

pISSN 1225-4339
eISSN 2287-4992

한국식품영양학회지

THE KOREAN JOURNAL OF FOOD AND NUTRITION

Vol. 36, No. 1, February 2023



한국식품영양학회

THE KOREAN SOCIETY OF FOOD AND NUTRITION

<http://ksfn.kr>

한국 식품 영양 학 회 지

The Korean Journal of Food and Nutrition

2023년도 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) 이애량(전 승의여자대학교)
명 예 회 장	윤옥현(김천대학교) 장재선(가천대학교) 이성호(계명문화대학교)	최병범(신한대학교) 이광수(장안대학교)	장상문(대구보건대학교) 최향숙(경인여자대학교)
회 장	이수정(부천대학교)		
차 기 회 장	김미옥(대구보건대학교)		
총괄부회장	김범식(연성대학교)		
부 회 장	김옥선(장안대학교) 김중희(서일대학교)	류혜숙(상지대학교) 권종숙(신구대학교)	강연중(CJ프레시웨이) 홍승희(신한대학교)
감 사	이재우(김천대학교)	이경행(한국교통대학교)	
총 무 이 사	최은영(부천대학교)		
학 술 이 사	정혜연(승의여자대학교)	김미자(강원대학교)	최현숙(충청대학교)
편 집 이 사	이호진(한국교통대학교) 이연리(대전보건대학교)	백진경(을지대학교)	권수연(신구대학교)
재 무 이 사	이윤희(부천시어린이급식관리지원센터)		
사 업 이 사	노재필(신구대학교)		
홍 보 이 사	강현주(부천대학교)		
지 부 장	서울 · 강원지부 최남순(배화여자대학교) 대전 · 충청지부 이진미(백석대학교) 부산 · 경남지부 박우포(마산대학교)	경기 · 제주지부 손춘영(동남보건대학교) 대구 · 경북지부 황보미향(계명문화대학교) 광주 · 호남지부 송희순(광주보건대학교)	

편 집 위 원 회

편집위원장	이석원(유한대학교)		
편 집 위 원	이호진(한국교통대학교) 권수연(신구대학교) 김옥선(장안대학교) 한규상(호남대학교) 김현주(대전보건대학교) 김현정(제주대학교)	백진경(을지대학교) 심기현(숙명여자대학교) 오윤신(을지대학교) 김영모(광주여자대학교) 연지영(서원대학교) 한규호(Obihiro Univ.)	이연리(대전보건대학교) 문민선(㈜이룸) 김기대(경남대학교) 용해인(충남대학교) 이세호(㈜중앙타프라)

윤 리 위 원 회

윤리위원장	이수정(부천대학교)		
부 위 원 장	이호진(한국교통대학교)		
윤 리 위 원	김옥선(장안대학교) 김영모(광주여자대학교)	배윤정(한국교통대학교) 문민선(㈜이룸)	심기현(숙명여자대학교)

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

학회지 구독이나 회원관리 및 회비관련 문의: 010-2515-1571, E-mail: ksfan88@hanmail.net
논문투고관련 문의: 010-4907-3711, E-mail: foodnutr1@naver.com
주소: 부천시 신흥로 56번길 25, 부천대학교 식품영양학과 내((우)14632)
전화: 032-610-3445,3442 팩스: 032-610-3205

한국식품영양학회지

제 36권 1호 2023년 2월

목 차

<연구논문>

- 1 동충하초를 활용한 스크린의 항산화 분석
..... 백진주 · 강혜미 · 유수인 · 이민호 · 백진경
- 6 동충하초(*Cordyceps militaris*) 균사체 액체발효 포스트바이오틱스로부터 항염증 활성다당 분리
..... 김연숙 · 신현영 · 김 훈 · 정은진 · 김현경 · 서민근 · 서형주 · 유광원
- 17 UV-C, 에탄올 처리가 신선편이(Fresh-cut) 씨 없는 수박의 품질에 미치는 영향
..... 한현아 · 조승현 · 이송이 · 김은주 · 송은주
- 25 베리류를 첨가한 ABC 건강주스의 항산화 활성 및 이화학적 품질 특성
..... 정 엽 · 박시현 · 박소영 · 염은선 · 김선영 · 송효남
- 33 한방천연물 및 약용버섯을 첨가한 조미간장소스의 항산화 및 항균활성
..... 정 엽 · 박소영 · 박시현 · 염은선 · 정우용 · 김수민 · 송효남
- 42 효소처리한 미선나무 잎의 응매 추출 후 이화학적 품질 변화
..... 이경행 · 장다빈 · 이재준 · 한기정 · 배경아 · 이원중 · 권순영 · 이호진
- 50 Effects of *Taraxacum mongolicum* Extract on Blood Glucose Levels and Lipid Profiles in Streptozotocin-Induced Diabetic Rats
..... Hye Kyoung Han and Eun Young Choi
- 58 옥수수과 종균을 달리 첨가한 별미장의 품질 특성
..... 이태훈 · 박혜진 · 강혜정 · 김소영 · 김주형 · 엄현주
- 69 한국인 식사구성안의 식품군 및 권장식단의 물발자국에 관한 연구
..... 김현주
-
- 86 ■ 학회소식
- 88 ■ 저자 체크표
- 89 ■ 저작권 이전 동의서
- 90 ■ 연구윤리서약서
- 91 ■ 한국식품영양학회 회칙
- 97 ■ 한국식품영양학회 연구윤리 규정
- 106 ■ 한국식품영양학회 논문 투고 규정

THE KOREAN JOURNAL OF FOOD AND NUTRITION

Vol. 36, No. 1, February 2023

CONTENTS

<Original Articles>

- 1 Antioxidant Analysis of Scones Using *Cordyceps*
..... Jin Ju Baek, Hyemi Kang, Soo In Ryu, Min Ho Lee and Jean Kyung Paik
- 6 Anti-Inflammatory Active Polysaccharide from Postbiotics of *Cordyceps militaris* Mycelium-Liquid Culture
..... Yeon Suk Kim, Hyun Young Shin, Hoon Kim, Eun-Jin Jeong, Hyun-Gyeong Kim,
Min Geun Suh, Hyung Joo Suh and Kwang-Won Yu
- 17 Effects of UV-C and Ethanol Treatment on Quality of Fresh-cut Seedless Watermelon
..... Hyun Ah Han, Seung-Hyun Jo, Song-Yee Lee, Eun-Ju Kim and Eun-Ju Song
- 25 Antioxidant Activity and Physicochemical Properties of ABC Healthy Juice Replaced with Berry Fruits
..... Yeop Jung, Si Hyun Park, So Young Park, Eun Sun Yeom, Seon Young Kim and Hyo-Nam Song
- 33 Antioxidant and Antibiotic Activities of Seasoned Soy Sauce added with Medicinal Mushrooms and Oriental Medicinal Plants
..... Yeop Jung, So Young Park, Si Hyun Park, Eun Sun Yeom, Woo Yong Jeong, Su Min Kim and Hyo-Nam Song
- 42 Changes in Physicochemical Quality of the Extracts by Solvents in the Enzyme-Treated *Abeliophyllum distichum* Leaves
..... Kyung-Haeng Lee, Da-Bin Jang, Jae-Jun Lee, Ki-Jung Han, Kyung-Ah Bae,
Won-Jong Lee, Sun-Young Kwon and Ho-Jin Lee
- 50 Effects of *Taraxacum mongolicum* Extract on Blood Glucose Levels and Lipid Profiles in Streptozotocin-Induced Diabetic Rats
..... Hye Kyoung Han and Eun Young Choi
- 58 Quality Characteristics of *Byeolmijang* Prepared with Corn and Starter
..... Tae Hoon Lee, Hye Jin Park, Hye Jeong Kang, So-Young Kim, Ju-Hyoung Kim and Hyun-Ju Eom
- 69 A Study on the Water Footprint of Korean Food Guide and Recommended Meal Plan
..... Hyun Ju Kim
- 86 ■ News of the Korean Society of Food and Nutrition
- 88 ■ Checklist for Original Article
- 89 ■ Copyright Transfer and Statement of Originality Korean Journal of Food and Nutrition
- 90 ■ Declaration of Ethical Conduct in Research
- 91 ■ The Rules of the Korean Society of Food and Nutrition
- 97 ■ Research Ethics Rules of the Korean Society of Food and Nutrition
- 106 ■ Guidelines for Submitting Manuscripts

동충하초를 활용한 스콘의 항산화 분석

백진주 · 강혜미* · 유수인** · 이민호*** · †백진경****

을지대학교 식품영양학과 대학원생, *을지대학교 식품영양학과 학부생, **성남식품연구개발지원센터 센터장,
을지대학교 식품산업외식학과 부교수, *을지대학교 식품영양학과 부교수

Antioxidant Analysis of Scones Using *Cordyceps*

Jin Ju Baek, Hyemi Kang*, Soo In Ryu**, Min Ho Lee*** and †Jean Kyung Paik****

Graduate Student, Dept. of Food and Nutrition, Eulji University, Seongnam 13135, Korea

*Undergraduate Student, Dept. of Food and Nutrition, Eulji University, Seongnam 13135, Korea

**Center Director, Seongnam Food R&D Support Center, Seongnam 13218, Korea

***Associate Professor, Dept. of Food Technology and Services, Eulji University, Seongnam 13135, Korea

****Associate Professor, Dept. of Food and Nutrition, Eulji University, Seongnam 13135, Korea

Abstract

In this study, scones were prepared using *Cordyceps* powder, described as 'immortal life'. *Cordyceps* powder was prepared in 0%, 2%, 4%, 6%, and 8% ratios, and salinity, color, texture, and antioxidant properties were analyzed. The salinity of *Cordyceps* scones did not show a difference according to the amount of *Cordyceps* powder added ($p=0.364$), and the a-, b-values increased significantly ($p<0.001$). In the case of texture, there was no significant difference in the amount of *Cordyceps* added. Flavonoids increased significantly as the amount of *Cordyceps* powder increased ($p<0.001$). ABTS-radical scavenging capacity increased significantly as the amount of *Cordyceps* powder increased ($p<0.001$). Through this study, the antioxidant properties of *Cordyceps* scones were confirmed.

Key words: *Cordyceps*, scone, antioxidant, functional ingredients

서 론

동충하초(冬蟲夏草, *Cordyceps militaris*)는 겨울철에는 곤충의 몸 안에 있고 여름철에는 풀처럼 나타난다는 뜻으로 겨울과 이듬해 봄에는 곤충의 체액을 통해 영양분을 얻고 여름이 되면 곤충의 등에서 피어나는 버섯의 일종으로 cordycepin, cordycepic acid, 아미노산, 다당류 및 비타민 등의 유용성 성분이 있다(Cha 등 2004). 이에 곤충은 더 이상 생명을 지지하지 못하고 동충하초에 영양분을 공급하는 것으로 생이 마감된다(Park TH 2009). 곤충과 동충하초의 삶은 자연계와 인간이 살아가는 사회의 물고 물리는 순환 속 세상이 돌아가는 것으로 소셜 소재로도 종종 사용되어 왔다(Park TH 2009). 인문학

속 동충하초는 '기생과 지배', '불로장생' 등의 소재로 사용되고 있다. 베르나르 베르베르의 소설 '개미'에서는 동충하초가 기생한 곤충에 기생하여 신경을 조종하고 움직인다는 내용으로 사용되었다(Bernard W 1991). 애니메이션 '포켓몬스터'의 캐릭터 '파라섹트'는 동충하초를 모티브로 하여 캐릭터가 진화할수록 버섯에게 잠식되는 곤충을 묘사하였다(The Pokémon Company 1996). 또한 일본 만화 '도쿄 구울'에서는 인물들 간의 관계를 동충하초에 비유하여 표현하였다(Ishida S 2011). 온라인 게임 '대항해시대2'에서는 동충하초를 불로초로 보는 시각이 드러나있다(Koei Tecmo 1993). 이에 중국에서는 예로부터 동충하초를 '불로장생'의 약초로 보아 진시황과 당나라의 양 귀비가 사용하였으며 인삼, 녹용과

† Corresponding author: Jean Kyung Paik, Associate Professor, Dept. of Food and Nutrition, Eulji University, Seongnam 13135, Korea. Tel: +82-31-740-7141, Fax: +82-31-740-7370, E-mail: jkpaik@eulji.ac.kr

함께 귀한 3대 한방약재로 취급된 것으로 알려져 있다(Han 등 1998).

실제로 동충하초는 결핵, 황달, 아편 중독의 해독제, 결핵과 폐렴균의 억제 등의 약리작용과 만성기관지염, 거담 및 천식, 빈혈 등에 임상적으로 도움이 된다(Park 등 2001). 또한 일본에서는 동물 실험 결과 면역기능 증가와 항암효과를 밝혔고, 포유동물의 암세포에 대하여 핵산 합성을 저해하는 등 생명연장 효과를 입증하였다(Park 등 2001).

스콘은 영국에서 유래한 빵으로 긴 시간의 발효과정이 없어 간편한 제조가 가능한 간식이다(Lee & Joo 2021). 바삭한 식감과 촉촉하고 담백한 맛으로 버터, 잼과 함께 식사대용으로 이용하고 있으며, 스콘의 소비율은 꾸준히 증가하고 있다(Choi & Jung 2019).

따라서 본 연구는 ‘기생과 지배’, ‘블로장생’ 등으로 묘사되고 있는 동충하초 분말을 이용하여 스콘을 개발하여 품질 특성을 분석하였다. 이는 인문학과 기능성 식품산업을 이어주는 발판이 되어 ‘스토리가 있는 동충하초 스콘’으로 남녀노소에게 더욱 친근하고 유익하게 다가갈 것을 기대하는 바이다. 이를 위해 동충하초 분말을 0%, 2%, 4%, 6%, 8% 비율로 하여 스콘을 만들었으며 염도, 색도, 조직감 및 항산화성을 분석하였다.

재료 및 방법

1. 실험재료 및 스콘 제조

본 실험의 동충하초 분말은 (주)씨지엔(Busan, Korea)에서 제 공받았다. 밀가루(CJ Cheiljedang, Yangsan, Korea), 버터(Arla, Holstebro, Denmark), 달걀(Gomgom, Seoul, Korea), 우유(Seoulmilk, Ansan, Korea), 베이킹파우더(Choya, Eumseong, Korea), 설탕(CJ CheilJedang, Incheon, Korea), 소금(Chungjungone, Shinan, Korea)을 사용하였다.

동충하초 분말을 첨가한 스콘은 Lee & Joo(2021)의 제조방법과 배합비를 참고하였으며, 예비실험을 통해 동충하초 분

말은 0%, 2%, 4%, 6%, 8% 비율로 정하였다. 각 재료 및 분량은 Table 1과 같다. 박력분, 동충하초 분말, 베이킹파우더를 체에 내려준 후 설탕을 넣어 섞어준다. 버터가 녹지 않을 정도로 섞은 후 달걀, 우유, 소금을 넣고 반죽한다. 반죽을 비닐에 넣고 냉장온도에서 40분 휴지시킨 후 반죽은 4등분하여 윗불 200℃, 아랫불 160℃로 예열한 오븐(FDO-7103, Daeyung, Korea)에서 10~12분간 굽는다. 완성된 스콘은 실온에서 방냉한 후 시료로 사용하였다. 완성된 동충하초 스콘은 Fig. 1과 같다.

2. 염도와 색도

염도는 염도계(HI-96821, Hanna, Romania)를 이용하여 측정하였다. 증류수 27 mL에 동충하초 스콘 3 g을 넣어 균질화 후 얻은 상등액을 시료로 사용하였다. 색도는 색도계(CR-400, Minolta, Osaka-shi, Japan)를 이용하여 측정하였다. L(명도), a(적색도), b(황색도) 값을 동충하초 스콘의 중심부분을 측정하였다. 염도와 색도의 측정법은 Baek 등(2022)을 참고

Table 1. Formulation of scone added with *Cordyceps* powder

Ingredients (g)	Samples				
	0%	2%	4%	6%	8%
Flour	120	117.6	115.2	112.8	110.4
<i>Cordyceps</i> powder	0	2.4	4.8	7.2	9.6
Butter	46.5	46.5	46.5	46.5	46.5
Egg	30	30	30	30	30
Milk	27	27	27	27	27
Sugar	18	18	18	18	18
Baking powder	3	3	3	3	3
Salt	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5

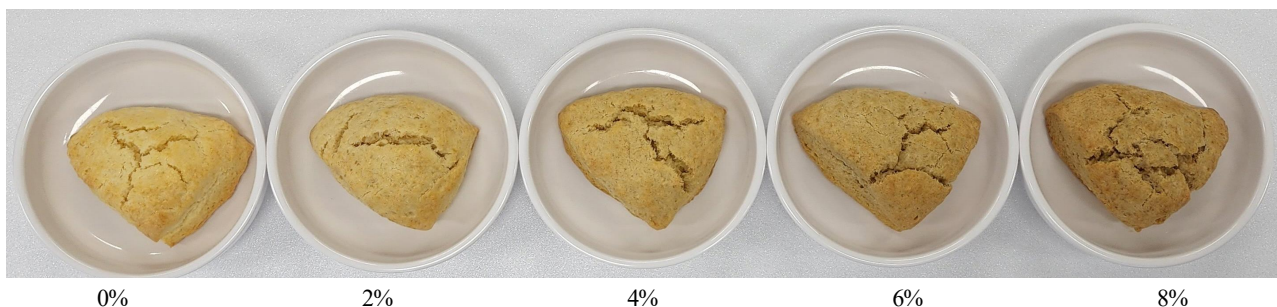


Fig. 1. Visual comparison of scone added with *Cordyceps* powder.

하였다. 이 실험에 사용된 표준백색판(Calibration palate CR-A43)은 L 66.87, a 1.35, b 2.35이다.

3. 조직감

조직감은 시료를 3×3×3 cm로 잘라서, CTX Texture analyzer (CTX, Ametek Brookfield, MA, USA)와 probe 10 mm dia cylinder plastic을 사용하여 TPA(texture profile analysis)로 각 시료 당 3회 반복 측정하였다. 부착성(adhesiveness), 경도(hardness), 탄력성(spingsiness)과 겹성(gumminess)을 구하였으며 측정조건은 Table 2와 같다. 조직감의 측정법은 Lee 등 (2022)을 참고하였다.

4. 플라보노이드, ABTS-radical scavenging capacity

동충하초 스콘의 향산화는 플라보노이드, ABTS-radical scavenging capacity를 구하였다. 플라보노이드의 측정법은 Baek 등(2022)을 참고하였다. 1 N NaOH 0.1 mL, 90% diethyleneglycol 1 mL와 시료 0.1 mL을 혼합한 뒤 60 min 동안 실온 방치 후 420 nm에서 분광광도계(UV-1800, Shimadzu, Japan)를 이용하여 측정하였다. ABTS radical scavenging capacity는 Verzelloni 등(2007)을 응용하였다. ABTS 라디칼 용액 0.9 mL를 시료 0.1 mL와 10 min 동안 반응시킨 후 734 nm에서 측정하였다. ABTS-radical scavenging capacity의 결과 값은 시료를 첨가하지 않은 대조군과 비교하여 라디칼의 제거활성으로 나타내었다.

$$\text{ABTS radical scavenging capacity (\%)} = \left(1 - \frac{A}{B}\right) \times 100$$

A: 시료 첨가군의 흡광도, B: 대조군의 흡광도

5. 통계분석

SPSS(Statistics package for the social science, ver. 22.0 for window, Chicago, USA) package를 사용하여 분산분석으로 분석하였다. 각 시료 당 3회 반복측정 후 평균±표준오차를 구하

Table 2. Measurement condition for the texture analyzer

Measuring	Condition
Test speed	30 mm/s
Trigger force	10 g
Distance	5 mm
Sample diameter	30 mm
Sample heigh	30 mm
Probe	10 mm

였다. $p < 0.05$ 수준에서 유의성을 검증하였으며 사후검정은 LSD로 진행하였다.

결과 및 고찰

1. 동충하초 스콘의 염도와 색도

동충하초 스콘의 염도와 색도는 Table 3과 같다. 염도는 동충하초 분말 0% 첨가군에서 1.33 ± 0.03 , 2% 첨가군에서 1.33 ± 0.03 , 4% 첨가군에서 1.37 ± 0.03 , 6% 첨가군에서 1.43 ± 0.07 , 8% 첨가군에서 1.40 ± 0.00 으로 군간의 차이를 보이지는 않는다($p = 0.364$). L-value는 0% 첨가군에서 85.09 ± 0.02 , 2% 첨가군에서 78.47 ± 0.17 , 4% 첨가군에서 73.91 ± 0.47 , 6% 첨가군에서 77.35 ± 0.87 , 8% 첨가군에서 71.44 ± 1.05 로 감소와 증가가 반복적으로 나타났다($p < 0.001$). 선행연구 동충하초 설기떡(Shin 등 2008)과 자외선 처리 목이버섯 쿠키(Shin 등 2020)에서는 분말 첨가량이 많아질수록 L-value이 감소하는 경향을 보였다. a-value는 0% 첨가군에서 -4.04 ± 0.01 , 2% 첨가군에서 -0.19 ± 0.05 , 4% 첨가군에서 1.83 ± 0.05 , 6% 첨가군에서 1.73 ± 0.06 , 8% 첨가군에서 4.48 ± 0.20 로 첨가량이 증가할수록 유의적으로 증가하였다($p < 0.001$). 이러한 경향은 동충하초 식빵(Park 등 2001)에서도 유사하게 나타났다. b-value는 0% 첨가군에서 33.52 ± 0.04 , 2% 첨가군에서 37.64 ± 0.11 , 4% 첨가군에서 $39.24 \pm$

Table 3. Color value of scone added with *Cordyceps* powder

Sample	0%	2%	4%	6%	8%	p-value
Salinity (g/100 g)	1.33 ± 0.03 ¹⁾	1.33 ± 0.03	1.37 ± 0.03	1.43 ± 0.07	1.40 ± 0.00	0.364
L-value	85.09 ± 0.02 ^d	78.47 ± 0.17 ^c	73.91 ± 0.47 ^b	77.35 ± 0.87 ^c	71.44 ± 1.05 ^a	<0.001
a-value	-4.04 ± 0.01 ^a	-0.19 ± 0.05 ^b	1.83 ± 0.05 ^c	1.73 ± 0.06 ^c	4.48 ± 0.20 ^d	<0.001
b-value	33.52 ± 0.04 ^a	37.64 ± 0.11 ^b	39.24 ± 0.22 ^c	39.75 ± 0.44 ^c	41.72 ± 0.23 ^d	<0.001

¹⁾ All values are mean±S.E. (standard error).

^{a-d}Means in a row by different superscripts are significantly different by LSD at $p < 0.05$.

0.22, 6% 첨가군에서 39.75 ± 0.44 , 8% 첨가군에서 41.72 ± 0.23 로 첨가량이 증가할수록 유의적으로 증가하였다($p < 0.001$). 동충하초 설기떡(Shin 등 2008)에서도 분말의 첨가량이 증가할수록 b-value가 증가하였다. Park 등(2005)에 따르면 쿠키의 색은 caramelization과 Maillard reaction 및 시료의 색 등에 영향을 받는다고 하였다. 본 연구에서도 동충하초 스콘의 색은 분말 자체의 색과 부재료의 갈변반응 등으로 인한 영향으로 사료된다.

2. 동충하초 스콘의 조직감

조직감은 Table 4와 같다. 부착성은 동충하초 분말 0% 첨가군에서 0.05 ± 0.02 , 2% 첨가군에서 0.03 ± 0.01 , 4% 첨가군에서 0.18 ± 0.10 , 6% 첨가군에서 0.10 ± 0.02 , 8% 첨가군에서 0.09 ± 0.04 로 군간의 차이는 보이지 않는다($p = 0.335$). 경도도 0% 첨가군에서 198.33 ± 9.43 , 2% 첨가군에서 131.77 ± 5.63 , 4% 첨가군에서 157.23 ± 20.10 , 6% 첨가군에서 176.60 ± 6.67 , 8% 첨가군에서 165.47 ± 4.27 로 감소와 증가가 반복되었다($p = 0.017$). 탄력성도 0% 첨가군에서 4.25 ± 0.25 , 2% 첨가군에서 3.39 ± 0.27 , 4% 첨가군에서 3.76 ± 1.02 , 6% 첨가군에서 4.65 ± 0.77 , 8% 첨가군에서 3.76 ± 0.56 로 군간의 차이는 보이지 않는다($p = 0.687$). 청굴분말 스콘(Lee & Joo 2021)은 청굴 분말의 첨가량 증가에 따라 경도가 낮은 수치를 보였다고 보고하여 본 연구결과와 차이를 보였다. 또한 탄력성은 시료 간 유의한 차이를 보이지 않았다는 점에서 본 연구와 유사하였다. 청굴분말 스콘(Lee & Joo 2021)에 따르면 쿠키에 첨가되는 부재료의 함량

이 많아지거나 낮은 밀도를 가진 반죽에서 경도가 높아진다고 하였다. 초기 스콘의 배합 단계에서 분말의 첨가량이 증가할수록 상대적으로 박력분의 양을 줄인 것이 경도에 영향을 주었을 것으로 사료된다. 검성도 0% 첨가군에서 92.73 ± 5.59 , 2% 첨가군에서 42.13 ± 1.07 , 4% 첨가군에서 60.33 ± 6.48 , 6% 첨가군에서 69.00 ± 6.15 , 8% 첨가군에서 54.97 ± 4.50 로 감소와 증가가 반복되었다($p < 0.001$). 동충하초 식빵(Park 등 2001)에서도 분말의 첨가량이 증가함에 따라 경도, 탄력성, 검성이 감소와 증가가 반복되어 본 연구와 유사한 결과를 보였다.

3. 동충하초 스콘의 플라보노이드, ABTS-radical scavenging capacity

동충하초 스콘의 플라보노이드, ABTS-radical은 Table 5와 같다. 플라보노이드는 동충하초 분말 0% 첨가군에서 52.53 ± 0.28 , 2% 첨가군에서 55.83 ± 0.94 , 4% 첨가군에서 56.73 ± 0.12 , 6% 첨가군에서 56.77 ± 0.09 , 8% 첨가군에서 60.30 ± 0.10 로 유의적으로 증가하였다($p < 0.001$). ABTS-radical scavenging capacity는 0% 첨가군에서 -2.56 ± 2.06 , 2% 첨가군에서 14.00 ± 2.01 , 4% 첨가군에서 15.03 ± 1.54 , 6% 첨가군에서 15.45 ± 0.42 , 8% 첨가군에서 22.77 ± 0.70 로 유의적으로 증가하였다($p < 0.001$). 청굴분말 스콘(Lee & Joo 2021)은 플라보노이드, ABTS-radical scavenging capacity가 모두 증가하여 본 연구와 같은 경향을 보였다. 상관관계는 Table 6과 같다. 플라보노이드와 ABTS-radical($r = 0.903$, $p < 0.001$)는 정적 상관관계를 나타냈다.

Table 4. Texture characteristics of scone added with *Cordyceps* powder

Sample	0%	2%	4%	6%	8%	p-value
Adhesiveness (mJ)	0.05 ± 0.02 ¹⁾	0.03 ± 0.01	0.18 ± 0.10	0.10 ± 0.02	0.09 ± 0.04	0.335
Hardness (g)	198.33 ± 9.43 ^c	131.77 ± 5.63 ^a	157.23 ± 20.10 ^{ab}	176.60 ± 6.67 ^{bc}	165.47 ± 4.27 ^{ac}	0.017
Spinginess (mm)	4.25 ± 0.25	3.39 ± 0.27	3.76 ± 1.02	4.65 ± 0.77	3.76 ± 0.56	0.687
Gumminess (g)	92.73 ± 5.59 ^c	42.13 ± 1.07 ^a	60.33 ± 6.48 ^b	69.00 ± 6.15 ^b	54.97 ± 4.50 ^{ab}	<0.001

¹⁾ All values are mean±S.E.

^{a-c}Means in a row by different superscripts are significantly different by LSD at $p < 0.05$.

Table 5. Flavonoid, and antioxidant activities of scone added with *Cordyceps* powder

Sample	0%	2%	4%	6%	8%	p-value
Flavonoid (mg/mL)	52.53 ± 0.28 ^{a1)}	55.83 ± 0.94 ^b	56.73 ± 0.12 ^b	56.77 ± 0.09 ^b	60.30 ± 0.10 ^c	<0.001
ABTS (%)	-2.56 ± 2.06 ^a	14.00 ± 2.01 ^b	15.03 ± 1.54 ^b	15.45 ± 0.42 ^b	22.77 ± 0.70 ^c	<0.001

¹⁾ All values are mean±S.E.

^{a-c}Means in a row by different superscripts are significantly different by LSD at $p < 0.05$.

Table 6. Correlation between flavonoid, and antioxidant activities of scone added with *Cordyceps* powder

	Flavonoid	ABTS
Flavonoid	1	
ABTS	0.903***	1

***Correlation coefficient is significant at $p < 0.001$.

요약 및 결론

본 연구에서는 ‘블로장생’으로 묘사되는 동충하초 분말을 이용하여 스콘을 제조하였다. 동충하초 분말은 0%, 2%, 4%, 6%, 8% 비율로 하였으며 염도, 색도, 조직감 및 항산화성을 분석하였다. 동충하초 스콘의 염도는 동충하초 분말의 첨가량에 따른 차이를 보이지 않았고($p=0.364$), a-, b-value는 유의적으로 증가하였다($p < 0.001$). 이는 동충하초 분말 특유의 색이 영향을 주었을 것으로 사료된다. 조직감의 경우는 동충하초 첨가량에 따른 차이를 보이지 않았다. 플라보노이드는 동충하초 분말 첨가량이 증가할수록 유의적으로 증가하였다($p < 0.001$). ABTS-radical scavenging capacity는 동충하초 분말 첨가량이 증가할수록 유의적으로 증가하였다($p < 0.001$). 본 연구를 통해 동충하초 스콘의 항산화성을 확인하였다. 이는 인문학적 스토리와 식품산업을 이어주는 역할을 기대하며 남녀노소에게 더욱 친근하고 유익하게 다가갈 것을 기대하는 바이다.

References

Baek JJ, Park EB, Ryu SI, Paik JK. 2022. Quality characteristics of madeleine with leaves powder of *Pinus koraiensis*, newtro dessert. *Korean J Food Nutr* 35:253-258

Bernard W. 1991. The Ant. 1th ed. Open Books

Cha WS, Cho BS, Park SY. 2004. A study on the composition of *Cordyceps militaris* extract and mycelium. *J Life Sci* 14:727-731

Choi OJ, Jung HN. 2019. Effects of fats and oils on the quality characteristics of rice scone. *Korean J Food Preserv* 26:539-

544

Han DS, Song HN, Kim SH. 1998. *Cordyceps*: A new functional food material. *Bull Food Technol* 11:107-116

Ishida S. 2011. Tokyo Ghou. 1th ed. Shueisha

Koei Tecmo. 1993. Uncharted waters: New horizons. Available from <https://water2.dist.be/> [cited 26 October 2022]

Lee HJ, Park EB, Ryu SI, Paik JK. 2022. Quality and characteristics of madeleine that is helpful for hypercholesterolemia using ginger syrup. *Korean J Food Nutr* 35:231-238

Lee SL, Joo SY. 2021. Effects of premature mandarin powder on the quality characteristics and antioxidant activities of scone. *Korean J Food Preserv* 28:231-239

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, Choi MA. 2001. Quality characteristics of bread added with concentrations of *Paecilomyces japonica* powder. *J East Asian Soc Diet Life* 11:112-120

Park TH. 2009. “Dang lang gyu seon (Warts targeting cicadas)” and the food chain. *BT News* 16:67-69

Shin SH, Choi SR, Song YE, Han HA, Lee SY. 2020. Analysis of the quality characteristics of cookies based on the addition rate of ear mushroom (*Auricularia auricula-judae* Quel.) powder by ultraviolet B treatment. *Korean J Food Nutr* 33:672-680

Shin SM, Kim AJ, Cho HC, Joung KH. 2008. Quality characteristics of seolgiddoek prepared with added *Paecilomyces japonica* powder. *Korean J Food Nutr* 21:22-27

The Pokémon Company. 1996. Pokémon: Paras. Available from <https://www.pokemonkorea.co.kr/pokedex/view/64> [cited 26 October 2022]

Verzelloni E, Tagliazucchi D, Conte A. 2007. Relationship between the antioxidant properties and the phenolic and flavonoid content in traditional balsamic vinegar. *Food Chem* 105:564-571

Received 12 December, 2022

Revised 23 December, 2022

Accepted 2 January, 2023

동충하초(*Cordyceps militaris*) 균사체 액체발효 포스트바이오틱스로부터 항염증 활성다당 분리

김연숙 · 신현영* · 김 훈** · 정은진* · 김현경*** · 서민근**** · 서형주***** · †유광원*****

한국교통대학교 식품영양학전공 대학원생, *고려대학교 대학원 의생명융합과학과 러닝헬스시스템융합전공 대학원생,
중앙대학교 생명공학대학 연구교수, *숙명여자대학교 식품영양학과 대학원생, ****(주)네오크레마 연구개발부 주임연구원,
*****고려대학교 대학원 의생명융합과학과 러닝헬스시스템융합전공 교수, *****한국교통대학교 식품영양학전공 교수

Anti-Inflammatory Active Polysaccharide from Postbiotics of *Cordyceps militaris* Mycelium-Liquid Culture

Yeon Suk Kim, Hyun Young Shin*, Hoon Kim**, Eun-Jin Jeong*, Hyun-Gyeong Kim***,
Min Geun Suh****, Hyung Joo Suh***** and †Kwang-Won Yu*****

Graduate School Student, Major in Food and Nutrition, Korea National University of Transportation, Jeungpyeong 27909, Korea

*Graduate School Student, Transdisciplinary Major in Learning Health System, Dept. of Integrated Biomedical & Life Science, Korea University, Seoul 02841, Korea

**Research Professor, College of Biotechnology & Natural Resources, Chung-Ang University, Anseong 17546, Korea

***Graduate School Student, Dept. of Food & Nutrition, Sookmyung Women's University, Seoul 04310, Korea

****Senior Researcher, Dept. R & D, Neo-Cremar Corporation, Ltd., Seoul 05702, Korea

*****Professor, Transdisciplinary Major in Learning Health System, Dept. of Integrated Biomedical & Life Science, Korea University, Seoul 02841, Korea

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

Abstract

To investigate the anti-inflammatory activity of submerged culture using *Cordyceps militaris* mycelium, culture-including mycelia was extracted and lyophilized into postbiotics (hot-water extract; CM-HW). HW was fractionated into crude polysaccharide (CM-CP) by ethanol precipitation, and CM-CP was further dialyzed into CM-DCP by dialysis with running water using 12~14 kDa dialysis tube. When the cytotoxicity of subfractions against cells was assessed, no subfraction had a cytotoxic impact that was substantially different from the control groups. In an inflammatory model using LPS-stimulated RAW 264.7 cells, CM-DCP significantly decreased IL-6 and MCP-1 production levels compared to the LPS-control group. CM-DCP also inhibited IL-6 and IL-8 secretion in HaCaT keratinocytes stimulated with TNF- α and IFN- γ . In the meanwhile, the neutral sugar content and mannose ratio of anti-inflammatory CM-DCP were higher than the other fractions, and CM-DCP contained β -1,3/1,6-glucan of 216.1 mg/g. High pressure size exclusion chromatography revealed that CM-DCP contained molecules with a molecular weight range of 5.6 to 144.0 kDa. In conclusion, postbiotics of *C. militaris* mycelium significantly promoted anti-inflammatory activity, suggesting that neutral polysaccharides including Glc and Man contribute to the anti-inflammation in RAW 264.7 or HaCaT cells.

