리시 가장 높은 함량을 나타냈다. 수경재배 시 0 mM 처리한 경우 11.08 mg Catechin eq/g sample에서 2 mM 처리시 약 20 mg Catechin eq/g sample로 2배 이상 증가하는 것으로 나타났다. 상토에서 새싹밀을 재배시에도 NaCl 2 mM 처리시 33.49 mg Catechin eq/g sample로 가장 높게 나타났으며, 0 mM 처리구는 15.37 mg Catechin eq/g sample로 가장 낮은 함량을 나타냈다. 작물에 스트레스를 가할 경우 정상적인 광합

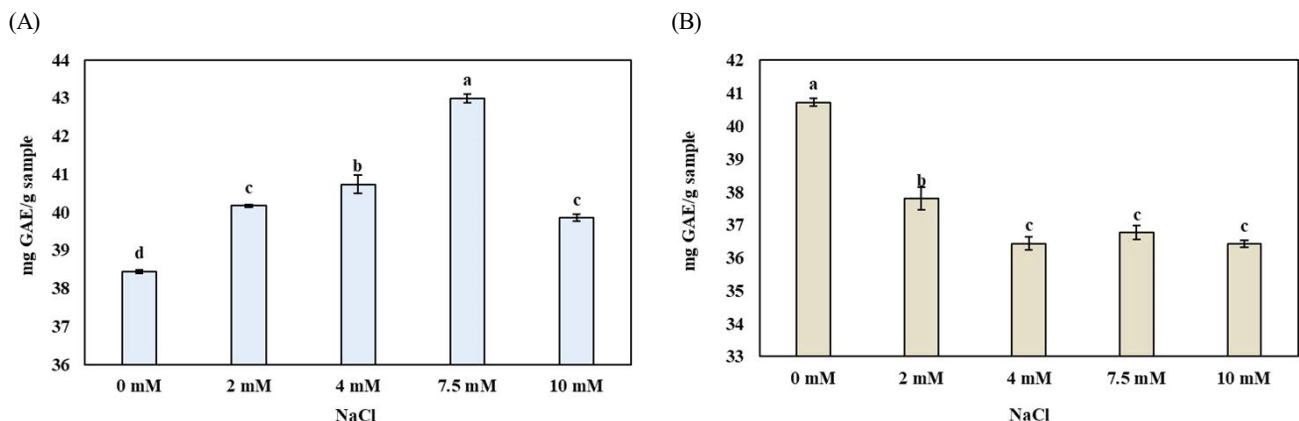


Fig. 5. Total polyphenol content in wheat sprout affected by different NaCl concentrations at 10 days after transplanting (A: hydroponic system, B: soil bed system). ¹⁾ Vertical bars represent the stand deviation of the mean (n=3). ^{a-d}Different letters above bars indicate significant differences by Duncan's multiple range test at $p \leq 0.05$.

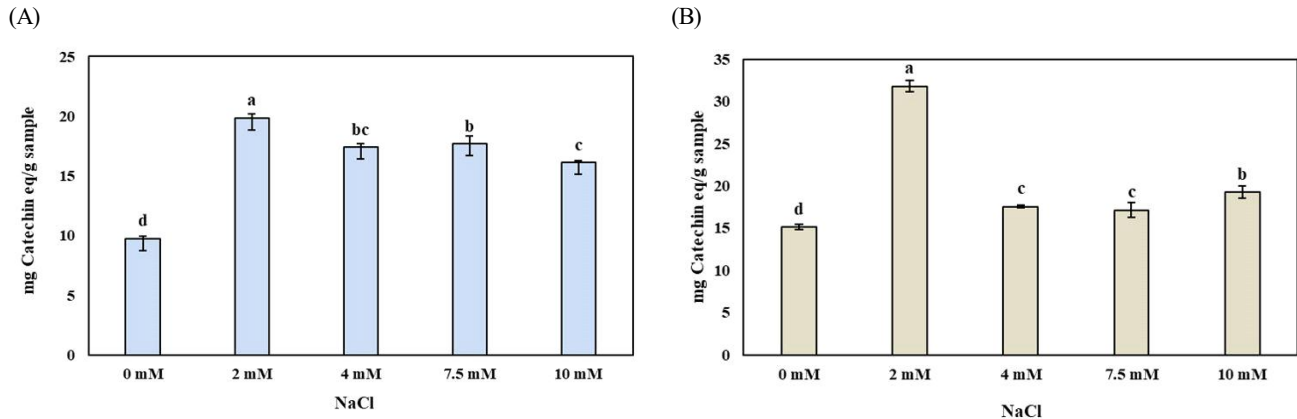


Fig. 6. Total flavonoid content in wheat sprout affected by different NaCl concentrations at 10 days after transplanting (A: hydroponic system, B: soil bed system). ¹⁾ Vertical bars represent the stand deviation of the mean (n=3). (^{a-d}) Different letters above bars indicate significant differences by Duncan's multiple range test at $p \leq 0.05$.

성 기구가 작동하지 못하게 되고, 식물체 내에 활성산소가 축적되는데, 이것은 독성물질로 작용하여 식물세포를 파괴하는 등 성장을 저해한다(Bistgani 등 2019). 그에 따라 식물은 세포 내에서 생리활성 화합물을 생산하여 산화 방어 기작을 개시하는데, 이와 같은 생리활성 화합물 함량의 증가는 보리(*Hordeum vulgare*), 스피아민트(*Mentha spicata* L.), 양초(*Leymus Chinensis* Trin.), 타임(*Thymus vulgaris* L.)의 작물에서도 잘 발생한다고 보고 되었다(Choi와 Chiang 2017; Shim 등 2018; Bistgani 등 2019). 마찬가지로 본 실험에서도 수경재배시 새싹밀의 총 폴리페놀 및 총 플라보노이드 함량이 증가하는 경향이었으나, 항산화 활성은 상대적으로 큰 변화가 없었다. 이는 새싹밀이라는 작물에서 한계 수준 이상의 산화스트레스에 의해 항산화 능력이 감소하여 나타난 결과라고 판단된다.

각각의 라디칼 소거능(ABTS 및 DPPH), 총 폴리페놀, 총 플라보노이드 및 총 클로로필 함량간의 상관관계를 분석한 결과는 Table 3에 나타내었다. 총 폴리페놀 함량과 총 클로로필 함량(0.804, $p < 0.10$), ABTS 라디칼 소거능과 DPPH 라디칼

소거능(0.806, $p < 0.10$) 사이에 높은 상관성을 나타냈고, 총 플라보노이드 함량과 총 클로로필 함량(0.795, $p < 0.10$) 간에도 높은 상관성을 나타냈다. 반면 클로로필 함량과 ABTS 및 DPPH 라디칼 소거능은 각각 0.606 및 0.620으로 낮은 상관성으로 나타났다. 본 연구결과 NaCl 처리에 따른 새싹밀 추출물의 항산화활성은 총 플라보노이드 함량이 라디칼 소거능 및 클로로필 함량에 미치는 영향이 큰 것으로 생각되며, 플라보노이드의 주요 페놀 성분이 라디칼과 공여 반응을 일으킴으로써 억제 시키고, 항산화 활성이 우수한 것으로 판단된다.

요약 및 결론

본 연구에서는 새싹밀 재배 방법에 따른 염(NaCl) 농도별 처리에 따른 유리아미노산 및 GABA 함량, 항산화 활성 및 성분 변화에 관해 연구하였다. 그 결과 새싹밀 재배시 수경 및 상토 재배 방법에 따른 차이가 큰 것으로 나타났다. 총 16가지 아미노산 및 GABA 함량은 수경재배시 NaCl 처리 농도가 높아질수록 감소하였으며, 상토에서 재배시 NaCl 처리

Table 3. Correlation coefficients among total polyphenolics, ABTS radical scavenging activity, DPPH radical scavenging activity, total flavonoid, and total chlorophyll of the extracts from the treated wheat sprout

	Polyphenol	ABTS	DPPH	Flavonoid	Chlorophyll
Polyphenol	1.000	-	-	-	-
ABTS	0.527	1.000	-	-	-
DPPH	0.592	0.806*	1.000	-	-
Flavonoid	0.632	0.624	0.749*	1.000	-
Chlorophyll	0.804*	0.606	0.620	0.795*	1.000

* $p < 0.10$.

농도가 높아질수록 증가하였다. 또한 클로로필 함량(a+b)은 수경 및 상토 재배 간 차이는 크지 않았으나 NaCl 처리 농도가 7.5 mM일 때 각각 1,367 mg/100 g 및 1,485 mg/100 g으로 가장 높은 함량을 나타냈다. 항산화 활성 분석을 위한 ABTS 및 DPPH 라디칼 소거능의 경우 수경재배 NaCl 4 mM 처리구에서 각각 23.8 mg TEAC/g sample 및 16.27 mg TEAC/g sample 소거 활성을 나타냈다. 또한 총 폴리페놀 함량은 수경 재배의 경우 NaCl 농도가 증가할수록 폴리페놀 함량이 높게 나타났으며, 상토재배의 경우 NaCl 처리구에서 함량이 감소하는 경향으로 나타내었으며($p < 0.05$), 총 플라보노이드 함량은 상토재배 시 NaCl 2 mM 처리 시 33.49 mg Catechin eq/g sample로 가장 높은 함량을 나타냈다. 이상의 결과를 살펴보면, 새싹밀은 재배방법 및 NaCl 농도별 처리에 따라 이화학적 특성 및 항산화 활성이 달라지며, 본 연구결과를 바탕으로 새싹밀을 활용한 건강기능성 식품 소재개발을 위한 적절한 재배 방법 선정에 도움을 줄 수 있을 것으로 판단한다.

감사의 글

본 연구결과는 농촌진흥청 연구사업(PJ013483032022), 농촌진흥청 국립식량과학원 전문연구원 과정 지원사업 및 농촌진흥청 학·연협동연구과정 지원사업에 의해 이루어진 것입니다.

References

- Bar-Sela G, Tsalic M, Fried G, Goldberg H. 2007. Wheat grass juice may improve hematological toxicity related to chemotherapy in breast cancer patients: A pilot study. *Nutr Cancer* 58:43-48
- Benincasa P, Galieni A, Manetta AC, Pace R, Guiducci M, Pisante M, Stagnari F. 2015. Phenolic compounds in grains, sprouts and wheatgrass of hulled and non-hulled wheat species. *J Sci Food Agric* 95:1795-1803
- Bistgani ZE, Hashemi M, DaCosta M, Craker L, Maggi F, Morshedloo MR. 2019. Effect of salinity stress on the physiological characteristics, phenolic compounds and antioxidant activity of *Thymus vulgaris* L. and *Thymus daenensis* Celak. *Ind Crops Prod* 135:311-320
- Blois MS. 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature* 181:1199-1200
- Caldwell CR, Britz SJ. 2006. Effect of supplemental ultraviolet radiation on the carotenoid and chlorophyll composition of green house-grown leaf lettuce (*Lactuca sativa* L.) cultivars. *J Food Compos Anal* 19:637-644
- Cha BC, Kim MD, Ryu HS. 2011. Effect of vitamin C, germanium oxide and selenium treatment on the during cultivation of sprouts. *Korean J Food Nutr* 24:226-232
- Cho JW, Kim CS. 2000. Response of growth and photosynthesis to NaCl stress in soybean (*Glycine max* L.) seedlings. *Korean J Environ Agric* 19:166-170
- Choi JH, Park YH, Lee SG, Lee SH, Yu MH, Lee MS, Park SH, Lee IS, Kim HJ. 2014. Antioxidant activities and α -glucosidase inhibition effects of chicories grown in hydroponics added with Cr^{3+} or selenium. *J Food Hyg Saf* 29:53-59
- Choi Y, Chiang M. 2017. Effect of jasmonic acid and NaCl on the growth of spearmint (*Mentha spicata* L.). *Prot Hortic Plant Fac* 26:133-139
- Falcioni G, Fedeli D, Tiano L, Calzuola I, Mancinelli L, Marsili V, Gianfranceschi G. 2002. Antioxidant activity of wheat sprout extract *in vitro*: Inhibition of DNA oxidative damage. *J Food Sci* 67:2918-2922
- Halliwell B, Aeschbach R, Lölliger J, Aruoma OI. 1995. The characterization of antioxidants. *Food Chem Toxicol* 33:601-617
- Iimure T, Kihara M, Hirota N, Zhou T, Hayashi K, Ito K. 2009. A method for production of γ -amino butyric acid (GABA) using barley bran supplemented with glutamate. *Food Res Int* 42:319-323
- Jeong EY, Sung BK, Song HY, Yang JY, Kim DK, Lee HS. 2010. Antioxidative and antimicrobial activities of active materials derived from *Triticum aestivum* sprouts. *J Korea Soc Appl Chem* 53:519-524
- Kim HY, Seo HY, Seo WD, Lee MJ, Ham H. 2019b. Evaluation of biological activities of wheat sprouts with different extraction solvents. *Korean J Food Nutr* 32:636-642
- Kim JH, Lee JM, Park YG, Chiang MH, Baik JA. 2021. Analysis of free amino acids and antioxidant components by NaCl treatment of Korean native *Apocynum lancifolium* Russanov. *J Agric Life Environ Sci* 33:299-310
- Kim JY, Seong PM, Lee DB, Chung NJ. 2019a. Growth and physiological characteristics in a halophyte *Suaeda glauca* under different NaCl concentrations. *Korean J Crop Sci* 64:48-54
- Kim KC, Kim JS. 2021. Comparative analysis of hydroponically cultivated barley sprouts yield, polyphenol and mineral content by nutrient solution treatment. *J Plant Biotechnol*

- 48:193-200
- Kim SH, Choi HJ, Oh HT, Chung MJ, Cui CB, Ham SS. 2008. Cytoprotective effect by antioxidant activity of *Codonopsis lanveloata* and *Platycodon grandiflorum* ethyl acetate fraction in human HepG2 cells. *Korean J Food Sci Technol* 40:696-701
- Kwon SM, Jeong HW, Lee HR, Jo HG, Hwang HS, Hwang SJ. 2021. Growth and bioactive compound contents of *Glehnia littoralis* Fr. Schmidt ex Miquel as affected by different NaCl concentrations and treatment timing on nutrient solution of hydroponic system. *J Bio-Environ Control* 30: 101-109
- Lee KS, Choi SY, Choi CW. 1995. Effect of NaCl concentration on germination and seedling growth of Italian ryegrass. *Korean J Crop Sci* 40:340-350
- Lee YR. 2021. Biological activities of extracts from leaf of *Angelica gigas* Nakai. *Korean J Food Nutr* 34:181-186
- Müller I, Schmid B, Weiner J. 2000. The effect of nutrient availability on biomass allocation patterns in 27 species of herbaceous plants. *Perspect Plant Ecol Evol Syst* 3:115-127
- Okarter N. 2012. Phenolic compounds from the insoluble-bound fraction of whole grains do not have any cellular antioxidant activity. *Life Sci Med Res* 2012:LSMR-37
- Powers SK, Ji LL, Kavazis AN, Jackson MJ. 2011. Reactive oxygen species: Impact on skeletal muscle. *Compr Physiol* 1:941-969
- Shabala S, Wu H, Bose J. 2015. Salt stress sensing and early signalling events in plant roots: Current knowledge and hypothesis. *Plant Sci* 241:109-119
- Shim D, Nam KJ, Kim YH. 2018. Analysis of antioxidant enzyme activity during seedling growth of *Leymus chinensis* Trin under salt and dehydration stresses. *J Life Sci* 28: 772-777
- Shon YG, Choi SH, Kim SR, Park EJ, Park DM, Lee JJ. 2003. Effect of NaCl stress on the alteration of inorganic ion and soluble amino acid level in sea club rush and rice seedlings. *Korean J Weed Sci* 23:343-350
- Singh K, Pannu MS, Singh P, Singh J. 2010. Effect of wheat grass tablets on the frequency of blood transfusions in thalassemia major. *Indian J Pediatr* 77:90-91
- Tudek B, Peryt B, Miłoszewska J, Szymczyk T, Przybyszewska M, Janik P. 1988. The effect of wheat sprout extract on benzo(a)pyrene and 7,2-dimethylbenz(a)anthracene activity. *Neoplasma* 35:515-523
- Wang M, Li J, Rangarajan M, Shao Y, LaVoie EJ, Huang TC, Ho CT. 1998. Antioxidative phenolic compounds from sage (*Salvia officinalis*). *J Agric Food Chem* 46:4869-4873
- Woo KS, Song SB, Ko JY, Lee JS, Jung TW, Jeong HS. 2015. Changes in antioxidant contents and activities of adzuki beans according to germination time. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 44:687-694
- Yang JY, Song SY, Seo WD, Lee MJ, Kim HY. 2021. Evaluation of the antioxidant activity of wheat sprouts produced by different cultivation methods and harvest times. *Korean J Food Nutr* 34:584-592
- Yi B, Kasai H, Lee HS, Kang Y, Park JY, Yang M. 2011. Inhibition by wheat sprout (*Triticum aestivum*) juice of bisphenol A-induced oxidative stress in young women. *Mutat Res Genet Toxicol Environ Mutagen* 724:64-68
- You S, Moon J. 2016. Study on the whitening effect and deterrent effect on gene expression of MMP-1 in wheat sprout extracts. *J Korean Oil Chem Soc* 33:13-22
- Yun HK, Seo TC, Park D, Choi KY, Jang YA. 2004. Effect of selenium source and concentrations on growth and quality of endive and Pak-choi in deep flow culture. *Kor J Horticult Sci Technol* 22:151-155

Received 04 March, 2022

Revised 07 June, 2022

Accepted 13 June, 2022

발효 당귀분말을 첨가한 쿠키의 품질 특성

†엄현주 · 강혜정* · 안도균* · 박혜진 · 김주형** · 윤향식**

충청북도농업기술원 지방농업연구소, *충청북도농업기술원 연구원, **충청북도농업기술원 지방농업연구관

Quality Characterization of Cookies with Fermented *Angelica gigas* Nakai Powder

†Hyun-Ju Eom, Hye Jeong Kang*, Do-Kyun An*, Hye Jin Park, Ju-Hyoung Kim** and Hyang-Sik Yoon**

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

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

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

Abstract

The purpose of this study was to examine the quality characteristics of cookies made with *Angelica gigas* Nakai fermented by *Lactobacillus paracasei*. As the content of *Angelica gigas* Nakai fermented by *L. paracasei* (AFL) powder increased, the pH of the cookies decreased from 6.3 to 5.2. There was no significant difference in the moisture content depending on AFL powder content. The content of reducing sugar also increased with increasing AFL powder content. Regarding the surface color of the cookies, the L- and b-values decreased with increasing AFL powder content, whereas the a-value increased. As the AFL powder content increased, the total polyphenol content and ABTS and DPPH radical scavenging activities significantly increased. Cookies with 8% AFL powder (AC8) had the highest levels of 107.16 mg%, 38.69%, and 65.56%, respectively. The texture, adhesiveness, and cohesiveness of the cookies with various AFL powder levels were not significantly different, and hardness, springiness, gumminess, and chewiness showed no tendencies toward changes. Taken together, these results showed that when AFL powder was added to cookies, bioactivities such as antioxidant activity increased, making AFL powder a good material with high potential for use in commercially baked products.

Key words: fermentation, *Angelica gigas* Nakai, cookie, quality characterization

서 론

당귀(*Angelica gigas* Nakai)는 미나리과에 속하는 다년생 초본식물로 한국당귀는 참당귀 또는 토당귀, 일본은 일당귀, 중국은 중국당귀로 구분하며 성분과 효능에서 차이가 있다(Park 등 2007a). 참당귀는 새싹이 피기 전 뿌리를 건조하여 약용으로 이용되며, 주로 뿌리를 사용하는 반면, 짬채소로 많이 쓰이는 것은 일당귀의 잎이다(Choi 등 2017). 당귀의 약리작용으로는 피가 부족하거나 혈액순환이 원활하게 이루어지지 않을 때 치료제로써 사용되었고 산전산후 등의 부인과 질환에 유효한 약재로 알려져 있으며(Lee 등 2009), 그 외에

도 미백효과(Kim 등 2008), 멜라닌 생성 억제 효과(Kim 등 2014), 자외선 차단 효과(Park 등 2009), 당뇨합병증(Park 등 2011) 등의 개선효과 등 다양한 기능성이 보고되고 있다(Lee 등 2019).

당귀의 유효성분에는 decursin, decusinol angelate, umbelliferone, nodakenin peucedanone 등이 포함되어 있고(Kim 등 2011), 특히 뿌리에 높게 분포하고 있는 decursin과 decursinol angelate는 항산화능(Kil 등 2015), 지방암 세포 증식 억제(Park 등 2007b) 및 골관절염(Kwon 등 2015) 등 다양한 효능을 가지는 것으로 알려져 있다. 이런 기능성을 가진 당귀를 활용한 제품연구로 당귀분말을 첨가한 쿠키(Choi SH 2009), 어묵(Shin

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

등 2008), 식빵(Shin & Kim 2008), 파운드(Park & An 2012) 등이 있으며 일반적인 제품의 특성을 연구한 것으로 건강 기능성이나 생리활성을 같이 진행한 연구는 여전히 미흡하다.

소득 수준이 향상되고 육식 및 외식 등의 식생활 변화로 인해 고혈압, 비만, 동맥경화, 당뇨병 등 여러가지 질환에 노출되어 있고(Shin 등 2014) 이로 인해 소비자들은 건강기능성 식품에 대한 관심이 높아지게 되었으며 다양한 소비층을 위해 제과제빵 등 다양한 가공품 등에서 기능성 식품개발의 노력이 진행되고 있다(Ko HC 2010). 제과 중 쿠키는 수분함량이 적어 미생물의 변패가 적고 저장성이 좋으며 다양한 맛과 향을 가져 현대 소비자들에게 간식으로 이용되고 있다(Jang 등 2010). 맛이 달고 조직감이 우수해 특히 여성, 어린이 및 노인들이 애용하고 있으며, 최근에는 건강한 삶을 추구하는 소비자 니즈로 인해 기능성 물질이 첨가된 쿠키가 많이 개발되고 있다. 개발된 사례로는 표고버섯 가루 첨가 쿠키(Kim & Chung 2017), 클로렐라 분말 첨가 쿠키(Bang 등 2013), 흑미가루 쿠키(Lee & Oh 2006), 흑울피 쿠키(Son 등 2017), 쌀가루 첨가 울금쿠키(Choi SH 2012) 등 그 외에도 다양한 소재를 첨가한 쿠키 연구들이 진행되고 있다.

본 연구진은 제과연구 중 새로운 기능성 소재를 탐색하고자 특용작물 중 생리활성이 우수한 몇 가지 소재를 선정하였고, 특히 당귀는 자체보다는 미생물로 발효했을 때 decursin 등 유효성분이 증가한다는 보고(Park 등 2010)가 있어, 선행 실험으로 고초균(*Bacillus subtilis*), 효모(*Saccaromyces cerevisiae*) 및 유산균(*Lactobacillus paracasei*)으로 발효하였고, 이때 유산균으로 발효시킨 추출물이 생리활성이 증가하였고, 당귀 특유의 이취도 감소하는 것을 알 수 있었다. 따라서 본 연구에서는 소비자들이 건강기능성을 증가시킨 식품을 구매하려는 추세에 따라 유효성분이 우수한 당귀를 발효하여 쿠키로 제조하였고, 품질 특성 연구를 통해 새로운 건강기능성 쿠키로의 가능성을 확인해보고자 하였다.