Key words: *Cordyceps militaris*, liquid culture, postbiotics, anti-inflammatory activity, polysaccharide

서 론

버섯은 인체에 필요한 다양한 영양소와 기능성을 가지고 있으며, 담자균류와 자낭균류에 속하는 고등균류로써, 대개

영양기관인 균사체와 번식기관인 자실체로 분리되어 있다 (Choi 등 2010). Rathore 등(2017)의 연구에 따르면 버섯을 섭취하게 되면 인체에 이로운 역할을 지니는데, 대표적으로 항암, 항산화, 중증질환 등의 예방에 효능이 있다고 알려져, 버

† Corresponding author: Kwang-Won Yu, Professor, Major in Food & Nutrition, Korea National University of Transportation, Jeungpyeong 27909, Korea. Tel: +82-43-820-5333, Fax: +82-43-820-5850, E-mail: kwyu@ut.ac.kr

섯의 소비는 꾸준히 증가하고 있는 것으로 알려져 있다. 버섯의 소비 형태는 대개 자실체를 섭취하는 것으로 알려져 있으나, 자실체는 가격이 비싸고, 생육 기간이 길어 산업적으로 활용에는 많은 어려움이 따르는 것으로 알려져 있다(Suh 등 2022). 반면, 균사체를 이용한 발효는 최적 배양조건 선정 시 높은 수율과 짧은 배양 기간의 생산 등의 이점이 있으며, 이에 따라 현재 버섯 균사체를 활용한 많은 연구가 보고되고 있다(Shin 등 2021a; Shin 등 2022a; Suh 등 2022). 국내에서는 버섯 균사체를 통해 면역증진(Shin 등 2022a), 항염증(Park 등 2013) 및 항당뇨(Kim 등 2013) 등의 효능이 보고되고 있으며, 균사체의 발효를 통해 조제된 추출물은 균체 유래 물질과 균체가 생성하는 대사산물 등을 포함하는 것으로 알려져 있다. 따라서, 버섯 균사체 유래 물질과 균체가 생성한 대사산물은 *fungi* 유래 포스트바이오틱스의 소재로 활용 가능할 것으로 판단되며, 유산균에 의해 조제된 포스트바이오틱스가 아닌 *fungi* 유래 포스트바이오틱스 소재를 활용함으로써 최근 발달하고 있는 포스트바이오틱스 시장에서 학문/산업적으로 기여하는 바가 클 것으로 판단된다.

자낭균강(Ascomycota) 맥각균과(Clavicipitaceae)에 속하는 동충하초(*Cordyceps militaris*)는 곤충을 기주로 하여 자실체를 발생하거나 충체상에 포자를 형성하는 버섯의 한 종류이다(Koh JB 2003). 동충하초를 이용한 많은 연구가 보고되고 있으며, 국내에서는 항염증(Choi 등 2012), 면역증진(Lee 등 2007a), 항암효과(Heo 등 2007) 등이 있으며, 국외로는 항산화(Won & Park 2005), 알코올에 의한 간 독성 예방(Cha 등 2013), 면역증진(Liu 등 2016) 및 항염 효과(Liu 등 2019) 등 다양한 기능성 효과를 보고하고 있다. 동충하초에는 cordycepin(3-deoxyadenosine), D-mannitol(cordycepic acid) 및 다당류 등을 함유하고 있으며(Chou 등 2014), 특히 다당류와 관련된 exopolysaccharide(EPS)에 대해 다양한 연구들이 보고되고 있다. EPS는 미생물 세포벽의 일부로서, 외부에 다당류를 생성하여 축적되는 미생물의 1차 및 2차 대사산물 등이 포함된다(Lee 등 2007b). 1차 대사산물로 세포벽 구성 다당류와 2차 대사산물인 분비 다당류를 포함하고 있으며 균사체 유래 성분과 배양액을 통해 얻을 수 있다. EPS는 직접적인 에너지원으로 이용되기보다 외부물질 및 스트레스로부터 자신을 보호하는 작용을 하며(Kang 등 2005), 항산화(Kang 등 2022), 면역증강(Yu 등 2022) 및 당뇨병 예방효과(Sun 등 2021) 등의 효능이 보고되고 있다. 대표적인 버섯의 EPS에 해당하는 β -glucan은 면역증강 효과가 뛰어나고, 당뇨 예방 및 항콜레스테롤 등과 같은 건강증진 효과를 나타내는 것으로 보고되고 있다(Park 등 2012).

본 연구진은 이전 연구에서 상황버섯 균사체 액체발효물 유래의 포스트바이오틱스를 이용하여 면역증강 및 항염증

활성을 검증하여 활성획분을 분리하고, 산업적인 활용 가능성을 제시하였다(Shin 등 2021a; Shin 등 2022a; Suh 등 2022). 또한, 버섯 균사체를 이용한 액체배양은 대량 생산과 원료공급이 쉽고 다양한 기능성을 가진 대사산물을 얻을 수 있다는 장점이 있다(Kim 등 2006). 한편, 동충하초 자실체를 이용한 항염증 활성은 많이 보고되고 있으나(Yoon 등 2015; Chiu 등 2016), 동충하초 균사체의 액체발효물 유래의 포스트바이오틱스에서 항염증 활성 및 활성획분의 특성에 대한 연구는 부족한 실정이다. 따라서, 본 연구에서는 동충하초 균사체의 액체발효에서 균사체를 포함한 액체배양액 전체를 추출한 후 동결건조하여 포스트바이오틱스 및 주정 침전물(CM-CP)과 주정 침전물을 투석막을 이용하여 저분자 물질을 제거한 후 분획한 투석물(CM-DCP)로 분획하여 마우스 유래 대식 세포주인 RAW 264.7과 인간 피부 각질 형성 세포주인 HaCaT에 대한 항염증 활성을 분석하였다. 또한, 획분들의 구성분과 구성당을 포함한 화학적 특성과 β -1,3/1,6-glucan 함량을 분석하였으며, 동충하초 균사체 액체발효물 유래 포스트바이오틱스로부터 항염증 활성과 활성획분의 특성을 동정하여 산업적인 소재로 활용하기 위한 기초자료를 제공하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 동충하초 균사체 액체발효 및 포스트바이오틱스 제조 및 분획

본 연구에서 이용된 동충하초 균사체 액체발효물 유래 포스트바이오틱스는 (주)네오크레마(Neo Cremar Co., Ltd, Seoul, Korea)에서 제공받아 이용되었으며, 액체발효는 glucose, glutamate(MSG), corn starch, soy peptone, yeast extract, monosodium 등이 첨가된 멸균배지에서 생물반응기(Fermentec, Cheongju, Korea)를 이용하여 진행되었다. 동충하초 균사체 액체발효가 끝나면 균사체가 포함된 전체 액체배양액은 고압 멸균기를 이용하여 121°C에서 60분간 추출한 후 동결건조(Ilshin Biobase, Yangju, Korea)를 진행하여 포스트바이오틱스(CM-HW)를 조제하였다. 포스트바이오틱스에 다시 5배의 95% 주정을 첨가하여 상온에서 교반하여 침전물을 형성하였으며, 원심분리를 통해 침전물을 회수하고 동결건조하여 조다당획분(crude polysaccharide; CM-CP)으로 분획하였다. 또한, 고분자 물질을 제거하기 위해 조다당획분을 소량의 증류수에 용해시킨 후 Shin 등(2022b)의 방법을 이용하여 투석(MWCO 12,000~14,000; Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA)을 진행하고 농축한 후 동결건조하여 투석-조다당획분(dialyzed-crude polysaccharide; CM-DCP)으로 분획하였다(Fig. 1A).

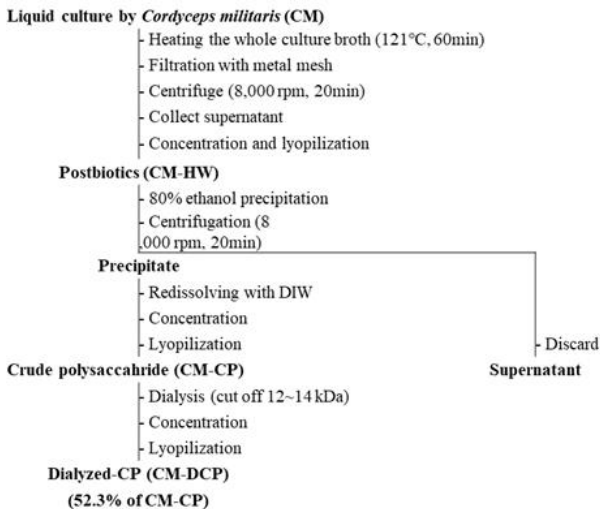
2. 세포주 및 배양조건

본 연구에서 사용된 세포주는 RAW 264.7(마우스 유래 대식세포)과 HaCaT(인체 유래 각질형성 세포)으로 한국세포주은행(Korean Cell Line Bank; KCLB, Seoul, Korea)에서 구입하여 분석에 이용되었다. 각각의 세포주는 Dulbecco's Modified Eagle Medium(DMEM; Hyclone, San Angelo, TX, USA)에 10% fetal bovine serum(FBS; Gibco, Waltham, Massachusetts, USA) 및 1% penicillin-streptomycin(P/S; GenDEPOT, Katy, TX, USA)을 첨가한 배지를 이용하여 배양하였으며, 2~3일 간격으로 계대배양을 진행하였다. 세포주는 5% CO₂를 유지하는 배양기(Thermo Fisher Scientific, Waltham, MA, USA)에서 37°C 조건에서 배양하여 연구에 이용하였다.

3. RAW 264.7 대식세포를 이용한 항염증 활성

RAW 264.7 세포주를 이용하여 동충하초 균사체 액체발효물 유래 포스트바이오틱스 분획회분 처리에 따른 항염증 활

(A)



(B)

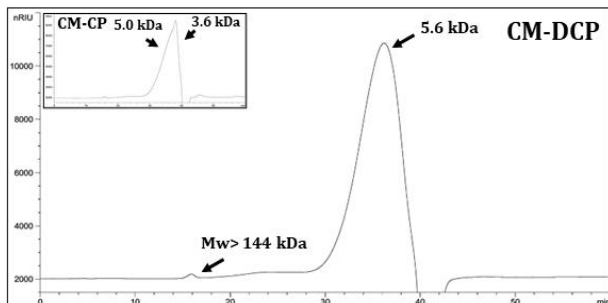


Fig. 1. Fractionation of liquid culture by *Cordyceps militaris* mycelium (A) and molecular weight chromatogram of CM-CP and DCP (B).

성을 평가하였다. RAW 264.7 세포를 96 well plate에 6×10^4 cells/well로 조정된 후 37°C 조건에서 5% CO₂를 유지하는 배양기에서 약 80% confluent가 될 때까지 24시간 동안 배양하였다. 이후 배양된 상등액을 제거하고 SFM(serum free-DMEM) 160 μ L와 농도별로 희석된 시료를 20 μ L 첨가하여 30분간 배양한 후 추가로 lipopolysaccharide(LPS; Sigma-Aldrich) 20 μ L를 첨가하여 24시간 동안 재배양하여 LPS에 의해 유도된 염증 모델을 형성하였다. LPS에 의해 염증이 유도된 RAW 264.7 세포주에 대한 시료 독성평가는 3-(4,5-dimethylthiazol-2-yl)-2,5-diphenyl-tetrazolium bromide(MTT) 시약을 처리한 후 30분간 반응하였다. 이후 상등액을 제거하고 100 μ L의 dimethyl sulfoxide(DMSO) 분주하여 550 nm의 흡광도에서 측정된 후 LPS 유도군 대비 세포 생존율(cell viability, %)을 나타냈다. 한편, 세포 배양 시 형성된 염증매개 물질인 cytokine 및 chemokine인 IL-6(interleukin-6) 및 MCP-1(monocyte chemoattractant protein-1)은 ELISA(enzyme-linked immunosorbent assay)로 분석하였으며, BD Bioscience(San Diego, CA, USA)에서 제공된 standard reference를 이용한 표준곡선을 통해 함량을 나타냈다.

4. HaCaT 세포를 통한 항염증 활성

HaCaT 세포를 이용하여 동충하초 균사체 액체발효물 유래 포스트바이오틱스 분획회분 처리에 따른 항염증 활성을 평가하였다. HaCaT 세포를 96 well plate에 2×10^4 cells/well로 조정된 후 37°C 조건에서 5% CO₂를 유지하는 배양기에서 monolayer를 형성할 때까지 배양하였다. 이후 배양된 상등액을 제거하고 SFM 200 μ L를 분주하여 24시간 동안 starvation을 진행하였다. 이후 SFM 160 μ L와 농도별로 희석된 시료를 20 μ L 첨가하고 배양한 다음, 1시간 후 각각 tumor necrosis factor- α (TNF- α)와 interferon- γ (IFN- γ)가 혼합된 용액을 20 μ L 첨가하여 24시간 동안 재배양을 진행하였으며 T+에 의해 유도된 염증 모델을 형성하였다. HaCaT 시료에 의한 독성평가는 MTT 시약을 이용하여 측정하였으며, T+ 대조군 대비 세포 생존율(%)로 나타냈다. 세포 배양 시 형성된 염증성 사이토카인인 IL-6 및 IL-8의 함량은 ELISA로 분석하였으며, BD Biosciences에서 제공된 standard를 이용하여 작성된 표준곡선을 통해 함량을 나타냈다.

5. 분자량 분포

시료의 분자량 분포를 확인하기 위해 high performance size exclusion chromatography(HPSEC)를 이용하였다. 적당한 농도로 희석한 시료를 PVDF membrane filter를 사용해 여과한 후 Table 1과 같은 방법을 이용하여 분석하였다. 분석에 이용된 표준물질은 galactose와 각기 다른 분자량을 가진 pullulan을 이용하였으며 retention time(RT)를 통해 표준곡선

을 작성하고 시료의 RT와 비교하여 kDa으로 계산하였다.

6. 구성분 및 구성당 분석

구성분 분석을 진행하기 위해 중성당 및 산성당 함량은 각각 Dubois 등(1956)의 phenol- sulfuric acid법 및 Blumenkrantz & Asboe-Hansen(1973)의 *m*-hydroxybiphenyl법을 이용하여 분석하였으며, 표준물질로 glucose(Glc) 및 glucuronic acid(Glc A)를 사용하여 분석하였다. 단백질 함량은 Bradford 방법(Bradford MM 1976)을 이용하였으며, 표준물질은 BSA(bovine serum albumin)를 이용하였다. 총 폴리페놀 함량의 경우, Kim 등(2016)의 방법을 이용하여 분석하였으며, 표준물질로 gallic acid를 이용해 함량을 계산하였다. 구성당 분석의 경우 Honda 등(1989) 및 Shin 등(2021b)의 방법을 참고하여 2 M trifluoroacetic acid를 시료에 처리하여 aldose 단위로 분해하였다. 이후 NaOH와 1-phenyl-3-methyl-5-pyrazoline(PMP)을 첨가하여 당류에 PMP를 결합시켜 유도체로 전환시킨 다음 유도체를 중화시키기 위해 HCl을 첨가하고 water와 chloroform을 이용해 분리 및 추출을 진행하였다. 이후 물 증만 회수한 후 PVDF membrane filter(0.45 μ m, Jaema Trade Inc., Wonju, Korea)를 이용해 여과하여 HPLC에 주입하여 분석하였다. 분석 조건은 Table 1에 나타냈으며, 결과는 당류의 area와 response factor를 이용하여 이를 mole%로 나타냈다.

7. β -1,3/1,6-glucan 함량 분석

동충하초 균사체 액체발효물 유래 포스트바이오틱스 분획획분에 대한 β -1,3/1,6-glucan 함량은 Megazyme kit(Mushroom and Yeast β -glucan assay procedure; K-YBGL)을 이용하여 분석하였다. 제조사에서 제공한 방법에 따라 글루칸을 추출하였으며, 510 nm의 흡광도에서 측정된 총 글루칸(total glucan)

및 알파 글루칸(α -glucan)의 흡광도는 glucose 용액을 표준물질로 하여 분석하였다. 이후 Megazyme calculator를 이용하여 함량(mg/g)으로 계산하였다. 대조군으로 제조사에서 제공된 49%의 베타글루칸 표준품을 이용하였으며, 최종적으로 베타글루칸의 함량은 총 글루칸에서 알파글루칸의 함량을 빼준 값으로 나타냈다.

8. 통계처리

모든 시험결과는 3회 반복하였으며 시험결과는 평균 \pm 표준편차(standard deviation, SD)로 나타냈다. RAW 264.7 세포주와 HaCaT 관련 염증억제 활성은 SPSS V26(SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용한 Student's *t*-test로 계산하여 각각 $p < 0.05$, $p < 0.01$, $p < 0.001$ 수준에서 유의성을 검증하였다. 한편, 중성당, 산성당, 단백질 및 총 폴리페놀 등의 구성분을 분석한 결과는 분산의 동질성을 비교하기 위해 Levene's test를 실시한 후, 동질성을 갖는 경우 ANOVA 분산분석을 실시하여 각 측정값 간의 유의성을 Duncan's multiple range test에 의해 $p < 0.05$ 수준에서 유의성을 검증하였다.

결과 및 고찰

1. 동충하초 균사체 액체발효물 유래 포스트바이오틱스 분획획분의 세포독성

특정 미생물이 만들어내는 포스트바이오틱스(postbiotics)는 장내 미생물 및 면역체계 구성 등과 같은 건강상의 이점을 제공한다(Kim 등 2021). 본 연구에서는 동충하초(*Cordyceps militaris*, CM) 균사체의 액체발효물을 포스트바이오틱스 소재로 활용하여 기능성 식품 소재로의 활용 가능성을 확인하고자 하였다. 항염증 소재로서 동충하초 균사체 액체배양물

Table 1. HPLC analytical condition for the component sugar and molecular weight of subfraction from liquid culture by *Cordyceps militaris* mycelium

Analysis	Molecular weight	Component sugar
Instrument	Agilent 1260 series (Agilent Technologies, Inc., Palo Alto, CA, USA)	YL-9100 series (Young Lin Co., Ltd., Anyang, Korea)
Detector	Refractive index	UV at 254 nm
Column	Superdex TM 75 GL column (10 \times 300 mm, GE Healthcare, Anaheim, CA, USA)	YMC-Triart C18 (250 \times 4.6 mm, 5 μ m, YMC Co., Ltd., Kyoto, Japan)
Column temperature	Room temperature	30 $^{\circ}$ C
Flow rate	0.5 mL/min	1 mL/min
Eluent	50 mM ammonium formate buffer (pH5.5)	0.1 M sodium phosphate buffer (pH6.7): acetonitrile (82:18)
Injection volume	20 μ L	20 μ L
Data calculator	Chemstation (Agilent Technologies)	Autochro-3000 (Young Lin)

유래 포스트바이오틱스의 이용 가능성을 검토하기 위해 균사체 액체배양물로부터 균사체를 포함하는 전체 액체배양액을 열수추출한 후 포스트바이오틱스(CM-HW)를 조제하였으며, 포스트바이오틱스로부터 95% 주정을 이용하여 분리한 조다당 획분(CM-CP)과 12~14 kDa의 투석막을 이용하여 저분자 물질을 제거한 투석-조다당 획분(CM-DCP)으로 분획하였다. 포스트바이오틱스에는 균사체 유래 물질과 균사체에서 배양액으로 분비된 EPS(exopolysaccharide) 등과 같은 대사산물이 포함되어 있을 것으로 판단되었다.

염증 억제 활성은 세포주에 시료처리 후 염증 매개 인자(LPS 또는 사이토카인)를 처리하여 시료처리에 따른 염증성 물질의 생산 억제를 평가하는 시험법이다. 그러므로 시료 처리에 의해 세포주가 세포독성을 나타내면 사멸한 세포 때문에 관련 바이오 마커가 감소할 수 있어, 이를 염증 억제 활성이 나타난다고 오인할 수 있다. 따라서 먼저 시료처리에 따른 세포독성 평가를 진행하였으며, RAW 264.7 세포주의 시료 처리에 의한 세포독성 결과는 Fig. 2A에 나타났다. 동충하초 균사체 액체배양물 유래 포스트바이오틱스 분획 3종은 500~1,000 µg/mL의 농도범위에서 LPS 유도군 대비 세포 생존율이 90% 이상인 것을 확인하였는데, López-García 등(2014)에 따르면 ISO 10993-5에 따라 시료 처리군의 세포 생존율이 80% 이상이면 세포독성이 없다고 간주된다. 이를 통해 동충하초 균사체 액체배양물 유래 포스트바이오틱스의

분획획분 3종은 상기 농도범위에서 세포독성이 없다고 판단되었다. 또한, Fig. 2B에는 각질 형성 세포주인 HaCaT의 세포독성 평가를 나타냈으며, RAW 264.7 세포주와 동일농도 범위에서 분석을 진행하였다. 세포 독성평가결과, TNF- α +INF- γ (T+I) 유도군 대비 105% 이상의 세포 생존율을 보였을 뿐만 아니라 12.8~29.0%의 통계적으로 유의한 세포증식능이 확인되었다. Lee 등(2015)의 연구에서 동충하초 자실체 추출물을 처리한 RAW 264.7 세포주의 세포독성 평가에서 10~200 µg/mL의 범위에서는 유의적인 세포독성이 관찰되지 않았으나 300~1,000 µg/mL에서는 세포독성이 나타난 반면, 본 연구에서 500~1,000 µg/mL에서 세포독성이 나타나지 않은 것을 확인할 수 있었다. 따라서 동물실험을 통해 추가적인 안정성에 관련된 평가가 필요할 것으로 판단되지만, 본 결과와 Lee 등(2015)의 연구를 비교해 볼 때, 동충하초 자실체에 비해 균사체에 의한 액체배양이 안전성 측면에서 활용 가능성이 높을 것으로 판단되었다. 세포독성 평가 결과를 종합해보면, 대식세포주인 RAW 264.7 세포주와 각질 형성 세포주인 HaCaT 세포주를 이용한 세포독성 평가 결과, 500~1,000 µg/mL의 농도 범위에서 유의한 세포독성은 나타나지 않았으며, 이후 동일농도 범위에서 염증 관련 바이오 마커의 분석을 진행하였다.

2. RAW 264.7 세포주를 이용한 염증 억제

RAW 264.7 대식세포주는 선천면역과 적응면역에서 항상

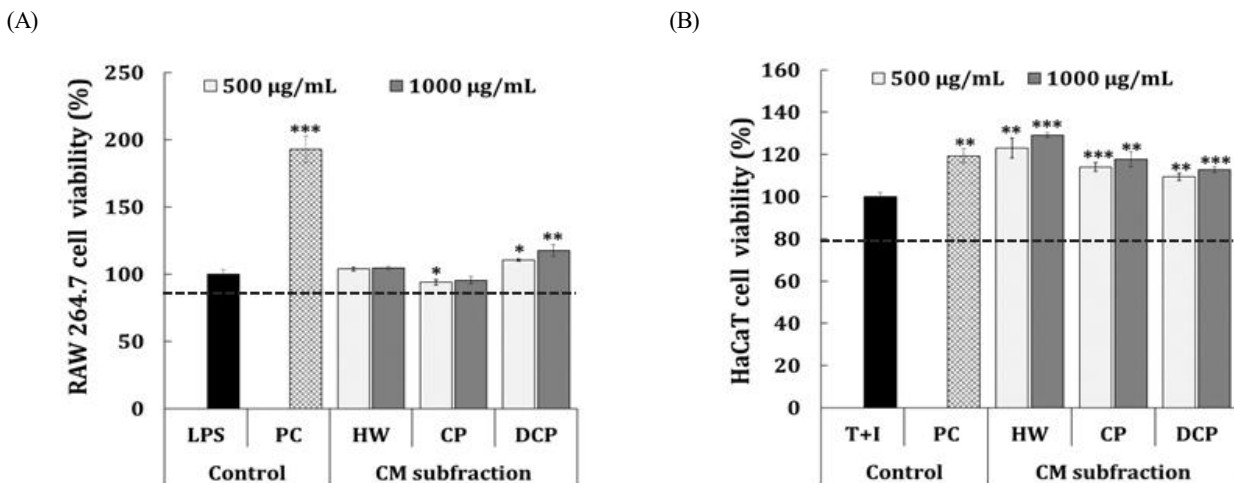


Fig. 2. Cytotoxicity of subfraction from liquid culture of *Cordyceps militaris* mycelium against RAW 264.7 macrophage (A) and HaCaT keratinocyte (B). After each subfraction treated RAW 264.7 or HaCaT cells, inflammatory substances, such as lipopolysaccharide (LPS) or TNF- α +INF- γ (T+I) was subsequently stimulated for 24 hr. A dexamethasone (50 and 20 µg/mL, for RAW 264.7 and HaCaT, respectively) was used as positive controls (PC). CM-HW; postbiotics from *C. militaris* mycelium liquid culture, CP; crude polysaccharide of HW, and DCP; dialyzed-CP. Results are expressed as mean \pm S.D. of three independent tests in triplicate. Asterisks mean significant difference between inflammation group (LPS or T+I) and each group by Student's *t*-test. * p <0.05, ** p <0.01, *** p <0.001.

성 유지에 관여하며, 염증 발생 시 사이토카인을 분비하여 초기방어에 중요한 역할을 수행하는 것으로 알려져 있다 (Kim 등 2009). 본 연구에서는 동충하초 균사체 액체발효물 유래 포스트바이오틱스 분획획분 처리 시 대식세포에서 분비되는 염증 유발 인자의 생성에 미치는 영향을 평가하였다. IL-6는 과량 생산시 염증을 유발하는 대표적인 친염증성 사이토카인으로 알려져 있으며, 이에 따라 IL-6 생성능을 분석하였다(Fig. 3A). 양성 대조군으로 이용된 dexamethasone(50 µg/mL)은 6.8 ng/mL(78.8%)의 IL-6 생성량을 나타내어, LPS 유도군(29.3 ng/mL) 대비 통계적으로 유의한 억제 활성을 나타냈다. 동충하초 균사체 액체발효물 유래 포스트바이오틱스(CM-HW)는 500~1,000 µg/mL의 농도범위에서 LPS 유도군 대비 24.6~27.1 ng/mL(7.6~16.5%)의 통계적으로 미약한 IL-6 억제활성을 나타내었으나, 주정 침전물인 조다당획분(CM-CP)은 20.4~22.2 ng/mL(24.7~31.0%)를, 투석-조다당획분(CM-DCP)은 16.7~22.2 ng/mL(23.4~44.1%)의 유의한 억제활성을 나타냈다. 또한, 항염증 활성을 갖는 CM-CP와 CM-DCP는 500 µg/mL의 농도에서는 시료 간 통계적으로 유의한 차이를 나타내지 않았으나, 1,000 µg/mL의 농도에서는 시료 간 유의한 차이를 확인할 수 있었다($p < 0.01$). 다음으로 혈관 내 대식세포를 유도시켜 만성 염증을 유발하는 케모카인인 MCP-1의 억제활성 평가 결과를 Fig. 3B에 나타냈다. 양성 대조군 처리 시 1.5 ng/mL(71.5%)의 MCP-1 생성을 나타내어, LPS 유도군(5.0 ng/mL) 대비 통계적으로 유의한 억제 활성을 나타냈다.

동충하초 균사체 액체발효물의 포스트바이오틱스(CM-HW)는 LPS 유도군 대비 통계적으로 유의한 억제 활성을 나타내지 않았으나, 조다당획분과 투석-조다당획분 경우에는 500~1,000 µg/mL 범위에서 각각 4.3~4.5 ng/mL(11.9~15.6%) 및 3.7~3.7 ng/mL(26.3~27.0%)의 통계적으로 유의한 MCP-1 억제활성이 확인되었다. 또한, CM-CP와 CM-DCP의 시료 간의 MCP-1 생성능에 대한 유의차를 확인한 결과, 500 µg/mL의 농도에서는 $p < 0.05$, 1,000 µg/mL의 농도에서는 $p < 0.01$ 의 통계적인 유의차가 나타났으며, 투석-조다당획분(CM-DCP)이 동충하초 균사체 유래 포스트바이오틱스 획분 중 가장 우수한 획분임을 확인하였다. Liu 등(2021)의 연구에서는 동충하초 균사체를 이용하여 분리한 조다당획분이 RAW 264.7 세포주에서 항염증성 사이토카인인 IL-10의 mRNA 발현량의 증가와 LPS로 유도된 RAW 264.7 세포주에서 친염증성 사이토카인인 TNF- α , IL-6, IL-1 β , 및 iNOS(inducible nitric oxide synthase) mRNA 발현량의 감소를 나타내었다. 본 연구에서는 친염증성 사이토카인 IL-6와 MCP-1만을 분석하였지만, 유사한 경향을 확인할 수 있었으므로 추후 다양한 사이토카인과 mRNA 발현량 검증을 진행하여 구체적인 염증 억제 활성과 그 기작을 연구하고자 한다. 종합적으로, 동충하초 균사체 액체발효물 유래 포스트바이오틱스의 조다당획분과 투석-조다당획분의 처리시 LPS로 자극된 RAW 264.7 세포주에서 통계적으로 유의한 IL-6 및 MCP-1 생성 감소를 확인할 수 있었으며, CM-CP보다 CM-DCP가 염증 억제활성이 우수한 것으

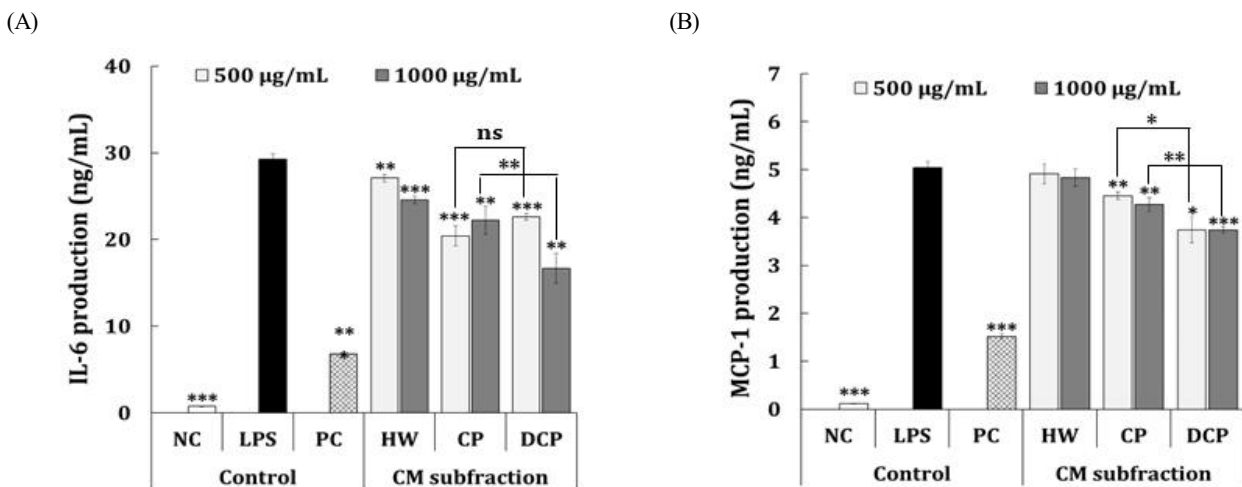


Fig. 3. Anti-inflammatory activity of subfraction from liquid culture of *Cordyceps militaris* mycelium on LPS-stimulated RAW 264.7 cell. RAW 264.7 cells were treated with subfraction followed by lipopolysaccharide (LPS) treatment for 24 hr, and production of IL-6 (A) or MCP-1 (B) was evaluated. A dexamethasone (50 µg/mL) was used as a positive control (PC). CM-HW; postbiotics from *C. militaris* mycelium liquid culture, CP; crude polysaccharide of HW, and DCP; dialyzed-CP. Results are expressed as mean±S.D. of three independent tests in triplicate. Asterisks mean significant difference between the LPS group and each group by Student's *t*-test. * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$.

로 확인되어 투석을 이용한 저분자 물질의 제거가 고분자 물질의 활성증진에 기여하는 것으로 추정되었다.

3. HaCaT 세포를 이용한 피부염 억제 활성

HaCaT 세포주는 인간 유래 각질 형성 세포로, TNF- α 와 IFN- γ (T+I)를 동시 처리하여 피부염증 모델을 확립하고 동충하초 균사체 액체발효물 유래 포스트바이오틱스 분획획분의 항염증 활성을 측정하였다. T+I로 인해 자극된 HaCaT 세포주는 macrophage-derived chemokine(MDC) 및 IL-8과 같은 케모카인을 형성하는데, 이러한 케모카인은 피부에 염증 또는 감염을 발생시킨다고 알려져 있어(Jo IJ 2022), 이를 활용하여 동충하초 균사체 액체발효물 유래 포스트바이오틱스 분획획분을 처리하여 IL-6와 IL-8의 생성에 미치는 영향을 평가하였다. Fig. 4A는 IL-6 억제 활성 결과를 나타냈다. 양성대조군으로 이용된 dexamethasone(20 μ g/mL)은 340.9 pg/mL(68.8%)의 IL-6 생성을 나타내었으며, T+I 유도군(1,039.0 pg/mL)과 비교한 결과 통계적으로 유의한 IL-6 억제활성을 나타냈다. 한편, 포스트바이오틱스(CM-HW)는 500 μ g/mL의 농도범위에서 T+I 유도군 대비 905.3 pg/mL(13.2%)의 IL-6 억제활성이 나타났다. 반면, 포스트바이오틱스의 주정 침전물인 조다당획분(CM-CP)에서는 500~1,000 μ g/mL의 농도범위에서 T+I 유도군 대비 441.9~550.1 pg/mL(48.2~58.9%), CM-DCP에서 382.2~486.6 pg/mL(54.5~64.8%)으로 조다당획분보다 투석-조다당획분(CM-DCP)의 IL-6 억제활성이 우수한 것

으로 확인되었다. IL-8은 면역세포가 과도하게 유도하여 혈관 내 세포 주위 급성 염증반응을 일으키는 것으로 보고되고 있으며, Fig. 4B에 IL-8 억제활성을 나타냈다. 양성 대조군으로 이용된 dexamethasone은 T+I 유도군(678.5 pg/mL) 대비 131.1 pg/mL(89.8%)로 유의한 억제 활성을 나타냈으며, 포스트바이오틱스(CM-HW)의 경우에는 500 μ g/mL의 범위에서 515.9 pg/mL(26.7%)의 IL-8 억제활성을 나타냈다. 한편, 조다당획분(CM-CP)은 T+I 유도군 대비 218.6~402.7 pg/mL(45.2~75.4%)의 통계적인 억제활성이 확인되었고, CM-DCP는 144.6~267.6 pg/mL(67.4~87.6%)으로 유의한 IL-8 억제 활성을 나타냈다. 또한, CM-CP와 DCP는 IL-8 생성능에 대해 시료 간의 통계적으로 유의한 IL-8 억제 활성이 나타났으며(500 μ g/mL; $p<0.01$ 및 1,000 μ g/mL; $p<0.001$), 투석-조다당획분(CM-DCP)이 가장 우수한 염증 억제효과를 나타내었다. 결론적으로 피부 각질 세포인 HaCaT를 이용한 피부염증 억제 활성 평가 결과에서 동충하초 균사체 액체발효물 유래 포스트바이오틱스로부터 분획되고 저분자 물질을 제거한 CM-DCP는 IL-6와 IL-8의 우수한 억제활성이 나타나 투석-조다당획분의 고분자 물질이 피부염증을 억제시키는데 중요한 역할을 하는 것으로 확인되었다. RAW 264.7 세포 및 HaCaT 세포의 항염증 활성을 종합하였을 때, 동충하초 균사체 액체발효물 유래 포스트바이오틱스에서 분획된 고분자 물질인 CM-DCP는 우수한 항염증 활성을 나타내어 향후 산업적으로 피부염 감소효과를 가진 기능성 소재로서 동충하초 균사

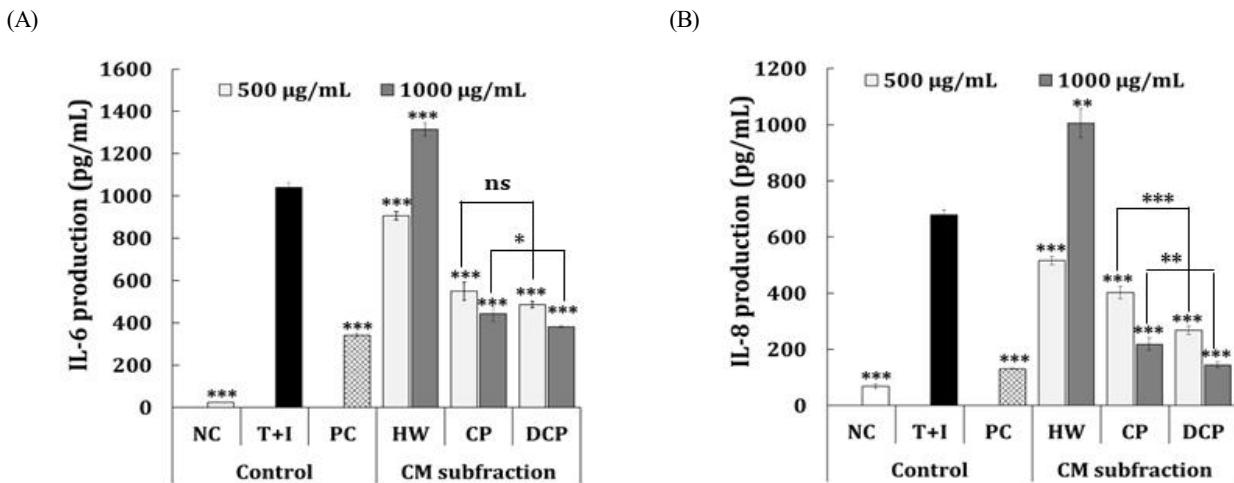


Fig. 4. Anti-inflammatory activity of subfraction from liquid culture of *Cordyceps militaris* mycelium on TNF- α +IFN- γ -stimulated HaCaT keratinocyte. HaCaT keratinocyte were treated with each subfraction followed by TNF- α +IFN- γ (T+I) treatment for 24 hr, and the production of IL-6 (A) or IL-8 (B) was evaluated. A dexamethasone (20 μ g/mL) were used as positive control (PC). CM-HW; postbiotics from *C. militaris* mycelium liquid culture, CP; crude polysaccharide of HW, and DCP; dialyzed-CP. Results are expressed as mean \pm S.D. of three independent test in triplicate. Asterisks mean significant difference between T+I group and each group by Student's *t*-test. * $p<0.05$, ** $p<0.01$, *** $p<0.001$.

체 액체발효물 유래 포스트바이오틱스의 활용이 가능할 것으로 판단되었다.

4. 분자량 분석

동충하초 균사체 액체발효물 유래 포스트바이오틱스로부터 분획된 활성 획분인 투석-조다당획분(CM-DCP)의 분자량을 분석하기 위해 HPSEC를 이용하여 분자량 분포를 분석하였으며, Fig. 1B에 CM-CP 및 CM-DCP의 HPLC 크로마토그램을 나타냈다. 표준물질과 retention time(RT)을 비교하여 CM-CP와 DCP와 분자량을 분석한 결과, 조다당획분(CM-CP)은 3.6~5.0 kDa의 낮은 분자량 분포가 확인되었다. 한편, CM-DCP의 분자량 분포는 CP와 유사한 경향을 나타내었지만, 5.6 kDa 저분자 물질과 144 kDa 이상의 고분자 물질이 함유되어진 것으로 나타났다. Shin 등(2021a)은 상황버섯 균사체 액체발효물 유래 조다당획분이 동일 세포주에 우수한 항염증 활성을 보고하였는데, 본 연구에서도 동충하초 균사체 액체발효물의 포스트바이오틱스에서 고분자 획분이 항염증 활성에 주로 관여하는 것으로 확인되었으며, 투석과 ultrafiltration (UF) 등을 이용한 저분자 물질의 제거가 고분자 물질의 함량을 증가시켜, 기능성을 더욱 우수하게 유도할 수 있는 것으로 추정되었다. 향후 다양한 컬럼 크로마토그래피를 통해 활성물질을 정제하여 활성에 기여하는 활성부위를 구조적으로

동정하고자 한다.

5. 구성분 및 구성당 분석

동충하초 균사체 액체발효물 유래 포스트바이오틱스의 분획획분에 대한 구성분을 확인하기 위해 중성당, 산성당, 단백질 및 총 폴리페놀 함량을 분석하였다(Table 2). 중성당 함량의 경우 CM-HW는 786.3 µg/mg, CP 832.4 µg/mg 및 DCP는 917.3 µg/mg로 투석-조다당획분이 가장 높은 함량을 나타냈으며, 산성당의 경우에는 CM-HW(33.5 µg/mg), CP(37.8 µg/mg) 및 DCP(41.1 µg/mg)가 유사한 함량을 보였다. 한편, 단백질 함량은 CM-HW가 3.2 µg/mg, CP 1.7 µg/mg 및 DCP는 1.9 µg/mg으로 구성분 중 가장 적게 함유하였으며, 총 폴리페놀 함량의 경우에는 HW(13.2 µg/mg), CP(4.7 µg/mg) 및 DCP(2.6 µg/mg)에 모두 소량 함유하고 있는 것으로 나타났다. 구성분 분석에서 분획획분 모두 중성당이 가장 높은 함량을 보여 HPLC-UVD를 이용하여 구성당을 확인하였다(Table 2). 동충하초 균사체 액체발효물 유래 포스트바이오틱스의 주요 구성당은 glucose(98.3%), mannose(0.9%) 및 galactose (0.8%)이었고, 이는 조다당획분(CM-CP)과 투석-조다당획분(CM-DCP)에서도 유사한 경향이 나타났으며, 조다당획분인 CM-CP에서는 포스트바이오틱스에 비해 mannose와 galactose (2.7과 2.4%)가 소량 증가하였으며, glucose는 94.9%가 함유되어 있는 것

Table 2. Chemical property of subfraction from liquid culture by *Cordyceps militaris* mycelium

Sample	Subfraction from postbiotics of CM		
	CM-HW	CM-CP	CM-DCP
Neutral sugar (µg/mg)	786.3±14.8 ^{a1)}	832.4±26.2 ^a	917.3±40.8 ^a
Uronic acid (µg/mg)	33.5±7.6 ^b	37.8±1.2 ^b	41.1±4.0 ^b
Protein (µg/mg)	3.2±0.1 ^c	1.7±0.1 ^c	1.9±0.2 ^c
Polyphenol (µg/mg)	13.2±0.7 ^c	4.7±0.6 ^c	2.6±0.4 ^c
	Component sugar (mol %)		
Mannose	0.9±0.0 ^b	2.7±0.1 ^b	4.0±0.0 ^b
Rhamnose	-	-	-
Glucuronic acid	-	-	-
Galacturonic acid	-	-	-
Glucose	98.3±0.1 ^a	94.9±0.4 ^a	92.4±0.0 ^a
Galactose	0.8±0.0 ^c	2.4±0.2 ^b	3.6±0.0 ^c
Xylose	-	-	-
Arabinose	-	-	-
Fucose	-	-	-

CM-HW: postbiotics from *C. militaris* mycelium liquid culture, CP: crude polysaccharide of HW, DCP: dialyzed-CP.

All results of composition content are expressed as mean±S.D. for three independent experiments. Different letters within a column are significantly different ($p<0.05$) by Duncan's multiple range test.

¹⁾ The difference in the superscript letter of the content value means a significant difference at $p<0.05$.

으로 확인되었다. 한편, 활성획분인 CM-DCP의 경우에는 glucose가 92.4%로 감소하면서 mannose(4.0%)와 galactose(3.6%)로 증가하는 것으로 나타났다. 따라서 포스트바이오틱스(CM-HW)의 주요 구성당인 glucose 대부분은 유리당뿐만 아니라 α 및 β -glucan의 형태로 존재할 가능성을 보여주고 있으나, 조다당획분 분획 후 투석으로 분획된 CM-DCP에서는 glucose 유리당의 제거와 함께 galactomannan 및 glucomannan 등의 복합다당류도 소량 포함하고 있음을 나타내었다. 다양한 균류에 관찰되는 EPS의 경우 glucan과 mannan 또는 glucomannan 혹은 galactomannan 등으로 이루어진 다당류가 주성분으로 보고되고 있기 때문에(Hamidi 등 2020), 위와 같은 다당류들이 동충하초 균사체 액체발효 유래 포스트바이오틱스의 항염증 활성에 관여하고 있는 것으로 추정되었다. 결론적으로, 활성획분인 투석-조다당획분(CM-DCP)에는 glucose를 주요 구성당으로 하는 glucan 외에도 mannose나 galactose 등의 중성당이 함유된 144 kDa 이상의 복합다당류가 포함되어 있음을 확인할 수 있었는데, 이는 동충하초 균사체뿐만 아니라 EPS 유래의 가능성을 제시함으로써 포스트바이오틱스로서의 항염증 기능성 소재 활용가능성을 제시하고 있는 것으로 보여준다.

6. β -1,3/1,6-glucan 분석

β -glucan은 버섯류에 존재하는 다당류의 일종으로, 면역작용을 통해 인체의 면역시스템에 작용하여 정상 세포의 면역기능을 활성화하고 세포조직의 면역활성을 높여 항암, 혈당조절 및 항비만 등과 같은 활성을 나타내는 것으로 알려져 있다(Cho 등 2013). 따라서 본 연구에서도 동충하초 균사체의 액체배양물 유래 포스트바이오틱스의 분획획분을 이용하여 유효/지표물질을 확립하기 위하여 β -1,3/1,6-glucan 함량을 분석하였다(Fig. 5). Megazyme kit의 49% 표준물질을 이용하여 β -글루칸 함량을 분석한 결과, 표준물질은 498.1 mg/g을 나타낸 반면, CM-HW가 50.2 mg/g, CP가 26.3 mg/g 및 DCP는 216.1 mg/g으로 나타났다. 또한, CM-HW와 CP는 571.1 mg/g과 672.4 mg/g의 높은 α -글루칸 함량을 나타내었으나 조다당획분에서 저분자 물질을 제거한 CM-DCP는 비교적 적은 545.5 mg/g의 α -글루칸 함량을 나타냈다. 이는 투석에 의해 유리당 등의 저분자 물질이 제거됨으로써 β -glucan 함량이 증대된 것을 나타내었다. Shin 등(2021a)은 상황버섯 균사체 액체발효물을 이용하여 면역증강 및 항염증 활성을 분석하였는데, 활성획분의 구성당이 glucose와 mannose를 주로 함유하고 있었으며, 균사체로부터 생산된 EPS가 β -glucan을 포함하고 있다고 보고하였다. 본 연구에서도 동충하초 균사체 액체발효물 유래 포스트바이오틱스로부터 분획한 항염증 활성을 지닌 투석-조다당획분이 이와 유사한 구성분을 나타내

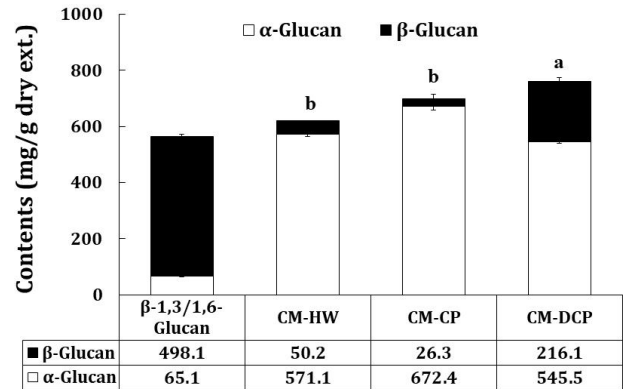


Fig. 5. β -1,3/1,6-glucan content of subfraction from liquid culture of *Cordyceps militaris* mycelium. All results are expressed as mean \pm S.D. for three independent experiments. Different letters within a column are significantly different ($p < 0.05$) by Duncan's multiple range test. CM-HW; post-biotics from *C. militaris* mycelium liquid culture, CP; crude polysaccharide of HW, and DCP; dialyzed-CP.

고 있으므로 향후 β -glucan과 항염증 활성과의 상관성을 연구하여 동충하초 유래 포스트바이오틱스의 항염증 활성물질 및 지표물질로서의 β -glucan 활용가능성을 검토하고자 한다.

요약 및 결론

동충하초 균사체를 이용한 액체배양의 항염증 활성을 조사하기 위해 균사체를 포함한 액체배양액을 추출하고 동결건조하여 포스트바이오틱스(CM-HW)를 조제하였다. 또한, 포스트바이오틱스는 주정 침전에 의해 조다당획분(CM-CP)으로 분리되었으며, 조다당획분은 12~14 kDa의 투석막을 이용하여 투석-조다당획분(CM-DCP)으로 분획하였다. 시료에 의한 세포독성 평가는 MTT 시약을 이용하여 분석하였으며, 대조군에 비해 시료 처리군의 유의한 세포독성은 나타나지 않았다. CM-DCP는 LPS 유도군에 비해 RAW 264.7 세포에서 IL-6 및 MCP-1 분비량을 유의미하게 감소하였으며, TNF- α 및 IFN- γ 로 유도된 HaCaT 세포에서 CM-DCP를 처리함으로써 IL-6 및 IL-8의 분비가 감소되었다. HPSEC에 의한 CM-DCP의 분자량 분포를 확인한 결과, 5.6 kDa과 144 kDa 이상의 물질이 혼재되어 있는 것으로 확인되었으며, 구성분 분석 결과, CM-DCP의 중성당 함량 및 mannose 비율이 다른 분획물보다 높았으며, β -1,3-1,6-glucan 함량은 216.1 mg/g로 나타났다. 결론적으로, 동충하초 균사체 유래 포스트바이오틱스는 항염증 활성을 촉진하였으며, glucose와 mannose를 포함한 중성 다당류가 항염증 활성에 기여하는 것으로 사료된다.

감사의 글

본 논문은 2020년 전라북도 선도기업 육성사업(선도기업 기술개발 역량강화 지원사업; 과제번호 2020-나-6)으로 수행한 연구로 전북테크노파크와 (주)네오크레마에 감사드립니다.

References

- Blumenkrantz N, Asboe-Hansen G. 1973. New method for quantitative determination of uronic acids. *Anal Biochem* 54:484-489
- Bradford MM. 1976. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Anal Biochem* 72:248-254
- Cha JY, Ahn HY, Cho YS, Je JY. 2013. Protective effect of cordycepin-enriched *Cordyceps militaris* on alcoholic hepatotoxicity in Sprague-Dawley rats. *Food Chem Toxicol* 60: 52-57
- Chiu CP, Liu SC, Tang CH, Chan Y, El-Shazly M, Lee CL, Du YC, Wu TY, Chang FR, Wu YC. 2016. Anti-inflammatory cerebroside from cultivated *Cordyceps militaris*. *J Agric Food Chem* 64:1540-1548
- Cho JH, Lee JY, Lee MJ, Oh HN, Kang DH, Jhune CS. 2013. Comparative analysis of useful β -glucan and polyphenol in the fruiting bodies of *Ganoderma* spp. *J Mushrooms* 11: 164-170
- Choi JH, Kim GS, Lee SE, Cho JH, Sung GH, Lee DY, Noh HJ. 2012. Anti-inflammatory effects of *Cordyceps militaris* extracts. *J Mushrooms* 10:249-253
- Choi SJ, Lee YS, Kim JK, Kim JK, Lim SS. 2010. Physiological activities of extract from edible mushrooms. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39:1087-1096
- Chou SM, Lai WJ, Hong TW, Lai JY, Tsai SH, Chen YH, Yu SH, Kao CH, Chu R, Ding ST, Li TK, Shen TL. 2014. Synergistic property of cordycepin in cultivated *Cordyceps militaris*-mediated apoptosis in human leukemia cells. *Phytomedicine* 21:1516-1524
- DuBois M, Gilles KA, Hamilton JK, Rebers PA, Smith F. 1956. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Anal Chem* 28:350-356
- Hamidi M, Gholipour AR, Delattre C, Sedighi F, Seveiri RM, Pasdaran A, Kheirandish S, Pierre G, Safarzadeh Kozani P, Safarzadeh Kozani P, Karimitabar F. 2020. Production, characterization and biological activities of exopolysaccharides from a new cold-adapted yeast: *Rhodotorula mucilaginosa* sp. GUMS16. *Int J Biol Macromol* 151:268-277
- Heo JC, Nam SH, Kang SW, Hong IP, Lee KK, Park JY, Han SY, Lee SH. 2007. Comparison of antioxidant, anticancer and immunomodulating activities of extracts from Dong-ChongXiaCao. *Korean J Food Preserv* 14:681-687
- Honda S, Akao E, Suzuki S, Okuda M, Kakehi K, Nakamura J. 1989. High-performance liquid chromatography of reducing carbohydrates as strongly ultraviolet-absorbing and electrochemically sensitive 1-phenyl-3-methyl-5-pyrazolone derivatives. *Anal Biochem* 180:351-357
- Jo IJ. 2022. Inhibitory activity of *Terminalia chebula* extract against TNF- α /IFN- γ -induced chemokine increase on human keratinocyte, HaCaT cells. *Korea J Herbol* 37:41-47
- Kang HJ, Baick SC, Yu JH. 2005. Studies on the properties of the stirred yogurt manufactured by exopolysaccharide producing lactic acid bacteria. *Food Sci Anim Resour* 25: 84-91
- Kang JY, Lee B, Kim CH, Choi JH, Kim MS. 2022. Enhancing the prebiotic and antioxidant effects of exopolysaccharides derived from *Cordyceps militaris* by enzyme-digestion. *LWT* 167:113830
- Kim DH, Park SJ, Jung JY, Kim SC, Byun SH. 2009. Anti-inflammatory effects of the aqueous extract of Hwangnyeonhaedok-tang in LPS-activated macrophage cells. *Korean J Herbol* 24:39-47
- Kim H, Suh HJ, Shin JY, Hwang JH, Yu KW. 2016. Physiological activity of roasted coffee prepared from fermented green coffee bean with *Monascus ruber* mycelium. *Korean J Food Nutr* 29:1-11
- Kim KH, Son D, Lee JS, Lee JW, Kim HS, Lee JH, Lee MC, Kim N, Song SW. 2013. Anti-diabetic studies of mass cultured mycelia from *Ganoderma applanatum* in db/db mice and human. *Korean J Food Nutr* 26:366-374
- Kim MC, Kim MJ, Kim T, Park GT, Son HJ, Kim GY, Son HJ, Kim GY, Choi WB, Oh DC, Heo MS. 2006. Comparison of antibacterial and antioxidant activities of mushroom mycelium culture extracts cultivated in the citrus extracts. *Korean J Biotechnol Bioeng* 21:72-78
- Kim SJ, Kim GH, Cho H. 2021. Postbiotics for cancer prevention and treatment. *Korean J Microbiol* 57:142-153
- Koh JB. 2003. Effect of liquid cultures of *Cordyceps militaris* on lipid metabolism and enzyme activities in hyperlipidemic female rats. *J Life Sci* 13:265-272

- Lee JJ, Lee YM, Chang HC, Lee MY. 2007b. Acute toxicity of *Leuconostoc kimchii* GJ2, an exopolysaccharide-producing lactic acid bacteria isolated from kimchi, in mice. *J Life Sci* 17:561-567
- Lee JS, Kwon DS, Lee KR, Park JM, Ha SJ, Hong EK. 2015. Mechanism of macrophage activation induced by polysaccharide from *Cordyceps militaris* culture broth. *Carbohydr Polym* 120:29-37
- Lee JY, Roh SS, Seo YB. 2007a. Research on effects of *Cordyceps sinensis* in spleen cells of mouse. *Korean J Herbol* 22:47-55
- Liu JY, Feng CP, Li X, Chang MC, Meng JL, Xu LJ. 2016. Immunomodulatory and antioxidative activity of *Cordyceps militaris* polysaccharides in mice. *Int J Biol Macromol* 86:594-598
- Liu XC, Zhu ZY, Liu YL, Sun HQ. 2019. Comparisons of the anti-tumor activity of polysaccharides from fermented mycelia and cultivated fruiting bodies of *Cordyceps militaris* *in vitro*. *Int J Biol Macromol* 130:307-314
- Liu Y, Li QZ, Li LDJ, Zhou XW. 2021. Immunostimulatory effects of the intracellular polysaccharides isolated from liquid culture of *Ophiocordyceps sinensis* (*Ascomycetes*) on RAW264.7 cells *via* the MAPK and PI3K/Akt signaling pathways. *J Ethnopharmacol* 275:114130
- López-García J, Lehocký M, Humpolíček P, Sába P. 2014. HaCaT keratinocytes response on antimicrobial atelocollagen substrates: Extent of cytotoxicity, cell viability and proliferation. *J Funct Biomater* 5:43-57
- Park NK, Chun GT, Jeong YS. 2012. Development of extraction process of protein-bound polysaccharides from *Inonotus obliquus* mycelia. *Korean Soc Biotechnol Bioeng J* 27:177-185
- Park YJ, Nam JY, Yoon DE, Kwon OC, Kim HI, Yoo YB, Kong WS, Lee CS. 2013. Comparison of anti-inflammatory, antioxidant and anti-allergic effects of *Ganoderma* species mycelial extracts. *J Mushrooms* 11:111-115
- Rathore H, Prasad S, Sharma S. 2017. Mushroom nutraceuticals for improved nutrition and better human health: A review. *PharmaNutrition* 5:35-46
- Shin HY, Kim H, Jeong EJ, Kim HG, Shin JC, Choi SY, Suh HJ, Moon SK, Yu KW. 2022a. Immunostimulatory polysaccharide fractionated from a liquid culture by *Phellinus linteus* mycelium. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 51:19-27
- Shin HY, Kim H, Jeong EJ, Kim HG, Son SU, Suh MG, Kim NR, Suh HJ, Yu KW. 2021a. Anti-inflammatory activity of liquid fermentation by *Phellinus linteus* mycelium. *Korean J Food Nutr* 34:487-497
- Shin HY, Kim H, Jeong EJ, Yu KW. 2022b. Macrophage stimulating activity of crude polysaccharide on maca (*Lepidium meyenii*) varieties. *Korean J Food Nutr* 35:7-15
- Shin HY, Kim H, Shin JY, Lee SJ, Yu KW. 2021b. The physiological activity of crude polysaccharide solvent extracted from herbal medicine mixture. *Korean J Food Nutr* 34:36-46
- Suh MG, Shin HY, Jeong EJ, Kim G, Jeong SB, Ha EJ, Choi SY, Moon SK, Yu KW, Suh HJ, Kim H. 2022. Immunostimulatory effect of postbiotics prepared from *Phellinus linteus* mycelial submerged culture *via* activation of spleen and Peyer's patch in C3H/HeN mice. *Pharmaceuticals* 15:1215
- Sun HQ, Yu XF, Li T, Zhu ZY. 2021. Structure and hypoglycemic activity of a novel exopolysaccharide of *Cordyceps militaris*. *Int J Biol Macromol* 166:496-508
- Won SY, Park EH. 2005. Anti-inflammatory and related pharmacological activities of cultured mycelia and fruiting bodies of *Cordyceps militaris*. *J Ethnopharmacol* 96:555-561
- Yoon JY, Kim JH, Baek KS, Kim GS, Lee SE, Lee DY, Choi JH, Kim SY, Park HB, Sung GH, Lee KR, Cho JY, Noh HJ. 2015. A direct protein kinase B-targeted anti-inflammatory activity of cordycepin from artificially cultured fruit body of *Cordyceps militaris*. *Pharmacogn Mag* 11:477-485
- Yu Y, Wen Q, Song A, Liu Y, Wang F, Jiang B. 2022. Isolation and immune activity of a new acidic *Cordyceps militaris* exopolysaccharide. *Int J Biol Macromol* 194:706-714

Received 18 November, 2022

Revised 19 December, 2022

Accepted 6 January, 2023

UV-C, 에탄올 처리가 신선편이(Fresh-cut) 씨 없는 수박의 품질에 미치는 영향

[†]한현아 · 조승현* · 이송이 · 김은주 · 송은주**

전라북도농업기술원 작물식품과 지방농업연구소,
전라북도농업기술원 수박시험장 지방농업연구소*, 전라북도농업기술원 작물식품과 지방농업연구관**

Effects of UV-C and Ethanol Treatment on Quality of Fresh-cut Seedless Watermelon

[†]Hyun Ah Han, Seung-Hyun Jo*, Song-Yee Lee, Eun-Ju Kim and Eun-Ju Song*

Researcher, Division of Crops & Food, Jeollabuk-do Agricultural Research & Extension Services, Iksan 54968, Korea.

*Researcher, Watermelon Experiment Station, Jeollabuk-do Agricultural Research & Extension Services, Gochang 56469, Korea

**Senior Researcher, Division of Crops & Food, Jeollabuk-do Agricultural Research & Extension Services, Iksan 54968, Korea

Abstract

To apply UV-C as a non-heating sterilization method to increase the microbiological safety of fresh seedless watermelon products, reductions in *E. coli* and quality changes by treatment dose (0, 2, 4, 8, 14, 20 kJ/m²) were investigated. The pH, sugar content, and hardness of watermelon inoculated with *E. coli* were not significantly different according to the UV-C treatment dose, but the polyphenol content was significantly decreased compared to the controls (425.4 GAE µg/g F.W.). When treated with 2 and 4 kJ/m², the lycopene content was 31.6 and 30.9 µg/g F.W., respectively, which was increased compared to the controls (28.5 µg/g F.W.). The arginine and citrulline content was also significantly increased compared to the controls. The number of *E. coli* was significantly decreased compared to the controls following UV-C treatment. Considering the degree of *E. coli* reduction, lycopene content, arginine content, citrulline content, and UV-C irradiation time, subsequent experiments were conducted by selecting a UV-C treatment dose of 2 kJ/m². The results of confirming the degree of reduction in the number of *E. coli* colonies by a single treatment and combined treatment with UV-C 2 kJ/m² and 70% ethanol showed that the combined treatment was most effective as colonies were decreased by 2.3 log CFU/g compared to the controls. Therefore, it is judged that UV-C 2 kJ/m² radiation and combined treatment with 70% ethanol could be applied as a non-heating sterilization method for fresh watermelon slices.

Key words: fresh-cut, seedless watermelon, UV-C, ethanol, *Escherichia coli*

서 론

수박(*Citrullus lanatus*)은 신선한 향, 높은 수분 함량, 체내 흡수가 빠른 포도당과 과당이 있어 피로 회복에 도움을 주는 대표적인 여름철 과일이다(Kim 등 2013). 한국농촌경제원이 발표한 2018 식품 소비 형태 조사 통계 보고에 따르면 수박의 소비량은 2012년 이후 지속적인 감소 추세인 반면(Korea Rural Economic Institute 2018), 수박을 600 g 내외로 소포장한 제품은 2018년 대비 2019년에는 매출이 20% 상승했고, 4분

의 1통, 2분의 1통 수박의 매출도 15% 신장했으며(Ministry of Economy and Finance 2020), 큐브 모양의 컵 수박 등의 판매량이 증가하고 있다. 이처럼 세척, 절단 등의 최소한 가공 과정과 원료 과일이나 채소의 특성을 그대로 갖는 것을 신선편이(fresh-cut) 식품이라 한다(Kim JG 2017). 씨 없는 수박은 수정이 되지 않아 무른 우윳빛 종피가 있어 씨앗을 뺀내지 않아 편리하고 위생에 도움이 된다. 또한 1~2인 가구를 위한 큐브 모양의 신선편이 식품이나 주스 개발이 용이하다는 장점을 가지고 있다. 신선편이 식품은 절단 후 갈변, 호흡량

[†] Corresponding author: Hyun Ah Han, Researcher, Division of Crops & Food, Jeollabukdo Agricultural Research & Extension Services, Iksan, 54968, Korea. Tel: +82-63-290-6044, Fax: +82-63-290-6059, E-mail: hha208@korea.kr

증가 등 생리적 변화가 일어나며, 가공 과정에서 물리적인 상처가 발생하면 미생물의 증식이 빨라질 수 있다(Kim JG 2017). 수박은 *Pseudomonas* sp., *Escherichia coli*, *Enterobacter* sp., *Salmonella*와 같은 다양한 미생물 생육에 적합한 기질이다(Fonseca & Rushing 2006). 미생물 오염은 식품의 보존성과 안전성에 영향을 주기 때문에, 미생물 수 감소를 위한 전처리 과정이 아주 중요하다(Kim 등 2011). 가열처리가 곤란한 신선편이 식품의 미생물학적 안전성 확보를 위해서 irradiation (Nthenge 등 2007), electrolyzed oxidizing water(Guentzel 등 2008), organic acid(Akbas & Ölmez 2007), ozone(Selma 등 2007), chlorine(Beuchat 등 2004), sodium hypochlorite(Niemira BA 2007), ethanol(Cho & Park 2012) 등과 같은 방법이 사용된다.

UV-C는 비가열 살균 처리 기술로써 주로 식품 표면의 미생물학적 오염을 줄이는 데 이용되며, 특히 253.7 nm 파장의 UV-C는 미생물의 DNA base에 손상을 일으켜 미생물을 사멸시킨다고 알려져 있다(Kim 등 2010; Kim 등 2011). 또한 잠재적 위해 요소에 대한 소비자의 거부감이 적고, 수분과 온도의 영향을 크게 받지 않으며, 설치와 조사 비용이 경제적이고(Kim 등 2010), 잔류 독성이 없고 처리 부산물이 생성되지 않는 것으로 보고되어 있다(Keyser 등 2008; Manzocco 등 2011). 한편, UV-C는 산패와 변색을 일으키는 특정 제품의 산화적 변화를 촉매할 수 있으며(Jay JM 1996), 열대 과일의 풍미와 색소에 산화적 손상을 주는 것으로 보고되었다(Lamikanra & Richard 2004; Hashizume 등 2007; Manzocco 등 2008; Alothman 등 2009). UV-C 등 비가열 살균 처리를 상업적으로 사용하기 위해서는 최종 제품에서 영양 및 관능 품질을 유지하면서, 미생물 성장을 지연시키고, 살균 효과가 있어야 한다(Fonseca & Rushing 2006). UV-C 처리가 신선편이 수박의 미생물 및 전반적인 품질 변화에 미치는 영향, 특히 라이코펜, 아르기닌, 시트룰린, 폴리페놀과 같은 일부 생리활성 화합물의 변화에 대한 정보가 부족하며, 국내 품종 씨 없는 수박에 적용해 본 사례는 거의 없는 실정이다. 또한 현재 산업적으로 비살균 식품 생산에 활용되고 있는 에탄올의 항균 효과는 오래전부터 알려져 있고, 70% 에탄올은 표면살균제로 이용되고 있다(Cho & Park 2012). 따라서 본 연구에서는 UV-C 조사선량별, 70% 에탄올 사용 여부, UV-C와 70% 에탄올 각각의 단일처리와 병합 처리에 따른 신선편이 씨 없는 수박의 품질, 대장균 콜로니 수에 미치는 영향을 평가하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 실험재료 및 전처리

실험에 사용한 씨 없는 수박은 조생흑미 품종으로(*Citrullus*

lanatus cv. Josaengheugmi) 2022년 정읍에서 6월 중순에 수확한 것을 구입하여 사용하였다. 크기는 9 ± 1 kg, 당도는 10~11°Brix인 수박을 선별하여 냉장실(4°C)에 보관하면서 사용하였다. 수박은 세척 후 물기를 제거한 다음 껍질에서부터 3 cm 두께로 잘라내고 과육 부분만 큐브 모양(가로 2.5 cm, 세로 2.5 cm, 높이 3 cm)으로 절단 후 일회용 사각용기(PSW 12155, Enterpack, Paju, Korea)에 6 조각씩 담았다. 시약 Folin-Ciocalteu's phenol reagent, gallic acid, 시트룰린, 아르기닌 표준품은 Sigma Aldrich Co.(St. Louis, Mo, USA)에서 구입하였다.

2. 대장균 배양 및 접종

씨 없는 수박에 접종하기 위해 사용된 *Escherichia coli* (NCTC 12923)의 균주는 -80°C 초저온 냉동고에서 20% glycerol stock(v/v) 형태로 보관된 것을 사용하였다. *E. coli*는 Nutrient Broth(Difco Co., Detroit, MI, USA)를 사용하여 37°C에서 24시간 동안 배양 후 2차례 계대 배양하여 활성화시켰다. 보관 균주의 오염 여부를 확인하기 위하여 계대 배양한 균 액을 0.1% sterile peptone water에 10배수로 희석하여 선택 배지에 접종 배양한 후 형성된 전형적인 집락 형태와 수를 관찰하였고, 접종액으로 사용하였다. 수박 표면에 *E. coli* 접종은 클린벤치 내에서 각 조각에 20~100 μ L씩 접종하였다.

3. UV-C, 에탄올 처리

절단 수박에 대장균을 접종한 다음 UV-C 조사를 하였으며, UV-C 램프는(253-257 nm broadband, 20W, Sankyo Denki Co., Kanagawa, Japan), 스테인리스스틸로 특수 제작된 자외선 조사 장치(W700×D600×H100 mm)에 8개를 부착하여 온도가 조절되는 인큐베이터(WIR-420, Daehan Scientific Co. Ltd., Wonju, Korea)에 설치하였다. 자외선량 측정기(HD2102.2, Delta Ohm, Caselle di Selvazzano, Italy)를 이용하여 조사량을 측정하였다. 조사량은 0, 2, 4, 8, 16, 20 kJ/m²로 하였고, 이때 소요된 시간은 2 kJ/m²은 1분 54초, 4 kJ/m²은 3분 49초, 8 kJ/m²은 7분 39초, 14 kJ/m²은 13분 24초, 20 kJ/m²은 19분 26초가 소요되었다. 70% 에탄올은 에탄올(ethyl alcohol anhydrous, 99.9%, Sanchun pure chemical Co., Pyeongtaek, Korea)과 증류수를 7:3(v:v)으로 혼합하여, 분무기(Burkle, Daihan Science, Germany)에 넣어 2 mL(1회=1 mL)를 분무하였다. 병합 처리는 UV-C 처리 후 에탄올을 분무하였다.

4. 분석 시료

대장균을 접종한 다음 자외선을 처리한 수박은 처리 선량별로 각 10 g을 멸균 백(3MTM, St. Paul, MN, USA)에 취한 후 각각 0.1% peptone water(DifcoTM, Detroit, MI, USA) 90 mL를 넣어 stomacher(BagMixer[®] 400, Interscience, France)를

이용하여 90초간 균질화하였다. 균질화된 용액을 분석 시료로 사용하였다.

5. 이화학 분석

pH는 pH meter(Seven Excellence™, Mettler Toledo, Switzerland)를 사용하여 측정하였다. 가용성 고형분(°Brix) 함량은 휴대용 당도계(Atago Co., Ltd., Tokyo, Japan)를 사용하여 측정하였고, 색차계(Minolta Spectrophotometer CM-3500d, Minolta Co., Ltd., Tokyo, Japan)를 이용하여 명도(L, lightness), 적색도(a, redness), 황색도(b, yellowness)를 측정하였다. 백색 표준판의 표준색은 L, a, b 값이 각각 99.60, -0.10, -0.43이었다. 폴리페놀 함량은 Folin-Ciocalteu's 법을 변형하여 측정하였다(Singleton & Rossi 1965). 각 분석시료 100 µL에 2%(w/v) Na₂CO₃ 용액 1 mL를 첨가하여 3분간 방치한 후 50%(w/v) Folin-Ciocalteu's reagent 100 µL를 첨가하여 반응액을 30분간 상온 방치한 후 ELISA microplate reader(Epoch2, Biotek, Winooski, USA)로 흡광도(750 nm)를 측정하였다. 폴리페놀 함량은 gallic acid를 표준물질로 사용하여 검량선을 작성한 후 시료 1 g 중의 µg gallic acid equivalent(GAE)로 표시하였다. 경도는 texture analyzer(TA. XT Express V2.1, London, UK)를 이용하여 측정하였고 분석 조건은 Table 1과 같다. 수박은 일정한 크기(2.5×2.5×3 cm)로 처리당 5 조각을 측정하여 평균값을 사용하였다.

6. 대장균 수

위생 지표 세균 중 대장균은 식품공전(Ministry of Food and Drug Safety 2018)에 준하여 측정하였다. 시험액 1 mL를 10배씩 단계 희석하여 *Escherichia coli* and Coliform Plate 건조 필름(EC, 3M™)에 1 mL씩 분주하였다. 이후 37°C에서 48시간 배양하였고, 푸른색 집락 중 주위에 기포를 형성한 집락을 각각 대장균으로 계수하였다. 3회 반복 실험을 진행하였고, 미생물 수는 log CFU/g으로 나타내었다.

Table 1. Measurement conditions of texture analyzer

Items	Conditions
Pre-test speed	2.0 mm/sec
Test speed	1.0 mm/sec
Post-test speed	5.0 mm/sec
Distance	10 mm
Trigger type	Auto(Force)
Trigger force	5.0 g
Probe	Blade

7. 라이코펜 함량

라이코펜 함량은 Fish 등(2002)의 분석법을 변형하여 사용하였다. 수박 시험액 1 mL에 0.05% butylated hydroxyl toluene in acetone 5 mL과 95% ethanol 5 mL, hexane 10 mL을 넣고 암소에서 15분간 shaking 후 증류수 3 mL을 넣고 다시 5분간 shaking 후 5분간 방치하여 물층과 hexane층이 분리되게 하였다. 상층의 hexane층만 이용하여 503 nm에서 흡광도를 측정하여 계산식에 의해 함량을 구하였다.

$$\text{Lycopene content } (\mu\text{g/g}) =$$

$$(\text{Abs of sample} \times 31.2) / \text{weight of sample (g)}$$

8. 시트룰린 및 아르기닌 함량

시험액 1 mL을 취하여 15 mL 코니컬 튜브에 넣고 증류수 9 mL을 가한 다음 볼텍싱하여 membrane filter(PTFE 0.45 µm, Guangzhou Jet Bio-Filtration Co., Scenic Science City, China)로 여과하고 HPLC(Agilent 1260, Agilent Technologies, Santa Clara, CA, USA)로 분석하였다. 컬럼은 Infinitylab poroshell 120 EC-C18(3.0×150 mm, 2.7 µm, Agilent Technologies, Santa Clara, CA, USA)이었으며 이동상은 0.1% phosphoric acid(in ionized water)를 사용하여 isocratic mode로 분석하였으며 이때 유속은 0.3 mL/min이었고, UV 검출기 200 nm 파장에서 분석하였다. 주입량은 2 µL이고 시트룰린, 아르기닌 표준물질은 증류수를 이용하여 0.1~1,000 µg/mL 농도로 희석하여 검량선을 작성하여 사용하였다.