재료 및 방법

1. 실험 재료

본 연구에 사용한 당귀는 자연초(Seoul, Korea)에서 가공하여 판매하는 국내산 참당귀 분말을 구매하였으며 당귀 유산균 발효물 쿠키를 만들기 위해 첨가한 유산균은 충북농업기술원에서 분리 및 특허 등록된 *Lactobacillus paracasei* KB28 (KACC91506P)를 사용하였다. 박력분(CJ Cheiljedang, Seoul, Korea), 달걀(Danongmart, Cheongju, Korea)과 슈가파우더(Saeromfood, Gyeonggi, Korea), 버터(Seoulmilk, Seoul, Korea)를 사용하였다.

2. 당귀 발효물 제조방법

당귀 발효물은 당귀분말 600 g과 증류수 900 mL(1:1.5)를 혼합하여 섞은 뒤 121 °C에서 15분 동안 멸균한 후 상온에서 식히고 *L. paracasei*를 5%(w/w) 접종 후 섞어 30 °C에서 48시간 동안 배양하고 동결건조기(PVTFD 30R, Ilshin, Dongducheon, Korea)에서 건조하여 사용하였다.

3. 쿠키 제조방법

당귀 발효물을 첨가한 쿠키 재료의 배합비는 논문(Park 등 2005; Lim 등 2009)을 참고하여 여러 번의 예비 실험 후 Table 1과 같이 배합하였다. 쿠키 제조 시 일반적으로 사용하는 크림법(creaming method)를 사용하여 버터를 거품기로 풀어준 후 슈가파우더를 첨가하여 혼합한 뒤 여기에 달걀을 조금씩 혼합하여 크림으로 만들어 사용하였다. 박력분과 동결건조한 발효당귀분말을 섞어주고 체친 후 주걱으로 저어준 뒤 크림과 혼합하여 반죽을 직육면체로 성형한 후 냉동실에 1시간 동안 휴지한 뒤 반죽을 10 mm 간격으로 썰어 윗불 180 °C, 밑불 170 °C에서 12분간 오븐(FDO-7103, Daeyung, Seoul, Korea)에 구워 실험에 사용하였다. 물성실험은 구운 후 1시간 상온에서 방냉하고 측정하였으며, 나머지 실험은 냉동실에 보관

Table 1. Formula for cookie with different levels of fermented *Angelica gigas* Nakai powder

Ingredient(g)	AC0 ²⁾	AC2	AC4	AC6	AC8
Soft flour	300	294	288	282	276
AFL ¹⁾	0	6	12	18	24
Egg	65	65	65	65	65
Sugar powder	170	170	170	170	170
Butter	215	215	215	215	215

¹⁾ *Angelica gigas* Nakai fermented by *L. paracasei*.

²⁾ AC0: control, AC2: cookie with 2% fermented *Angelica gigas* Nakai powder, AC4: cookie with 4% fermented *Angelica gigas* Nakai powder, AC6: cookie with 6% fermented *Angelica gigas* Nakai powder, AC8: cookie with 8% fermented *Angelica gigas* Nakai powder.

하면서 실험하였다. 대조구와 실험구는 모든 재료의 총량을 동일시하여 제조하였고, 동결건조한 당귀 발효물은 박력분 함량에 0~8%까지 첨가하였는데, 발효물을 넣지 않은 것은 대조구(AC0), 2% 발효물을 첨가한 것을 AC2, 4% 첨가(AC4), 6% 첨가(AC6) 및 8% 첨가(AC8)하여 명명하였다. 쿠키의 생리활성은 각각의 시료 100 g에 증류수를 2배 넣은 후 진탕 추출과 원심분리 및 감압여과(Adventec No.2, Tokyo, Japan) 후 측정하였다.

4. pH, 수분함량 및 환원당 측정

pH는 추출시료 20 mL를 취해서 pH meter(Sartorius, Goettingen, Germany)로 쿠키의 pH를 측정하였고 수분은 AOAC분석법(2002)에 따라 상압 가열 건조법을 사용하여 측정하였다. 환원당 측정은 dinitrosalicylic acid(DNS)법을 응용하여 당귀 발효물을 첨가한 쿠키의 환원당을 측정하였다(Luchsinger & Crnesky 1962). DNS 용액 400 μ L를 희석한 시료 200 μ L에 첨가 후 vortex 하였다. 이후 원심분리하여 5분간 끓는 물에 증탕하고 증류수 1 mL를 첨가하여 다시 섞어준 뒤 원심분리 후 550 nm에서 흡광도를 측정하였다. 환원당 함량(%)은 미리 측정한 glucose(Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA) 표준곡선을 이용하여 계산하였다.

5. 색도 및 쿠키 외관 관찰

쿠키의 색도 측정은 색도색차계(CM-3500d, Minolta, Tokyo, Japan)를 이용하여 측정하였다. 각각의 쿠키반죽 시료 10 g을 petri-dish에 고르게 담고 3회 측정된 값의 평균값으로 계산하였으며, 명도는 L값(lightness), 적색도는 a값(redness) 및 황색도는 b값(yellowness)으로 나타내었다. 표준백판의 값은 $L=96.89$, $a=-0.07$, $b=-0.18$ 이었다. 쿠키를 구운 후 실온에서 1시간 정도 식힌 후 외형 사진은 휴대용전화기의 카메라(Galaxy Note 10, Samsung, Suwon, Korea)를 사용하여 촬영하였다.

6. 총 폴리페놀 함량 측정

총 폴리페놀 함량은 추출물 50 μ L에 2% Na_2CO_3 1 mL를 혼합하여 3분 방치하고, 50% Folin-Ciocalteu's phenol reagent(Sigma-Aldrich) 50 μ L를 혼합하여 1시간 반응시킨 후 750 nm에서 흡광도 값을 측정하였다. 표준물질 gallic acid(Sigma-Aldrich)를 사용하여 검량선을 작성하였고, mg gallic acid equivalent(GAE)/g(dry basis)로 나타내었다 측정하였다(Amerinc & Ough 1980).

7. 항산화 활성

당귀 발효물을 첨가한 쿠키의 자유라디칼 소거능은 ABTS

라디칼 소거능 및 DPPH 라디칼 소거능을 측정하였다. ABTS(2,2'-azino-3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) 라디칼 소거능은 7.4 mM ABTS(Sigma-Aldrich co.)와 2.6 mM potassium persulfate을 하루 동안 암소에 방치하여 ABTS 양이온을 형성시킨 후 이 용액을 735 nm에서 흡광도가 1.4~1.5가 되도록 증류수로 희석하였다. 희석된 ABTS 용액 1 mL에 추출한 시료 50 μ L를 가하여 30분간 반응시킨 후 흡광도를 측정하였다. ABTS 라디칼의 소거능은 시료 첨가구와 시료를 첨가하지 않은 경우의 흡광도를 백분율로 나타내었다(Re 등 1999). DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) 라디칼 소거능은 0.4 mM DPPH(Sigma-Aldrich co.) 용액을 흡광도 값이 1.3~1.4가 되도록 희석한 후 추출물 0.2 mL에 DPPH 용액 0.8 mL를 가한 후 실온에서 30분간 방치한 후 525 nm에서 흡광도를 측정하였고, 전자공여능은 시료 첨가구와 비첨가구의 흡광도 차이를 백분율(%)로 나타내었다(Choi 등 2003).

8. 물성 측정

쿠키의 물성은 Texture Analyzer(TMS-Pro, Food Technology Co., Sterling, VA, USA)를 사용하였으며, 경도(hardness), 부착성(adhesiveness), 응집성(cohesiveness), 탄력성(springiness), 점착성(gumminess), 씹힘성(chewiness)을 측정하였다. 모든 분석은 10회 반복 측정하여 평균값을 나타내었다.

9. 통계처리

물성의 경우 10회 반복 측정하였고, 그 외 시험들은 3회 반복 측정하였으며 결과는 $\text{mean} \pm \text{S.D.}$ 로 표현하였다. 통계 처리는 SPSS(Statistical Package for the Social Science, Ver. 12.0 SPSS Inc., Chicago, IL, USA)를 이용하여 분산분석(ANOVA)을 실시한 후 Duncan's multiple range test로 $p < 0.05$ 수준에서 측정값 간의 유의성을 검정하였다.

결과 및 고찰

1. 쿠키의 pH, 수분함량 및 환원당

당귀 발효물을 첨가한 쿠키의 pH, 수분함량 및 환원당의 결과는 Table 2와 같다. 우선 pH의 경우, 당귀 발효물을 첨가하지 않은 대조구의 경우 6.30이었고, 당귀 발효물을 첨가할수록 낮아져, 박력분의 8% 발효물을 첨가한 AC8 실험구는 5.20로 당귀 발효물을 첨가할수록 유의적으로 낮아지는 경향성을 보였으며($p < 0.05$), 이는 당귀 발효물의 pH가 박력분보다 다소 낮기 때문이라 판단된다. 부재료가 다른 쿠키를 제조한 선행연구 중 가시파래를 첨가하거나(Kim 등 2020), 아로니아 분말을 첨가(Lee & Yoon 2016)한 쿠키의 경우 부재료 함량이 증가할수록 pH가 유의적으로 감소하는 경향을 보여

Table 2. pH, moisture content and reducing sugar of cookie with fermented *Angelica gigas* Nakai powder

	AC0 ¹⁾	AC2	AC4	AC6	AC8
pH	6.30±0.02 ^{a2)}	5.97±0.02 ^b	5.56±0.01 ^c	5.44±0.02 ^d	5.20±0.01 ^c
Moisture content(%)	6.49±1.05 ^a	7.41±3.48 ^a	8.34±1.71 ^a	5.32±0.02 ^a	5.76±0.33 ^a
Reducing sugar(%)	0.37±0.01 ^c	0.51±0.01 ^d	0.54±0.01 ^c	0.58±0.01 ^b	0.64±0.01 ^a

¹⁾ AC0: control, AC2: cookie with 2% fermented *Angelica gigas* Nakai powder, AC4: cookie with 4% fermented *Angelica gigas* Nakai powder, AC6: cookie with 6% fermented *Angelica gigas* Nakai powder, AC8: cookie with 8% fermented *Angelica gigas* Nakai powder

²⁾ Different small letters(^{a-c}) values within a row are significantly by Duncan's multiple range test ($p < 0.05$).

본 연구와 동일한 결과를 나타냈다. 이런 결과는 부재료 자체의 pH가 낮거나 부재료에 함유된 당류, 유기산 등이 휴지 및 가열 등에 의해 pH가 감소하는 것(Shin 등 2007)으로 추측된다.

다음으로 당귀 발효물을 첨가한 쿠키의 수분함량은 대조구에서 6.50%를 나타냈고 당귀 발효물을 4% 첨가한 실험구에서 8.34%로 가장 높은 수분함량을 보였으나 그 외 실험구에서 5.319~7.41%를 나타내 첨가량에 따른 유의적인 차이는 보이지 않았다. 흑미 미강을 첨가한 쿠키(Joo & Choi 2012)에서는 부재료 첨가가 수분함량에 영향을 미치지 않았고, 아로니아 분말을 첨가한 쿠키(Lee & Yoon 2016) 또한 일정한 경향을 보이지 않는 결과를 보였다. 그러나 미나리 분말을 첨가한 쿠키(Lee WG 2015)에서는 부재료를 첨가할수록 수분함량이 증가하여 시료간 유의적인 차이를 보였고, 오디 분말을 첨가한 쿠키 또한 부재료 첨가량이 증가할수록 수분함량이 증가한다고 하였는데 이는 오디가루의 수분함량이 밀가루의 수분함량보다 많았기 때문이다(Park 등 2008).