9. 통계분석

실험에서 얻어진 결과는 평균값을 사용하였으며 통계처리는 SAS 프로그램(SAS 9.1, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA)을 이용하여 one-way analysis of variance (ANOVA)로 분석한 후 5% 수준에서 Duncan's multiple range test를 실시하여 평균간 유의성을 검정하였다.

결과 및 고찰

1. UV-C 처리 선량에 따른 신선편이 수박의 품질 특성

1) pH, 당도, 색도

UV-C 조사선량을 달리하고 측정한 pH, 당도, 색도는 Table 2에 나타내었다. pH는 5.7~5.9 사이로 UV-C 조사선량에 따른 유의적 차이는 크지 않았으며, Kim 등(2013)이 보고한 수박 우리꽃(*Citrullus lanatus* cv. Uriggul) 5.8, 삼복(*Citrullus lanatus* cv. Sambok) 5.7과 유사한 결과였다. 당도는 11.2~11.6 °Brix로 UV-C 조사선량별 유의적 차이는 크지 않았으며 Kim 등

Table 2. The pH, sugar content and color of fresh-cut seedless watermelon treated with different UV-C radiation

UV-C radiation (kJ/m ²)	pH	Sugar content (°Brix)	Color value ²⁾		
			L	a	b
Control	5.8±0.1 ^{ab1)}	11.5±0.2 ^{ab}	16.7±0.0 ^a	11.1±0.1 ^c	6.5±0.1 ^d
2	5.8±0.1 ^{ab}	11.4±0.4 ^{ab}	15.9±0.0 ^b	12.1±0.0 ^a	7.6±0.0 ^a
4	5.9±0.0 ^a	11.2±0.5 ^b	15.2±0.0 ^{cd}	12.1±0.1 ^a	7.3±0.1 ^b
8	5.8±0.1 ^{ab}	11.3±0.4 ^{ab}	15.7±0.1 ^{bcd}	11.6±0.0 ^b	7.3±0.1 ^b
14	5.8±0.0 ^{ab}	11.6±0.2 ^a	15.3±0.1 ^d	11.6±0.1 ^b	7.1±0.1 ^c
20	5.7±0.0 ^b	11.5±0.1 ^{ab}	15.7±0.4 ^{bc}	11.4±0.3 ^b	6.6±0.2 ^d

¹⁾ Means±S.D. (n=5) within each column followed by different letters are significantly ($p<0.05$) by Duncan's multiple range test.

²⁾ Lightness (black 0 ↔ +100 white), redness(green -80 ↔ +100 red), yellowness(blue -70 ↔ +70 yellow).

(2013)이 보고한 수박 태양꿀(*Citrullus lanatus* cv. Taeyangggul) 11.7 °Brix와 무등산(*Citrullus lanatus* cv. Mudeungsan) 11.6 °Brix와 같은 수준이었다. 색도의 경우 대조에서 L(명도) 값은 16.7이었으나 UV-C 조사 후에는 15.2~15.9로 유의적으로 감소하였다. 반면 a(적색도) 값은 대조에서는 11.1이었으나 UV-C 조사 후에는 11.4~12.1 사이로 다소 증가하였으며 특히 2~4 kJ/m² 조사 후에 높았다. b(황색도) 값은 a 값과 유사하게 UV-C 조사 후 증가하였으며 2 kJ/m² 조사 후에 가장 높았지만, 육안으로는 차이를 느끼지 못하였다. 이는 딸기에 UV-C 5 kJ/m² 처리 시 색도 (L, a, b)는 대조와 유의적 차이가 없었고(Kim 등 2010), 레드치커리와 청경채에 UV-C 10 kJ/m² 처리 시 대조와 유의적 차이가 나지 않았던(Kim 등 2011) 결과와 다른 경향이였다. 이는 대상 작물, UV-C 처리 방법, 색도 측정 방법 등의 차이로 인한 것으로 판단된다. 신선편이 수박의 품질은 주로 식감, 색상 및 단맛의 손실 여부로 판단되는 데(Rushing 등 2001; Perkins-Veazie & Collins 2004) 본 연구에서 UV-C 처리는 pH, 당도에는 영향을 미치지 않았지만, 라이코펜 함량과 정의 상관관계가 있는 a(적색도) 값(Kim HY 2010) 처리 선량에 따라 유의적 차이를 보였으며, 이는 UV-C 처리를 통해 라이코펜의 함량에 변화가 있음을 예상할 수 있다.

2) 경도

절단된 수박에 0~20 kJ/m²의 UV-C를 선량별로 처리하고 측정된 경도의 결과는 Table 3과 같다. UV-C를 처리하지 않은 경우 1,049.0 g이었으며, 처리 선량별로 유의적인 차이는 보이지 않아 20 kJ/m² 이하의 UV-C 처리는 경도의 변화가 없는 것으로 판단된다. 이는 3 kJ/m² 이하의 UV-C로 복숭아의 경도가 유의적 차이를 보이지 않은 Lee 등(2013a)의 결과와 유사하였다.

3) 폴리페놀, 라이코펜, 아르기닌, 시트룰린 함량

폴리페놀은 함량은 대조에서는 425.4 GAE µg/g fresh

weight이었고, UV-C 2 kJ/m² 처리에서 400.6 µg GAE/g F.W.으로 4~20 kJ/m²에서는 408.5~414.2 µg GAE/g F.W.으로 대조에 비해 유의적으로 감소하였다. 이러한 결과는 Artés-Hernández 등(2010)이 신선편이 수박에 UV-C 처리 후 폴리페놀 함량이 대조(0.90 mg CAE/kg F.W.)에 비해 UV-C 1.60-7.20 kJ/m² 처리 시 감소(0.85~0.88 mg CAE/kg F.W.)하였다고 보고한 것과 같은 경향이었고, 함량의 차이는 수박 품종 및 정량에 사용한 표준물질의 차이로 인한 것으로 생각된다. UV-C 처리는 폴리페놀 함량 감소에 영향을 미친다고 유추할 수 있으며 선량에 따른 감소 정도 등 추가적인 연구가 필요하다고 생각된다.

라이코펜은 카로티노이드 중 한 성분으로 토마토와 같은 붉은색 과일에 주로 함유되어 있으며, 강력한 항산화력과 전립선의 양성 및 악성 상피 세포의 성장 저해 효과가 보고되었다(Boileau 등 2001; Kim 등 2013). 라이코펜 함량은 대조에서 28.5 µg/g F.W.이었고, 이 함량은 UV-C 2, 4, 20 kJ/m² 처리하였을 때 31.6, 30.9, 29.2 µg/g F.W.으로 대조에 비해 함량이 높았으며, UV-C 8, 14 kJ/m² 처리하였을 때는 각각 26.3, 27.2 µg/g F.W.으로 대조에 비해 함량이 낮아지는 경향이였다. 라

Table 3. Hardness of fresh-cut seedless watermelon treated with different UV-C radiation

UV-C radiation (kJ/m ²)	Hardness (g)
Control	1,049.0±99.3 ^{ND1)}
2	1,009.2±66.6 ND
4	995.5±57.7 ND
8	998.8±74.7 ND
14	1,015.5±56.7 ND
20	1,053.8±60.9 ND

Means±S.D. (n=5) within each column followed by different letters are significantly ($p<0.05$) by Duncan's multiple range test. ND not different.

이코펜 함량은 앞에서 언급한 적색도 변화와 같은 패턴을 보였다. Kim 등(2013)은 수박 품종에 따라 라이코펜 함량은 30.20~55.43 $\mu\text{g/g}$ F.W. 이었다고 보고 하였고, 본 연구에 사용된 씨 없는 수박의 라이코펜 함량은 이보다 낮았으며 이는 품종, 수확시기, 재배 지역 등의 차이로 생각된다. Artés-Hernández 등(2010)은 낮은 선량(1.6~2.8 kJ/m^2)의 UV-C 처리 후 라이코펜의 함량 변화가 없었고, 4.8 및 7.2 kJ/m^2 처리 후에는 각각 2.6, 7.7%가 감소하였다고 보고하여 본 연구 결과와는 다른 경향이였다. 이는 수박의 씨 함유 여부, 절단 크기 등의 차이로 인한 것으로 생각되며, 더불어 UV-C 처리 선량이 라이코펜의 함량에 영향을 미칠 수 있음을 시사한다.

수박에 풍부하게 함유되어있는 비필수 아미노산인 시트룰린은 아르기닌의 전구체이며, 요소 사이클의 중간대사 물질이며 체내에서 산화물질 제거와 혈관 확장 기능을 갖는 것으로 알려져 있다(Figueroa 등 2017). 아르기닌 함량은 2~14 kJ/m^2 의 UV-C를 처리하였을 때 대조에 비해 함량이 유의적으로 높았으며, UV-C 20 kJ/m^2 처리에서는 대조에 비해 낮은 함량을 보였다. 시트룰린 함량은 UV-C 8 kJ/m^2 에서 3,519.4 $\mu\text{g/g}$ F.W., 2 kJ/m^2 에서 3,446.1 $\mu\text{g/g}$ F.W.으로 대조 3,384.5 $\mu\text{g/g}$ F.W. 보다 높았다. 이는 각 성분에 따라 함량의 증감에 영향을 미치는 UV-C 처리 선량이 다름을 시사한다. 대조의 시트룰린 함량은 Lee 등(2013b)이 수박 유전자원 계통 및 시판종 98점을 대상으로 조사한 평균 함량 3.1 mg/g F.W.과 유사하였다(Table 4).

4) 대장균 수

씨 없는 수박에 6.52 log CFU/g의 대장균을 접종 후 UV-C(0, 2, 4, 8, 14, 20 kJ/m^2) 처리 후 대장균 수 변화를 조사하였다(Fig. 1). 대조에 비해 모든 처리에서 대장균 수가 감소하였으며, 2 kJ/m^2 처리 시 0.39 log CFU/g, 4 kJ/m^2 처리시 0.26 log CFU/g, 8 kJ/m^2 처리 시 0.72 log CFU/g, 14 kJ/m^2 처리 시 0.33 log CFU/g, 20 kJ/m^2 처리 시 0.47 log CFU/g 감소

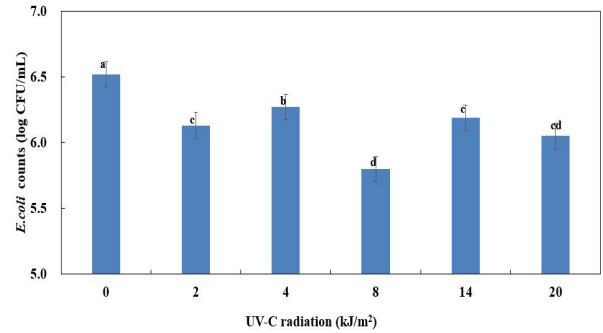


Fig. 1. *E. coli* counts of fresh cut seedless watermelon treated with different UV-C radiation. ^{a-d}Mean in each column by different superscripts are significantly at 5% level by Duncan's multiple range test.

하여, 8 kJ/m^2 처리에서 가장 많은 감소를 보였다. Artés-Hernández 등(2010)은 신선편이 수박에 UV-C(1.6, 2.8, 4.8, 7.2 kJ/m^2) 처리 후 mesophilic, psychophilic and enterobacteria의 콜로니수가 감소되었음을, Fonseca & Rushing(2006)은 신선편이 수박에 UV-C(4.1 kJ/m^2)를 처리하는 것은 주스 누출, 색상, 전반적인 시각적 품질에 영향을 주지 않으면서 미생물 콜로니 수 저감에 효과적이라고 하였다. 본 연구에서는 2 kJ/m^2 조사로도 유사한 효과가 있었다. 따라서 대장균 감소 정도, 라이코펜 함량, 아르기닌 함량, 시트룰린 함량, UV-C 조사 시간 등을 고려하여 이후 실험은 UV-C 처리 선량을 2 kJ/m^2 로 선정하고 진행하였다.

2. UV-C, 에탄올 단일 및 병합 처리에 따른 신선편이 수박의 품질 특성

1) pH, 당도, 색도

pH, 당도는 처리에 따른 유의적 차이는 보이지 않았으며, 색도는 대조에 비해 70% 에탄올 처리 시 L값은 증가하고 적

Table 4. Polyphenols, lycopene, arginine and citrulline content of fresh-cut seedless watermelon treated with different UV-C radiation

UV-C radiation (kJ/m^2)	Polyphenol (GAE $\mu\text{g/g}$ F.W.)	Lycopene ($\mu\text{g/g}$ F.W.)	Arginine ($\mu\text{g/g}$ F.W.)	Citrulline ($\mu\text{g/g}$ F.W.)
Control	425.4 \pm 0.0 ^a	28.5 \pm 0.0 ^d	391.2 \pm 1.6 ^d	3,384.5 \pm 79.9 ^{bc}
2	400.6 \pm 0.0 ^c	31.6 \pm 0.0 ^a	438.7 \pm 0.2 ^a	3,446.1 \pm 9.3 ^{ab}
4	409.1 \pm 0.0 ^b	30.9 \pm 0.1 ^b	429.0 \pm 0.5 ^{ab}	3,313.5 \pm 10.5 ^{cd}
8	414.2 \pm 0.0 ^b	26.3 \pm 0.0 ^f	412.7 \pm 2.4 ^{bc}	3,519.4 \pm 5.1 ^a
14	412.3 \pm 0.0 ^b	27.2 \pm 0.0 ^e	402.6 \pm 7.4 ^{cd}	3,298.4 \pm 9.4 ^d
20	408.5 \pm 0.0 ^b	29.2 \pm 0.0 ^c	333.0 \pm 15.0 ^e	3,202.1 \pm 12.7 ^e

Means \pm S.D. (n=5) within each column followed by different letters are significantly ($p<0.05$) by Duncan's multiple range test.

Table 5. Quality characteristics according to UV-C, ethanol single treatment and combined treatment

Treatment	pH	Sugar content (°Brix)	Color value ²⁾		
			L	a	b
Control	6.2±0.1	11.2±0.7	14.9±0.1 ^{b1)}	9.6±0.1 ^c	7.9±0.0 ^b
70% EtOH	6.2±0.1	11.2±0.2	15.2±0.1 ^a	8.9±0.1 ^d	7.7±0.1 ^c
UV-C 2	6.2±0.1	11.6±0.4	15.2±0.1 ^a	9.9±0.1 ^b	8.1±0.1 ^a
UV-C 2+70% EtOH	6.2±0.1	12.0±0.6	14.9±0.1 ^b	10.1±0.0 ^a	7.8±0.0 ^{bc}

¹⁾ Means±S.D. (n=5) within each column (^{a-d}) followed by different letters are significantly ($p<0.05$) by Duncan's multiple range test.

²⁾ Lightness(black 0 ↔ +100 white), redness(green -80 ↔ +100 red), yellowness(blue -70 ↔ +70 yellow).

Table 6. Hardness and number of *E. coli* colonies according to UV-C, ethanol single treatment and combined treatment

Treatment	Hardness (g)	<i>E. coli</i> counts (log CFU/g)
Control	1,005.7±80.1 ND	5.8±0.7 ^a
70% EtOH	1,125.3±104.7 ND	5.6±0.2 ^b
UV-C 2	1,330.7±232.6 ND	4.0±0.4 ^c
UV-C 2+70% EtOH	1,137.7±256.7 ND	3.5±0.6 ^d

Means±S.D. (n=5) within each column (^{a-d}) followed by different letters are significantly ($p<0.05$) by Duncan's multiple range test. NDnot different.

색도는 감소하여 색의 변화를 보였다. a 값은 UV-C 2 kJ/m² 처리 후 70% 에탄올을 처리하였을 때 다소 증가하여 대조에 비해 선명한 붉은색을 보였다(Table 5).

2) 경도, 대장균 콜로니수

경도는 처리 별로 유의적 차이를 보이지 않았고, 대장균 콜로니 수는 대조에 비해 모든 처리에서 유의적으로 감소하였으며, UV-C 2 kJ/m² 처리 후 70% 에탄올을 분무하였을 때 대조 대비 2.3 log CFU/g 감소하여 가장 효과적이었다. Jang 등(2003)은 0%(V/V), 10, 20, 30, 50% 농도의 에탄올에 *Bacillus cereus*, *E. coli*를 20°C에서 5분간 노출하여 생균수를 비교한 결과 30% 이상의 농도에서 살균효과가 있었고, 50%에서 10분간 처리하였을 때 모두 사멸된 결과를 보고하였다. Huang 등(2001)은 60% 에탄올에서 5분간 처리하였을 때 모두 사멸된 결과를 보고하였고, 이러한 효과는 에탄올이 peptidoglycan 가교결합의 조합을 저해하기 때문이라 하였다. UV-C와 70% 에탄올 병합 처리는 단일 처리에 비해 신선편이 제품에 적용했을 때 대장균 등 미생물 저감에 더 효과적임을 알 수 있었다(Table 6).

요약 및 결론

씨 없는 수박 신선편이 제품의 미생물학적 안전성 증대를 위한 비가열 살균 처리 방법으로 UV-C를 적용하고자 처리 선량별(0, 2, 4, 8, 14, 20 kJ/m²) 대장균 감소 효과와 품질변화를 조사하였다. *E. coli*로 접종된 수박의 pH, 당도, 경도는 UV-C 처리 선량에 따른 유의적 차이를 보이지 않았고, 폴리페놀 함량은 대조(425.4 GAE µg/g F.W.)에 비해 감소하였다. 라이코펜 함량은 2, 4 kJ/m² 처리했을 때 대조(28.5 µg/g F.W.)에서 보다 증가한 31.6, 30.9 µg/g F.W.이었고, 아르기닌과 시트룰린 함량 역시 대조에 비해 유의적으로 증가하였다. *E. coli* 수는 UV-C 처리 시 유의적으로 감소하였으며, 대장균 감소 정도, 라이코펜 함량, 아르기닌 함량, 시트룰린 함량, UV-C 조사 시간 등을 고려하여 이후 실험은 UV-C 처리 선량을 2 kJ/m²로 선정하고, UV-C와 70% 에탄올 각각 단일처리와 병합처리하여 대장균 콜로니 수 감소 정도를 확인한 결과 UV-C 2 kJ/m² 처리 후 70% 에탄올을 분무하였을 때 대조 대비 2.3 log CFU/g 감소하여 가장 효과적이었다. 따라서 본 연구 결과 UV-C 2 kJ/m² 조사와 70% 에탄올 병합 처리는 씨 없는 수박의 신선편이 제조 공정 중 오염될 수 있는 미생물 수 감소에 효과적일 것이라고 판단된다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 지역특화기술개발연구사업(과제번호 PJ012588022019) 지원에 의한 연구결과의 일부로 이에 감사드립니다.

References

- Akbas MY, Ölmez H. 2007. Inactivation of *Escherichia coli* and *Listeria monocytogenes* on iceberg lettuce by dip wash treatments with organic acids. *Lett Appl Microbiol* 44:

- 619-624
- Alothman M, Bhat R, Karim AA. 2009. UV radiation-induced changes of antioxidant capacity of fresh-cut tropical fruits. *Innov Food Sci Emerg Technol* 10:512-516
- Artés-Hernández F, Robles PA, Gómez PA, Tomás-Callejas A, Artés F. 2010. Low UV-C illumination for keeping overall quality of fresh-cut watermelon. *Postharvest Biol Technol* 55:114-120
- Beuchat LR, Adler BB, Lang MM. 2004. Efficacy of chlorine and a peroxyacetic acid sanitizer in killing *Listeria monocytogenes* on iceberg and Romaine lettuce using simulated commercial processing conditions. *J Food Prot* 67:1238-1242
- Boileau TW, Liao Z, Kim S, Lemeshow S, Erdman JW Jr, Clinton SK. 2001. Prostate carcinogenesis in *N*-methyl-*N*-nitrosourea (NMU)-testosterone-treated rat fed tomato powder, lycopene, or energy-restricted diets. *J Natl Cancer Inst* 93:1872-1879
- Cho SK, Park JH. 2012. Bacterial biocontrol of sprouts through ethanol and organic acids. *Korean J Food Nutr* 25:149-155
- Figueroa A, Wong A, Jaime SJ, Gonzales JU. 2017. Influence of L-citrulline and watermelon supplementation on vascular function and exercise performance. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 20:92-98
- Fish WW, Perkins-Veazie P, Collins JK. 2002. A quantitative assay for lycopene that utilizes reduced volumes of organic solvents. *J Food Compos Anal* 15:309-317
- Fonseca JM, Rushing JW. 2006. Effect of ultraviolet-C light on quality and microbial population of fresh-cut watermelon. *Postharvest Biol Technol* 40:256-261
- Guentzel JL, Liang Lam K, Callan MA, Emmons SA, Dunham VL. 2008. Reduction of bacteria on spinach, lettuce, and surfaces in food service areas using neutral electrolyzed oxidizing water. *Food Microbiol* 25:36-41
- Hashizume M, Gordon MH, Mottram DS. 2007. Light-induced off-flavor development in cloudy apple juice. *J Agric Food Chem* 55:9177-9182
- Huang SL, Weng YM, Chiou RYY. 2001. Survival of *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli* as affected by ethanol and NaCl. *J Food Prot* 64:546-550
- Jang JH, Jang JS, Lee SY, Kim HS, Kang SM, Park JH. 2003. Growth inhibition effects of ethanol and sodium chloride on *Bacillus cereus*. *Korean J Food Sci Technol* 35:998-1002
- Jay JM. 1996. Radiation preservation of foods and nature of microbial radiation resistance. In *Modern Food Microbiology*. 5th ed. pp.304-323. Van Nostrand Reinhold
- Keyser M, Müller IA, Cilliers FP, Nel W, Gouws PA. 2008. Ultraviolet radiation as a non-thermal treatment for the inactivation of microorganisms in fruit juice. *Innov Food Sci Emerg Technol* 9:348-354
- Kim HJ, Song HJ, Song KB. 2011. Effect of combined treatment of aqueous chlorine dioxide with ultraviolet-c on the quality of red chicory and pak choi during storage. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40:245-252
- Kim HY. 2010. Development new method measuring lycopene content for watermelon. Master's Thesis, Kangwon National Univ. Chuncheon. Korea
- Kim JG. 2017. Packaging technology of fresh-cut produce. *Food Sci Ind* 50:12-26
- Kim JY, Kim HJ, Lim GO, Jang SA, Song KB. 2010. Effect of combined treatment of ultraviolet-c with aqueous chlorine dioxide or fumaric acid on the postharvest quality of strawberry fruit "Flamengo" during storage. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39:138-145
- Kim JY, Lee SH, Hwang SJ, Kim GH, Eun JB. 2013. Physicochemical characteristics and functional components of Mudeungsan watermelon and the other cultivars from Korea. *Korean J Food Sci Technol* 45:345-349
- Korea Rural Economic Institute. 2018. Statistics of the 2018 food consumption survey. Available from <http://foodsurvey.krei.re.kr> [cited 20 November 2022]
- Lamikanra O, Richard OA. 2004. Storage and ultraviolet-induced tissue stress effects on fresh-cut pineapple. *J Sci Food Agric* 84:1812-1816
- Lee KH, Park JH, Lee YJ, Ban KE, Jang JH. 2013a. Application of low dose UV-C irradiation for shelf-life extension of peach (*Prunus persica* L. Batsch). *Korean J Food Nutr* 26: 85-91
- Lee WM, Lee HJ, Yang EY, Choi HS, Kim S, Kwon MJ, Chae SY, Huh YC. 2013b. Screening of Germplasms with High Citrulline Content in Watermelon (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. & Nakai). In 2013 Annual Autumn Conference of the Korean Society for Horticultural Science. pp.95. Korean Society for Horticultural Science
- Manzocco L, Kravina G, Calligaris S, Nicoli MC. 2008. Shelf life modeling of photosensitive food: The case of colored beverages. *J Agric Food Chem* 56:5158-5164
- Manzocco L, Pieve SD, Maifreni M. 2011. Impact of UV-C light

- on safety and quality of fresh-cut melon. *Innovative Food Sci Emerging Technol* 12:13-17
- Ministry of Economy and Finance. 2020. "One serving of watermelon please" Popularity of small packaged watermelon. Available from <https://m.post.naver.com/search/post.naver?keyword=소포장수박> [cited 6 November 2022]
- Ministry of Food and Drug Safety. 2018. Regulation on Approval of Functional Ingredient for Health Functional food. Available from <https://various.foodsafetykorea.go.kr> [cited 10 November 2022]
- Niemira BA. 2007. Relative efficacy of sodium hypochlorite wash versus irradiation to inactivate *Escherichia coli* O157:H7 internalized in leaves of Romaine lettuce and baby spinach. *J Food Prot* 70:2526-2532
- Nthenge AK, Weese JS, Carter M, Wei CI, Huang TS. 2007. Efficacy of gamma radiation and aqueous chlorine on *Escherichia coli* O157:H7 in hydroponically grown lettuce plants. *J Food Prot* 70:748-752
- Perkins-Veazie P, Collins JK. 2004. Flesh quality and lycopene stability of fresh-cut watermelon. *Postharvest Biol Technol* 31:159-166
- Rushing JW, Fonseca JM, Keinath AP. 2001. Harvesting and postharvest handling. In Maynard DN (Ed.), *Watermelons: Characteristics, Production, and Marketing*. ASHS Press
- Selma MV, Beltrán D, Allende A, Chacón-Vera E, Gil MI. 2007. Elimination by ozone of *Shigella sonnei* in shredded lettuce and water. *Food Microbiol* 24:492-499
- Singleton VL, Rossi JA. 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *Am J Enol Vitic* 16:144-158
-
- Received 6 December, 2022
Revised 9 January, 2023
Accepted 16 January, 2023

베리류를 첨가한 ABC 건강주스의 항산화 활성 및 이화학적 품질 특성

정엽 · 박시현 · 박소영 · 염은선 · 김선영 · [†]송호남*
세명대학교 바이오식품영양학부 학부생, *세명대학교 바이오식품영양학부 교수

Antioxidant Activity and Physicochemical Properties of ABC Healthy Juice Replaced with Berry Fruits

Yeop Jung, Si Hyun Park, So Young Park, Eun Sun Yeom, Seon Young Kim and [†]Hyo-Nam Song*

Undergraduate Student, Dept. of BioFood and Nutrition, Semyung University, Jecheon 27136, Korea

**Professor, Dept. of BioFood and Nutrition, Semyung University, Jecheon 27136, Korea*

Abstract

To increase antioxidant activity and physicochemical quality characteristics, four kinds of berries (blueberry (BEB), blackberry (BKB), cranberry (CNB), raspberry (RSB)) with antioxidant activities were used to replace beet (B) in existing ABC juice. In the experimental group, the pH was decreased while the content of soluble solids was increased significantly. Total polyphenol content was significantly increased in all experimental groups compared to that in the control group. The control group had the lowest polyphenol content at 14.723 µg GAE/g, whereas the blackberry replacement group had the highest polyphenol content at 67.12 µg GAE/g. The total flavonoid content was the lowest in the control group at 8.98 µg QE/g but the highest in the blackberry group at 50.47 µg QE/g. All experimental groups showed significantly higher antioxidant activities than the control group. DPPH & ABTS radical scavenging activities were the lowest in the control group at 15.69% and 19.55%, respectively, but the highest in the blackberry group at 48.24% and 59.43%, respectively. SOD-like activity was also the lowest in the control group at 14.12%, but the highest in the blackberry group at 48.18%. When comparing experimental groups, antioxidant activities (DPPH, ABTS, SOD) and antioxidant components (total polyphenols and total flavonoids) were in the order of BKB > CNB > RSB > BEB > Control. In conclusion, the new ABC juice containing four types of berries is enriched in antioxidants with significantly improved antioxidant activities and physicochemical quality characteristics.

Key words: antioxidant activity, DPPH, ABTS, total polyphenol contents, ABC juice

서론

ABC주스란 사과, 비트, 당근 등 3종을 주재료로 하여 제조한 과채음료를 말하며 각 재료의 앞 글자(Apple, Beet, Carrot)를 따서 ABC주스라 일컫고 있다. 최근 『식품음료신문』에 따르면 건강정보 TV 프로그램 등에서 다이어트, 해독작용 등의 효능·효과를 홍보하고 있어 여성을 중심으로 선풍적인 인기를 끌고 있는 것으로 알려져 있다. 현재 시중에 판매되고 있는 ABC 주스의 표준화된 배합 비율은 사과 40%, 비트

20%, 당근 40%이다. 사과, 비트, 당근은 각종 비타민을 비롯해 식이섬유, 폴리페놀, 철분, 베타인 등 여러 영양소를 풍부하게 함유하고 있어 ABC주스만 섭취해도 다양한 영양 성분들을 고루 섭취할 수 있다. 또한 디톡스 효과가 있어 ‘해독주스’라 불리기도 하며 혈당강하 효과와 함께 매일 아침 공복에 섭취할 경우 내장지방 감소효과가 있어 다이어트를 하는 소비자들에게 각광을 받고 있다고 한다.

한편, 시판중인 사과주스는 비타민 C의 함량이 0.74~1.22 g/L 범위로 나타났고, 산도는 0.299~0.556 범위였다(Hwang

[†] Corresponding author: Hyo-Nam Song, Professor, Dept. of BioFood and Nutrition, Semyung University, Jecheon 27136, Korea.
Tel: +82-43-649-1430, Fax: +82-43-649-1759, E-mail: hnsong@semyung.ac.kr

등 2011). HPLC로 폴리페놀화합물의 성분을 분석한 결과 5-hydroxymethyl furfural(5-HMF), chlorogenic acid, caffeic acid, (-)-epicatechin, quercitrin, phloridzin 등 9개의 페놀산과 플라보노이드와 같은 폴리페놀 화합물이 분리된 것으로 보고되어 있다(Hwang 등 2011). 전반적으로 chlorogenic acid와 (-)-epicatechin의 함량이 각각 8.45~279.90 mg/L, 74.47~523.24 mg/L로 가장 높았으며, 각 페놀화합물의 조성은 모든 제품에서 유사한 경향을 나타낸 것으로 보고되었다(Hwang 등 2011).

레드비트는 나이아신, 지질, 철, 비타민 A, 인, 엽산, 레티놀 등과 같은 천연의 미네랄과 비타민이 다량 함유되어 있고, 철분과 엽산이 풍부하여 적혈구 세포를 생성함과 동시에 활성화시키는 역할을 한다고 보고되어 있다(Kim 등 2010). 또한 페놀성 화합물과 관련한 연구에서 레드비트 에탄올 추출물은 1.55 g/100 g of dry weight, 물 추출물은 1.23 g/100 g of dry weight로 나타났으며 DPPH 라디칼 소거활성 또한 53% 이상의 활성을 보인 것으로 보고 되어있다(Lee & Chin 2012).

당근은 식이섬유와 비타민, 카로티노이드, 미네랄 등의 생리활성 물질을 다량 함유하고 있으며, 등황색 색소이자 비타민 A의 전구체인 β -carotene을 다량 함유하고 있다. 또한 항산화 효과, 성인병 예방, 항암작용 등에 높은 효과를 나타내는 것으로 보고되어 있다(Sharma 등 2012).

그러나, 이와 같은 ABC주스에 대한 대중의 인기와 달리 과학적이고도 체계적인 선행연구는 전무한 형편이며, 따라서 검증되지 않은 과장된 효능을 광고하며 소비자를 기만할 우려가 크다. 이에 따라 본 연구에서는 ABC주스의 기능성을 검증하기 위하여 항산화 활성을 면밀히 분석한 과학적인 기초 데이터를 구축하고 더 나아가 ABC주스와 동음이의어로 불릴 수 있으면서도 다른 과채류를 대체한 조합으로 확장된 개념의 ABC주스를 개발하고자 하였다. 즉, 원래의 Apple + Beet + Carrot 대신 Apple + Berry + Carrot과 같이 베리류를 대체한 새로운 ABC주스를 개발하여 그 기능성과 품질특성을 분석하였다. 비트 대신에 사용한 베리류 중 블루베리 및 크랜베리는 항산화, 항당뇨 및 항암 효과 등 다양한 생리활성을 지니고 있는 것으로 잘 알려져 있다(Martineau 등 2006; Seeram 등 2006; Su & Silva 2006; Jeong 등 2008). 이러한 생리활성에 기여하는 성분으로는 베리류의 폴리페놀 화합물 외에도 자색고구마, 적양배추, 백년초 등에도 많이 함유되어 있는 안토시아닌 색소가 있으며, 이는 단순한 영양소 공급의 1차 기능을 넘어 천연색소로서의 기호성 뿐만 아니라 면역 기능 향상 및 노화 억제 등의 우수한 생체조절기능을 나타내는 것으로 보고된 바 있다(Boo 등 2012; Nam 등 2015).

본 연구에서는 새로운 기능성 음료로서의 가능성을 타진하기 위하여 비트 대신 4종의 베리류(블루베리, 블랙베리, 크

랜베리, 라즈베리)를 대체한 확장된 개념의 ABC주스를 개발하였고, 이화학적 품질특성을 분석하였으며 항산화 활성의 증진효과를 확인하였기에 보고하는 바이다.

재료 및 방법

1. 실험재료 및 시약

실험에 사용한 사과(Apple), 당근(Carrot), 비트(Beet)는 온라인 쇼핑몰에서 일괄 구매하였고, 4종의 베리류는 블루베리(Blueberry, 칠레산), 블랙베리(Blackberry, 칠레산), 크랜베리(Cranberry, 미국산), 라즈베리(Raspberry, 칠레산)의 원물 냉동제품을 온라인 쇼핑몰에서 구매하였다. 기타 분석에 사용한 시약으로 Folin & Ciocalteu's phenol reagent, DPPH(2,2-diphenyl-1-picryl-hydrazyl), ABTS(2,2'-Azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) 및 gallic acid는 Sigma-Aldrich Co.(St Louis, MO, USA)에서 구입하였고, potassium persulfate(99.0%), pyrogallol(99.0%)는 Samchun Co.(Pyeongtak, Korea)에서 구입하였으며, Quercetin은 Daejunghwagum Co.(Siheung, Korea)에서 구입하여 사용하였다.

2. ABC 주스 시료 제조

주스 시료는 시중에서 가장 많이 판매되고 있는 기존 제품의 배합비를 참고하되 여러 조합의 재료별 배합비율에 대해 항산화 활성을 예비분석한 후 최종적으로 Table 1과 같은 배합비를 확정하여 제조하였다. 즉, 배합비에 따라 계량한 각 원물 재료를 모두 블렌더에 넣어 갈고 여과지에 여과하여 분석용 시료로 사용하였다.

3. pH 및 가용성 고형분 함량

pH와 가용성 고형분 함량은 각각 pH meter(S70 SevenMulti™, Mettler Toledo, Greifensee, Switzerland) 및 굴절당도계(PR-201,

Table 1. Formulas of ABC juices (unit: g)

Ingredients	Control	BEB ¹⁾	BKB	CNB	RSB
Beet	40	-	-	-	-
Blackberry	-	40	-	-	-
Blueberry	-	-	40	-	-
Cranberry	-	-	-	40	-
Raspberry	-	-	-	-	40
Carrot	80	80	80	80	80
Apple	80	80	80	80	80
Water	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

¹⁾ BEB: Blue berry ABC juice, BKB: Black berry ABC juice, CNB: Cran berry ABC juice, RSB: Rasp berry ABC juice.

Atago Co., Ltd., Tokyo, Japan)로 측정하였다(Jang 등 2017; Song & Park 2018).

4. 항산화 성분의 함량

1) 총 폴리페놀 함량 측정

총 폴리페놀 함량 측정은 Folin-Denis법에 따라 측정하였다(Song & Lee 2017). 시료 원액 0.15 mL에 Folin-Denis 시약 0.15 mL와 증류수 0.7 mL를 넣어 진탕하고 5분 동안 반응시켰다. 반응액에 10% Na₂CO₃ 용액 1.0 mL와 증류수 1.0 mL를 혼합하여 암실 상태에서 실온에 1.5 hr 동안 방치한 후 분광광도계(Ultrospec 2100 pro, Amersham Biosciences, Uppsala, Sweden)를 이용하여 760 nm에서 흡광도를 측정하였다. Gallic acid를 이용하여 표준곡선으로부터 총 폴리페놀 함량을 산출하였다.

2) 총 플라보노이드 함량 측정

총 플라보노이드 함량 측정은 Kim 등(2022)의 방법을 일부 수정하여 측정하였다. 시료 원액 1.0 mL와 5% sodium nitrite 0.3 mL, 증류수 2.0 mL를 진탕한 후 5분간 실온에서 반응시키고 10% aluminum chloride 0.3 mL를 대체해 혼합하여 6분간 실온에서 반응시킨 뒤 1 M sodium hydroxide 2 mL와 증류수 2.4 mL를 혼합하여 분광광도계(Ultrospec 2100 pro, Amersham Biosciences, Uppsala, Sweden)를 이용해 510 nm에서 흡광도를 측정하였으며 퀘르세틴(querctetin)을 이용하여 표준곡선으로부터 총 플라보노이드 함량을 산출하였다.

5. 항산화 활성 분석

1) DPPH 자유라디칼 소거활성

DPPH 자유라디칼 소거활성은 Jung 등(2022)의 방법을 일부 수정하여 측정하였다. 시료액 0.8 mL에 70% ethanol 1.5 mL, 0.02 mM DPPH(2,2-diphenyl-1-picryl-hydrazyl) 용액 1.5 mL를 진탕한 뒤 암실에서 1.5 hr 동안 방치하고 분광광도계(Ultrospec 2100 pro, Amersham Biosciences, Uppsala, Sweden)를 이용하여 517 nm에서 흡광도를 측정하였고, 다음과 같은 공식을 이용하여 Electron Donating Ability(EDA)를 산출하였다.

$$EDA(\%) = \frac{C-S}{C} \times 100$$

C: Control absorbance

S: Sample absorbance

2) ABTS 자유라디칼 소거활성

ABTS 자유라디칼 소거활성은 Jang 등(2022)의 방법을 일부 변경하여 측정하였다. 즉, ABTS(2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)용액 7 mM와 2.45 mM potassium persulfate를 1:1의 비율로 혼합한 뒤 암실에서 16 hr 반응시킨 후 ABTS 라디칼을 형성시켜 희석된 ABTS 용액을 에탄올로 희석하여 734 nm에서 측정된 흡광도 값이 0.70±0.02가 되도록 조정하였다. 그 후 ABTS 용액 0.75 mL에 시료액 0.15 mL를 혼합하여 암실에서 6분간 방치 후, 분광광도계(Ultrospec 2100 pro, Amersham Biosciences, Uppsala, Sweden)를 사용하여 734 nm에서 흡광도를 측정하였다.

$$ABTS \text{ radical scavenging activity}(\%) = \frac{C-S}{C} \times 100$$

C: Control absorbance

S: Sample absorbance

3) SOD 유사활성

SOD 유사활성은 Marklund & Marklund(1974) 및 Lee 등(2022)의 방법을 일부 수정하여 측정하였다. 시료액 1.0 mL와 pH 8.5 Tris-HCL buffer 3.0 mL, 7.2 mM pyrogallol 0.2 mL를 대체하여 25°C의 항온수조에서 10분간 반응시킨 뒤 1 N HCl 0.5 mL를 대체한 후 분광광도계(Ultrospec 2100 pro, Amersham Biosciences, Uppsala, Sweden)를 이용하여 420 nm에서 흡광도를 측정하였다.

$$SOD\text{-like activity}(\%) = \frac{C-S}{C} \times 100$$

C: Control absorbance

S: Sample absorbance

6. 통계처리

모든 실험은 3회 반복 측정하였으며, 결과는 평균±표준편차로 나타내었다. 각 평균값에 대한 유의적인 차이는 SPSS (version 27, IBM Co., Armonk, NY, USA)를 이용하여 ANOVA로 분석한 뒤 Duncan's multiple range test를 실시하여 p<0.05 수준에서 유의성을 검정하였다. 시료의 항산화 성분과 항산화 활성들 간의 상관관계를 알아보기 위하여 Person의 상관분석을 실시하였다.

결과 및 고찰

1. pH 및 가용성 고형분 함량

기존 ABC 주스의 B의 Beet 대신 Berry를 대체하여 만든

ABC 주스의 pH 및 가용성 고형분 함량의 변화는 Table 2에 나타내었다. 각 주스의 pH는 대조구에 비해 Berry를 대체한 주스에서 모두 감소하였다. 대조구가 6.14로 가장 높았고, 블루베리를 대체한 주스가 5.54로 가장 낮았으나 베리류 주스 시료간의 유의적인 차이는 없었다. Kang 등(2015)의 블루베리 추출물 원액의 경우 pH 3.32~3.65로 보고된 바 있어 베리류 자체가 주스의 pH를 감소시키는데 영향을 준 것으로 사료된다.

가용성 고형분의 함량은 전체적으로 비트 대신 berry를 대체한 실험군의 가용성고형분 함량이 유의적으로 높았다. 대조구 주스가 9.40 Bx%로 가장 낮았고, 라즈베리를 대체한 주스가 10.9 Bx%로 가장 높게 나타났다. Song 등(2014)은 품종별 블루베리의 가용성 고형분 함량이 8.35 Bx%에서 최대 9.71 Bx%까지 측정된 것으로 보고하였다. 본 연구에서의 블루베리 대체 ABC 주스는 10.3 Bx%로 이보다 높게 나타나 해당 주스에서 블루베리 외 다른 재료에 의한 영향 때문인 것으로 추정된다.

2. 총 폴리페놀 함량

베리류를 대체한 ABC 주스의 총 폴리페놀 함량은 Fig. 1에 나타내었다. 페놀성 화합물은 식물체에 널리 분포되어 있는 2차 대사물의 하나로 다양한 분자량과 구조를 가지며, 자유라디칼을 수용할 수 있는 phenolic hydroxyl기의 활성에 의해 항산화, 항균 및 항암 등의 생리 작용을 가진다(Song 등 2014). 전체적으로 대조구에 비해 berry류를 대체한 모든 실험군에서 총 폴리페놀 함량이 유의적으로 증가하였다. 비트가 포함된 대조구는 14.723 $\mu\text{g GAE/g}$ 으로 가장 낮은 함량을 보였으며, 블랙베리 ABC 주스에서 가장 높은 67.312 $\mu\text{g GAE/g}$ 의 함량을 나타내었다. Song 등(2014)은 블루베리 두 품종의 총 폴리페놀 함량 분석 결과 138.4~141.1 mg/100 g으로 높게 나타난 것으로 보고한 바 있다. 또한 Nam 등(2015)은

Table 2. pH, soluble solid contents of ABC juices

ABC juices	pH	Soluble solid contents (Bx%)
Control	6.14±0.02 ^{a1)}	9.40±0.1 ^a
BEB ²⁾	5.54±0.06 ^b	10.3±0.0 ^{bc}
BKB	5.63±0.04 ^b	10.5±0.0 ^{cd}
CNB	5.59±0.08 ^b	10.1±0.0 ^b
RSB	5.61±0.04 ^b	10.9±0.0 ^e

Values are expressed as the mean±S.D. (n=3).

¹⁾ Means with different letters (^{a-c}) within the same column are significantly different by Duncan's multiple range test ($p<0.05$).

²⁾ BEB: Blue berry ABC juice, BKB: Black berry ABC juice, CNB: Cran berry ABC juice, RSB: Rasp berry ABC juice.

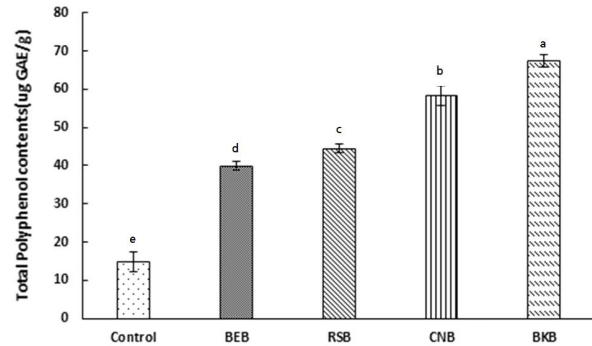


Fig. 1. Total polyphenol contents of ABC juices. Different letters (^{a-c}) are significantly different by Duncan's multiple range test ($p<0.05$). BEB: Blue berry ABC juice, BKB: Black berry ABC juice, CNB: Cran berry ABC juice, RSB: Rasp berry ABC juice.

체리, 아로니아, 크랜베리, 라즈베리의 총 폴리페놀 함량은 착즙액 1 mL당 350.86~369.56 $\mu\text{g GAE}$ 의 높은 수준이었으나 블루베리의 경우 231.49 $\mu\text{g GAE/mL}$ 로 비교적 낮은 것으로 보고하였다. Jeong 등(2015)은 아로니아 > 블랙베리 > 크랜베리의 순으로 전반적으로 베리류에 페놀성 화합물의 함량이 높은 것으로 분석되었고 기타의 과채류의 경우 40 $\mu\text{mole GAE/g}$ 수준임을 보고하였다. 한편, 블랙베리 생과의 경우 총 폴리페놀 함량이 2.79 mg/g으로 보고되기도 하여(Jung 등 2015) 연구자에 따라 폴리페놀 함량은 다양한 수준으로 나타났으나, 공통적으로 베리류의 폴리페놀 함량이 높은 것으로 확인되어 비트 대신 베리류를 대체한 ABC 주스의 총 폴리페놀 함량 증가에도 영향을 준 것으로 사료된다.

3. 총 플라보노이드 함량

베리류를 대체한 ABC 주스의 총 플라보노이드 함량은 Fig. 2에 나타내었다. 전반적으로 비트가 포함된 대조구 주스에 비해 베리류를 대체한 모든 실험군에서 총 플라보노이드 함량이 유의적으로 증가하였다. 비트가 포함된 대조구가 8.984 $\mu\text{g QE/g}$ 으로 가장 낮았고 블랙베리를 대체한 ABC 주스가 50.468 $\mu\text{g QE/g}$ 으로 가장 높았다. 한편, 시료간의 총 플라보노이드의 함량은 총 폴리페놀 함량에서와 마찬가지로 모두 BKB > CNB > RSB > BEB > Control의 순서로 높게 나타났다. 이와 같은 동일한 경향성은 폴리페놀과 플라보노이드 함량에 대한 상관관계분석 결과에서도 확인되었다(Table 3). 즉, 총 폴리페놀 함량과 총 플라보노이드 함량 간의 r 값은 0.982로 나타나 매우 밀접한 상관관계가 있음을 알 수 있었다. Ko 등(2015) 또한 추출조건을 달리하여 제조한 블루베리 추출물 5종 시료를 분석한 결과 총 플라보노이드 함량과 총

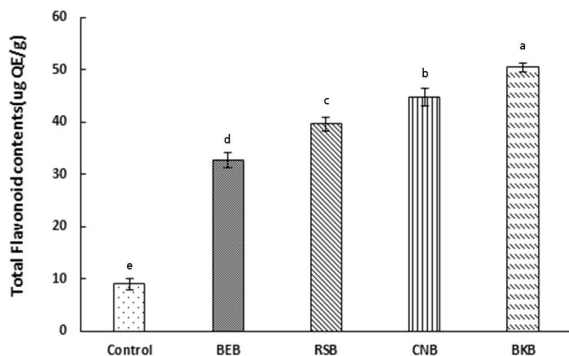


Fig. 2. Total flavonoid contents of ABC juices. Different letters (^{a-c}) are significantly different by Duncan’s multiple range test ($p < 0.05$). BEB: Blue berry ABC juice, BKB: Black berry ABC juice, CNB: Cran berry ABC juice, RSB: Rasp berry ABC juice.

폴리페놀 함량의 증감은 시료별로 동일한 경향성을 지니고 변화하는 것으로 보고한 바 있어 본 연구와 일치하는 것으로 사료된다. 베리류 중 블랙베리의 총 플라보노이드 함량에 대한 여러 보고를 살펴보면 Jung 등(2015)은 0.60 mg/g이었음을 보고하였고, Kaume 등(2012)은 74.4 mg/100 g으로 보고하였으며 Choi 등(2017)은 건조방법에 따라 3.8-6.2 mg/g을 함유하고 있음을 보고하는 등 다양한 수준이었다. 블루베리의 경우 Kang 등(2015)은 통 과일과 그 부산물의 플라보노이드 함량을 분석한 결과 가장 높은 함량이 24.13 mg/g임을 보고한 바 있다.

4. DPPH 자유라디칼 소거활성

베리류를 대체한 ABC 주스의 DPPH 자유라디칼 소거활성은 Fig. 3에 나타내었다. DPPH 자유라디칼 소거활성 측정법은 비교적 간단하면서도 대량 측정이 가능한 방법으로 DPPH 자유라디칼이 EtOH 용액에서는 보라색으로 발색되나 항산화 활성을 갖는 물질과 반응 시 자유라디칼이 소거되면

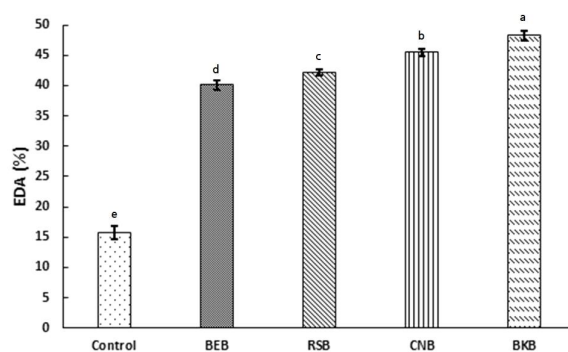


Fig. 3. DPPH radical scavenging activities of ABC juices. Different letters (^{a-c}) are significantly different by Duncan’s multiple range test ($p < 0.05$). BEB: Blue berry ABC juice, BKB: Black berry ABC juice, CNB: Cran berry ABC juice, RSB: Rasp berry ABC juice.

서 탈색되는 원리를 이용한다(Jung 등 2004). 전반적으로 비트가 포함된 대조구에 비해 베리류의 모든 실험군에서 DPPH 라디칼 소거활성이 유의적으로 증가하였다. 즉, 대조구는 15.69%로 가장 낮았고, 블랙베리를 대체한 주스가 48.24%로 가장 높은 항산화 활성을 보였으며, 시료 간에는 BKB > CNB > RSB > BEB > Control의 순서였다. Song 등(2014)은 김천산과 평택산의 두 품종 블루베리의 DPPH 라디칼 소거활성이 매우 농도 의존적이었으며, 1,000 µg/mL의 농도에서 각각 79.17% 및 74.1%였음을 보고하였다. 또한 Nam 등(2015)의 보고에서는 농도별로 측정된 베리 착즙액의 DPPH 라디칼 소거활성은 모든 시료에서 농도의존적으로 증가하였으며, 아로니아, 크랜베리 및 라즈베리의 경우 약 96%의 활성을 보여 매우 우수한 것으로 나타났다. Jeong 등(2015)은 아사이베리 > 아로니아 > 블랙베리 > 크랜베리 순으로 활성이 유의적으로 높았고, 적포도가 가장 낮았음을 보고하였다. Lee 등(2015)은 블랙라즈베리가 다른 베리류 보다 약 2배 이상 유의적으로 높은 2.03 mmol TEAC/100 g의 활성

Table 3. Correlation coefficients among antioxidative compounds and antioxidant activities of ABC juices

	Polyphenols	Flavonoids	DPPH radical scavenging activity	ABTS radical scavenging activity	SOD-like activity
Polyphenols	1				
Flavonoids	0.982	1			
DPPH radical scavenging activity	0.945	0.983	1		
ABTS radical scavenging activity	0.967	0.994	0.997	1	
SOD-like activity	0.992	0.995	0.967	0.983	1

을 나타낸 반면 블루베리 0.86 mmol TEAC/100 g 및 라즈베리 0.77 mmol TEAC/100 g으로 보고하였다.

한편, ABC 주스 각각의 항산화 성분과 항산화 활성에 대한 상관 관계분석 결과 DPPH 라디칼 소거활성과 총 폴리페놀 및 총 플라보노이드 함량의 r 값은 각각 0.945 및 0.983으로 나타나 매우 높은 상관관계가 있음이 확인되었다(Table 3). 결론적으로 베리류는 ABC 주스의 항산화 성분 및 항산화 활성의 증가에 긍정적인 영향을 주는 것으로 사료된다.

5. ABTS 자유라디칼 소거활성

베리류를 대체한 ABC 주스의 ABTS 자유라디칼 소거활성은 Fig. 4에 나타내었다. ABTS 자유라디칼을 이용한 항산화 활성의 측정법은 potassium persulfate와의 반응으로 생성되는 ABTS 자유라디칼이 시료 내의 항산화 물질에 의해 제거되어 라디칼 특유의 색인 정록색이 탈색되는 것을 이용한 방법이다(Ko KS 2013). DPPH 라디칼 소거활성과 마찬가지로 베리류 실험군에서 ABTS 자유라디칼 소거활성도 유의적으로 높았다. 즉, 대조구가 19.58%로 가장 낮았으며, 블랙베리 주스가 59.43%로 가장 높았다. Ko 등(2015)이 분석한 블루베리 추출물의 경우에는 1,000 $\mu\text{g/mL}$ 농도에서 88.08~98.13%의 ABTS 라디칼 소거활성을 보인 것으로 보고된 바 있다. 한편, ABC 주스 각각의 항산화 성분과 항산화 활성에 대한 상관관계 분석 결과 ABTS 라디칼 소거활성과 총 폴리페놀 및 총 플라보노이드 함량의 r 값은 각각 0.967 및 0.994로 나타났고, DPPH 라디칼 소거활성과는 0.997로 나타나 매우 높은 상관관계를 지니고 있는 것으로 확인되었다(Table 3). Lee 등(2015) 또한 국산 베리류의 항산화 활성 분석연구에서 ABTS 자유라디칼 소거활성이 DPPH 활성과 유사한 경향을 보였음

을 보고하여 본 연구와 일치하였으며, 분석 대상 시료 중 블랙베리가 가장 높은 2.99 mmol TEAC/100 g의 활성을 나타내었고 라즈베리가 유의적으로 가장 낮았음을 보고하였다.

6. SOD 유사활성

Superoxide radical은 pyrogallol을 산화시켜 갈색 물질을 형성하는데, 항산화 물질이 존재할 경우 이러한 pyrogallol의 산화속도가 감소하는 원리를 이용한 분석법인 SOD 유사활성 결과를 Fig. 5에 나타내었다(Cho 등 2007). 전체적으로 베리류 실험군에서 SOD 유사활성이 모두 유의적으로 높았고, 시료간의 순서는 BKB > CNB > RSB > BEB > Control로 나타났다. 대조구는 14.12%로 가장 낮은 항산화 활성을 보였고 블랙베리를 대체한 ABC 주스 실험군은 48.18%로 가장 높은 항산화 활성을 보였다. 한편, ABC 주스 각각의 항산화 성분과 항산화 활성에 대한 상관관계 분석 결과 SOD 유사활성과 총 폴리페놀 및 총 플라보노이드 함량의 r 값은 각각 0.992 및 0.995로 나타나 항산화 성분이 많을수록 항산화 활성도 증가하는 것으로 사료된다. 또한 SOD 유사활성과 DPPH 라디칼 소거활성 및 ABTS 라디칼 소거활성의 상관관계는 각각 0.967 및 0.983으로 나타나 항산화 활성간의 상관성도 매우 높은 것으로 확인되었다(Table 3).

종합적으로 비트를 대체해 첨가한 베리류의 재료들은 ABC 주스의 항산화 성분 및 항산화 활성을 더욱 증가시키는 효과가 있어 향후 기능성 음료의 소재로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

요약 및 결론

본 연구에서는 기존 ABC 주스에서 B에 해당되는 Beet 대

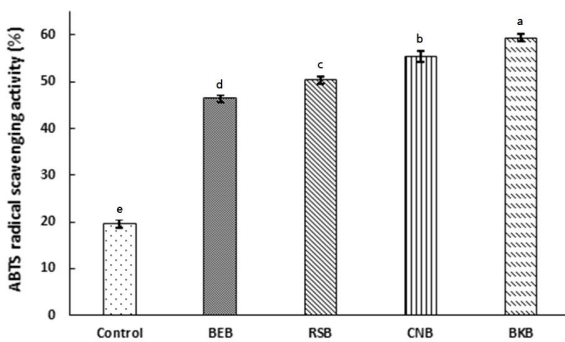


Fig. 4. ABTS radical scavenging activities of ABC juice. Different letters (^{a-e}) are significantly different by Duncan's multiple range test ($p < 0.05$). BEB: Blue berry ABC juice, BKB: Black berry ABC juice, CNB: Cran berry ABC juice, RSB: Rasp berry ABC juice.

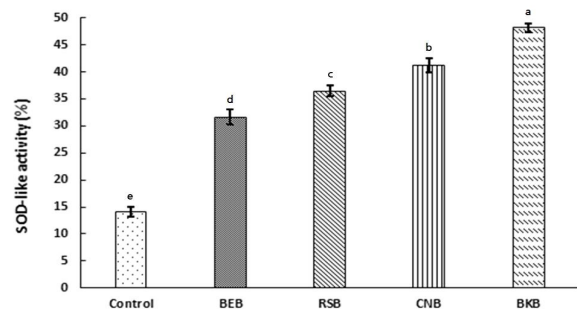


Fig. 5. SOD-like activities of ABC juice. Different letters (^{a-e}) are significantly different by Duncan's multiple range test ($p < 0.05$). BEB: Blue berry ABC juice, BKB: Black berry ABC juice, CNB: Cran berry ABC juice, RSB: Rasp berry ABC juice.

신 항산화 활성 및 이화학적 품질특성을 증가시키기 위해 항산화 활성이 우수한 4종의 Berry류(블루베리(BEB), 블랙베리(BKB), 크랜베리(CNB), 라즈베리(RSB))로 대체한 새로운 주스를 개발하고자 하였다. 베리를 대체한 모든 실험군에서 pH는 감소하였으며, 가용성 고형분 함량은 유의적으로 증가하였다. 총 폴리페놀 함량은 모든 실험군에서 대조구보다 유의적으로 증가하였다. 대조구가 14.723 µg GAE/g으로 가장 낮았고, 블랙베리 대체군이 67.12 µg GAE/g으로 가장 높았다. 총 플라보노이드 함량은 대조구가 8.984 µg QE/g으로 가장 낮았으며, 블랙베리 대체군에서 50.468 µg QE/g으로 가장 높았다. DPPH 라디칼 소거활성은 대조구가 15.69%로 가장 낮았으며, 블랙베리 대체군이 48.24%로 가장 높았다. ABTS 라디칼 소거활성 및 SOD 유사활성 모두 대조구가 각각 19.58% 및 14.12%로 가장 낮았고, 블랙베리 대체군이 59.43% 및 48.18%로 가장 높았다. 모든 실험군은 대조구보다 항산화 활성이 유의적으로 높았다. 항산화 성분(총 폴리페놀 및 총 플라보노이드 함량) 및 항산화 활성(DPPH, ABTS, SOD) 모두 공통적으로 BKB > CNB > RSB > BEB > Control 순이었고 서로 간의 상관관계가 높았다. 결론적으로 4종의 베리류를 대체한 새로운 ABC 주스는 항산화 성분이 풍부해지고 항산화 활성 및 이화학적 품질특성이 유의적으로 향상된 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 2022학년도 세명대학교 교내학술연구비의 지원으로 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

References

- Boo HO, Shin JS, Hwang SJ, Bae CS, Park SH. 2012. Antimicrobial effects and antioxidative activities of the cosmetic composition having natural plant pigments. *Korean J Plant Resour* 25:80-88
- Cho MJ, Park MJ, Lee HS. 2007. Nitrite scavenging ability and SOD-like activity of a sterol glucoside form *Chrysanthemum coronarium* L. var. *spatiosum*. *Korean J Food Sci Technol* 39:77-82
- Choi SR, Song EJ, Song YE, Choi MK, Han HA, Lee IS, Shin SH, Lee KK, Kim EJ. 2017. Quality characteristics of blackberry powder obtained by various drying methods. *Korean J Food Nutr* 30:609-617
- Hwang IW, Kim CS, Chung SK. 2011. The physicochemical qualities and antioxidant activities of apple juices marketed in Korea. *Korean J Food Preserv* 18:700-705
- Jang EH, Nam D, Na HG, Chae HS, Lee DH, Kim MJ, Kim HH, Lee JH, Jang KH. 2017. Comparison of physicochemical properties and antioxidant activities of commercial regular coffee and instant coffee with coffee creamer. *J East Asian Soc Diet Life* 27:540-547
- Jang JY, Kim YJ, Jung Y, Song HN. 2022. Antioxidant activity during storage of *Salvia miltiorrhiza* medi-coffee prepared by heat immersion and ultrasonic immersion. *Korean J Food Cookery Sci* 38:36-43
- Jeong CH, Choi SG, Heo HJ. 2008. Analysis of nutritional compositions and antioxidative activities of Korean commercial blueberry and raspberry. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37:1375-1381
- Jeong SJ, Shim HR, Lee JS, Nam HS, Lee HG. 2015. Antioxidant and synergistic activities of fruit and vegetable concentrates. *Korean J Food Sci Technol* 47:240-245
- Jung H, Lee HJ, Cho H, Lee K, Kwak HK, Hwang KT. 2015. Anthocyanins in *Rubus* fruits and antioxidant and anti-inflammatory activities in RAW 264.7 cells. *Food Sci Biotechnol* 24:1879-1886
- Jung SJ, Lee JH, Song HN, Seong NS, Lee SE, Baek NI. 2004. Screening for antioxidant activity of plant medicinal extracts. *J Korean Soc Appl Biol Chem* 47:135-140
- Jung Y, Sim SY, Kim GY, Song HN. 2022. Changes in the antioxidant activity and rancidity of medicoffee supplemented with *Scutellaria baicalensis* during storage. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 51:706-712
- Kang DR, Chung YH, Shim KS, Shin DK. 2015. Comparison of chemical properties and phenolic compound for ethanol extract of blueberry, bokbunja and mulberry and their pomaces. *Korean J Org Agric* 23:535-547
- Kaume L, Gilbert WC, Brownmiller C, Howard LR, Devareddy L. 2012. Cyanidin 3-O-β-D-glucoside-rich blackberries modulate hepatic gene expression, and anti-obesity effects in ovariectomized rats. *J Funct Foods* 4:480-488
- Kim TY, Jeon TW, Yeo SH, Kim SB, Kim JS, Kwak JS. 2010. Antimicrobial, antioxidant and SOD-like activity effect of *Jubak* extracts. *Korean J Food Nutr* 23:299-305
- Kim YS, Song IH, Jung Y, Min DY, Song HN. 2022. Quality characteristics of spicy protein bars made with the addition of edible insect and wasabi. *Korean J Food Cookery Sci* 38:44-51
- Ko GA, Son M, Kang HR, Lim JH, Im GH, Cho SK. 2015.

- Antioxidant activities of blueberry hot water extracts with different extraction condition. *Korean J Food Preserv* 22: 428-436
- Ko KS. 2013. A study on the antioxidant activity and cytotoxicity of *Scutellaria baicalensis* extracts. *J Korea Soc Beauty Art* 14:233-243
- Lee JH, Chin KB. 2012. Evaluation of antioxidant activities of red beet extracts, and physicochemical and microbial changes of ground pork patties containing red beet extracts during refrigerated storage. *Korean J Food Sci Anim* 32:497-503
- Lee JH, Kim SY, Jung Y, Song HN. 2022. Changes in antioxidant activity of roasted coffee during storage with the addition of *Cornus officinalis* fruit extract. *J East Asian Soc Diet Life* 32:93-102
- Lee Y, Lee JH, Kim SD, Chang MS, Jo IS, Kim SJ, Hwang KT, Jo HB, Kim JH. 2015. Chemical composition, functional constituents, and antioxidant activities of berry fruits produced in Korea. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 44:1295-1303
- Marklund S, Marklund G. 1974. Involvement of the superoxide anion radical in the autoxidation of pyrogallol and a convenient assay for superoxide dismutase. *Eur J Biochem* 47:469-474
- Martineau LC, Couture A, Spoor D, Benhaddou-Andaloussi A, Harris C, Meddah B, Leduc C, Burt A, Vuong T, Mai Le P, Prentki M, Bennett SA, Arnason JT, Haddad PS. 2006. Anti-diabetic properties of the Canadian lowbush blueberry *Vaccinium angustifolium* Ait. *Phytomedicine* 13:612-623
- Nam JS, Han YJ, Yeo SM. 2015. Antioxidant and antimicrobial activities of various berry juices. *Korean J Food Nutr* 28:328-334
- Seeram NP, Adams LS, Zhang Y, Lee R, Sand D, Scheuller HS, Heber D. 2006. Blackberry, black raspberry, blueberry, cranberry, red raspberry, and strawberry extracts inhibit growth and stimulate apoptosis of human cancer cells *in vitro*. *J Agric Food Chem* 54:9329-9339
- Sharma KD, Karki S, Thakur NS, Attri S. 2012. Chemical composition, functional properties and processing of carrot – A review. *J Food Sci Technol* 49:22-32
- Song HN, Lee YR. 2017. Biological activities and quality characteristics of rice germ after microbial fermentation. *Korean J Food Nutr* 30:59-66
- Song HN, Park MS, Youn HS, Park SJ, Hogstrand C. 2014. Nutritional compositions and antioxidative activities of two blueberry varieties cultivated in South Korea. *Korean J Food Preserv* 21:790-798
- Song HN, Park MS. 2018. Analysis of biological activities and functional components in fermented *Gastrodia elata* Blume by *Lactobacillus*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 47:32-38
- Su MS, Silva JL. 2006. Antioxidant activity, anthocyanins, and phenolics of rabbiteye blueberry (*Vaccinium ashei*) by-products as affected by fermentation. *Food Chem* 97:447-451

Received 28 December, 2022

Revised 16 January, 2023

Accepted 25 January, 2023

한방천연물 및 약용버섯을 첨가한 조미간장소스의 항산화 및 항균활성

정 업 · 박소영 · 박시현 · 엽은선 · 정우용 · 김수민 · †송효남*
세명대학교 바이오식품영양학부 학부생, *세명대학교 바이오식품영양학부 교수

Antioxidant and Antibiotic Activities of Seasoned Soy Sauce added with Medicinal Mushrooms and Oriental Medicinal Plants

Yeop Jung, So Young Park, Si Hyun Park, Eun Sun Yeom, Woo Yong Jeong, Su Min Kim and †Hyo-Nam Song*

Undergraduate Student, Dept. of BioFood and Nutrition, Semyung University, Jecheon 27136, Korea

*Professor, Dept. of BioFood and Nutrition, Semyung University, Jecheon 27136, Korea

Abstract

To increase antioxidant and antibacterial activities of seasoned soy sauce, five kinds of oriental medicinal plant (*Scutellaria baicalensis* (P1), *Coptis japonica makino* (P2), *Citriunshius pericarpium* (P3), *Zizyphi spinosi semen* (P4), *Crataegus pinnatifida* (P5)) and four kinds of medicinal mushrooms (*Inonotus obliquus* (M1), *Hericium erinaceus* (M2), *Phellinus linteus* (M3), *Lentinula edodes* (M4)) were added to seasoned soy sauce. Soluble solid content, pH, salinity, total polyphenol & flavonoid contents were determined. DPPH & ABTS radical scavenging activities, SOD-like activity, and antibacterial activity were analyzed. Experimental sauces showed decreased pH but significant increases of soluble solid content and salinity. Total polyphenol content was 12.76 µg GAE/g in the control. However, M1 and P1 sauce had significantly higher polyphenol contents at 352.14 and 528.25 µg GAE/g, respectively. Total flavonoids content also showed the same pattern. DPPH free radical scavenging activity was the lowest in the control at 15.75%. It was the highest at 81.80% in M1 and 68.88% in P1. ABTS free radical scavenging activity and SOD-like activity showed the same tendencies. They were higher in the experimental groups than in the control. As for the antibacterial activity analyzed by the paper-disc method, the activity increased the most in P1 and P2. In particular, P2 had the strongest antibacterial activity. Its activity against different microorganisms was in the order of *Staphylococcus aureus* > *Bacillus cereus* > *Escherichia coli* > *Salmonella typhimurium*. In conclusion, these new sauces show increased antioxidative and antioxidant activities. Therefore, they are expected to be used in various ways as a functional soy sauce.

Key words: antioxidant activity, antibiotic activity, DPPH, ABTS, SOD-like

서 론

한식의 다양한 음식에 필수로 사용되고 있는 간장은 특유의 감칠맛으로 식품의 풍미를 돋우는 대표적인 전통식품이다. 최근에는 간장의 맛이나 품질을 증진시키거나 소스로 사용하기 위한 조미간장에 대한 관심이 증가하여 헛개 열매와 배 추출물을 첨가한 향신 간장소스(Oh & Song 2013), 수액을 첨가하여 제조한 간장(Choi 등 2006), 산수유간장소스의 개

발(Oh & Kim 2006), 약용식품 열수추출물을 첨가한 간장(Shim 등 2008), 약용식물을 첨가한 어간장의 품질특성(Kim 등 2008), 황기 첨가량에 따른 전통식 간장의 품질특성(Jang 등 2014), 황기 및 표고버섯 첨가간장의 숙성기간별 품질특성 및 항산화 활성(Kim 등 2013) 등 많은 연구가 진행된 바 있다.

한편, 이와 같은 조미간장 및 소스류는 소량씩 사용하는 특성상 한번 구매하면 장기간 보관하며 사용하기 때문에 품

† Corresponding author: Hyo-Nam Song, Professor, Dept. of BioFood and Nutrition, Semyung University, Jecheon 27136, Korea.
Tel: +82-43-649-1430, Fax: +82-43-649-1759, E-mail: hnsong@semyung.ac.kr

질의 저하 및 변질 등에 대한 우려가 있어 보존료 및 방부제 등 각종 식품첨가물이 사용되고 있다. 현재 사용되고 있는 식품첨가물의 종류는 약 2,000여 품목에 달하며 그 중 가장 많은 부분을 차지하고 있는 것은 풍미료 관련 소재로서 천연 풍미료와 함께 전체 품목의 63.5%를 차지하고 있고, 그 다음 영양강화 소재 및 유화제의 순서로 사용 빈도가 높다(Byeon & Seonu 2002). 이와 관련하여 최근 수입대체 품목으로 업계에서 관심을 가지고 개발하려는 품목은 소르빈산칼륨, 착향료, 합성감미료, 천연방부제, 천연색소 및 아미노산 등으로 현재 이미 생산시설을 갖추고 있거나 국내 생산 계획이 검토되고 있다. 이와 같은 동향은 기존의 합성첨가물에 대한 소비자들의 불신과 천연보존제에 대한 긍정적 인식의 확대에 따른 자연스런 현상인 것으로 사료된다.

본 연구에서는 항산화 및 항균활성이 강한 한방천연물과 약용버섯을 활용하여 건강기능성이 강화된 천연조미간장소스를 개발하고자 하였고 품질특성을 분석함으로써 향후 다양한 음식의 소스로 활용될 수 있는 가능성을 살펴보고자 하였다.

재료 및 방법

1. 실험재료 및 시약

실험에 사용한 한방천연물은 5종으로 황금(*Scutellaria baicalensis*), 산사자(*Crataegus pinnatifida*), 산조인(*Zizyphi spinosi semen*), 황련(*Coptis japonica makino*), 진피(*Citriunshius pericarpium*)은 2021년 수확된 국산제품을 충북 제천시 약초시장에서 일괄 구매하였다. 표고버섯(*Lentinula edodes*), 노루궁뎅이버섯(*Hericium erinaceus*), 차가버섯(*Inonotus obliquus*), 상황버섯(*Phellinus linteus*)은 온라인쇼핑몰에서 일괄 구매하였다. 기타 분석에 사용한 시약으로 Folin & Ciocalteu's phenol reagent, DPPH(2,2-diphenyl-1-picryl-hydrazyl), ABTS (2,2'-Azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) 및 gallic acid는 Sigma-Aldrich Co.(St Louis, MO, USA)에서 구입하였고, potassium persulfate(99.0%), pyrogallol (99.0%)는 Samchun Co.(Pyeongtak, Korea)에서 구입하였으며, quercetin은 Daejunghwagum Co.(Siheung, Korea)에서 구입하여 사용하였다.