당귀 발효물을 첨가한 쿠키의 환원당을 측정된 결과, 대조구 AC0의 경우는 0.37%였지만, 당귀 발효물을 8% 첨가한 AC8의 경우 0.64%로 측정되어, 결론적으로 당귀 발효물의 함량이 증가할수록 환원당의 함량 또한 유의적으로 증가하는 경향을 나타냈다. 이는 참당귀의 유리당 성분 중 fructose가 가장 많기 때문에(Lee 등 2009) 당귀 발효물의 총량이 증

가하며 환원당 함량이 증가한 것으로 추측할 수 있다. 숙성 흑율피 첨가 쿠키에서도 부재료 첨가 시 환원당이 4.5%까지 증가하는 경향을 나타내었는데 이는 숙성 흑율피 자체의 환원당 함량이 11%로 높기 때문이며(Son 등 2017) 가시파래를 첨가한 쿠키에서도 부재료 첨가 시 환원당 함량이 0.43%로 증가하는 경향을 보였고 이는 가시파래에 함유된 과당 때문이라고 추측하였다(Kim 등 2020).

2. 쿠키의 색도 및 외형 사진

당귀 발효물을 첨가하여 제조한 쿠키의 색도와 외관 관찰 결과는 Table 3 및 Fig. 1과 같다. 쿠키 표면의 밝은 정도를 나타내는 L값은 대조구가 75.50으로 가장 높았고, 당귀 발효물 첨가량에 따라 유의적으로 감소하였다. 외관사진에서 보듯이 대조구가 가장 밝고 당귀 발효물을 첨가할수록 어두워지는 것을 보아 명도 값과 일치하는 결과를 나타냈다(Fig. 1). 적색도(a값)는 대조구가 3.84였으며, 발효물의 첨가량이 많아질수록 유의적으로 증가하는 경향을 보였다. 마지막으로 황색도(b값)는 발효물의 첨가량이 증가할수록 감소하는 경향을 나타냈다.

흑미의 미강을 첨가한 쿠키(Joo & Choi 2012)에서도 우영분말을 첨가한 쿠키(Kim 등 2017)의 경우에는 본 연구와 동일한 변화를 보여 명도와 황색도는 첨가량이 증가할수록 감소하였고, 적색도 반대로 증가하였다. 쿠키에 흑미의 미강을

Table 3. Color value of cookie with fermented *Angelica gigas* Nakai powder

Sample	L value	A value	B value
AC0 ¹⁾	75.50±0.82 ^{a2)}	3.84±0.31 ^c	35.94±0.79 ^a
AC2	72.80±0.64 ^b	4.40±0.30 ^{bc}	32.27±0.91 ^b
AC4	68.58±0.42 ^c	4.90±0.17 ^{ab}	30.63±0.60 ^{bc}
AC6	67.26±0.52 ^d	4.81±0.44 ^{ab}	27.91±1.82 ^d
AC8	64.35±1.50 ^e	5.25±0.34 ^a	28.84±0.54 ^{cd}

¹⁾ AC0: control, AC2: cookie with 2% fermented *Angelica gigas* Nakai powder, AC4: cookie with 4% fermented *Angelica gigas* Nakai powder, AC6: cookie with 6% fermented *Angelica gigas* Nakai powder, AC8: cookie with 8% fermented *Angelica gigas* Nakai powder.

²⁾ Different small letters(^{a-e}) values within a column are significantly by Duncan's multiple range test ($p < 0.05$).

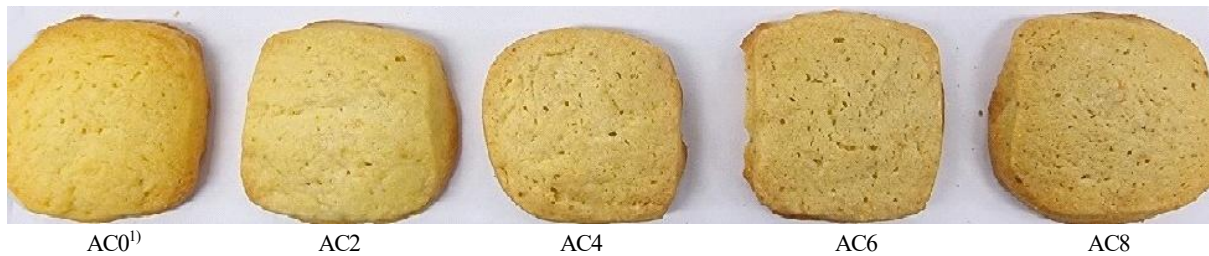


Fig. 1. Appearance of cookie with fermented *Angelica gigas* Nakai powder. ¹⁾ AC0: control, AC2: cookie with 2% fermented *Angelica gigas* Nakai powder, AC4: cookie with 4% fermented *Angelica gigas* Nakai powder, AC6: cookie with 6% fermented *Angelica gigas* Nakai powder, AC8: cookie with 8% fermented *Angelica gigas* Nakai powder.

첨가한 쿠키의 색은 일정 조건에서 주로 당 성분에 의해 영향을 받는데 환원당에 의한 maillard 반응, 열에 불안정한 당이 caramelization 반응에 의해 갈변화가 되어 쿠키의 색에 영향을 준 것으로 보인다(박 등 2005).

반면, 울금 분말 첨가 쿠키(Ju & Hong 2011)는 분말을 첨가할수록 명도는 감소하고 적색도와 황색도는 증가하는 경향을 보였으며, 오디 분말 첨가 쿠키(Park 등 2008)는 분말을 첨가할수록 명도는 감소하고 적색도는 일정수준까지 증가하다가 감소하며 황색도는 감소하는 경향을 보여 본 연구와는 상이한 결과를 보였다. 이와 같은 결과는 재료에 있는 당뿐만 아니라 첨가하는 재료 본연의 색소 차이가 또한 큰 영향을 주기 때문이다(Ju & Hong 2011).

3. 당귀 발효물 첨가 쿠키의 총 폴리페놀 함량 및 항산화 활성과 상관관계 분석

당귀 발효물을 첨가한 쿠키의 총 폴리페놀 및 항산화 활성은 Table 4에 나타내었다. 먼저, 당귀 발효물의 함량을 달리 하여 제조한 쿠키의 총 폴리페놀 함량은 당귀 발효물을 첨가할수록 증가하여 대조구가 58.06 mg%였으나 당귀 발효물을 8% 함유한 쿠키(AC8)는 107.15 mg%로 유의적으로 증가하였다($p < 0.05$). 당귀 발효물을 첨가한 쿠키의 ABTS 라디칼 소거

능을 분석하기 위하여 각각의 시료를 4배 희석하여 측정할 결과, 당귀 발효물을 첨가하지 않은 대조구가 21.46%로 가장 낮았고, 당귀 발효물을 첨가할수록 유의적으로 증가하여 AC2 24.61%, AC4 33.33%, AC6 34.07% 및 AC8 38.69%로 나타났다. 또한 당귀 발효물 첨가 쿠키의 DPPH 라디칼 소거능도 또한 동일한 희석배수에서 측정하였으며, 그 결과 당귀 발효물의 함량이 증가할수록 유의적으로 증가하여 대조구의 경우 8.36%였으나 당귀 발효물을 8% 함유한 쿠키인 AC8은 65.56%로 증가하는 것으로 나타났다.

흑미 미강 쿠키(Joo & Choi 2012), 우엉 쿠키(Kim 등 2017) 및 머위 쿠키(Choi & Sim 2021)의 연구에서도 부재료의 분말을 쿠키에 첨가하여 생리활성 측정 시 총 폴리페놀 함량 및 DPPH 자유 라디칼 소거능이 부재료 분말 첨가량에 비례하여 활성이 증가하는 것으로 확인되었다. ABTS 자유 라디칼 소거능은 카카오빈 허스크 분말 첨가량에 비례하여 활성이 증가하는 것으로 나타났고(Kim 등 2021), 반면 아로니아 분말을 첨가한 연구에서는 첨가량에 비례하여 증가하였으나 일정 수치를 넘어가면 감소하는 결과를 보여주었다(Lee & Yoon 2016).

참당귀에는 decursin, decursinol angelate 등 지용성 유효물질(Kim 등 2011)과 칼륨, 마그네슘, 칼슘이 많은 무기질 성분

Table 4. Total polyphenol and antioxidant activities of cookie with fermented *Angelica gigas* Nakai powder

Sample	Total polyphenol content (mg%)	ABTS radical scavenging activity (%)	DPPH radical scavenging activity (%)
AC0 ¹⁾	58.06±1.41 ^{e2)}	21.46±0.10 ^d	8.36±2.82 ^c
AC2	69.56±3.20 ^d	24.61±0.65 ^c	15.88±1.88 ^d
AC4	86.01±3.20 ^c	33.33±1.42 ^b	41.47±0.52 ^c
AC6	91.52±3.43 ^b	34.07±1.40 ^b	49.89±0.40 ^b
AC8	107.16±3.24 ^a	38.69±0.32 ^a	65.56±0.63 ^a

¹⁾ AC0: control, AC2: cookie with 2% fermented *Angelica gigas* Nakai powder, AC4: cookie with 4% fermented *Angelica gigas* Nakai powder, AC6: cookie with 6% fermented *Angelica gigas* Nakai powder, AC8: cookie with 8% fermented *Angelica gigas* Nakai powder.

²⁾ Different small letters(^{a-c}) values within a column are significantly by Duncan's multiple range test ($p < 0.05$).

및 일반성분, 필수아미노산, 유리아미노산, 단백질 등 다양한 성분(Kil 등 2015)을 함유하고 있어 부재료로 첨가할 경우 항산화 활성이 증가한다고 예측할 수 있다.

당귀 발효물 첨가량에 따른 쿠키의 ABTS 및 DPPH 자유 라디칼 소거능과 총 폴리페놀 함량의 상관관계를 분석한 결과는 Table 5와 같다. 기능성 성분 간의 상관관계는 ABTS 및 DPPH 자유 라디칼 소거능과 총 폴리페놀 모두 양의 상관관계를 나타내었으며 ABTS 자유 라디칼 소거능과 DPPH 자유 라디칼 소거능, 총 폴리페놀 함량과 DPPH 자유 라디칼 소거능, 총 폴리페놀 함량과 ABTS 자유 라디칼 소거능 함량 간의 상관관계수가 각각 0.985, 0.980, 0.973($p < 0.01$)로 높은 상관관계를 나타내었다. 본 연구는 당귀 발효물 첨가량에 따른 쿠키의 기능성 성분이 항산화 활성에 영향을 준 것으로 판단된다.

4. 쿠키의 물성 측정

당귀 발효물을 첨가한 쿠키의 물성 측정 결과는 Table 6과 같다. 당귀 발효물을 2~8% 첨가하여 제조한 쿠키의 경도는 244.17~380.13 g/cm²로 대조구에 비해 유의적인 차이가 있으나, 경향성이 없었다. 당귀 발효물 4% 첨가 쿠키 AC4에서 가장 높은 경도를 보여 발효물이 증가하면서 경도도 증가하는 경향을 보였으나, 이후 감소하였다($p < 0.05$). 부착성은 0.117~0.188 g/s, 응집성은 0.250~0.266%로 대조구와 실험구 간에 유의적인 차이를 나타내지 않았고 탄력성은 대조구 2.443%, 실험구 2.040~2.150%로 감소한 경향을 보였으나, 시

료간의 유의적인 차이는 없었다. 부착성은 60.75~101.15 g/cm²로 경향성을 보이지 않았으며 씹힘성 123.85~218.35 g으로 유의적인 차이를 보였으나 뚜렷한 경향성은 나타나지 않았다.

오디 분말을 첨가한 쿠키(Park 등 2008)는 부재료 첨가 시 경도가 감소하였으나 유의적인 차이는 없었고, 응집성은 전체적으로 비슷하여 유의적인 차이를 보이지 않았으며 탄력성은 부재료 3% 첨가 시 가장 높았으나 유의적인 차이를 보이지 않았다. 흑토마토를 첨가한 쿠키는 부재료 첨가 시 경도가 증가하는 경향을 보였고 이는 흑토마토 첨가 시 반죽의 밀도가 낮아지며 경도가 증가한 것이라고 판단하였다(O 등 2016). 울금 분말을 첨가한 쿠키(Ju & Hong 2011)에서는 부재료 첨가 시 유의적으로 경도가 증가하였고 이는 부재료 첨가 시 수분함량이 감소되어 경도가 증가했기 때문이라고 판단하였다.