2. 조미간장소스 제조

조미간장소스를 제조하기 위한 대조구 조미간장소스의 주·부재료 배합비는 Table 1에 나타내었고 다음과 같이 제조하였다. 간장은 예비실험을 통해 시판 중인 여러 브랜드의 간장으로 예비 테스트한 후 최종적으로 마산명산에서 제조·판매하는 송표프라임 양조간장을 선택하여 사용하였다. 신선식품류의 부재료인 무, 파, 사과, 생강, 청양고추, 건고

Table 1. Formulas for seasoned soy sauce base

Ingredients	Amount (g)	Ingredients	Amount (g)
Soy sauce	600	Garlic	70
Water	500	Cooking wine	70
Radish	250	Rice wine (Cheongju)	40
Ginger	180	Dried red pepper	30
Apple	150	Pepper	30
Pear	150	Red pepper	30
Green onion	100	Kelp	30

추, 배, 마늘, 다시마 등은 충북 제천에 소재한 대형체인마트에서 구매하였다. 모든 재료를 손질하여 Table 1의 배합비에 따라 계량한 후 일정한 온도와 타이머에 의한 일정시간 가열이 가능한 전기약탕기(DW-890, Daewoong, Seoul, Korea)에 넣고 150분간 끓였다. 끓이는 동안 중간 중간 간장과 재료들이 잘 섞이도록 저어주었고, 조리를 마친 후 50°C가 될 때까지 상온에서 식혔다. 마지막으로 조리용 체에 걸러 대조구 조미간장소스액을 얻었다. 이와 같이 얻어진 조미간장소스액 200 mL에 5종의 한방천연물(황금(*Scutellaria baicalensis*), 진피(*Citriunshius pericarpium*), 황련(*Coptis japonica makino*), 산조인(*Zizyphi spinosi semen*), 산사자(*Crataegus pinnatifida*)) 및 4종의 약용버섯(노루궁뎅이버섯(*Hericium erinaceus*), 상황버섯(*Phellinus linteus*), 차가버섯(*Inonotus obliquus*) 및 표고버섯(*Lentinula edodes*))을 25 g 첨가하여 환류냉각 하에 2.5시간 동안 추출한 후 여과지로 여과하여 실험균을 얻었고 이를 분석의 시료로 사용하였다.

3. pH, 가용성 고형분 함량 및 염도

pH와 가용성 고형분 함량은 각각 pH meter(S70 SevenMulti™, Mettler Toledo, Greifensee, Switzerland) 및 굴절당도계(PR-201, Atago Co., Ltd., Tokyo, Japan)로 측정하였다(Song & Park 2018). 염도는 염도계(SB-2000PRO, HM DIGITAL, Seoul, Korea)를 이용하여 측정하였다(Kim & Han 2016).

4. 항산화 성분의 함량

1) 총 폴리페놀 함량 측정

총 폴리페놀 함량 측정은 Folin-Denis법에 따라 측정하였다(Song & Lee 2017). 시료액 0.15 mL에 Folin-Denis 시약 0.15 mL와 증류수 0.7 mL를 넣어 진탕하고 5분 동안 반응시켰다. 반응액에 10% Na₂CO₃ 용액 0.7 mL와 증류수 1.3 mL를 혼합하여 암실 상태에서 실온에 1.5hr 동안 방치한 후 Ultra Violet-Visible spectrophotometer(UV/Vis spectrophotometer, UV-

1601, Shimadzu Co., Kyoto, Japan)를 이용하여 760 nm에서 흡광도를 측정하였다. Gallic acid를 이용하여 표준곡선으로부터 총 폴리페놀 함량을 산출하였다.

2) 총 플라보노이드 함량 측정

총 플라보노이드 함량 측정은 Kim 등(2003)의 방법을 일부 수정하여 측정하였다. 시료액 1.0 mL와 5% sodium nitrite 0.3 mL, 증류수 2.0 mL를 진탕한 후 5분간 실온에서 반응시키고 10% aluminum chloride 0.3 mL를 첨가해 혼합하여 6분간 실온에서 반응시킨 뒤 1 M sodium hydroxide 2 mL와 증류수 2.4 mL를 혼합하여 UV/Vis spectrophotometer를 이용해 510 nm에서 흡광도를 측정하였으며 quercetin을 이용하여 표준곡선으로부터 총 플라보노이드 함량을 산출하였다.

5. 항산화 활성 분석

1) DPPH 자유라디칼 소거활성

DPPH 자유라디칼 소거활성은 Song HN(2020)의 방법을 일부 수정하여 측정하였다. 시료액 0.8 mL에 70% ethanol 1.5 mL, 0.2 mM 2,2-diphenyl-1-picryl-hydrazyl(DPPH) 용액 1.5 mL를 진탕한 뒤 암실에서 1.5 hr 동안 방치하고 UV/Vis spectrophotometer를 이용하여 517 nm에서 흡광도를 측정하였고, 다음과 같은 공식을 이용하여 Electron Donating Ability(EDA)를 산출하였다.

$$\text{EDA} (\%) = \frac{C-S}{C} \times 100$$

C: Control absorbance

S: Sample absorbance

2) ABTS 자유라디칼 소거활성

ABTS 자유라디칼 소거활성은 Oh 등(2014)의 방법을 일부 변경하여 측정하였다. 즉, 2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid(ABTS) 용액 7 mM와 2.45 mM potassium persulfate를 1:1의 비율로 혼합한 뒤 암실에서 16 hr 반응시킨 후 ABTS 라디칼을 형성시켜 희석된 ABTS 용액을 에탄올로 희석하여 734 nm에서 측정된 흡광도 값이 0.70 ± 0.02 가 되도록 조정하였다. 그 후 ABTS 용액 0.75 mL에 시료액 0.15 mL를 혼합하여 암실에서 6분간 방치 후, UV/Vis spectrophotometer를 사용하여 734 nm에서 흡광도를 측정하였다.

$$\text{ABTS radical scavenging activity} (\%) = \frac{C-S}{C} \times 100$$

C: Control absorbance

S: Sample absorbance

3) SOD 유사활성

SOD 유사활성은 Marklund & Marklund(1974)의 방법을 일부 수정하여 측정하였다. 시료액 1.0 mL와 pH 8.5 Tris-HCL buffer 3.0 mL, 7.2 mL pyrogallol 0.2 mL를 첨가하여 25°C의 항온수조에서 10분간 반응시킨 뒤 1 N HCl 0.5 mL를 첨가한 후 UV/Vis spectrophotometer를 이용하여 420 nm에서 흡광도를 측정하였다.

$$\text{SOD-like activity} (\%) = \frac{C-S}{C} \times 100$$

C: Control absorbance

S: Sample absorbance

6. 항균활성

Paper disc법을 이용하여 항균활성 검색에서 활성이 확인된 미생물에 대해 미생물 증식억제 효과를 측정하였다. 각 배양에 사용된 균주는 식중독균인 *Salmonella typhimurium*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Bacillus cereus*를 Macconkey agar(TSA, Difco Co., Sparks, MD, USA) 배지에 희석한 균주를 100 μ L씩 균일하게 분주를 진행한 후 멸균된 paper disc(dia. 10 mm, Advantec Co., Japan)를 배지 위에 시료 원액 50 μ L/disc를 분주하였다. 배양조건은 37°C, 24시간 배양을 진행하였으며, 결과 분석 조건은 disc 크기를 포함한 clear zone이 12~16 mm 일 때는 +, 17~24 mm일 때는 ++, 항균활성이 없을 때는 -로 표기하였다.

7. 통계처리

모든 실험은 3회 반복 측정하였으며, 결과는 평균 \pm 표준편차로 나타내었다. 각 평균값에 대한 유의적인 차이는 SPSS (version 27, IBM Co., Armonk, NY, USA)를 이용하여 ANOVA로 분석한 뒤 Duncan's multiple range test를 실시하여 $p < 0.05$ 수준에서 유의성을 검정하였다. 시료의 항산화 성분과 항산화 활성들간의 상관관계를 알아보기 위하여 Pearson의 상관분석을 실시하였다.

결과 및 고찰

1. pH, 가용성 고형분 함량 및 염도

한방천연물과 약용버섯을 첨가하여 만든 조미간장소스의 pH, 가용성 고형분 함량 및 염도는 Table 2에 나타내었다. 조미간장소스의 pH는 오리지널 대조구 간장에 비교하였을 때 약용버섯과 한방천연물을 첨가한 것이 모두 감소하였다. 대조구 간장이 5.96으로 가장 높게 나타났으며, 진피를 첨가한 간장이 4.88로 가장 낮았다. Choi 등(2016)의 흑마늘 간장의

Table 2. pH, soluble solid contents and salinity of seasoned soy sauces

Seasoned soy sources		pH	Soluble solid contents (Bx%)	Salinity (%)
Control		5.96±0.03 ^{a1)}	18.80±0.40 ⁱ	2.58±0.04 ^f
Medicinal mushrooms	M1	5.23±0.03 ^d	33.30±0.05 ^c	4.06±0.07 ^a
	M2	5.18±0.01 ^e	36.60±0.20 ^a	3.15±0.02 ^d
	M3	4.98±0.06 ^h	28.30±0.15 ^d	3.39±0.04 ^e
	M4	5.27±0.03 ^c	27.00±0.10 ^e	2.91±0.01 ^e
Oriental medicinal plants	P1	5.38±0.04 ^b	22.20±0.10 ^g	3.09±0.00 ^d
	P2	5.36±0.03 ^b	21.00±0.05 ^h	3.28±0.90 ^e
	P3	4.88±0.02 ⁱ	23.00±0.05 ^f	3.11±0.05 ^d
	P4	5.01±0.04 ^g	32.60±0.30 ^c	3.89±0.00 ^b
	P5	5.12±0.01 ^f	34.40±0.20 ^b	3.30±0.15 ^c

¹⁾ Means with different letters within the same columns are significantly different by Duncan's multiple range test ($p < 0.05$).

Values are expressed as the mean±S.D.(n=3).

M1: Seasoned soy sauce added with *Inonotus obliquus*, M2: Seasoned soy sauce added with *Hericium erinaceus*, M3: Seasoned soy sauce added with *Phellinus linteus*, M4: Seasoned soy sauce added with *Lentinula edodes*, P1: Seasoned soy sauce added with *Scutellaria baicalensis*, P2: Seasoned soy sauce added with *Coptis japonica* Makino, P3: Seasoned soy sauce added with *Citriunshius pericarpium*, P4: Seasoned soy sauce added with *Zizyphi spinosi* semen, P5: Seasoned soy sauce added with *Crataegus pinnatifida*.

경우 대조구의 pH는 5.16이었으나 흑마늘 추출액 5%를 첨가했을 때의 pH는 4.99로 감소하여 본 연구와 유사하였다.

가용성 고형분의 함량은 대조구 간장이 가장 낮았다. 대조구 간장의 경우에 18.8 Bx%로 가장 낮으며 노루궁뎅이버섯을 첨가한 간장이 36.6 Bx%로 가장 높게 나타났다. Lee 등 (2015)에 따르면 우리나라 전통 간장들의 고형분 함량의 평균은 30.37%로 보고하여 본 연구의 노루궁뎅이버섯을 첨가한 간장보다 낮았다. Kim 등(2020)의 허브간장의 경우 대조구의 가용성고형분은 31.73 Bx%이지만 허브를 첨가한 간장의 가용성고형분 함량은 32.17 Bx%로 소폭 증가한 것으로 보고하였다. 이와 같이 약용버섯 또는 한방천연물을 첨가하였을 때 가용성 고형분량이 증가하는 현상은 조미간장소스의 농도가 진해지는 것과 관련이 있는 것으로 추측되며 이는 육안으로도 관찰이 가능하였다.

염도의 경우에는 대조구 간장이 2.58%로 가장 낮았으며 차가버섯을 첨가한 간장이 4.06%로 가장 높게 나타났다. 이러한 결과는 약용버섯과 한방천연물 자체가 조미간장소스에 짠맛을 더했기 때문이라기보다는 조미간장소스 제조 시 건조되어 있는 이들의 재료가 간장 베이스의 액체를 흡수하면서 수분의 손실로 인하여 상대적으로 액체의 양이 줄어들어 염도가 증가된 것으로 사료된다(Jang 등 2014).

2. 총 폴리페놀 함량

약용버섯과 한방천연물을 첨가한 조미간장소스의 총 폴리페놀 함량은 Table 3에 나타내었다. 페놀성 화합물은 식물계에 널리 분포되어 있는 2차 대사산물의 하나로서 다양한

구조와 분자량을 가지며, 자유라디칼을 수용할 수 있는 phenolic hydroxyl기의 활성에 의해 항산화, 항균 및 항암 등의 생리기능을 가진다(Song HN 2013).

약용버섯과 한방천연물을 첨가한 조미간장소스는 오리지널 대조구 조미간장소스에 비해 총 폴리페놀 함량이 현저하게 증가하는 것으로 나타났다. 즉, 대조구가 12.76 µg GAE/g으로 가장 낮은 것에 비해 약용버섯 중에서는 차가버섯 조미간장소스가 352.14 µg GAE/g으로 가장 높았고, 한방천연물 중에서는 황금 조미간장소스가 528.25 µg GAE/g으로 가장 높았다. 총 폴리페놀 함량은 대표적인 항산화 기능성 성분으로 이 함량이 높아질수록 기능성이 증가한다고 볼 수 있어 이와 같은 결과는 매우 고무적인 것으로 사료된다. Jang 등 (2014)은 5%의 황기를 첨가한 간장의 총 폴리페놀 함량이 25.01 mg/g으로 대조구에 비해 높은 것으로 보고한 바 있어 본 연구와 유사하였다.

3. 총 플라보노이드 함량

한방천연물 및 약용버섯을 첨가한 조미간장소스의 총 플라보노이드 함량을 Table 3에 나타내었다. 전반적으로 약용버섯과 한방천연물을 첨가한 조미간장소스는 대조구에 비해 총 플라보노이드 함량이 현저하게 증가한 것으로 나타났다. 대조구가 30.03 µg QE/g으로 가장 낮았고 약용버섯 중에서는 차가버섯 조미간장소스가 269.33 µg QE/g으로 가장 높았으며, 한방천연물 중에서는 황금 조미간장소스가 373.51 µg QE/g으로 가장 높았다.

플라보노이드는 알칼리를 작용시켰을 때 플라바논이나

Table 3. Total polyphenol contents and total flavonoid contents of seasoned soy sauces

Seasoned soy sources		Total polyphenol contents ($\mu\text{g GAE/g}$)	Total flavonoid contents ($\mu\text{g QE/g}$)
Control		12.76 \pm 0.32 ^j	30.03 \pm 0.40 ^j
Medicinal mushrooms	M1	352.14 \pm 2.58 ^d	269.33 \pm 3.331 ^c
	M2	240.95 \pm 1.28 ^e	138.53 \pm 0.40 ^e
	M3	170.15 \pm 0.87 ^e	199.69 \pm 1.80 ^c
	M4	123.89 \pm 1.11 ^h	119.39 \pm 0.23 ^h
Oriental medicinal plants	P1	528.25 \pm 2.88 ^{a1)}	373.51 \pm 1.47 ^{a1}
	P2	491.29 \pm 2.32 ^b	346.29 \pm 3.46 ^b
	P3	434.32 \pm 0.21 ^c	173.90 \pm 0.89 ^f
	P4	197.56 \pm 0.83 ^f	239.80 \pm 1.41 ^d
	P5	70.89 \pm 2.29 ⁱ	83.69 \pm 1.87 ⁱ

¹⁾ Means with different letters within the same columns are significantly different by Duncan's multiple range test ($p < 0.05$).

Values are expressed as the mean \pm S.D. (n=3).

M1: Seasoned soy sauce added with *Inonotus obliquus*, M2: Seasoned soy sauce added with *Hericium erinaceus*, M3: Seasoned soy sauce added with *Phellinus linteus*, M4: Seasoned soy sauce added with *Lentinula edodes*, P1: Seasoned soy sauce added with *Scutellaria baicalensis*, P2: Seasoned soy sauce added with *Coptis japonica* Makino, P3: Seasoned soy sauce added with *Citriunshius pericarpium*, P4: Seasoned soy sauce added with *Zizyphi spinosi* semen, P5: Seasoned soy sauce added with *Crataegus pinnatifida*.

수용성 플라보놀 배당체가 황색을 나타내는 반응성을 이용하여 분석하며(Kim & Han 2018), 폴리페놀 화합물의 일종이기 때문에 전술한 총 폴리페놀 함량과 유사한 패턴을 나타내며 본 연구에서도 일치하는 경향성을 보였다. Lee & Song (2018)은 유산균 발효 다시마 분말 및 마른 다시마를 첨가한 간장의 플라보노이드 함량은 대조구가 9.50 mgQE/g인 것으로 보고하여 본 연구의 대조구인 30.03 $\mu\text{g QE/g}$ 보다 높은 것으로 비교되었다. 또한 Kim 등(2013)의 보고에 따르면 향기를 첨가하여 제조한 간장을 장기간 발효 숙성한 연구에서 총 플라보노이드 함량은 발효 15일 이후 급격히 증가하는 경향을 보였고 25일에 210 $\mu\text{g/mL}$ 로 가장 높은 함량을 나타냈다고 보고하여 첨가하는 원료에 따라 플라보노이드 함량은 매우 다양한 것으로 사료된다. 한편 각 조미간장소스의 항산화 성분과 항산화 활성에 대한 상관분석 결과 총 폴리페놀 함량과 총 플라보노이드 함량 간의 r값이 0.855로 매우 높게 나타났다(Table 4). 종합적으로 폴리페놀 및 플라보노이드와 같은 기능성 성분의 함량이 증가한 결과는 조미간장소스의 항산화 기능성 증가에 크게 기여할 것으로 사료된다.

4. DPPH 자유라디칼 소거활성

한방천연물 및 약용버섯을 첨가한 조미간장소스의 DPPH 자유라디칼 소거활성은 Fig. 1에 나타내었다. DPPH 자유라디칼 소거활성 측정법은 비교적 간단하면서도 대량 측정이 가능한 방법으로 DPPH 자유라디칼이 EtOH 용액에서는 보라색으로 발색되나 항산화 활성을 갖는 물질과 반응 시 자유

라디칼이 소거되면서 탈색되는 원리를 이용한다(Jung 등 2004). 약용버섯과 한방천연물을 첨가한 조미간장소스는 대조구에 비해 DPPH 라디칼 소거활성이 현저히 증가한 것으로 나타났다. 즉, 대조구의 활성이 15.75%에 그친 것에 반해 차가버섯 조미간장소스는 68.88%로 증가되었고, 황금 조미간장소스는 81.80%로 가장 높았다. 또한 조미간장소스의 항산화 성분 및 항산화 활성에 대한 상관분석 결과, 폴리페놀 및 플라보노이드 성분과 DPPH 라디칼 소거활성의 상관관계

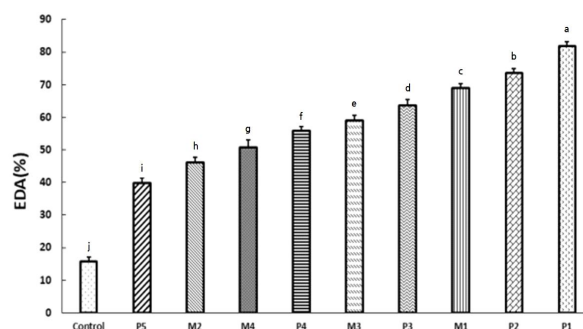


Fig. 1. DPPH radical scavenging activities of seasoned soy sauces. M1: *Inonotus obliquus* sauce, M2: *Hericium erinaceus* sauce, M3: *Phellinus linteus* sauce, M4: *Lentinula edodes* sauce, P1: *Scutellaria baicalensis* sauce, P2: *Coptis japonica* Makino sauce, P3: *Citriunshius pericarpium* sauce, P4: *Zizyphi spinosi* semen sauce, P5: *Crataegus pinnatifida* sauce.

는 r 값이 각각 0.509 및 0.464로 나타났다(Table 4).

Kwon 등(2014)은 천마와 버섯을 첨가한 간장의 DPPH 자유라디칼 소거활성이 크게 증가하였고 특히 표고버섯을 첨가한 간장의 DPPH 자유라디칼 소거활성이 76.46%로 가장 높았음을 보고하였다. Kim 등(2013)은 황기와 표고버섯을 첨가한 간장 역시 DPPH 자유라디칼 소거활성이 대조구 간장에 비하여 높게 나타났다고 보고하였다. 이상과 같이 한방천연물 및 버섯류를 첨가한 경우 간장의 항산화 기능을 증가시킬 수 있다는 점은 거의 일치하였다.

5. ABTS 자유라디칼 소거활성

한방천연물 및 약용버섯을 첨가한 조미간장소스의 ABTS 라디칼 소거활성을 Fig. 2에 나타내었으며 DPPH 라디칼 소거활성과 마찬가지로 한방천연물 및 약용버섯을 첨가한 경우 활성이 유의적으로 증가하였다. 즉, 대조구는 19.47%로 낮은 활성을 보였으나 약용버섯 중 차가버섯 간장은 64.85%로 크게 증가하였고, 한방천연물 중에서는 역시 황금 간장이 76.21%로 가장 높았다. ABTS 라디칼 소거활성 측정법은 식품 중에 존재하는 항산화 물질이 potassium persulfate와 결합하여 색을 변화시키는 반응을 이용한 분석법으로 넓은 pH 범위 내에서도 유의미한 측정이 가능하다는 장점이 있다(Re 등 1999). Lee & Song(2018)은 일반 조미간장에 마른 다시마 및 유산균 발효 다시마를 1% 및 3%로 첨가하였을 때 DPPH 및 ABTS 라디칼 소거활성 모두 증가하였음을 보고하여 본 연구와도 일치하였다. 또한 조미간장소스의 항산화 성분 및 항산화 활성에 대한 상관분석 결과 폴리페놀 및 플라보노이드 성분과 ABTS 라디칼 소거활성의 상관관계는 r 값이 각각 0.531 및 0.529로 나타났고, ABTS 자유라디칼 소거활성과 DPPH 라디칼 소거활성 간의 r 값은 0.987로 나타나 높은 상관관계를 보였다(Table 4).

6. SOD 유사활성

한방천연물 및 약용버섯 추출액 첨가 간장의 SOD 유사활

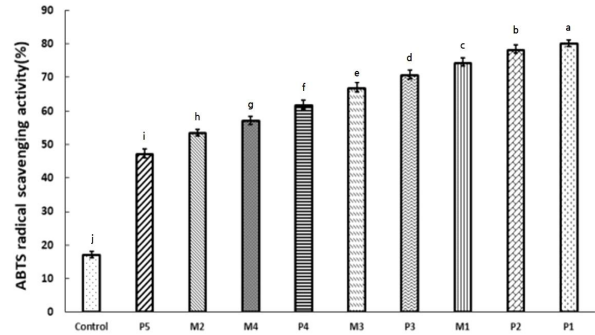


Fig. 2. ABTS radical scavenging activities of seasoned soy sauces. M1: *Inonotus obliquus* sauce, M2: *Hericium erinaceus* sauce, M3: *Phellinus linteus* sauce, M4: *Lentinula edodes* sauce, P1: *Scutellaria baicalensis* sauce, P2: *Coptis japonica* Makino sauce, P3: *Citriunshius pericarpium* sauce, P4: *Zizyphi spinosi semen* sauce, P5: *Crataegus pinnatifida* sauce.

성 결과는 Fig. 3과 같으며, 약용버섯과 한방천연물을 첨가한 조미간장소스는 대조구에 비해 SOD 유사활성이 유의적으로 현저하게 증가한 것으로 나타났다. 즉, 대조구는 19.47%로 낮은 활성을 보였으나 차가버섯 첨가 시 64.85%로 크게 증가하였고, 황금 첨가 시 76.21%로 가장 높게 나타났다. SOD 유사활성 분석은 pyrogallol이 superoxide 라디칼에 의해 자동산화되어 갈색물질을 형성하는 원리를 이용하여 분석하며, 항산화 물질 존재 시 pyrogallol의 산화 속도가 감소된다(Cho 등, 2007). 본 연구에서 약용버섯은 차가버섯 > 상황버섯 > 표고버섯 > 노루궁뎅이버섯 순으로 조미간장소스의 SOD 유사활성을 증가시켰고, 한방천연물은 황금 > 진피 > 황련 > 산조인 > 산사자 순으로 높은 활성을 나타내었다.

한편 조미간장소스의 항산화 성분 및 항산화 활성에 대한 상관분석 결과 폴리페놀 및 플라보노이드 성분과 SOD 유사활성의 상관관계는 r 값이 각각 0.491 및 0.457로 나타났고, ABTS 자유라디칼 소거활성 및 DPPH 라디칼 소거활성과의

Table 4. Correlation coefficients among antioxidant compounds and antioxidant activity of seasoned soy sauces

	Polyphenols	Flavonoids	DPPH radical scavenging activity	ABTS radical scavenging activity	SOD-like activity
Polyphenols	1				
Flavonoids	0.855	1			
DPPH radical scavenging activity	0.509	0.464	1		
ABTS radical scavenging activity	0.531	0.529	0.987	1	
SOD-like activity	0.491	0.457	0.980	0.952	1

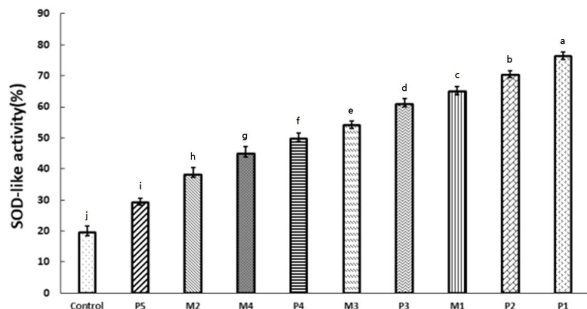


Fig. 3. SOD-like activities of seasoned soy sauces. M1: *Inonotus obliquus* sauce, M2: *Hericium erinaceus* sauce, M3: *Phellinus linteus* sauce, M4: *Lentinula edodes* sauce, P1: *Scutellaria baicalensis* sauce, P2: *Coptis japonica* Makino sauce, P3: *Citriunshius pericarpium* sauce, P4: *Zizyphi spinosi* semen sauce, P5: *Crataegus pinnatifida* sauce.

r값은 각각 0.952 및 0.980으로 나타나 높은 상관관계를 보였다(Table 4). 이상과 같이 한방천연물 및 약용버섯을 첨가하면 조미간장소스의 항산화 기능이 크게 증가하는 것으로 사료된다.

7. 항균활성

한방천연물 및 약용버섯을 첨가한 조미간장소스의 항균 활성 결과는 Table 5와 같으며, 대조군에 비해 첨가군의 항균 활성이 모두 증가한 것을 볼 수 있었다. 대조군에서는 4종의 균에서 모두 항균작용이 나타나지 않았으며, 약용버섯 중 표고버섯과 차가버섯 첨가군에서 항균 활성이 가장 크게 증가한 것으로 나타났다. 특히 표고버섯 첨가 조미간장소스는 시험대상 4종의 모든 식중독균에서 항균활성을 나타내었다. 즉, *Salmonella typhimurium*에서 +, *Escherichia coli*에서 +, *Bacillus cereus*에서 ++, *Staphylococcus aureus*에서 ++로 항균활성을 볼 수 있었다. 한방천연물 중에서는 황금과 황련을 첨가한 조미간장소스에서 항균활성이 가장 크게 증가하였으며, 그 중 황련이 가장 우수하여 *Staphylococcus aureus* > *Bacillus cereus* > *Escherichia coli* > *Salmonella typhimurium* 순서로 높은 항균활성을 나타내었다.

종합적으로 항균활성이 증가한 순서는 약용버섯에서 표고버섯 > 차가버섯 > 상황버섯 > 노루궁뎅이버섯 이었으며, 한방천연물에서는 황련 > 황금 > 산사자 = 산조인 > 진피의 순서로 대조군에 비해 항균활성이 증가하였다.

요약 및 결론

본 연구에서는 조미간장소스의 항산화 및 항균 활성을 증

Table 5. Antibiotic activity of seasoned soy sauces

Sample	<i>S.typhi</i>	<i>E.coli</i>	<i>B.cereus</i>	<i>S.aures</i>
Control	-	-	-	-
M1	-	+	++	+
M2	-	+	-	+
M3	+	+	-	++
M4	+	+	++	++
P1	-	+	+	+
P2	-	+	++	++
P3	-	-	-	+
P4	-	+	-	-
P5	-	+	-	-

Growth inhibition size of clear zone: -, not detected; +, 4mm or more and 8mm or less; ++, 9mm or more and 16mm or less.

M1: Seasoned soy sauce added with *Inonotus obliquus*, M2: Seasoned soy sauce added with *Hericium erinaceus*, M3: Seasoned soy sauce added with *Phellinus linteus*, M4: Seasoned soy sauce added with *Lentinula edodes*, P1: Seasoned soy sauce added with *Scutellaria baicalensis*, P2: Seasoned soy sauce added with *Coptis japonica* Makino, P3: Seasoned soy sauce added with *Citriunshius pericarpium*, P4: Seasoned soy sauce added with *Zizyphi spinosi* semen, P5: Seasoned soy sauce added with *Crataegus pinnatifida*.

가시키기 위하여 5종의 한방천연물(황금, 진피, 황련, 산조인, 산사자) 및 4종의 약용버섯(노루궁뎅이버섯, 상황버섯, 차가버섯 및 표고버섯)을 첨가한 조미간장소스를 개발하여 분석하였다. 한방천연물과 약용버섯을 첨가한 조미간장소스가 대조군에 비해 전체적으로 pH는 감소하였고, 가용성고형분 함량과 염도는 유의적으로 증가하였다. 총 폴리페놀 함량은 대조군 조미간장소스가 12.76 µg GAE/g으로 나타난 것에 비해 약용버섯 중에서는 차가버섯 조미간장소스가 352.14 µg GAE/g으로, 한방천연물 중에서는 황금조미간장소스가 528.25 µg GAE/g으로 가장 높았다. 총 플라보노이드 함량은 대조군 가 30.03 µg QE/g으로 가장 낮았고 차가버섯과 황금조미간장소스가 각각 269.33 µg QE/g 및 373.51 µg QE/g으로 높았다. DPPH 자유라디칼 소거활성은 대조군 조미간장소스가 15.75%로 낮은 것에 비해 황금소스가 81.80%로 가장 높았으며 차가버섯소스는 68.88%의 활성을 나타냈다. ABTS 자유라디칼 소거활성 및 SOD 유사활성도 모두 동일한 경향을 나타내어 대조군에 비해 실험군이 모두 높았다. 결론적으로 한방천연물과 약용버섯을 첨가한 조미간장소스는 폴리페놀 및 플라보노이드 함량이 유의적으로 증가하였고, 항산화 활성도 대조군에 비해 유의적인 증가를 보였다. Paper-disc법으로 분석한 항균활성 결과에서는 황금과 황련 첨가 조미간장소스에서 항균활성이 가장 크게 증가하였다. 특히 황련소스의 항균활성

은 가장 강력하였고, 미생물 균주별로는 *Staphylococcus aureus* > *Bacillus cereus* > *Escherichia coli* > *Salmonella typhimurium* 순서로 높은 항균활성을 나타내었다. 전체적으로 항균활성의 증가는 약용버섯 첨가소스에서 표고버섯 > 차가버섯 > 상황버섯 > 노루궁뎅이버섯이었고, 한방천연물에서는 황련 > 황금 > 산사자 = 산조인 > 진피와 같이 나타났으며 시료군 모두 대조군에 비해 항균활성이 높았다. 결론적으로 한방천연물 또는 약용버섯을 첨가한 조미간장소스는 우수한 항산화 및 항균 활성을 지닌 기능성 소스로 다양하게 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

감사의 글

이 논문은 2022학년도 세명대학교 대학혁신지원사업에 의한 연구임.

References

- Byeon GS, Seon US. 2002. Food additive. *Food Ind* 165:26-44
- Cho MJ, Park M, 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 MH, Kang JR, Kang MJ, Sim HJ, Lee CK, Kim GM, Kim DG, Shin JH. 2016. Quality characteristics and antioxidant activity of soy sauce with added levels of black garlic extract. *Korean J Food Cookery Sci* 32:188-196
- Choi SY, Sung NJ, Kim HJ. 2006. Physicochemical analysis and sensory evaluation of fermented soy sauce from Gorosoe (*Acer mono* Max.) and Kojesu(*Betula costata* T.) saps. *Korean J Food Nutr* 19:318-326
- Jang YJ, Kim EJ, Choi YH, Choi HS, Song J, Choi JH, Park SY. 2014. Quality characteristics of Korean traditional kanjang containing *Astragalus memvranaceus*. *Korean J Food Preserv* 21:885-891
- Jung SJ, Lee JH, Song HN, Seong NS, Lee SE, Baek NI. 2004. Screening for antioxidant activity of plant medicinal extracts. *J Korean Soc Appl Biol Chem* 47:135-140
- Kim DO, Chun OK, Kim YJ, Moon HY, Lee CY. 2003. Quantification of polyphenolics and their antioxidant capacity in fresh plums. *J Agric Food Chem* 51:6509-6515
- Kim HS, Lim JM, Kwon HJ, Yoo JY, Park PS, Choi YH, Choi JH, Park SY. 2013. Antioxidant activity and quality characteristics on the maruration period of the soy sauce containing *Astragalus memvranaceus* and oak mushroom (*Lentinus edodes*). *Korean J Food Preserv* 20:467-474
- Kim KM, Shin JS, Lee JW. 2020. Effects of antioxidant and quality characteristics of herb soy sauce. *Korean J Food Nutr* 33:86-90
- Kim MH, Han YS. 2016. Quality characteristics of yangha (*Zingiber mioga* Rose) pickle with soy sauce during storage. *J East Asian Soc Diet Life* 26:260-270
- Kim YM, Han YS. 2018. Antioxidant activities and quality characteristics of matcha (powdered green tea) spreads containing coconut milk. *Korean J Food Sci Technol* 50:92-97
- Kim YS, Yeum DM, Roh SB, Kim YH, Chung SK. 2008. Quality characteristics of soybean anchovy sauce added with medicinal herbs. *Korean J Food Preserv* 15:367-376
- Kwon KJ, Kim HS, Choi YH, Choi JH, Choi HS, Song J, Park SY. 2014. Antioxidant activity and quality characteristics on the maturation period of the soy sauce with *Gastrodia elata* and oak mushroom (*Lentinus edodes*). *Korean J Food Preserv* 21:231-238
- Lee IS, Song HS. 2018. Characteristics of seasoning soy sauce with added *Saccharina japonica* powder fermented by lactic acid bacteria. *Korean J Fish Aquat Sci* 51:613-622
- Lee S, Jeong Y, Yim SB, Yu S. 2015. Antioxidant activity of Korean traditional soy sauce. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 44:1399-1406
- Marklund S, Marklund G. 1974. Involvement of the superoxide anion radical in the autoxidation of pyrogallol and a convenient assay for superoxide dismutase. *Eur J Biochem* 47:469-474
- Oh HS, Kim JH. 2006. Development of functional soy-basted stew sauce including hot water extract of *Comus officinalis* S. et Z. *Korean J Food Cult* 21:550-558
- Oh KH, Song HS. 2013. Sensory evaluation of seasoned soy sauce with Hutgae (*Hovenia dulcis* Thunb) fruit and pear extracts. *Korean J Food Nutr* 26:323-328
- Oh NS, Kwon HS, Lee HA, Joung JY, Lee JY, Lee KB, Shin YK, Baick SC, Park MR, Kim Y, Lee KW, Kim SH. 2014. Preventive effect of fermented Maillard reaction products from milk proteins in cardiovascular health. *J Dairy Sci* 97:3300-3313
- 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

Shim SL, Ryu KY, Kim W, Jun SN, Seo HY, Han KJ, Kim JH, Song HP, Cho NC, Kim KS. 2008. Physicochemical characteristics of medicinal herbs *ganjang*. *Korean J Food Preserv* 15:243-252

Song HN, Lee YR. 2017. Biological activities and quality characteristics of rice germ after microbial fermentation. *Korean J Food Nutr* 30:59-66

Song HN, Park MS. 2018. Analysis of biological activities and functional components in fermented *Gastrodia elata* Blume by *Lactobacillus*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 47:32-38

Song HN. 2013. Quality properties of fermented mugworts and the rapid pattern analysis of their volatile flavor components via surface acoustic wave (SAW) based electronic nose sensor in the GC system. *Korean J Food Preserv* 20: 554-563

Song HN. 2020. Functional Cordyceps coffee containing Cordycepin and β -glucan. *Prev Nutr Food Sci* 25:184-193

Received 28 December, 2022

Revised 16 January, 2023

Accepted 25 January, 2023

효소처리한 미선나무 잎의 용매 추출 후 이화학적 품질 변화

†이경행 · 장다빈* · 이재준* · 한기정* · 배경아* · 이원종* · 권순영** · 이호진***

한국교통대학교 식품영양학 전공 교수, *한국교통대학교 식품영양학 전공 학부생,

미선나무식품화사업단 대표, *한국교통대학교 식품영양학 전공 조교수

Changes in Physicochemical Quality of the Extracts by Solvents in the Enzyme-Treated *Abeliophyllum distichum* Leaves

†Kyung-Haeng Lee, Da-Bin Jang*, Jae-Jun Lee*, Ki-Jung Han*,

Kyung-Ah Bae*, Won-Jong Lee*, Sun-Young Kwon** and Ho-Jin Lee***

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

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

**CEO, Miseonnamu Products Co., Goesan 28035, Korea

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

Abstract

To enhance the efficacy of *Abeliophyllum distichum* leaves, extracts were prepared using different solvents for hydrolytic enzyme-treated *Abeliophyllum distichum* leaves. Physicochemical quality and antioxidant activity were measured. Soluble solids, reducing sugar, ascorbic acid, flavonoids, and polyphenols contents showed the lowest values in the control without enzyme treatment. However, they showed high contents in ethanol extract. In the case of enzyme treatment, their values were higher than those of the control. In particular, verbascoside content increased about 220 times more than that of the control group when treated with enzymes and extracted with 50% ethanol. pH was lowered upon enzymatic treatment. Regarding DPPH radical scavenging activity, for enzyme-free, 25% ethanol extract showed the highest activity among extracts with different solvents. For cellulase and pectinase-treated leaves, water extract showed the highest DPPH radical scavenging activity among extracts with different solvents. For leaves treated with enzyme combination, 50% ethanol extract showed the highest DPPH radical scavenging activity among extracts with different solvents. Regarding ABTS radical scavenging activity, it was generally higher in the 50% ethanol extract than in the water extract and 25% ethanol extract. In particular, verbascoside content was increased when the extract was prepared by co-treatment with enzymes and 50% ethanol.