쿠키의 조직감 중 가장 중요한 경도는 부재료의 수분이나 당함량, 반죽의 밀도, 설탕의 첨가 등으로 단일 특성이 아니라 여러 가지 복합적인 특성들에 의하여 나타난다고 보고하고 있어(O 등 2016; Park 등 2022), 본 연구에서의 경향성도 여러 가지 복합적인 반응에 의한 것으로 판단되며, 슈가파우더 첨가, 부재료에서 오는 환원당의 증가 등으로 경도가 증가하다가 박력분의 일부가 당귀 발효물로 대체되어 반죽에서 글루텐 망상구조 형성이 덜 생성되어 경도가 다시 감소한 것으로 생각된다.

Table 5. Correlation coefficients among total polyphenol contents (TPC), ABTS and DPPH free radical scavenging activity of cookie with fermented *Angelica gigas* Nakai powder

	DPPH	ABTS	TPC
DPPH	1	0.985**	0.980**
ABTS		1	0.973
TPC			1

Significant at $p < 0.01$.

Table 6. Textural properties evaluation of cookie with fermented *Angelica gigas* Nakai powder

Sample	Hardness (g/cm ²)	Adhesiveness (g/s)	Cohesiveness (%)	Springiness (%)	Gumminess (g/cm ²)	Chewiness (g)
AC0 ¹⁾	268.99 ^{c2)}	0.16 ^a	0.27 ^a	2.44 ^a	72.48 ^b	177.52 ^{ab}
AC2	253.57 ^{cd}	0.14 ^a	0.29 ^a	2.15 ^b	72.36 ^b	155.72 ^{bc}
AC4	380.13 ^a	0.12 ^a	0.27 ^a	2.15 ^b	101.15 ^a	218.35 ^a
AC6	350.62 ^b	0.16 ^a	0.26 ^a	2.11 ^b	89.30 ^a	188.28 ^{ab}
AC8	244.17 ^d	0.19 ^a	0.25 ^a	2.04 ^b	60.75 ^b	123.85 ^c

¹⁾ AC0: control, AC2: cookie with 2% fermented *Angelica gigas* Nakai powder, AC4: cookie with 4% fermented *Angelica gigas* Nakai powder, AC6: cookie with 6% fermented *Angelica gigas* Nakai powder, AC8: cookie with 8% fermented *Angelica gigas* Nakai powder.

²⁾ Different small letters(^{a-d}) values within a column are significantly by Duncan's multiple range test ($p < 0.05$).

요약 및 결론

본 연구는 당귀를 유산균인 *L. paracasei*로 발효시켜 동결 건조 분말을 제조한 뒤 쿠키에 첨가하여 기능성 쿠키의 새로운 소재로서의 가능성을 알아보고자 하였다. 당귀 발효물을 쿠키에 첨가할수록 pH는 유의적으로 감소하고 환원당은 반대로 증가하였으며, 수분함량은 첨가량에 따른 유의적인 차이가 없었다. 색도의 경우 당귀 발효물의 첨가량이 증가할수록 명도와 황색도는 유의적으로 감소하는 반면, 적색도는 증가하는 경향성을 보였다. 당귀 발효물의 함량을 달리하여 제조한 쿠키의 총 폴리페놀 함량, ABTS 및 DPPH 라디칼 소거능은 당귀 발효물을 첨가하지 않은 대조구가 가장 낮은 값을 나타냈고, 당귀 발효물을 첨가할수록 유의적으로 증가하여, 기능성 성분 간의 상관관계는 ABTS 및 DPPH 자유 라디칼 소거능과 총 폴리페놀 함량 모두 양의 상관관계를 나타내었다. 경도를 포함한 조직감에서도 유의적인 차이가 없거나 다소 경향성이 보이지 않아, 이 결과들을 종합해볼 때 당귀 발효물을 쿠키에 첨가하였을 때 조직감과 수분함량은 차이가 크지않고 항산화 활성 등 생리활성은 증가하여 제과 제품에 활용 가능성이 높은 좋은 소재라고 확인할 수 있었다.

References

- Amerine MA, Ough CS. 1980. Methods for Analysis of Musts and Wines. John Wiley & Sons
- AOAC. 2002. Official Methods of Analysis. 17th ed. pp.50-58. Association of Official Agricultural Chemists
- Bang BH, Kim KP, Jeong EJ. 2013. Quality characteristics of cookies that contain different amounts of chlorella powder. *Korean J Food Preserv* 20:798-804
- Choi HW, Sim KH. 2021. Antioxidant activities and quality characteristics of rice cookie with added butterbur (*Petasites japonicus*) powder. *Korean J Food Nutr* 34:1-14
- Choi JW, Lee JH, Kim WB, Kim CK, Jung HK, Hong YP, Kim JG. 2017. Changes in the quality and physiological activity of *Angelica acutiloba* leaves in various packaging materials during storage. *Korean J Plant Resour* 30:29-37
- Choi SH. 2009. Quality characteristics of cookies prepared with *Angelica gigas* Nakai powder. *Korean J Culin Res* 15: 309-321
- Choi SH. 2012. Quality characteristics of *Curcuma longa* L. cookies prepared with various levels of rice flour. *Korean J Culin Res* 18:215-226
- Choi Y, Kim M, Shin JJ, Park JM, Lee J. 2003. The antioxidant activities of the some commercial teas. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32:723-727
- Jang KH, Kwak EJ, Kang WW. 2010. Effect of rice bran powder on the quality characteristics of cookie. *Korean J Food Preserv* 17:631-636
- Joo SY, Choi HY. 2012. Antioxidant activity and quality characteristics of black rice bran cookies. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 41:182-191
- Ju SM, Hong KW. 2011. Quality characteristics and antioxidative effects of cookie prepareds with *Curcuma longa* L. powder. *J East Asian Soc Diet Life* 21:535-544
- Kil HY, Seong ES, Sim JM, Choi SK, Heo K, Yu CY. 2015. Characterization of inorganic components, free sugars, amino acids, and fatty acids in *Angelica gigas* Nakai. *Korean J Med Crop Sci* 23:454-459
- Kim CH, Kwon MC, Han JG, Na CS, Kwak HG, Choi GP, Park UY, Lee HY. 2008. Skin-whitening and UV-protective effects of *Angelica gigas* Nakai extracts on ultra high pressure extraction process. *Korean J Med Crop Sci* 16:255-260
- Kim HY, Kim KH, Yook HS. 2017. Quality characteristics of cookie with burdock (*Arctium lappa* L.) powder. *Korean J Food Cookery Sci* 33:325-332
- 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, Choi JH, Choi HY. 2021. Antioxidant activity and quality characteristics of cookies prepared with cacao bean husk(*Theobroma cacao* Linn.) powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 50:45-53
- Kim SA, Oh HK, Kim JY, Hong JW, Cho SI. 2011. A review of pharmacological effects of *Angelica gigas*, *Angelica sinensis*, *Angelica acutiloba* and their bioactive compounds. *J Korean Orient Med* 32:1-24
- Kim SJ, Kim DH, Baek SY, Kim MR. 2020. Physicochemical properties and antioxidant activities of butter cookies added with *Enteromorpha prolifera*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 49:695-703
- Kim YA, Park SH, Kim BY, Kim AH, Park BJ, Kim JJ. 2014. Inhibitory effects on melanin production of demethylsuberosin isolated from *Angelica gigas* Nakai. *Korean J Pharmacogn* 45:209-213
- Ko HC. 2010. Quality characteristics of sugar snap-cookie with added *Cornus fructus*. *J East Asian Soc Diet Life* 20: 957-962

- Kwon JH, Han MS, Lee BM, Lee YM. 2015. Inhibitory effect of *Angelica gigas* extract powder on induced inflammatory cytokines in rats osteoarthritis. *Anal Sci Technol* 28:260-269
- Lee JA, Yoon JY. 2016. The quality and antioxidant properties of cookies containing aronia powder. *Culin Sci Hosp Res* 22:179-189
- Lee JJ, Kim AR, Seo YN, Lee MY. 2009. Comparison of physicochemical composition of three species of genus *Angelica*. *Korean J Food Preserv* 16:94-100
- Lee JS, Oh MS. 2006. Quality characteristics of cookies with black rice flour. *Korean J Food Cookery Sci* 22:193-203
- Lee SH, Lee SH, Hong CO, Hur M, Han JW, Lee WM, Lee Y, Koo SC. 2019. Evaluation of the availability of bolting *Angelica gigas* Nakai. *Korean J Plant Resour* 32:318-324
- Lee WG. 2015. Quality characteristics of cookies added with dropwort powder. *Korean J Culin Res* 21:42-54
- Lim EJ, Huh CO, Kwon SH, Yi BS, Cho KR, Shin SG, Kim SY, Kim JY. 2009. Physical and sensory characteristics of cookies with added leek (*Allium tuberosum* Rottler) powder. *Korean J Food Nutr* 22:1-7
- Luchsinger WW, Cornesky RA. 1962. Reducing power by the dinitrosalicylic acid method. *Anal Biochem* 4:346-347
- O H, Choi BB, Song KY, Zhang Y, Kim YS. 2016. Quality and antioxidant properties of iced cookie with black tomato (*Lycopersicum esculentum*) powder. *Korean J Food Nutr* 29:65-72
- Park BH, Cho HS, Park SY. 2005. A study on the antioxidative effect and quality characteristics of cookies made with *Lycii fructus* powder. *Korean J Food Cookery Sci* 21:94-102
- Park GS, An SH. 2012. Quality characteristics of pound cake added with *Angelica gigas* Nakai powder. *Korean J Food Cookery Sci* 28:463-471
- Park GS, Lee JA, Shin YJ. 2008. Quality characteristics of cookie made with Oddi powder. *J East Asian Soc Diet Life* 18:1014-1021
- Park HY, Kwon SB, Heo NK, Chun WJ, Kim MJ, Kwon YS. 2011. Constituents of the stem of *Angelica gigas* with rat lens aldose reductase inhibitory activity. *J Korean Soc Appl Biol Chem* 54:194-199
- Park JH, Jung JW, Kweon KT, Seo MJ, Seo EK, Park YK, Lee JH. 2010. Nodakenin and decursin contents of fermented *Angelicae gigantis* radix by 4 species strain. *Korea J Herbol* 25:7-10
- Park KW, Choi SR, Hong HR, Kim JY, Shon MY, Seo KI. 2007a. Biological activities of methanol extract of *Angelica gigas* Nakai. *Korean J Food Preserv* 14:655-661
- Park KW, Choi SR, Yang HS, Cho HW, Kang KS, Seo KI. 2007b. Anti-proliferation effects of decursin from *Angelica gigas* Nakai in the MCF-7 cells treated with environmental hormones. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 36:825-831
- Park MH, Lee SM, Kim MO. 2022. Quality characteristics and antioxidant activity of cookies with black ginseng powder. *Korean J Food Nutr* 35:34-42
- Park SK, Hong SK, Kim HJ, Kim BY, Kim T, Kang JS, Kim D. 2009. Cosmetic effect of *Angelica gigas* Nakai root extracts. *Korean Chem Eng Res* 47:553-557
- Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, Rice-Evans C. 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radic Biol Med* 26:1231-1237
- Shin DS, Yoo YM, Park BR. 2014. Quality characteristics of iced pumpkin paste cookies prepared using different fat and fatty oils. *Korean J Food Cookery Sci* 30:509-516
- Shin GM, Kim DY. 2008. Rheological properties of white pan bread dough prepared with *Angelica gigas* Nakai powder. *Korean J Food Preserv* 15:542-549
- Shin JH, Lee SJ, Choi DJ, Kwen OC. 2007. Quality characteristics of cookies with added concentrations of garlic juice. *Korean J Food Cookery Sci* 23:609-614
- Shin YJ, Lee JA, Park GS. 2008. Quality characteristics of fish paste containing *Angelicae gigantis* radix powder. *Korean J Food Cookery Sci* 24:699-705
- Son E, Park SY, Kim MR. 2017. Antioxidant activities and quality characteristics of cookies added with aged black chestnut inner shell. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 46:202-209

Received 14 April, 2022
 Revised 07 June, 2022
 Accepted 13 June, 2022

한국식품영양학회 소식

• 일반소식

1. 2022년 05월 07일(토) : 제4차 이사회의 (준계 학술대회 준비)
2. 2022년 05월 20일(금) : 2022년 한국식품영양학회 춘계학술대회 개최
3. 2022년 05월 20일(금) : 춘계학술대회 총회 개최, 의결안건으로 <제1호 의안> 2022년도 한국식품영양학회 예산승인 건을 의결함



제1호 의안. 2022년도 한국식품영양학회 예산승인 건

2022년 한국식품영양학회 예산안

[수입내역]		[지출내역]	
항목	금액(원)	항목	금액(원)
1. 회비	12,000,000	1. 학술지 발간비	43,300,000
(입회비)	800,000	학술지 발간비	22,000,000
(연회비)	7,700,000	심사료	8,000,000
신규회원	3,200,000	발송비	3,500,000
정회원	4,000,000	영문교정비	1,800,000
학생회원	300,000	Full-textJATSXML	8,000,000
도서관회원	200,000	2. 학술대회 개최비 등	34,000,000
(총신회비)	2,000,000	준계 학술대회	17,000,000
(기타 명의회)	1,500,000	추계 학술대회	17,000,000
2. 사업지원금	15,000,000	3. 회비	1,600,000
3. 부스사용료	4,000,000	과학기술단체총연합회 회비	1,000,000
4. 사업수익	84,500,000	과학학술지편집인 회비	600,000
광고수입	2,500,000	4. 인건비	20,000,000
논문제재료	50,000,000	임원인건비	11,000,000
논문투고료	4,000,000	편집간사인건비	9,000,000
학술대회 등록비	8,000,000	5. 회의비	12,000,000
논문당 인쇄	16,000,000	교통비	7,000,000
저작권료	4,000,000	식대	5,000,000
5. 강좌비		6. 유지 및 관리비	8,400,000
6. 이자수익	500,000	유지 관리비	6,000,000
7. 전기이월금	76,101,349	홈페이지 관리비	1,300,000
8. 기타		논문 표절 시스템	1,100,000
		7. 각종적립금	2,000,000
		8. 차기이월금	70,801,349
		9. 기타	
[수입합계]	192,101,349	[지출합계]	192,101,349

학술대회 일정

12:00 ~ 13:00	등록		
13:00 ~ 13:20	개회식, 개회사 한국식품영양학회 회장 이성호 교수(계명문화대학교)	사회	김미옥 교수(대구보건대학교)
Session 1: 식품안전관리 패러다임의 변화	좌장: 이수정 교수(부천대학교)		
13:20 ~ 13:50	기조강연: 포스트 코로나 시대 식품안전관리 패러다임 변화 - 발표자: 조재진 본부장(한국식품안전관리인증원)		
13:50 ~ 14:20	주제강연 1: 급식안전관리 패러다임의 변화 - 발표자: 이현숙 팀장(한대그린푸드)		
14:20 ~ 14:40	휴식		
Session 2: 식품안전관리 실제	좌장: 이경형 교수(한국교통대학교)		
14:40 ~ 15:10	주제강연 2: 방사능·방사선 & 식품안전 - 발표자: 권중호 명예교수(경북대학교)		
15:10 ~ 15:40	주제강연 3: 농산물안전관리 - 발표자: 김세리 연구관(농촌진흥청)		
15:40 ~ 16:00	휴식		
Session 3: 식품안전관리 제도와 방안	좌장: 노재필 교수(신구대학교)		
16:00 ~ 16:30	주제강연 4: 식품위생법 제개정 현황 - 발표자: 이경민 주무관(식품의약품안전처)		
16:30 ~ 17:00	주제강연 5: 유치원, 어린이집 주요 식중독 사례분석 및 위생관리 방안 - 발표자: 이선영 교수(충양대학교)		
17:00 ~ 17:20	종합토의		
	토론자: 정하숙 교수(덕성여자대학교), 김세리 연구관(농촌진흥청), 류혜숙 교수(상지대학교), 김중희 교수(서일대학교)		
17:20 ~ 17:40	정기총회 및 시상식(대상 및 우수포스터상)	사회	김미옥 교수(대구보건대학교)
17:40	폐회		

<2022년 한국식품영양학회 춘계학술대회일정>

<2022년도 한국식품영양학회 예산>

4. 2022년 05월 20일(금): 편집위원 및 윤리위원회 2차 서면회의
5. 2022년 06월 23일(목): 과총 2022년도 학술활동지원사업 (국내학술지, 학술대회) 선정
6. 2022년 06월 30일(목): 학회지 제35권 제3호 연구논문 7편 출판

• 학회 가입 및 회비 납부

1. 회원가입

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

홍보이사 : 서영호, E-mail : ksfan88@hanmail.net, 010-2506-9063

전화 : 053-589-7824, 팩스 : 053-589-7821

주소 : (우) 42601, 대구광역시 달서구 달서대로 675 계명문화대학교 식품영양조리학부내

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 : 황보미향, E-mail: mhhwangbo@kmcu.ac.kr, 010-2089-0093

• 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: 이연리, E-mail : foodnutr1@naver.com, 042-670-9246, 010-4400-7863

주소 : (우) 34504, 대전시 동구 충청로 21 대전보건대학교 식품영양과

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: 2022. . .

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)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 회원

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, 이사회의 승인을 받은 후 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, 이사회의 승인을 받은 후 회비를 납부한 사람으로 한다.
- ③ 단체회원은 입회원서를 제출하고, 이사회의 승인을 받은 후 회비를 납부한 단체로 한다.
- ④ 특별회원은 본 회의 발전을 위하여 특별찬조를 하고, 이사회의 의결을 거친 단체 또는 개인으로 한다.
- ⑤ 명예회원은 본회의 발전에 현저히 공헌을 하고, 정년퇴임을 한 정회원으로서 이사회의 의결을 거친 자로 하며, 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 없다.
- 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 이사회 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 학회지 및 정보지의 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.
13. 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 조언과 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 전반기(하계) 및 후반기(동계) 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 이사회 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 학회지 및 정보지의 편집과 보문의 심사에 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 이를 즉시 학회 홈페이지에 공개하여야 한다.
- 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 : 하계, 동계 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.

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.

한국식품영양학회 연구윤리 규정

2008년 6월 23일 제정

2016년 4월 21일 개정

2016년 12월 03일 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.

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 투고할 때에는 IRB의 승인과 연구대상자의 동의를 받았음을 논문에 명시하고, IRB 승인서 사본을 학회 이메일로 제출하여야 한다. IRB승인의 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 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.

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

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 corresponding author or senior author shall take responsibility for accuracy of data, the list of all authors, approval for final draft of all authors, all of the exchanges and responses to questions, and others by representing co-researchers. In addition, the corresponding author must be fully aware of that mistakes and omissions made by himself/herself and co-researchers have a great influences in their careers.

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 on human subjects, It should be noted in the paper that IRB approval and consent of the subject has been obtained. A copy of the IRB approval must be submitted by e-mail of society. The effective date of IRB approval is 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 The identity of the examinee shall not be disclosed and attention shall be paid to the protection of the honor and rights of the examinee until a judgement on alleged misconduct has been reached by the Committee.

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.

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

1. 한국식품영양학회지는 식품·영양에 관한 연구논문, 연구노트, 연구속보 및 총설 등을 게재한다. 단, 총설은 본 학회에서 위촉하거나, 편집위원회의 심의에 의해 정한 경우에 한한다.
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 심사 규정 및 편집규정에 따른다. 논문의 접수일은 논문이 본 학회 온라인 투고시스템에 도착한 날로 한다.
7. 전문가 심사과정은 논문 게재 시 학술지의 질적 향상을 위해 진행 한다. 모든 논문은 비공개로 진행되며 편집 이어나 편집위원에 의해 선정된 익명의 심사위원은 최소한 2명으로 한다. 심사위원들은 공정하게 심사한다. 논문 주제에 전문 지식을 가진 심사위원은 논문의 실험 설계 및 결과의 독창성, 중요성, 타당성이 유효한지를 평가한다. 논문 저자는 즉시 편집이사의 채택이나 불가 또는 수정 후 재심 결정을 통보 받는다. 심사위원은 논문 수정을 할 수 있고 수정된 내용에 대하여 채택 또는 불가를 편집이사에게 전달한다. 논문 저자는 편집이사로부터 최종 결정을 통보 받는다. 최종 수정된 논문은 한국식품영양학회 서식과 규정에 완전히 부합할 때 다음호에 게재 될 수 있다.
8. 논문은 국문 또는 영문으로 한글 또는 MS워드 파일을 사용하여 컴퓨터로 작성하되, 글씨 크기는 10~12포인트, 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 이

- 상인 경우에는 교신저자 성명 앞에 * 표시를 한다. 소속 기관이 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.
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 내외의 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, (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, Fig의 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 사용

하고 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. References의 배열은 저자의 영문성의 알파벳 순으로 한다. 인용문헌에서 게재 학회지의 약어는 국제 약어 기록 관례에 따른다. References의 기재 예는 다음과 같다.

1) 학술잡지

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

2) 단행본

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

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

3) Bulletin, 학위논문

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

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

4) 특허

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

5) 학회에서 구두 발표된 원고

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

6) 인터넷 규정

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

19. 논문 약호는 Chemical Abstracts에 준한다. 학술용어는 가능한 한 한글로 표기한다.
20. 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.
21. 교정은 초고에 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.
22. 투고자는 소정의 게재료를 납부하여야 한다. 또한 칼라 사진으로 인쇄할 경우나 30부 이상의 별책을 원할 경우에는 투고자가 실비를 부담한다.
23. 한 호에 게재되는 논문은 주 저자 1명 당 2편으로 제한하며 해당 월의 20일까지 편집완료된 30편 이내의 논문을 게재한다.
24. 본 규정에 명시되지 않은 사항은 편집위원회에서 결정한다.

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

※ 학회지 투고규정이 2016년 6월 16일자로 일부 변경되었습니다.
29권 4호 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

1. The journal of Korean Society of Food Science Nutrition shall publish review research articles, research notes, and provided, That reviews shall be published only in cases of appointment by the Society and deliberation of the Publishing Committee.
2. In principle, the first author and corresponding author among paper contributors shall be limited to only members of the Society excluding invited research papers.
3. Submitted manuscripts should not have been published before in any other journals.
4. The author should submit the manuscript electronically via online submission at the Society's website (<http://ksfn.kr>).
5. For information of Manuscript submission please contact the editor.
E-mail: foodnutr1@naver.com
6. Research paper review, selection, publishing order, printing order shall comply with review and publishing regulations. The receipt date of manuscript shall be the arrival date of manuscript by online submission to the Society.
7. Peer review
"Peer review" is used to help ensure the highest possible quality in published manuscripts. All manuscripts will be treated as confidential and will be critically read by at least two anonymous reviewers, selected by the editor and associate editors. Scientists with expertise in the subject matter will evaluate the manuscript for validity of the experimental design and results of originality, significance, and appropriateness to the journal. The corresponding author is notified as soon as possible of the editor's decision to accept, reject, or request minor or major revision of manuscripts. The editor will consider the revisions, and recommend to the editor-in-chief either to accept or reject the revised manuscript. The author will then be informed by the editor-in-chief of the final decision. When the final revised manuscript is completely acceptable according to the The Korean Society of Food and Nutrition format and criteria, it is scheduled for publication in the next available issue.
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.
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. About 5 keywords should be included at the bottom of the page. (All of the keywords should be

written in lowercase letters.)