Key words: *Abeliophyllum distichum* leaves, enzyme treatment, physicochemical property, verbascoside, antioxidant activity

서론

미선나무(*Abeliophyllum distichum*)는 꿀풀목 물푸레나무과(Oleaceae)에 속하는 화목관목으로 1속 1종으로 국내에서만 자생하는 특산식물이다(Hong & Han 2002; Lee 등 2014). 특히 충북 괴산 송덕리, 추점리와 영동 용도봉 3곳의 미선나무 군락지는 천연기념물 제 14호로 멸종위기 야생생물 II급 및

희귀식물로 지정되어 있으며 미선나무의 꽃은 달콤한 향을 가진 흰색의 꽃으로 관상수로도 주목받고 있다(Jeong JY 2020). 우리나라에서만 자생하는 미선나무는 세계 유일 1속 1종의 생물자원 가치가 높은 특산식물로서 생물다양성 가치 및 농업의 고부가가치 산업적 활용이 가능하다고 할 수 있다.

2010년 유전자원의 접근 및 이익 공유에 관한 나고야 의정서 발효(Park & Jung 2017)로 당사국의 유전자원이나 생물자

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

원을 이용하고자 할 때에는 사전 통보, 승인절차 등이 의무화되어 있다. 이처럼 생물자원 활용이 어려워진 상황에서 한반도에서만 자생하는 천연기념물인 미선나무의 재배, 생육 등의 특성을 파악하고 이를 활용하는 적극적인 연구가 필요하다.

2016년 11월 미선나무 잎 추출물(분말)에 대하여 식품위생법 제7조 제2항 및 제5조에 따라 식품 등의 한시적 기준 및 규격이 인정되어 한시적 식품원료로 인정(식품원료 한시기준 제2016-10호)되었으며 2019년 2월에는 미선나무 줄기 추출물(액상)에 대하여 한시적 식품원료로 인정(식품원료 한시기준 제 2019-2호)되어 있지만 다른 식물소재들에 비해서는 이를 활용한 연구가 미진한 상황이다.

미선나무 연구 중 Park JH(2011)은 DPPH 라디칼 소거능을 측정된 결과 94.72%의 높은 라디칼 소거능을 가지고 있다고 하였으며 마우스 골수세포를 이용한 소핵시험에서도 특정 반응이 관찰되지 않았다고 하였다. 또한 미선나무 추출물의 피부주름, 피부노화 개선, 미백효과, 항염증 항암 활성 등의 연구(Kim & Lee 2015; Jang & Park 2017; Chang 등 2018)가 이루어졌으나 함유되어 있는 유효 기능성분에 대한 명확한 함유량과 질환 예방 및 치료에 관한 명확한 역학 관계에 대한 연구는 매우 부족한 편이다.

미선나무에 함유되어 있는 성분 중 verbascoside는 acteoside라고도 불리며 주로 쌍떡잎 식물에서 발견되고 있는데(He 등 2011) 그 양은 매우 소량 존재하며(Imakura 등 1985; Chang 등 2018) ACE 억제 활성능이 우수하고(Oh 등 2003) TSLP 유도 비만 세포 증식을 약화 시키는 기능이 있다고 알려져 있다(Yoo 등 2015). 또한 강력한 항산화, 항염증, 신경보호활성 및 2형당뇨 예방 등의 기능도 보고되었다(Galli 등 2020).

한편, 식품산업에서 효소처리 기술은 당의 생산량을 증가시키거나(Weinberg 등 1995; Wilkins 등 2007) 여과성 향상, 수율의 향상 또는 청징화 등의 목적으로 사용되고 있으나(Meyer 등 2001), 미선나무를 가공하기 위한 효소처리 연구는 찾아볼 수 없는 실정이다.

따라서, 본 연구에서는 미선나무잎에 cellulase와 pectinase 등의 효소를 처리한 후 여기에 물, 25% 및 50% ethanol 용매로 추출물을 제조하고 이들의 이화학적 및 항산화 활성을 분석하여 미선나무를 다양한 산업에서 활용하기 위한 기초 자료를 제공하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 실험재료

실험에 사용한 미선나무잎은 2022년도 9월에서 11월에 충청북도 괴산군 미선나무사업단에서 구입하여 시료로 사용하였다.

2. 미선나무잎의 효소처리 후 용매별 추출물 제조

미선나무잎에 함유되어있는 주요 성분들의 추출수율을 향상시키기 위하여 Lee 등(2015)의 방법을 참조하여 미선나무잎에 가수분해효소를 첨가하여 효소처리 미선나무잎 시료를 제조하였다. 즉 마쇄한 미선나무잎 10 g에 효소 2 mL를 첨가한 후 물 50 mL를 가하고 50°C, 80 rpm의 조건에서 2시간 동안 교반하면서 효소처리를 하였다.

효소처리 후 물(DW, distilled water) 또는 25 및 50% ethanol을 첨가한 후 30분 동안 sonicator(1875DAE, ETL Testing Laboratories Inc, NY, USA)에서 추출하였다. 그 후 4,000 rpm에서 20분간 원심분리하고 여과를 3회 반복하여 정용하였으며 효소를 불활성화하기 위하여 90°C에서 30분 동안 처리하여 실험시키고 원심분리하여 추출물을 제조하였다. 이때의 처리균은 대조균, cellulase 처리균(Viscozyme, Novozymes, Bagsvaerd, Denmark), pectinase 처리균(Pectinex, Novozymes, Bagsvaerd, Denmark) 및 cellulase와 pectinase 효소 병용처리균으로 하였다.

3. 미선나무잎 추출물의 가용성 고형분, 환원당 함량 및 pH 측정

미선나무잎의 효소처리 후 용매별 추출물의 가용성 고형분 함량은 굴절 당도계(PAL-2, ATAGO, Tokyo, Japan)를 이용하여 측정하였고 환원당 함량은 dinitrosalicylic acid(DNS)에 의한 비색법(Chae 등 2000)에 의해, pH는 pH meter(Orion 520A, Thermo Electron Co., Waltham, MA, USA)로 측정하였다.

4. 미선나무잎 추출물의 verbascoside 함량 측정

미선나무잎 추출물의 verbascoside는 HPLC(Waters, Millipore Co-Operative, Milford, MA, USA)로 측정하였으며 이때 column은 Capcell pak C₁₈(5 μm, 250 mm×4.6 mm, Shiseido, Toyko, Japan), detector는 PDA(Photo Diode Array)로 330 nm, injection volume은 10 μL, 이동상은 A 용매(0.1% H₃PO₄), B 용매(acetonitrile)로 하여 Table 1에서와 같이 gradient하여 분석하였다. Verbasoside 표준품은 물에 용해되지 않기 때문에 70% ethanol에 용해하여 분석하였다(Xie 등 2012).

5. 미선나무잎 추출물의 항산화 성분 측정

미선나무잎 추출물에 대한 ascorbic acid, flavonoid 화합물, polyphenol 화합물 등의 항산화 성분의 함량을 다음과 같이 측정하였다.

Ascorbic acid의 함량은 각 추출물 시료 0.2 mL와 10% trichloroacetic acid(TCA) 0.8 mL를 첨가하고 원심분리기에서 3,000 rpm으로 5분 동안 원심분리시킨 후 여과하고 여액 0.5

Table 1. HPLC gradient conditions for the analysis of verbascoside in the enzyme-treated *Abeliophyllum distichum* leaves extracts

Time (min)	Mobile phase A	Mobile phase B
0	90	10
7	75	25
15	75	25
23	40	60
25	0	100
30	0	100
32	90	10

mL에 2% metaphosphoric acid와 10% phenol reagent를 혼합하여 상온에서 10분간 방치하고 UV-Vis spectrophotometer (Uvikon XL 70, Sacoman, Ales, France)로 760 nm에서 흡광도를 측정하였다(Park 등 2008).

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

Polyphenol 화합물은 각 추출물 1 mL에 phenol reagent 0.5 mL와 10% Na₂CO₃ 1 mL, 7.5 mL의 증류수를 차례대로 혼합하여 30분 경과한 뒤 760 nm에서 흡광도를 측정하였으며 표준물질로는 tannic acid(Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA)를 사용하였다(AOAC법 1995).

6. 미선나무잎 추출물의 *in vitro* 항산화 활성 측정

DPPH 라디칼 소거능은 각각의 추출물을 15배 희석한 시료 2 mL에 0.2 mM DPPH 2 mL 첨가 및 혼합 후 상온에서 30분 반응하여 517 nm에서 흡광도를 측정하여 계산하였다(Blois MS 1958).

ABTS radical 소거능의 경우에는 ABTS시약(2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) 7.4 mM과 potassium persulfate 2.6 mM을 제조한 후 하루 동안 암소에 방치한 시약을 UV-Vis spectrophotometer에서 흡광도 값이 1.5 이하가 되도록 증류수로 희석한 후 희석된 ABTS 시약 1 mL에 추출물을 5배 희석한 시료 0.05 mL를 첨가하고 상온에서 90분간 반응시킨 후 734 nm에서 흡광도를 측정하였다(Re 등 1999).

DPPH 및 ABTS 라디칼 소거능 (%) =

$$\left(1 - \frac{\text{시료첨가구의 흡광도값}}{\text{무처리구의 흡광도값}}\right) \times 100$$

7. 통계처리

모든 실험은 3회 이상 반복 측정한 후 SPSS 26.0(IBM Corporation, Armonk, NY, USA)을 이용하여 평균 및 표준편차로 나타내었으며, 실험구 간의 유의성($p < 0.05$)을 ANOVA로 분석한 후, Duncan's multiple range test에 의해 실험구 간의 차이를 분석하였다.

결과 및 고찰

1. 미선나무잎의 효소처리 후 용매별 추출물의 가용성 고형분, 환원당 함량 및 pH

미선나무잎을 cellulase, pectinase, 또는 cellulase와 pectinase 효소 병용처리 후 물, 25% 및 50% ethanol로 추출하여 제조한 추출물의 가용성 고형분, 환원당 함량 및 pH를 측정한 결과는 Table 2와 같다.

대조군의 경우, 물 추출물이나 ethanol 추출물 모두 0.93 °brix로 유의적인 차이를 보이지는 않았다. 그러나 효소처리 후 물로 추출물을 제조하였을 때에는 cellulase 처리구는 1.53 °brix, pectinase 처리구는 1.90 °brix로 pectinase 처리 시 유익적으로 높게 나타났다. 특히 이들 효소를 병용처리하였을 때에는 2.67 °brix로 가장 높은 가용성 고형분 함량을 보이는 것으로 나타나 효소처리시 cellulose나 pectin 물질 등이 가수분해되어 가용성 고형분 함량이 높게 나타나는 것으로 판단되었다. 효소처리 후 25% 및 50% ethanol 추출물의 경우에도 물 추출물과 마찬가지로 효소처리하지 않은 대조군보다 높은 가용성 고형분의 함량을 보였다.

Youn 등(2003)은 효소처리에 의한 늙은 호박의 품질 특성 연구에서 cellulase와 pectinase 효소 병용처리군이 단독효소를 사용한 대조군에 비해 추출수율이 높게 나타나 본 연구결과와 일치하였다.

환원당 함량은 대조군의 경우, 물 추출 시 5.78%의 환원당 함량을 보였으나 ethanol로 추출 시에는 농도별 각각 6.05 및 5.99%로 대조군에 비하여 약간 높은 함량을 보였지만 유의적인 차이는 없었다. 그러나 미선나무 잎에 cellulase를 처리한 물 추출물에서는 6.08%로 효소 무처리군에 비하여 높은 값을 보였지만 ethanol 추출물에서 환원당의 함량이 더욱 증가하는 것을 확인할 수 있었다. Pectinase 처리 후의 추출물은 효소 무처리군이나 cellulase 처리군보다 높은 환원당 함량을 보였으며 특히 25% ethanol로 추출하였을 때가 가장 높은 함량을 보이는 것으로 나타났다. 한편 cellulase와 pectinase를 병

Table 2. Changes in soluble solid, reducing sugar content and pH in the enzyme-treated *Abeliophyllum distichum* leaves extracts

	Enzyme treatment	Extraction solvent		
		DW	25 % ethanol	50% ethanol
Soluble solid (°brix)	Control	0.93±0.06 ^{D1)}	0.93±0.21 ^C	0.93±0.06 ^B
	Cellulase	1.53±0.06 ^{bc}	1.70±0.10 ^{ab}	1.13±0.06 ^{cb}
	Pectinase	1.90±0.10 ^{ab}	1.93±0.21 ^{aAB}	0.97±0.23 ^{bb}
	Cellulase + Pectinase	2.67±0.06 ^{aA}	2.20±0.10 ^{ba}	1.83±0.23 ^{ca}
Reducing sugar (%)	Control	5.78±0.04 ^D	6.05±0.21 ^D	5.99±0.04 ^C
	Cellulase	6.08±0.13 ^{bc}	6.99±0.09 ^{ac}	6.28±0.16 ^{bc}
	Pectinase	8.55±0.15 ^{bb}	10.14±0.2 ^{ab}	8.97±0.39 ^{bb}
	Cellulase + Pectinase	11.95±0.01 ^{aA}	11.58±0.02 ^{ba}	11.11±0.31 ^{ca}
pH	Control	5.90±0.02 ^A	5.90±0.01 ^A	5.88±0.02 ^A
	Cellulase	5.80±0.02 ^{AB}	5.77±0.00 ^{bb}	5.77±0.01 ^{bb}
	Pectinase	5.42±0.02 ^C	5.42±0.01 ^C	5.40±0.01 ^C
	Cellulase + Pectinase	5.31±0.00 ^{AD}	5.29±0.02 ^{bd}	5.27±0.02 ^{bd}

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

용처리하였을 때에는 11.11~11.95%로 효소 단독 또는 효소 무처리시보다 높은 함량을 보이는 것으로 나타나 cellulase와 pectinase가 탄수화물 가수분해 효소이기에 환원당의 함량이 증가한 것으로 판단되었다.

Lee 등(2015)은 고추 추출액의 수율과 기능성을 증진시키기 위해 cellulase 또는 pectinase 단독 처리보다는 amylase를 병용처리하였을 때 효소 무처리에 비해 효소처리군이 환원당 함량이 높다고 하여 본 결과와 유사한 경향이였다.

미선나무잎 추출물의 pH는 대조군의 경우, 물 추출물에서는 5.90의 값을 보였으며 25% 및 50% ethanol 추출물은 각각 5.90 및 5.88로 유의적인 차이를 보이지는 않았다. 그러나 효소처리한 경우, 효소 병용처리가 가장 많은 pH의 변화를 보였으며 다음으로는 pectinase, cellulase의 순으로 나타나 효소처리가 조직의 연화를 통하여 유기산 등의 용출로 인해 pH의 저하를 가져오는 것으로 판단되었으며 추출 용매에 따른

차이는 크게 없는 것으로 판단되었다.

2. 미선나무잎의 효소처리 후 용매별 추출물의 verbascoside 함량 측정

미선나무잎의 효소처리 후 용매별 추출물의 verbascoside 함량은 Table 3과 같다.

효소를 처리하지 않은 대조군의 경우, 물 추출물은 11.03 µg/mL이었으며 25% 및 50% ethanol 추출물은 각각 743.51 및 1,273.02 µg/mL로, 물 추출에 비해 ethanol 추출에서 높은 verbascoside 함량을 보였다. 효소처리의 경우, 물 추출물은 대조군, cellulase, pectinase 및 효소 병용처리 순으로 그 함량이 증가하였으며 효소처리를 하지 않은 대조군에 비해 효소 병용처리군이 약 98배 정도 높은 함량을 보여 효소처리를 함으로써 verbascoside 함량이 매우 증가함을 알 수 있었다. 25% 및 50% ethanol 추출물에서도 효소 병용처리가 가장 많

Table 3. Changes in verbascoside content in the enzyme-treated *Abeliophyllum distichum* leaves extracts

(unit: µg/mL)

Enzyme treatment	Extraction solvent		
	DW	25% ethanol	50% ethanol
Control	11.03±4.82 ^{cd}	743.51±17.40 ^{bd}	1,273.02±15.32 ^{ac}
Cellulase	147.01±5.73 ^c	1,573.11±23.67 ^{ab}	1,540.39±6.76 ^{bbc}
Pectinase	309.71±29.91 ^{cb}	1,211.45±2.45 ^{bc}	1,744.00±414.67 ^{ab}
Cellulase+Pectinase	1,079.20±36.93 ^a	1,630.77±35.39 ^{ba}	2,466.23±42.77 ^a

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

은 함량을 나타내었으며 물 추출물인 대조군에 비해 효소 병용처리 후 50% ethanol 추출물의 함량은 약 220배 이상 증가하였다. 따라서 항비만, 항산화, 항염증, 신경보호활성 및 2형당뇨 예방효과 등을 나타내는 verbascoside의 함량 향상을 위해서는 cellulase와 pectinase 등의 효소처리와 50% 정도의 ethanol로 추출함이 바람직할 것으로 판단되었다. Verbascoside는 물에 용해가 잘 안되고 alcohol류에 잘 용해되고(Jeong JY 2020) 효소처리에 의해 조직이 연화되었기 때문인 것으로 판단되었다.

3. 미선나무잎의 효소처리 후 용매별 추출물의 항산화 성분 측정

미선나무잎의 효소처리 후 용매별로 추출한 추출물의 ascorbic acid, flavonoid 화합물 및 polyphenol 화합물의 함량을 측정한 결과는 Table 4와 같다.

Ascorbic acid의 경우, 대조군의 물 추출물은 9.16 mg%로 가장 낮은 함량을 보였고 25% 및 50% ethanol 추출물에서는 그 함량이 유의적으로 증가하는 것으로 나타나 물 보다는 ethanol로 추출 시 ascorbic acid의 함량이 증가함을 알 수 있었다. Cellulase, pectinase 및 효소 병용처리의 경우에도 물 추출물 보다는 ethanol 추출물에서 대체적으로 ascorbic acid의 함량이 높았으며 특히 pectinase를 처리하고 50% ethanol로 추출하였을 때 16.13 mg%로 가장 높은 함량을 보였다.

Flavonoid 화합물의 함량에서는 대조군의 물 추출물에서는 9.96 mg%였으나 25% 및 50% ethanol 추출물에서는 각각 18.22, 21.16 mg%로 ethanol의 농도가 높을수록 함량이 증가

하는 것으로 나타났다. Cellulase 및 pectinase를 각각 효소처리한 경우에는 효소처리하지 않은 대조군과 비교할 때 추출용매 모두 그 함량이 높은 것으로 확인되었다. 특히 50% ethanol 추출물의 경우 가장 많은 함량을 보였지만 효소 병용처리한 경우에는 다른 처리군과는 달리 물 추출시에 더 많은 함량을 보였다.

Polyphenol 화합물은 대조군의 물 추출물의 경우 52.32 mg%였으나 ethanol 추출물에서는 각각 70.28 및 89.61 mg%로 물 보다는 ethanol로 추출하였을 때 그 함량이 증가함을 알 수 있었다. 미선나무잎에 cellulase 또는 pectinase 처리시에는 ascorbic acid 및 flavonoid 화합물과는 달리 25% ethanol 추출물에서 가장 높은 함량을 보였고 다음으로는 50% ethanol, 물 추출물 순이었다. 효소 병용처리군에서도 25% ethanol 추출물이 polyphenol 화합물의 함량이 가장 많은 것으로 나타났다.

Lee 등(2021)은 병풀을 효소처리하였을 때 ascorbic acid, flavonoid 및 polyphenol 화합물의 함량을 측정한 결과 효소처리시 병풀의 조직이 연화되어 추출율이 높아져 증가하였다고 하여 본 결과와 유사한 경향을 보였다. 또한 효소처리 후 ethanol 추출시 그 추출 수율이 높아짐을 확인할 수 있었다. 한편, Jeong JY(2020)는 50% 및 100%의 ethanol과 methanol로 미선나무잎을 추출한 후 polyphenol 화합물과 flavonoid 화합물의 함량을 측정한 결과, polyphenol 화합물은 100% methanol에서, flavonoid 화합물에서는 100% ethanol에서 그 함량이 높은 편이었다고 하여 본 결과와 마찬가지로 추출용매에 따라 항산화 성분의 추출 정도 등이 달라짐을 확인할 수 있었다.

Table 4. Changes in ascorbic acid, flavonoids and polyphenols contents in the enzyme-treated *Abeliophyllum distichum* leaves extracts (unit: mg%)

	Enzyme treatment	DW	25% ethanol	50% ethanol
Ascorbic acid	Control	9.16±0.14 ^{cB1)}	10.23±0.00 ^{bB}	14.33±0.51 ^{aA}
	Cellulase	5.97±0.28 ^{cC}	10.80±0.38 ^{bB}	14.16±1.92 ^{aA}
	Pectinase	10.23±0.65 ^{cA}	12.93±0.89 ^{bA}	16.13±0.43 ^{aA}
	Cellulase+Pectinase	10.48±0.25 ^{bA}	12.53±0.28 ^{aA}	10.07±0.14 ^{bB}
Flavonoid	Control	9.96±3.08 ^{bB}	18.22±1.64 ^{abA}	21.16±8.06 ^{aBC}
	Cellulase	12.13±3.97 ^{bB}	19.09±5.23 ^{bA}	35.81±10.15 ^{aA}
	Pectinase	13.44±1.30 ^{bB}	17.13±4.34 ^{bA}	35.12±6.72 ^{aAB}
	Cellulase+Pectinase	29.96±11.00 ^{aA}	21.04±4.44 ^{bA}	19.95±2.85 ^{aA}
Polyphenols	Control	52.32±0.51 ^{cC}	70.28±1.44 ^{bB}	89.61±1.43 ^{aA}
	Cellulase	38.37±1.24 ^{cD}	102.08±4.05 ^{aA}	89.20±1.20 ^{bA}
	Pectinase	68.47±2.89 ^{bB}	101.14±2.85 ^{aA}	85.90±2.12 ^{bA}
	Cellulase+Pectinase	87.31±5.71 ^{bA}	107.94±7.41 ^{aA}	67.21±4.10 ^{cB}

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

4. 미선나무잎의 효소처리 후 용매별 추출물의 항산화 활성 측정

미선나무잎에 cellulase와 pectinase 등의 효소를 처리하고 여기에 물, 25% 및 50% ethanol의 농도가 되도록 각각 용매를 첨가하여 제조한 추출물의 DPPH 라디칼 소거능 및 ABTS 라디칼 소거능을 측정한 결과는 Table 5와 같다. 우선 미선나무 잎 추출물들에 대한 항산화 활성을 예비실험한 결과, 활성이 매우 우수하여 DPPH 라디칼 소거능은 시료의 225배 희석한 추출물을, ABTS 라디칼 소거능은 75배 희석한 추출물을 사용하였다.

DPPH 라디칼 소거능의 경우, 효소 무처리한 25% ethanol 추출물이 98.04%로 가장 높은 활성을 나타내었고 cellulase 및 pectinase 처리한 물 추출물에서 각각 96.30 및 102.25%로 활성이 높았으며 효소 병용처리군에서는 50% ethanol 추출물에서 가장 높은 활성을 보여 효소와 용매간 항산화 활성이 각기 다른 것으로 나타났지만 희석배수 등을 고려하면 미선나무잎의 추출물은 항산화 활성이 우수한 것으로 판단되었다.

ABTS 라디칼 소거능의 경우, 물과 25% ethanol 추출물보다는 50% 추출물에서의 활성이 대체적으로 높았으며 특히 pectinase 및 cellulase를 각각 처리하고 50% ethanol로 추출하였을 때가 가장 높은 활성을 나타내었다.

미선나무잎의 효소처리 후 용매 추출물은 색을 진하게 띠고 있어 DPPH 및 ABTS 라디칼 소거능 측정 시 색의 간섭이 많았고 미선나무잎 자체의 항산화 활성이 뛰어나 이를 희석하는 과정에서의 실험오차 등으로 활성의 차이를 보이는 것으로 판단되며 차후 실험 결과들에서의 시료 양 및 희석 농도 등을 고려하여 보다 정확한 연구가 필요할 것으로 사료되었다.

이상의 결과로 보아 미선나무잎에 가수분해 효소를 처리하는 것이 다양한 생리적 기능성 성분들의 함량을 증진시킬

수 있으며, 특히 효소처리 후 물 보다는 25% 또는 50%의 ethanol을 활용하여 추출하는 것이 바람직할 것으로 사료되었다. 또한 항비만, 항산화, 항염증, 신경보호활성 및 항당뇨 등의 효과가 있다고 알려져 있는 verbascoside 성분은 cellulase와 pectinase를 처리하고 여기에 50% ethanol의 농도가 되도록 하여 추출물을 제조할 경우 효소 무처리 및 물 추출물과는 그 함량이 220배 이상의 함량이 증가하는 것으로 나타났다.

요약 및 결론

미선나무잎에 cellulase와 pectinase 등의 효소를 처리하고 여기에 물, 25% 및 50% ethanol로 추출물을 제조하고 이들 추출물의 이화학적 품질변화 및 항산화 성분 및 활성 변화를 측정하였다. 가용성 고형분과 환원당 함량은 효소처리를 하지 않은 대조군에서 가장 낮은 값을 나타내었고 추출용매별로는 물보다는 ethanol 추출에서 그 함량이 더 높게 나타났다. 추출물의 pH는 효소처리 시 낮아지는 것으로 나타났다. Verbascoside는 효소 병용처리 후 50% ethanol 추출물에서 그 함량이 대조군보다 약 220배 이상 증가하였다. Ascorbic acid는 ethanol 추출물에서 그 함량이 유의적으로 증가하는 것으로 나타났으며 효소처리의 경우에서도 ascorbic acid의 함량이 높았으며 특히 pectinase를 처리 후 50% ethanol로 추출하였을 때 가장 높은 함량을 보였다. Flavonoid 화합물은 대조군의 물 추출물보다 ethanol의 농도가 높을수록 함량이 증가하였으며 cellulase 및 pectinase를 각각 효소처리한 경우에는 대조군과 비교할 때 그 함량이 모두 높게 나타났다. Polyphenol 화합물도 물 보다는 ethanol로 추출하였을 때 그 함량이 증가하였고 25% ethanol 추출물에서 가장 높은 함량을 나타내었다. DPPH 라디칼 소거능의 경우, 효소 무처리한 25% ethanol 추출물이 가장 높은 활성을 나타내었고 cellulase

Table 5. Changes in *in vitro* antioxidant activities in the enzyme-treated *Abeliophyllum distichum* leaves extracts

(unit: %)

Enzyme treatment		DW	25 % ethanol	50% ethanol
DPPH radical scavenging activity	Control	95.26±0.73 ^{bb1)}	98.04±0.20 ^{aA}	91.87±1.40 ^{cB}
	Cellulase	96.30±1.96 ^{ab}	80.33±1.97 ^{cC}	87.53±1.31 ^{bb}
	Pectinase	102.25±1.45 ^{aa}	95.17±1.66 ^{ba}	90.92±0.91 ^{cB}
	Cellulase+Pectinase	93.99±5.67 ^{bb}	89.03±2.12 ^{bb}	103.09±4.24 ^{aA}
ABTS radical scavenging activity	Control	42.23±1.20 ^{cC}	58.81±1.38 ^{bc}	68.38±2.73 ^{ac}
	Cellulase	28.74±0.26 ^{cd}	45.66±1.37 ^{bd}	94.50±1.35 ^{ab}
	Pectinase	55.67±1.18 ^{bb}	77.71±1.69 ^{bb}	98.75±0.86 ^{aa}
	Cellulase+Pectinase	60.69±1.63 ^{ba}	82.77±2.84 ^{aa}	61.90±2.87 ^{bd}

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

및 pectinase 처리한 물 추출물에서 활성이 높았으며 효소 병용처리군에서는 50% ethanol 추출물에서 가장 높은 활성을 보였다. ABTS 라디칼 소거능의 경우, 물과 25% ethanol 추출물보다는 50% 추출물에서의 활성이 대체적으로 높았으며 특히 pectinase 및 cellulase를 각각 처리하고 50% ethanol로 추출하였을 때가 가장 높은 활성을 나타내었다. 특히 기능성 물질인 verbascoside는 효소 병용처리 후 50% ethanol의 농도가 되도록 하여 추출물을 제조할 경우 그 함량을 증가시킬 수 있을 것으로 판단되었다.

감사의 글

본 과제는 2022년도 교육부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 지자체-대학 협력기반 지역혁신 사업의 결과입니다(과제 관리번호: 2021RIS-001).

References

- AOAC. 1995. Official Methods of Analysis of AOAC International. 16th ed. Association of Official Analytical Chemist
- Blois MS. 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature* 181:1199-1200
- Chang SJ, Jeon NB, Park JW, Jang TW, Jeong JB, Park JH. 2018. Antioxidant activities and anti-inflammatory effects of fresh and air-dried *Abeliophyllum distichum* Nakai leaves. *Korean J Food Preserv* 25:27-35
- Chae SK, Kang KS, Ma SJ, Bang GW, Oh MH, Oh SH. 2000. Standard Food Analysis. pp.299-301, 403-404. JiguMunhwasa
- Galli A, Marciani P, Marku A, Ghislanzoni S, Bertuzzi F, Rossi R, Di Giancamillo A, Castagna M, Perego C. 2020. Verbascoside protects pancreatic β -cells against ER-stress. *Biomedicines* 8:582
- He J, Hu XP, Zeng Y, Li Y, Wu HQ, Qiu RZ, Ma WJ, Li T, Li CY, He ZD. 2011. Advanced research on acteoside for chemistry and bioactivities. *J Asian Nat Prod Res* 13: 449-464
- Hong SP, Han MJ. 2002. The floral dimorphism in the rare endemic plant, *Abeliophyllum distichum* Nakai (Oleaceae). *Flora Morphol Distrib Funct Ecol Plants* 197:317-325
- Imakura Y, Kobayash S, Mima A. 1985. Bitter phenyl propanoid glycosides from *Campsis chinensis*. *Phytochemistry* 24:139-146
- Jang TW, Park JH. 2017. Antioxidative activities and whitening effects of ethyl acetate fractions from the immature seeds of *Abeliophyllum distichum*. *J Life Sci* 27:536-544
- Jeong JY. 2020. Analysis of inorganic elements and indicator compound form *Abeliophyllum distichum* Nakai leaves. Master's Thesis, Chosun Univ. Gwangju. Korea
- Kim NY, Lee HY. 2015. Enhancement of anti-wrinkle activities of *Abeliophyllum distichum* Nakai through low temperature extraction process. *Korean J Med Crop Sci* 23:231-236
- Lee JY, Choi GH, Lee KH. 2015. Physicochemical and sensory properties of red pepper extract treated with enzyme complex. *Korean J Food Nutr* 28:628-634
- Lee KH, Joo KY, Kim CY, Han KJ, Jang DB, Yun JH, Yu KW, Bae YJ. 2021. Physicochemical quality change of enzyme-treated *Centella asiatica* and preparation of jam using enzyme-treated *Centella asiatica*. *Korean J Food Nutr* 34: 612-620
- Lee NN, Choi YE, Moon HK. 2014. Effect of leds on shoot multiplication and rooting of rare plant *Abeliophyllum distichum* Nakai. *J Plant Biotechnol* 41:94-99
- Meyer AS, Köser C, Adler-Nissen J. 2001. Efficiency of enzymatic and other alternative clarification and fining treatments on turbidity and haze in cherry juice. *J Agric Food Chem* 49:3644-3650
- Moreno MIN, Isla MI, Sampietro AR, Vattuone MA. 2000. Comparison of the free radical-scavenging activity of propolis from several regions of Argentina. *J Ethnopharmacol* 71:109-114
- Oh H, Kang DG, Kwon TO, Jang KK, Chai KY, Yun YG, Chung HT, Lee HS. 2003. Four glycosides from the leaves of *Abeliophyllum distichum* with inhibitory effects on angiotensin converting enzyme. *Phytother Res* 17:811-813
- Park H, Jung B. 2017. Optimal contract under the Nagoya protocol for the benefit sharing. *Environ Resour Econ Rev* 26:85-101
- Park JH. 2011. Antioxidant activities and inhibitory effect on oxidative DNA damage of extracts from *Abeliophylli distichi* Folium. *Korean J Herbol* 26:95-99
- Park YK, Kim SH, Choi SH, Han JG, Chung HG. 2008. Changes of antioxidant capacity, total phenolics, and vitamin C contents during *Rubus coreanus* fruit ripening. *Food Sci Biotechnol* 17:251-256
- Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, Rice-Evans C. 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biol Med* 26:1231-1237

- Weinberg ZG, Ashbell G, Hen Y, Azrieli A. 1995. The effect of cellulase and hemicellulase plus pectinase on the aerobic stability and fibre analysis of peas and wheat silages. *Anim Feed Sci Technol* 55:287-293
- Wilkins MR, Widmer WW, Grohmann K, Cameron RG. 2007. Hydrolysis of grapefruit peel waste with cellulase and pectinase enzymes. *Bioresour Technol* 98:1596-1601
- Xie J, Tan F, Zhu J, Yue C, Le Q. 2012. Separation, purification and quantification of verbascoside from *Penstemon barbatus* (Cav.) Roth. *Food Chem* 135:2536-2541
- Yoou MS, Kim HM, Jeong HJ. 2015. Acteoside attenuates TSLP-induced mast cell proliferation via down-regulating MDM2. *Int Immunopharmacol* 26:23-29
- Youn SJ, Kim GE, Jeong YJ. 2003. Extract characteristics of old pumpkin on enzyme treatment. *Korean J Food Preserv* 10:302-307

Received 9 January, 2023
Revised 16 January, 2023
Accepted 31 January, 2023

Effects of *Taraxacum mongolicum* Extract on Blood Glucose Levels and Lipid Profiles in Streptozotocin-Induced Diabetic Rats

Hye Kyoung Han and [†]Eun Young Choi*

[†]Visiting Professor, Dept. of Food and Nutrition, KyungBuk College, YeongJu 36133, Korea

*Assistant Professor, Dept. of Food and Nutrition, Bucheon University, Bucheon 14632, Korea

Abstract

This study was designed to evaluate antihyperglycemic and antihyperlipidemic effects of ethanol extracts of *Taraxacum mongolicum* (*T.m.*) on streptozotocin (STZ)-induced diabetic rats. Sprague-Dawley rats were randomly assigned to five groups: normal (NC), STZ-control (DC), and three experimental groups. Diabetes was induced in Sprague-Dawley rats with a single intravenous injection [45 mg/kg body weight (b.w.)] of STZ. An ethanol extract of *T.m.* was orally given to diabetic rats for 14 days. Three experimental groups were additionally treated with *T.m.* extract at doses of 1 g/kg b.w./day for *T.m.*-1, 2 g/kg b.w./day for *T.m.*-2, and 3 g/kg b.w./day for *T.m.*-3. Oral administration of *T.m.*-2 significantly increased their body weights. *T.m.*-1 and *T.m.*-2 significantly decreased aspartate aminotransferase (AST) levels than DC. *T.m.*-1 and *T.m.*-2 group significantly decreased blood glucose levels. Total cholesterol, triglycerides, and free fatty acids were significantly decreased whereas high-density lipoprotein cholesterol was significantly increased in groups treated with *T.m.* extract than those in the DC group. These results support the fact that administration of *T.m.* extract can reduce hyperglycemia and hyperlipidemia risk in diabetic rats.