11. Article structure should be in order of introduction, materials and methods (or research methods), results and discussion, summary and conclusion and references, in standard. In addition, the manuscript should be written in a continuous form regardless of page number.
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 arrangement of references shall be put in alphabetical order of author's last name.** Abbreviation of journal in cited references shall comply with international standards for abbreviation. The examples of cited references are as follows:

1) Academic Journal

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

2) Edited Books

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

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

3) Bulletin, Dissertations

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

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

4) Patents

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

5) Oral Presentation of Manuscript at Symposia

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

6) Internet Source

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

19. Article abbreviations should be presented in accordance with Chemical Abstracts. Academic terms, if possible, should be provided in Korean.

20. 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.

21. 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.

22. The paper contributor should pay the expenses for publication (50,000 KRW/page). In case of color printing of images and book publication with more than 30 volumes, the actual expenses must be paid by the paper contributors.

23. The number of published article per main author is limited to two in each issue, and 30 or less of fully edited papers will be submitted by the 20th of that month.

24. Any matters not explicitly stated in these regulations shall be determined by the Publishing Committee.

※ Guide for authors have been partially amended as of June 16th, 2016. Please refer to the guidelines for more details for manuscript submission commencing from **Volume 29, Issue 4**.

THE KOREAN JOURNAL OF FOOD AND NUTRITION

Vol. 35, No. 3 June 2022

pISSN : 1225-4339

eISSN : 2287-4992

Homepage : <http://ksfn.kr>

Full-text : www.eksfan.or.kr

President

Sung-Ho Lee (Keimyung College univ.)

Vice Presidents

Mi-Ok Kim (Daegu-Health College)

KyungSook Park (Jangan Univ.)

Ha Sook Chung (DukSung Women's Univ.)

Hye Sook Ryu(Sangji Univ.)

Jong-Sook Kwon(Shingu Univ.)

Jong Hee Kim(Seoil Univ.)

Seun-Hee Hong (Shingu College univ.)

Editor-in-Cheif

Seog-Won Lee(Yuhan Univ.)

Editors

Youn-Ri Lee(Daejeon Health Institute of Technology)

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.)

Yoon Sin Oh(Eulji Univ.)

Jee Young Yeon(Seowon Univ.)

Kim Hyun Jung (Jeju National Univ.)

Han Kyu-Ho(Obihiro Univ.)

Gyu Sang Han(Honam Univ.)

Samooel Jung(Chungnam National Univ.)

Ok-Sun Kim(Jangan Univ.)

Gwang Ok Kim(Gmcheon Univ.)

Young Mo Kim(Kwangju Women's Univ.)

Hyun Ju Kim(Daejeon Health Institute of Technology)

Se Ho Lee(Junganatafla)

Moon minsun(Food Safety Center, Samyang Corporatio)

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, Prof. Jean Kyung Paik, Department of Food and Nutrition, Eulji Univ., 553, Sanseong-daero, Sujeong-gu, Seongnam-si, 13135 Korea. (Cell: 82-10-2743-0402, E-mail: jkpaik2013@naver.com) The subscription price of this journal is Korean Won, ₩40,000 (US\$ 30.00 or equivalent) annually. Back issues are available.

Contact information

Manuscripts should be submitted via the online Manuscript Central website (<http://ksfn.kr>) Other correspondences can be sent by an e-mail to foodnutr1@naver.com (Editor, 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) 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, Kyung-In Women's University, 63 Gaeyangsan-ro Gaesan-gu, Incheon 21041 Korea
Tel: +82-032-540-0272, Fax: +82-32-540-0275 E-mail: ksfan88@hanmail.net

Editorial office of the Korean Journal of Food Science and Nutrition

Department of Food and Nutrition, 21 Chungjeong St., Dong-gu, Daejeon, 34504, Korea
Tel: +82-42-670-9246, Fax: +82-42-670-9595, E-mail: leeyounri@hit.ac.kr

Printed by Guhmok Publishing/Guhmok Info

259-1, Euljiro3-ga, Jung-gu, Seoul, 04549, Korea

Phone: +82-2-2277-3324, Fax: +82-2-2277-3390, E-mail: guhmok@guhmok.com

Editor-in-Chief

Professor, Seog-won Lee

Department of Hotel Tourism & Culinary Arts, Culinary Arts and Food Service Management Major, 590, Gyeongin-ro, Bucheon-si, Gyeonggi-do 14780, Korea

Cell: 010-5201-8325, E-mail: goodabba@yuhan.ac.kr

It is printed on acid-free paper.

Copyright ©2022 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.

한국식품영양관련학과

추천도서



영양사시험문제집

개정 제27판(6월 출간 예정)
2도 인쇄 | 값 38,000원

영양사요점정리

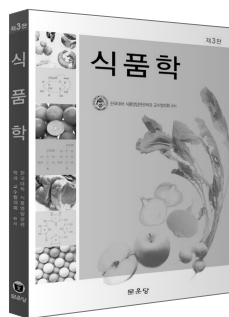
개정 제23판(7월 출간 예정)
2도 인쇄 | 값 38,000원

문운당 위생사 필기

제 9 판
2도 인쇄 | 값 39,000원

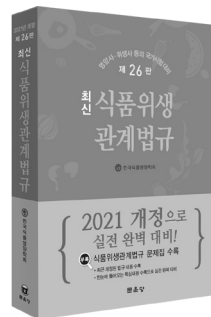
문운당 위생사 실기

제 9 판
4도 인쇄 | 값 29,000원



식품학

제 3 판 | 2도 인쇄
값 24,000원 | 강의용 보조자료(PPT) 제공

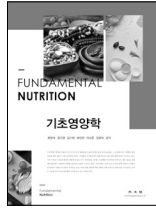


최신식품위생관계법규

개정 제27판(7월 출간 예정)
값 30,000원

문운당

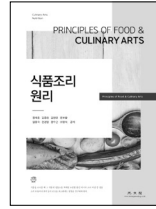
☎ 03068 서울특별시 종로구 혜화로 5길 16
Tel 02-762-6010 Fax 02-745-0265
E-mail munun2@chol.com | www.munundang.co.kr



기초영양학 [신간]
최향숙·김미옥·정지영 외 공저
컬러판 / 368쪽 / 정가 26,000원
영양학의 기본 지식인 5대 영양소의 기능, 소화와 흡수, 대사, 관련된 건강 문제에 대해서 중점적으로 다루었다.



식품위생관계법규편람 (개정 32판)
식품위생법규 교재편찬위원회 편저
46배판 / 420쪽 / 정가 20,000원
식품위생법규를 원문 그대로 단순히 옮기는 데 그치지 않고, 학습효과를 최대한 높이도록 편집하였다.



식품조리원리 [신간]
정재홍·김종현·김현영 외 공역
컬러판 / 360쪽 / 정가 25,000원
식품의 특성과 조리 과정 중의 변화 등을 중심으로 구성하였다.



식품재료학
김은미, 박문옥 외 공저 / 46배판
438쪽 / 정가 28,000원 / 컬러판
우리가 흔히 접하는 식품 재료 뿐만 아니라 눈에 보이지 않는 보조 재료까지 나누어 정리하였다.



흥미롭고 다양한 세계의 음식문화
정정희·정수근 외 공저 / 46배판
384쪽 / 정가 29,000원 / 컬러판
세계 각국의 다양한 음식문화를 접함으로써 기후와의 관계, 종교와의 관계, 그를 문화와의 관계 등을 이해할 수 있다.



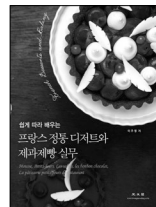
커피사전
西東社編集部 편 / 이정기 감수
288쪽 / 정가 24,000원 / A5, 컬러판
일반 사전과는 조금 달리 매우 실용적이며, 커피에 관한 모든 최신 정보를까지 간결하게 설명하고 있다.



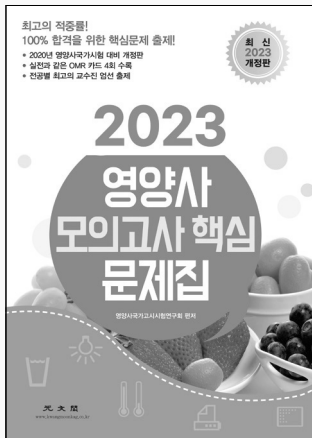
단체급식실습
이애량, 박경숙 외 공저 / 46배판
224쪽 / 정가 20,000원 / 컬러판
단체급식 실무에서 사용하고 있는 서식을 포함하여 급식관리 이론과 실습에 대한 내용을 서술하였다.



식생활관리
박경숙·최향숙·오윤재 외 공저 / 46배판
312쪽 / 정가 23,000원 / 컬러판
맛과 개성과 건강까지 생각하는 요즘, 집에서 누구나 따라할 수 있는 홈베이킹 입문서이자 전문서를 구상하였다.



프랑스정통디저트와 제과제빵 실무
이주영 저
46배판 / 368쪽 / 정가 35,000원
제과제빵 자격증 과정, 정통 프랑스 과자, 디저트 등을 쉽게 만들고 이해할 수 있다.



2023 영양사 모의고사 핵심 문제집

| 영양사국가고사시험연구회 편저 | 국배판(210mm×297mm) | 276쪽 | 값 26,000원 |

실전과 같은 모의고사
4회 수록

제1교시 영양학 및 생화학(60), 영양교육, 식사요법 및 생리학(60)
제2교시 식품학 및 조리원리(40), 급식, 위생 및 관계법규(60)

최고의 적중률! 100%합격을 위한 핵심문제출제! 실전과 같은 OMR카드 4회 수록

영양사 모의고사 핵심 문제집은 4회의 모의고사 문제로 영양사 시험 1, 2교시로 나누고, 220문제로 구성하고 각 4회 시험 마지막 부분에 정답과 해설을 첨부하여 정리할 수 있도록 편집하였다. 본 모의고사 문제는 다년간 영양사 국가고사에 출제 경험이 풍부한 식품영양학과 교수들 중심으로 국가시험 실전에 대비하여 수험생의 합격률을 높이기 위하여 최신 출제 문항과 적중률 높은 문항으로 구성하였다. 영양사 모의고사 핵심 문제는 그동안 학교에서 배운 시험 과목과 영양사 국가시험을 준비한 수험생이 최종적으로 자체 점검하는 영양사 국가고사를 대비한 실전 문제로 개발하였다.

제23회 식품위생관리사 시험안내

Korea Food Sanitation Management Association
한국식품위생관리협회
www.fsmc.co.kr
기타 문의 : 031) 955-2755

○ 식품위생관리사 및 응시 자격

식품의 구매에서 제조·가공·저장·유통·조리의 전 과정을 일관성 있게 관리·감독할 수 있는 기능인을 양성하고, 그에 합당한 자격을 부여하기 위해 신설된 민간 자격증이다.

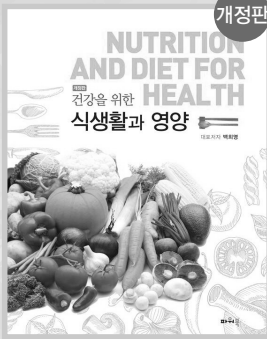
- ① 고등학교를 졸업하고 2년 이상 식품산업체 및 공공기관에서 근무 경력이 있는 자
 - ② 전문대학 이상의 보건, 위생, 식품, 영양, 환경 관련 학과에서 40학점 이상의 학점을 이수한 자
- 도서출판 광문각에서 발간된 《식품위생관리사시험 예상문제집》을 활용하면 많은 도움을 받을 수 있다.

○ 시험 과목 수·문제 수 및 배점 기준

1교시	단체급식관리(30) 식품매개 질병관리(30) 식품재료학(20)	2교시	HACCP 실무(30) 기초영양학(30)	객관식 5선다지 문항 당 1점 총점 140점
-----	--	-----	---------------------------	--------------------------------

○ 접수 신청 및 관련 사항

- 원서 접수 : 2022년 5월 18일(수)까지
- 시험 일자 : 2022년 5월 28일(토)
- 시험 장소 : 서울, 부산, 경기, 대구, 광주, 대전, 창원, 익산, 전주
- 신청 방법 : www.fsmc.co.kr 에 접속 후 제23회 식품위생관리사 자격시험 공고 참고
- 교재 문의 및 단체구입 : 도서출판 광문각 (031) 955-8787, 홈페이지 : www.kwangmoonkag.co.kr

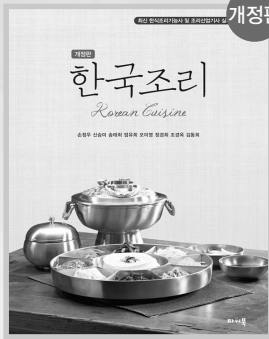


개정판

건강을 위한 식생활과 영양

백희영 · 이심열 · 안윤진 · 심재은
정자용 · 송윤주 · 김현주 · 김지혜
박은미 · 김동우

288쪽 | 값 20,000원
978-89-8160-442-4 (93590)

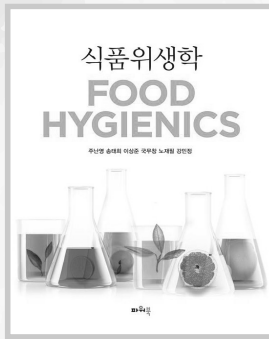


개정판

한국조리

손정우 · 신승미 · 송태희 · 엄유희
오미영 · 정경희 · 조경옥 · 김동희

248쪽 | 값 25,000원
978-89-8160-447-9 (93590)



식품위생학

주난영 · 송태희 · 이상준
국무창 · 노재필 · 강민정

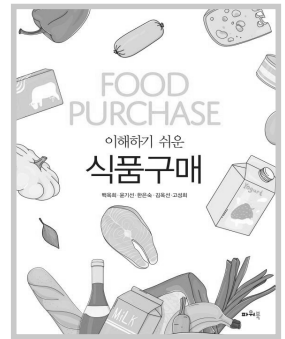
256쪽 | 값 22,000원
978-89-8160-445-5 (93590)



조리원리

변진원 · 송주은 · 김경임
이나겸 · 강민정

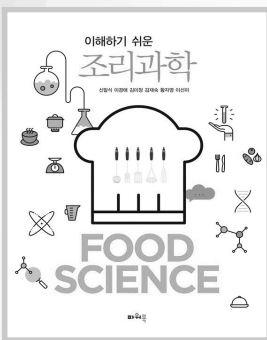
304쪽 | 값 23,000원
978-89-8160-446-2 (93590)



이해하기 쉬운 식품구매

백옥희 · 윤기선 · 한은숙
김옥선 · 고성희

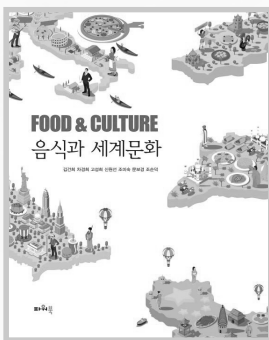
248쪽 | 값 22,000원
978-89-8160-424-0 (93590)



이해하기 쉬운 조리과학

신말식 · 이경애 · 김미정
김재숙 · 황자영 · 이선미

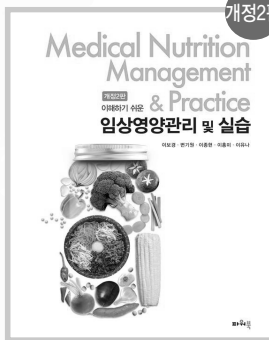
320쪽 | 값 23,000원
978-89-8160-425-7 (93590)



음식과 세계문화

김건희 · 차경희 · 고성희 · 신원선
조미숙 · 문보경 · 조순덕

304쪽 | 값 22,000원
78-89-8160-422-6 (93590)

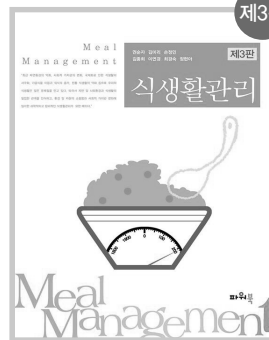


개정2판

이해하기 쉬운 임상영양관리 및 실습

이보경 · 변기원 · 이흥미
이종현 · 이유나

624쪽 | 값 30,000원
978-89-8160-448-6 (93590)



제3판

식생활관리

권순자 · 김미리 · 손정민 · 김종희
이연경 · 최경숙 · 정현아

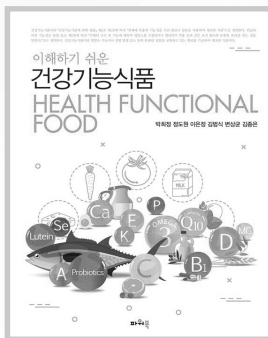
304쪽 | 값 22,000원
978-89-8160-171-3 (93590)



식품위생학

윤기선 · 엄애선 · 정윤경
김경임 · 이종경 · 구옥경

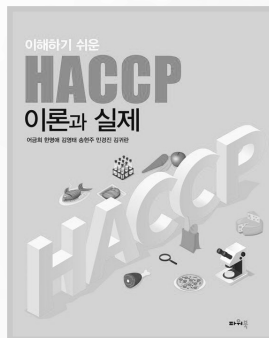
288쪽 | 값 22,000원
978-89-8160-378-6 (93590)



이해하기 쉬운 건강기능식품

박희정 · 정도원 · 이은정
김범식 · 변상균 · 김종은

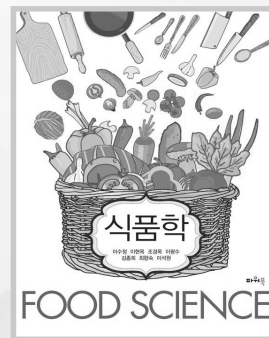
308쪽 | 값 23,000원
978-89-8160-390-8 (93590)



이해하기 쉬운 HACCP 이론과 실제

어금희 · 한명애 · 김영태
송현주 · 민경진 · 김귀란

304쪽 | 값 23,000원
978-89-8160-391-5 (93590)



식품학

이수정 · 이현옥 · 조경옥 · 이광수
김종희 · 최향숙 · 이석원

280쪽 | 값 22,000원
978-89-8160-389-2 (93590)



외식원가관리

백승희 · 신서영 · 차성미

208쪽 | 값 20,000원
978-89-8160-405-9 (93590)

www.powerbook.kr

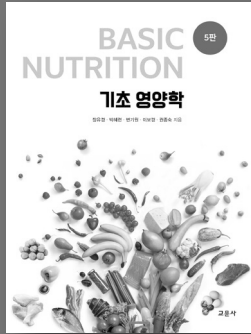
파워북

경기도 고양시 일산동구 호수로 358-25 동문타워 2차 529호

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

* 홈페이지 gyomoon.com 를 통해 네이버 스마트스토어에서 구입가능합니다.

교육 출판 60년, 미래가 더 기대되는 출판사



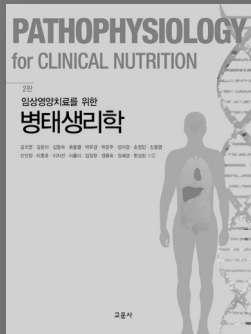
5판 기초영양학

장유경, 박혜련, 변기원,
이보경, 권중숙



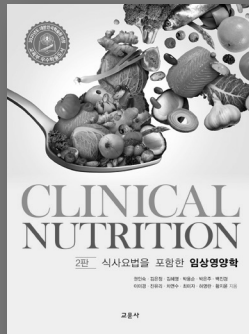
식생활관리

배현주, 백재은, 이경아, 류시현,
김옥선, 이영미, 권수연



2판 임상영양치료를 위한 병태생리학

김오연, 김은미, 김형숙, 류동열,
박유경, 박은주, 성미경, 손정민,
신동엽, 신민정, 이종호, 이지선,
이흥미, 임정현, 정윤숙, 정혜경,
한성림



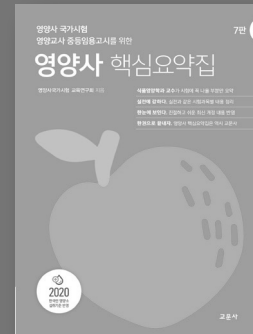
2판 식사요법을 포함한 임상영양학

권인숙, 김은정, 김혜영, 박용순,
박은주, 백진경, 이미경, 진유리,
차연수, 최미자, 허영란, 황지윤



6판 21세기 식생활관리

최혜미, 박영숙, 이주희



7판 영양사 핵심요약집

영양사국가시험 교육연구회



11판 영양사 문제집

영양사국가시험 교육연구회

5판 급식경영학

양일선, 차진아, 신서영, 박문경

식품위생학

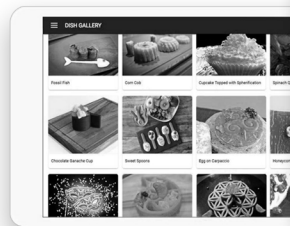
송효남, 객민규, 박재남, 장유진, 정난희, 최영진



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

푸드 3D프린터 개발

푸드테크(Food-Tech)는 **식품(Food)**과 **기술(Technology)**을 결합한 신조어로 식품에 기술을 접목한 분야입니다. LSB는 푸드테크 분야의 쿠키 프린터 개발을 지원합니다.



▲ 푸디니(FOODINI) 스페인 Natural Machines社 공식총판

푸드 3D 프린터가 가져올 변화

- ✓ 자신이 설계한 레시피 모양 그대로 요리를 만들어 주는 3D프린터
- ✓ 개인의 체질, 체형에 따른 맞춤형 식품을 생산
- ✓ 요리에 필요한 전 과정의 간소화로 생활의 패러다임 변화



▲ 초코J (Choco J)
자사개발 교육용 초코프린터



▲ 초코CC (Choc Creator V2.0 Plus)
영국 choc Edge社 공식총판



▲ 초코지니 (Choco Jenie)
양산형 초코프린터

CJ프레시웨이가 함께하는 맞춤 케어푸드

헬씨누리

HEALTHY NURI

소중한 사람을 위한 그 마음
건강하고 활기찬 미소로 이어지도록
CJ프레시웨이가 정성을 더해 전합니다



헬씨누리만의 건강하고 다양한 상품과
정성 담긴 서비스를 만나보세요

차별화된 상품

 High 많이 먹어야 건강한 영양소는 더 많이	 Low 적게 먹어야 건강한 성분은 더 적게	 Easy 편하게 드시실 수 있도록 더 부드럽게
---	---	---

다양한 서비스

 맞춤 식단 관리 서비스 제공	 건강정보 매거진 제공	 정기적인 교육 프로그램 운영	 급식운영 트렌드 세미나 개최
------------------------	--------------------	------------------------	------------------------

CJ프레시웨이 홈페이지와 전화로 문의해주세요.

고객센터 **02-2149-6114**



2022년도 한국식품영양학회 평의원

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

한국식품영양학회지 제35권 제3호

The Korean Journal of Food and Nutrition
Vol. 35, No. 3, June 2022

발행인 이성호
편집인 이연리
발행처 한국식품영양학회
 (우) 42601
 대구광역시 달서구 달서대로 675
 계명문화대학교 식품영양조리학부 내
 Tel: 053-589-7824 / Fax: 053-589-7821
 E-mail: ksfan88@hanmail.net
발행일 2022. 6. 30.
인쇄 거목문화사/거목인포
 Tel: 02-2277-3324
 Fax: 02-2277-3390
 E-mail: guhmok@guhmok.com

Publisher Sung-Ho Lee
Editor Youn Ri Lee
Published by The Korean Society of Food and Nutrition
 Tel: +82-53-589-7824 / Fax: +82-53-582-7821
 E-mail: ksfan88@hanmail.net
Printed Date 2022. 6. 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

제35권 제3호 2022. 6



한 국 식 품 영 양 학 회

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