Key words: *Taraxacum mongolicum*, streptozotocin-diabetic rats, blood glucose, lipid profile

Introduction

The genus *Taraxacum* is a member of the family *Asteraceae*, which is widely distributed in warm temperature zones of the northern hemisphere, especially Japan, China, and Korea, where it has many biological activities. *Taraxacum* species have attracted the attention of researchers because of their anti-inflammatory, anti-carcinogenic, anti-allergic, anti-hyperglycemic, anti-coagulatory, and analgesic activities (Shi et al. 2008). *Taraxacum mongolicum* (*T.m.*) is a famous traditional medicine that is frequently used to treat inflammatory disorders and viral infectious diseases (Ma et al. 2019). Active compounds of *T.m.* include flavonoids, polysaccharides, phenolic acids, sesquiterpene lactones, triterpenoids, tocopherols, pigments, vitamins, amino acids, coumarins, and sterols that possess anti-inflammation, anti-cancer, anti-oxidation, anti-thrombosis, anti-hypoglycemia, immunity-enhancing, liver and gallbladder protecting, and other pharmacological effects (Zeng et al. 2018;

Zhang et al. 2022). However, translational data about the effect of *T.m.* on the pathogenesis of diseases are lacking.

Due to lifestyle changes and aging population, the number of diabetes population continues to increase worldwide. The global diabetic population in 2014 was approximately 422 million, accounting for 8.5% of the adult population. It has been estimated to increase to 783 million by 2045 (Saeedi et al. 2019). In Korea, the proportion of diabetic subjects aged 30 years or older had increased from 11.6% in 2011 to 13.6% in 2020 (Kim et al. 2021). Diabetes is a chronic disease caused by high blood glucose levels. There is no known cure for diabetes. It can be controlled. In some minor cases, it may go into remission (Kang et al. 2008; Lee NY 2013; Han & Choi 2020). Uncontrolled glucose levels might result in various complications such as heart diseases and stroke (Heather & Clarke 2011). Han et al. (2009) have reported that the intake of *T.m.* powder can reduce blood glucose, triglycerides (TG) and free fatty acids (FFA) in diabetic

[†] Corresponding author: Eun Young Choi, Assistant Professor, Dept. of Food and Nutrition, Bucheon University, Bucheon 14632, Korea. Tel: +82-32-610-3442, Fax: +82-32-610-3205, E-mail: eychoi@bc.ac.kr

rats Therefore, the present study was aimed to investigate antidiabetic and antihyperlipidemic potential of ethanol extracts of *T.m.* in different concentrations in streptozotocin (STZ)-induced diabetic rats. However, whether *T.m.* ethanol extract might possess antihyperglycemic and antihyperlipidemic effects on diabetes remains unclear. Therefore, the aim of this study was to investigate antidiabetic and antihyperlipidemic effects of ethanol extracts of *T.m.* at different concentrations on STZ-induced diabetic rats.

Materials and Methods

1. Experimental materials and extraction methods

T.m. plants were shade dried, powdered, and extracted three times with 80% ethanol using a Soxhlet apparatus for 4 hours. The ethanol extract was concentrated in a rotary evaporator (SunilEyela Co., Ltd., Seongnam, Korea) at 35~40°C under reduced pressure. The ethanol extract of *T.m.* was stored at 2~8°C until completion of pharmacological studies.

2. Animal care and experimental diet

Sprague-Dawley male rats weighing about 220 g were obtained from Samtaco (Sam: TacN (SD) BR, Osan, Korea) and pre-fed with pallet (Feedlap, Guri, Korea) for one week to adapt to the environment. These rats were all individually kept in stainless steel cages in an air-conditioned room with controlled temperature (20~22°C) and automatic lighting (alternation 12 hours periods of light and dark). They were then divided into two groups: a normal control (NC) group (n=6) and a diabetes-induced group (n=24). Those in the diabetes-induced group were then assigned to four groups with a weight-based randomized block design: a diabetes control group (DC) and three experimental groups (*T.m.*-1, experimental diabetic group treated with ethanol extract of *T.m.* 1 g/kg b.w./day; *T.m.*-2, experimental diabetic group treated with ethanol extract of *T.m.* 2 g/kg b.w./day; and *T.m.*-3, experimental diabetic group treated with ethanol extract of *T.m.* 3 g/kg b.w./day). Rats in all groups were supplied with the AIN-93 formula (Reeves PG 1997) as an experimental formula (Table 1). They had free access to food and water during the experimental period. *T.m.* extracts were suspended in water with Tween 80 and administered orally at a dose for 14 days. NC and DC groups were given the same volume of a 5% Tween 80 solution. Rats were individually kept

Table 1. Composition of AIN-93 diets (g/kg diet)

Components	AIN-93 diet
Corn starch	465.692
Casein	140.000
Dextrinized corn starch	155.000
Sucrose	100.000
Soybean oil	40.000
Fiber	50.000
Mineral mix ¹⁾	35.000
Vitamin mix ²⁾	10.000
L-Cystine	1.800
Choline bitartrate	2.500
Tert-Butylhydroquinone	0.008

¹⁾ AIN-93 mineral mixture.

²⁾ AIN-93 vitamin mixture.

in stainless steel cages for 14 days. This animal experiment was conducted in accordance with guidelines provided by the Institutional Review Board (IRB) and Institutional Animal Experimentation Ethics Committee of Duksung Women's University (2022-011-021).

3. Induction of diabetes

Diabetes was induced in 16-hour fasted rats by a single intravenous injection of STZ (Sigma-Aldrich Chemical Co., St Louis, MO, USA) at a dose of 45 mg/kg b.w. in 0.1 M cold citrate buffer (pH 4.5) (Lee & Kim 1999). The same amount of citrate buffer solution was injected into the NC group. At 24 hours after injection, blood was collected from the eye vein, centrifuged, and taken to measure blood glucose. Diabetes was considered for animals with plasma glucose concentrations of 300 mg/dL or more.

4. Sample collection and biochemical analysis

To examine changes in blood glucose (Raabo & Terkildsen 1960) and cholesterol levels on the 0th, 4th, 7th, and 11th days of the experiment, experimental animals were anesthetized with ether. Blood was collected from an eye vein and centrifuged at 3,000 rpm for 15 minutes (HA 300, Hanil Centrifuge Co., Ltd., Seoul, Korea). Plasma was taken to measure glucose and total cholesterol levels. On the 14th day of the experiment, blood samples were taken into heparinized tubes immediately after anesthetizing experimental animals with ether. Animals were then sacrificed with a guillotine. Blood samples were centrifuged

at 3,000 rpm for 15 minutes. Only plasma was taken and used as an analysis sample. Hematocrit (Bauer JD 1982) was measured immediately after blood collection. Body weight and food intake were measured at regular time points for 14 days. Food efficiency ratio (FER) was calculated by dividing the weight gain during the total breeding period by the food intake during the same period. Activities of alanine aminotransferase (ALT) and aspartate aminotransferase (AST) were determined using a colorimetric assay (Reitman & Frankel 1957) with commercially available kits (Embiel Ltd., Gunpo, Korea). The absorbance was read at 505 nm according to the manufacturer's protocols. Plasma concentrations of TG (Embiel Ltd.), total cholesterol (TC) (Embiel Ltd.), high-density lipoprotein cholesterol (HDL-cho) (Embiel Ltd.), and FFA (Shinyang Chemical Ltd., Seoul, Korea) were quantified by spectrophotometry using commercially available kits. TG levels were determined using a lipase-glycerol phosphate assay (Giegel et al. 1975). Cholesterol measurements were based on the cholesterol oxidase method (Richmond W 1973). HDL-cho was determined after separating the HDL fraction using a heparin-manganese precipitation procedure (Finley et al. 1978).

5. Statistical analysis

All statistical analyses were conducted using SPSS (Statistical Package for the Social Science Ver. 23.0, SPSS Inc., Chicago, IL, USA). Values are presented as means and standard deviation (S.D.). One-way analysis of variance (ANOVA) followed by a Duncan's multiple range test was used to determine differences between means of experimental groups. A p -value < 0.05 was

considered significant.

Results and Discussion

1. Effects of *T.m.* ethanol extract on body weight, food intake, and food efficiency ratio

Body weights of rats in diabetic induced groups after treatment with *T.m.* ethanol extract for 14 days were significantly lower than those in the control group (Table 2). Body weights of rats in the *T.m.*-2 group were higher than those in other diabetic-induced experimental groups. Table 3 presents effects of *T.m.* ethanol extract on food intake and food efficiency ratio (FER). All diabetes groups had significantly higher average food intake than the NC group. Among diabetic groups, there were no significant differences in food intake. Diabetic rats had higher dietary intake than the control group due to an increase in neuropeptide Y (NPY) mRNA in insulin-deficient rat and a decrease in the action of leptin receptors in the hypothalamus. It has been reported that dietary intake is decreased when insulin is replenished (Clark et al. 2004). All diabetes-induced groups had significantly lower FER than the control group (Table 3). This might be due to degenerative metabolism caused by diabetes as a cause of continuous weight loss, although diabetes-induced groups had higher dietary intake than the normal group (Sun et al. 2023). *T.m.*-2 showed the highest level of weight gain among diabetes-induced groups. *T.m.*-2 might have suppressed weight loss due to diabetes induction. In other words, *T.m.*-2 administration could recover degenerative changes such as weight loss due to diabetes induction to some extent.

Table 2. Initial and final body weight of normal and diabetic rats fed extract of *Taraxacum mongolicum*¹⁾

Group ²⁾	Initial b.w. ³⁾ (g)	Final b.w. (g)	Weight gain (g/14 day)
NC	248.9±7.1 ^{NS4)}	308.8±17.7 ⁵⁾	59.8±22.1 ^c
DC	250.7±10.5	234.8±19.5 ^a	-15.8±12.8 ^a
<i>T.m.</i> -1	251.1±6.8	237.8±12.7 ^a	-13.3±13.8 ^a
<i>T.m.</i> -2	257.1±12.2	269.6±28.3 ^b	12.5±19.7 ^b
<i>T.m.</i> -3	251.0±7.4	233.5±25.7 ^a	-17.5±22.5 ^a

¹⁾ Values are mean±S.D. of 6 rats.

²⁾ NC, normal control; DC, diabetic, untreated; *T.m.*-1, diabetic treated with ethanolic extract of *Taraxacum mongolicum* (1 g/kg b.w.); *T.m.*-2, diabetic treated with ethanolic extract of *Taraxacum mongolicum* (2 g/kg b.w.); *T.m.*-3, diabetic treated with ethanolic extract of *Taraxacum mongolicum* (3 g/kg b.w.).

³⁾ b.w.: body weight.

⁴⁾ NS: not significant at p <0.05.

⁵⁾ Values with different superscript within the same column are significantly different at p <0.05 by Duncan's multiple range test.

Table 3. Food intake and food efficiency ratio (FER) of normal and diabetic rats fed extract of *Taraxacum mongolicum*¹⁾

Group ²⁾	Food intake (g/day)			FER ⁴⁾
	1 wk	2 wk	Mean	
NC	25.5±4.2 ^{a3)}	25.4±3.6 ^a	25.4±3.4 ^a	0.158±0.020 ^b
DC	32.2±4.6 ^{bc}	44.9±8.5 ^b	38.5±6.3 ^b	-0.028±0.022 ^a
<i>T.m.</i> -1	30.7±6.0 ^{ab}	44.6±3.3 ^b	37.7±4.6 ^b	-0.033±0.014 ^a
<i>T.m.</i> -2	37.1±3.0 ^c	46.0±7.6 ^b	41.6±4.1 ^b	-0.014±0.022 ^a
<i>T.m.</i> -3	30.1±3.1 ^{ab}	43.4±6.0 ^b	36.8±3.4 ^b	-0.036±0.047 ^a

¹⁾ Values are mean±S.D. of 6 rats.

²⁾ See the legend of Table 2.

³⁾ Values with different superscript within the same column are significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

⁴⁾ FER: body weight gain/food intake.

2. Effects of *T.m.* ethanol extract on hematocrit and plasma aminotransferase activity

After 14 days of treatment with *T.m.* ethanol extract, hematocrit levels were not significantly different between the control group and experimental groups (Table 4). Dai & McNeill (1994) have also reported no significant difference in hematocrit between normal and diabetic rats. It has been suggested that the increase in hematocrit in diabetic rat compared to normal is due to water loss in blood caused by polyuria (Koh et al. 1999). Plasma ALT and AST activities are presented in Table 4. ALT and AST are enzymes present in hepatocytes in large amounts. They have been used as indicators of the liver damage by leaking from cells when hepatocytes are damaged and increased in the blood (El-Naggar et al. 2019). Plasma ALT activity was increased in all diabetic groups compared to that in the normal control group. These results were consistent with Barberà et al. (1994) who reported that the activity of ALT increased when diabetes was induced. There was no significant difference in ALT activity

among *T.m.* administration groups. However, *T.m.*-1 tended to have the lowest level of ALT activity. Diabetes-induced groups had significantly higher plasma AST activity than the control group, with the *T.m.* administered group showing significantly lower AST activity than the diabetes control group. In a study by Salau et al. (2022) have reported that as a cause of the increase in ALT activity, STZ inactivates the -SH group site, which is the main action point of ALT enzyme function. That has been reported to increase ALT activity in the blood. As a result of this study, increased ALT and AST levels could indicate that complications might occur in the liver caused by diabetes (Rho et al. 1998). Treatment of diabetic rats with *T.m.* reduced activities of these enzymes in plasma samples compared to those in the DC group. Thus, *T.m.* could alleviate liver damage caused by STZ-induced diabetes.

3. Effects of *T.m.* ethanol extract on blood glucose levels

Blood glucose levels were measured at intervals of 3 days to

Table 4. Hematocrit levels and aminotransferase activities of normal and diabetic rats fed extract of *Taraxacum mongolicum*¹⁾

Group ²⁾	Hematocrit (%)	ALT (KA unit/L)	AST (KA unit/L)
NC	43.8±1.5 ^{NS3)}	14.7± 3.9 ^{a4)}	88.7±3.7 ^a
DC	44.8±1.8	78.8±11.9 ^b	264.7±58.6 ^c
<i>T.m.</i> -1	44.8±2.1	62.7±21.4 ^b	188.1±101.9 ^b
<i>T.m.</i> -2	45.2±1.7	81.1±21.8 ^b	181.5±60.9 ^b
<i>T.m.</i> -3	44.2±4.6	70.9±21.2 ^b	152.0±45.4 ^{ab}

¹⁾ Values are mean±S.D. of 6 rats.

²⁾ See the legend of Table 2.

³⁾ NS: not significant at $p<0.05$.

⁴⁾ Values with different superscript within the same column are significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

figure out effects of *T.m.* on blood glucose level as shown in Table 5. All diabetes-induced groups showed a significant increase ($p<0.05$). Hyperglycemia in diabetic rat is known to be caused by carbohydrate and other metabolic abnormalities. STZ could impair rapid insulin secretion to glucose in pancreatic β -cells. During 14 days of the experiment, all rats in diabetes-inducing groups showed significantly higher plasma glucose levels than the normal control group. After 14 days of administration, concentration-dependent blood glucose lowering effect was shown in *T.m.*-1 and *T.m.*-2 groups compared to a diabetes control group. It was found that the intake of *T.m.* could suppress symptoms of high blood glucose in diabetes. It can explain that the hypoglycemic effect of *T.m.* is likely to increase insulin secretion by further stimulating β -cells (Taniguchi et al. 2006). The hypoglycemic effect of *T.m.* could also be caused by regeneration of pancreatic cells and the presence of insulin-like substances in plants (Arora et al. 2021). These results suggest that *T.m.* could help improve diabetes by reducing increased blood glucose level in STZ-induced diabetic rats.

4. Effects of *T.m.* ethanol extract on lipid profiles

Plasma TC levels are shown in Table 6. The increase in total cholesterol content in diabetes-inducing group might be due to the fact that FFAs, not carbohydrates, are used as energy sources to synthesize lots of cholesterol (Kim et al. 2008a). Diabetes could also be attributed to delayed LDL removal due to reduced LDL receptors, increased production of glycated LDL, which was induced by a lack of insulin, and increased synthesis of very low density lipoprotein (VLDL) in the liver (He et al. 2019; Khalid et al. 2022). According to Ajebli & Eddouks (2019), when diabetes is not controlled, the activity of hydroxymethyl glutaryl-CoA (HMG-CoA) reduction in the liver decreases

whereas the activity of HMG-CoA reduction in the intestine increases, resulting in an increase in cholesterol in circulating blood. In the case of the *T.m.*-2 group, from day 1 to day 14 of the experiment, due to relatively low blood glucose levels, plasma TC was significantly reduced compared to that in the diabetes control group.

Plasma TG levels in the diabetic control group were significantly higher than those in the normal control group (Table 7). However, the group with *T.m.* administration did not show any significant difference in plasma TG level from the normal group. The increase in plasma TG in diabetic rats suggests that abnormalities in carbohydrate metabolism could induce lipid metabolism disorder. It has been reported that VLDL production is increased whereas VLDL and chylomicron catabolism is decreased due to decreased LPL activities in peripheral tissues (Siegel et al. 1996). A TG transfer kinetics study (Nikkilä & Kekki 1973) has reported that in diabetes, the rate of conversion of lipid in plasma to TG is increased, which can increase blood TG levels. In the present study, plasma TG levels in groups administered with *T.m.* were significantly lower than those of the diabetic control group, plasma TG of *T.m.* administered group even decreased to control levels. These results suggest that *T.m.* could improve glucose metabolism in diabetic rats and result in decreased TG synthesis in the liver, thereby suppressing the rise of plasma TG (Kim et al. 2008b).

The HDL-chol content of plasma did not show any significant difference between the normal group and the diabetes control group (Table 7). These results were consistent with findings of Durrington & Stephens (1980). They reported that there was no significant difference in plasma HDL-chol content between a diabetes control group and a normal group induced by STZ. However, the *T.m.* treatment group had significantly higher

Table 5. Plasma glucose levels of normal and diabetic rats fed extract of *Taraxacum mongolicum*¹⁾ (mg/dL)

Group ²⁾	0 day	4 day	7 day	11 day	14 day
NC	174.6±8.5 ^{a3)}	152.9±10.9 ^a	150.2±9.4 ^a	148.2±15.1 ^a	175.1±6.6 ^a
DC	527.3±113.3 ^b	802.7±172.7 ^b	749.4±119.5 ^{bc}	730.3±125.7 ^b	745.9±48.1 ^c
<i>T.m.</i> -1	547.2±42.1 ^b	809.0±138.7 ^b	726.0±100.9 ^{bc}	746.7±105.1 ^b	557.6±206.4 ^b
<i>T.m.</i> -2	500.8±116.0 ^b	792.4±143.8 ^b	800.3±119.8 ^c	691.8±195.7 ^b	549.2±188.7 ^b
<i>T.m.</i> -3	527.3±78.6 ^b	759.8±68.1 ^b	657.8±144.1 ^b	726.3±176.9 ^b	673.1±166.6 ^{bc}

¹⁾ Values are mean±S.D. of 6 rats.

²⁾ See the legend of Table 2.

³⁾ Values with different superscript within the same column are significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

Table 6. Plasma cholesterol levels of normal and diabetic rats fed extract of *Taraxacum mongolicum*¹⁾ (mg/dL)

Group ²⁾	0 day	4 day	7 day	11 day	14 day
NC	76.0±11.4 ^{NS3)}	97.8±19.8 ^{a4)}	86.2±8.0 ^a	60.7±7.8 ^a	76.2±6.7 ^a
DC	78.5±12.4	128.8±23.7 ^b	136.4±16.3 ^b	106.3±18.5 ^b	157.0±20.4 ^c
<i>T.m.</i> -1	70.4±11.3	127.0±15.9 ^b	133.4±20.1 ^b	100.6±20.7 ^b	136.5±21.8 ^{bc}
<i>T.m.</i> -2	70.5±5.5	147.6±11.3 ^{bc}	121.2±14.2 ^b	88.0±20.0 ^b	114.7±21.4 ^b
<i>T.m.</i> -3	73.5±6.9	153.6±10.9 ^c	136.1±11.0 ^b	95.7±10.3 ^b	136.9±15.2 ^{bc}

¹⁾ Values are mean±S.D. of 6 rats.

²⁾ See the legend of Table 2.

³⁾ NS: not significant at $p<0.05$.

⁴⁾ Values with different superscript within the same column are significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

Table 7. Levels of triglyceride (TG), HDL-cholesterol (HDL-cho) and free fatty acid (FFA) in plasma of normal and diabetic rats fed extract of *Taraxacum mongolicum*¹⁾

Group ²⁾	TG (mg/dL)	HDL-cho (mg/dL)	FFA (μ Eq/L)
NC	110.4±8.7 ^{a3)}	36.1±2.1 ^a	355.3±51.5 ^a
DC	176.9±37.8 ^b	48.7±8.0 ^a	926.9±103.9 ^c
<i>T.m.</i> -1	99.0±38.8 ^a	63.8±18.9 ^b	726.0±122.2 ^b
<i>T.m.</i> -2	115.9±30.7 ^a	68.4±3.2 ^b	647.2±121.0 ^b
<i>T.m.</i> -3	145.8±88.8 ^{ab}	68.4±15.9 ^b	693.1±229.0 ^b

¹⁾ Values are mean±S.D. of 6 rats.

²⁾ See the legend of Table 2.

³⁾ Values with different superscript within the same column are significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

HDL-cho levels than the control group. It has been reported that diabetic rats show decreased LPL activity, reduced lipoprotein decomposition, and inhibition of HDL-cho production (Betteridge DJ 2001). In the present study, HDL-cho levels was significantly increased in the *T.m.* treatment group compared to that in the control group. Therefore, *T.m.* administration can increase HDL-cho levels despite diabetes induction.

Plasma FFA content was significantly lower in *T.m.* administrated group than that in the diabetes control group (Table 7). It has been reported that cells can obtain energy sources from fat due to diabetes, which can prevent reesterification of FFAs, resulting in an increase of FFAs in the blood (Karigidi et al. 2020). It has also been reported that hormone-sensitive lipase is activated due to insufficient insulin secretion, which can increase FFAs from stored fat (Tella et al. 2019).

Conclusion

Administration of *T.m.* (2g/kg b.w.) significantly increased

body weights of diabetic rats. *T.m.*-1 and *T.m.*-2 groups showed significantly decreased blood glucose and AST than the DC group. In this paper, we found that *T.m.* treatment could decrease plasma glucose and TC, TG, and FFA concentrations of STZ-induced diabetic rats. Therefore, *T.m.* is a good candidate for treating diabetes. Further studies using animal models and human volunteers are needed to develop candidate functional foods based on hypoglycemic activities of *Taraxacum mongolicum*.

References

- Ajebli M, Eddouks M. 2019. Flavonoid-enriched extract from desert plant *Warionia saharae* improves glucose and cholesterol levels in diabetic rats. *Cardiovasc Hematol Agents Med Chem* 17:28-39
- Arora SK, Verma PR, Itankar PR, Prasad SK, Nakhate KT. 2021. Evaluation of pancreatic regeneration activity of *Tephrosia purpurea* leaves in rats with streptozotocin-induced diabetes.

- J Tradit Complement Med* 11:435-445
- Barberà A, Rodríguez-Gil JE, Guinovart JJ. 1994. Insulin-like actions of tungstate in diabetic rats. Normalization of hepatic glucose metabolism. *J Biol Chem* 269:20047-20053
- Bauer JD. 1982. Clinical Laboratory Methods. 9th ed. p 188-189. Mosby
- Betteridge DJ. 2001. Dyslipidaemia and diabetes. *Prac Diabetes Int* 18:201-207
- Clark TA, Heyliger CE, Edel AL, Goel DP, Pierce GN. 2004. Codelivery of a tea extract prevents morbidity and mortality associated with oral vanadate therapy in streptozotocin-induced diabetic rats. *Metabolism* 53:1145-1151
- Dai S, McNeill JH. 1994. One-year treatment of non-diabetic and streptozotocin-diabetic rats with vanadyl sulphate did not alter blood pressure or haematological indices. *Pharmacol Toxicol* 74:110-115
- Durrington PN, Stephens WP. 1980. The effects of treatment with insulin on serum high-density-lipoprotein cholesterol in rats with streptozotocin-induced diabetes. *Clin Sci* 59:71-74
- El-Naggar ME, Al-Joufi F, Anwar M, Attia MF, El-Bana MA. 2019. Curcumin-loaded PLA-PEG copolymer nanoparticles for treatment of liver inflammation in streptozotocin-induced diabetic rats. *Colloids Surf B Biointerfaces* 177:389-398
- Finley PR, Schifman RB, Williams RJ, Licht DA. 1978. Cholesterol in high-density lipoprotein: Use of Mg²⁺/dextran sulfate in its enzymic measurement. *Clin Chem* 24:931-933
- Giegel JL, Ham AB, Clema W. 1975. Manual and semi-automated procedures for measurement of triglycerides in serum. *Clin Chem* 21:1575-1581
- Han HK, Choi EY. 2020. Effects of *Atractylodes lancea* on plasma glucose and lipid profile in streptozotocin induced diabetic rats. *Korean J Food Nutr* 33:544-550
- Han HK, Yoon SJ, Kim GH. 2009. Effects of Compositae plants on plasma glucose and lipid level in streptozotocin induced diabetic rats. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38:674-682
- He K, Wang J, Shi H, Yu Q, Zhang X, Guo M, Sun H, Lin X, Wu Y, Wang L, Wang Y, Xian X, Liu G. 2019. An interspecies study of lipid profiles and atherosclerosis in familial hypercholesterolemia animal models with low-density lipoprotein receptor deficiency. *Am J Transl Res* 11:3116-3127
- Heather LC, Clarke K. 2011. Metabolism, hypoxia and the diabetic heart. *J Mol Cell Cardiol* 50:598-605
- Kang TH, Choi SZ, Lee TH, Son MW, Kim SY. 2008. Characteristics of antidiabetic effect of *Dioscorea rhizoma* (1) - Hypoglycemic effect. *Korean J Food Nutr* 21:425-429
- Karigidi KO, Akintimehin ES, Omoboyowa DA, Adetuyi FO, Olaiya CO. 2020. Effect of *Curculigo pilosa* supplemented diet on blood sugar, lipid metabolism, hepatic oxidative stress and carbohydrate metabolism enzymes in streptozotocin-induced diabetic rats. *J Diabetes Metab Disord* 19:1173-1184
- Khalid M, Petroianu G, Adem A. 2022. Advanced glycation end products and diabetes mellitus: Mechanisms and perspectives. *Biomolecules* 12:542
- Kim SH, Kang JS, Lee SJ, Chung YJ. 2008a. Antidiabetic effect of Korean red ginseng by puffing process in streptozotocin-induced diabetic rats. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37:701-707
- Kim SH, Ryu DS, Lee MY, Kim KH, Kim YH, Lee DS. 2008b. Anti-diabetic activity of polysaccharide from *Salicornia herbacea*. *Korean J Microbiol Biotechnol* 36:43-48
- Kim Y, Nho SJ, Woo G, Kim H, Park S, Kim Y, Park O, Oh K. 2021. Trends in the prevalence and management of major metabolic risk factors for chronic disease over 20 years: Findings from the 1998-2018 Korea National Health and Nutrition Examination Survey. *Epidemiol Health* 43:e2021028
- Koh JB, Choi MA, Kim JY, Rho MH, Kim DJ. 1999. Effects of tea fungus/kombucha beverage on serum protein levels and enzyme activity in streptozotocin-induced diabetic rats. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 28:1137-1143
- Lee NY. 2013. Antioxidant effect and tyrosinase inhibition activity of seaweeds ethanol extracts. *J Korean Soc Food Nutr* 42:1893-1898
- Lee SS, Kim JW. 1999. Pharmacological studies on the water extract of fractions of *Lycium chinese* Mill. *Duksung Bull Pharm Sci* 2:29-41
- Ma Y, Chen M, Guo Y, Liu J, Chen W, Guan M, Wang Y, Zhao X, Wang X, Li H, Meng L, Wen Y, Wang Y. 2019. Prevention and treatment of infectious diseases by traditional Chinese medicine: A commentary. *APMIS* 127:372-384
- Nikkilä EA, Kekki M. 1973. Plasma triglyceride transport kinetics in diabetes mellitus. *Metabolism* 22:1-22
- Raabo E, Terkildsen TC. 1960. On the enzymatic determination of blood glucose. *Scand J Clin Lab Invest* 12:402-407
- Reeves PG. 1997. Components of the AIN-93 diets as improvements in the AIN-76A diet. *J Nutr* 127:838S-841S
- Reitman S, Frankel S. 1957. A colorimetric method for the

- determination of serum glutamic oxalacetic and glutamic pyruvic transaminases. *Am J Clin Pathol* 28:56-63
- Rho MH, Choi MA, Koh JB. 1998. Effects of serum raw soy flour (yellow and black) on serum protein concentrations and enzyme activity in streptozotocin-diabetic rats. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 27:724-730
- Richmond W. 1973. Preparation and properties of a cholesterol oxidase from *Nocardia* sp. and its application to the enzymatic assay of total cholesterol in serum. *Clin Chem* 19:1350-1356
- Saeedi P, Petersohn I, Salpea P, Malanda B, Karuranga S, Unwin N, Colagiuri S, Guariguata L, Motala AA, Ogurtsova K, Shaw JE, Bright D, Williams R. 2019. Global and regional diabetes prevalence estimates for 2019 and projections for 2030 and 2045: Results from the International Diabetes Federation Diabetes Atlas, 9th edition. *Diabetes Res Clin Pract* 157:107843
- Salau VF, Erukainure OL, Ijomone OM, Islam MS. 2022. Caffeic acid regulates glucose homeostasis and inhibits purinergic and cholinergic activities while abating oxidative stress and dyslipidaemia in fructose-streptozotocin-induced diabetic rats. *J Pharm Pharmacol* 74:973-984
- Shi S, Zhao Y, Zhou H, Zhang Y, Jiang X, Huang K. 2008. Identification of antioxidants from *Taraxacum mongolicum* by high-performance liquid chromatography-diode array detection-radical-scavenging detection-electrospray ionization mass spectrometry and nuclear magnetic resonance experiments. *J Chromatogr A* 1209:145-152
- Siegel RD, Cupples A, Schaefer EJ, Wilson PWF. 1996. Lipoproteins, apolipoproteins, and low-density lipoprotein size among diabetics in the Framingham offspring study. *Metabolism* 45:1267-1272
- Sun K, Ding M, Fu C, Li P, Li T, Fang L, Xu J, Zhao Y. 2023. Effects of dietary wild bitter melon (*Momordica charantia* var. *abbreviate* Ser.) extract on glucose and lipid metabolism in HFD/STZ-induced type 2 diabetic rats. *J Ethnopharmacol* 306:116154
- Taniguchi H, Kobayashi-Hattori K, Tenmyo C, Kamei T, Uda Y, Sugita-Konishi Y, Oishi Y, Takita T. 2006. Effect of Japanese radish (*Raphanus sativus*) sprout (Kaiware-daikon) on carbohydrate and lipid metabolisms in normal and streptozotocin-induced diabetic rats. *Phytother Res* 20:274-278
- Tella T, Masola B, Mukaratirwa S. 2019. The effect of *Psidium guajava* aqueous leaf extract on liver glycogen enzymes, hormone sensitive lipase and serum lipid profile in diabetic rats. *Biomed Pharmacother* 109:2441-2446
- Zeng X, Zhang P, He W, Qin C, Chen S, Tao L, Wang Y, Tan Y, Gao D, Wang B, Chen Z, Chen W, Jiang YY, Chen YZ. 2018. NPASS: Natural product activity and species source database for natural product research, discovery and tool development. *Nucleic Acids Res* 46:D1217-D1222
- Zhang Y, Hu YF, Li W, Xu GY, Wang KR, Li L, Luo H, Zou L, Wu JS. 2022. Updates and advances on pharmacological properties of *Taraxacum mongolicum* Hand.-Mazz and its potential applications. *Food Chem* 373:131380

Received 13 January, 2023

Revised 31 January, 2023

Accepted 8 February, 2023

옥수수과 종균을 달리 첨가한 별미장의 품질 특성

이태훈 · 박혜진* · 강혜정** · 김소영*** · 김주형**** · †엄현주*

괴산군농업기술센터 지방농업연구사, *충청북도농업기술원 지방농업연구사, **충청북도농업기술원 연구원,
국립농업과학원 농식품자원부 농업연구사, *충청북도농업기술원 지방농업연구관

Quality Characteristics of *Byeolmijang* Prepared with Corn and Starter

Tae Hoon Lee, Hye Jin Park*, Hye Jeong Kang**, So-Young Kim***, Ju-Hyoung Kim**** and †Hyun-Ju Eom*

Associate Researcher, Goesan Agricultural Technology and Extension Center, Goesan 28027, Korea

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

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

***Associate Researcher, Dept. of Agro-food Resources, NAAS, RDA, Wanju 55365, Korea

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

Abstract

This study investigated the quality characteristics of *byeolmijang* prepared with corn (steamed and roasted corn) with different pretreatments and simultaneously added starter (*Bacillus velezensis* JH1). pH decreased, whereas total acidity showed a tendency to increase. The moisture content decreased slightly according to the fermentation period. In color, the L and b values decreased in all samples, whereas the a value showed a tendency to increase significantly. In microorganisms, sample D had more lactic acid bacteria, whereas the mold content was lower. The total polyphenol content was highest at six weeks in sample E, and other samples showed a tendency to decrease over eight weeks. Antioxidant activity increased significantly. In particular, the content in sample E was significantly higher. Reducing sugar showed a tendency to increase as the fermentation period increased. The highest content was found in sample C containing roasted corn at six weeks of fermentation. Amino nitrogen and ammonia nitrogen content increased in all samples. As a result of electronic tongue, sample E prepared with steamed corn, roasted corn, and lactic acid bacteria showed a low salty taste, sour taste, and high umami taste and was considered a good material for the development of *byeolmijang*.

Key words: *byeolmijang*, corn, starter, electronic tongue

서 론

콩은 우리나라 전통 발효음식 장류의 주원료로 단백질과 지방 함량이 높아 필수 아미노산과 필수 지방산의 좋은 급원 식품으로 이용되는 영양적, 기능적 가치가 높은 식재료이다 (Kim & Kwon 2014). 콩을 이용한 대표적인 발효식품인 된장은 필수아미노산, 유기산, 미네랄 및 비타민류 함량이 높아 영양적으로 우수하고 특유의 맛과 향을 가지며 저장성이 뛰어나 조미식품으로 널리 사용되어 왔으며 (Kim 등 2000), 콜레스테롤 저하효과 (Lee 등 2010), 혈전용해활성 및 ACE 저해

활성 (Youn & Kim 2012), 면역증강 효과 (Lee 등 2011) 등의 다양한 기능성을 가진다. 현재 시중에 판매되는 된장은 자연에서 유래되는 미생물에 의해서 발효한 메주로 만든 전통방식의 한식된장과 koji를 이용하여 제조하는 개량된장으로 나뉘며 개량된장의 경우 잡균의 오염이 적고 발효기간이 짧으며 단맛이 강한 장점은 있으나 낮은 염도로 저장성이 낮은 단점도 있다 (Jeon 등 2016; Eom 등 2022). 최근 한식된장 내 곰팡이 독소나 biogenic amines 등의 유해물질이 검출되어 안전성에 대한 우려가 있어 이의 해결을 위해 장류용 발효종균을 첨가하여 전통된장의 안전성 확보를 위한 연구가 활발하

† 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

계 진행 중에 있다.

속성장 혹은 단기장으로도 표현되는 별미장은 장류 제조 시 사용되는 메주를 전통메주와는 다른 형태로 띄우거나 지역 특산 재료를 부재료를 이용하여 만든 지역, 계절에 따라 별미로 담가 먹는 장으로(Kim 등 2012), 발효기간이 짧고 부재료를 활용할 수 있어 특유의 향, 맛 및 기능성을 증대시킬 수 있다는 장점이 있다(Jeon 등 2016; Eom 등 2022). 이런 별미장에는 서리태와 보릿가루를 사용한 대맥장, 백태와 메밀가루를 혼합한 생황장, 팔메주를 이용한 소두장, 찹쌀을 활용한 찌금장 등이 대표적으로 알려져 있으며(Woo 등 2004), 저장성이 낮다는 우려도 있으나 새로운 식품에 관심이 많은 현대인에게는 장점으로 부각될 부분이 많을 것으로 판단된다.

옥수수는 충북 괴산군의 대표 재배작물 중 하나로 대학찰 옥수수(연농1호)가 대표적으로 알려져 있으며, 최근에는 초당옥수수의 재배면적도 늘어나고 있다. 옥수수 전분의 주요 소재로 전분당 제조원료, 식품 조미료, 과자류 및 주류 등의 식품산업에 널리 사용되고 있으며 tocopherols, carotenoids, quercetin 등의 항산화 물질을 함유하고 있다(Kim 등 1996). 대학찰옥수수에 대한 제면적성(Lee SH 2010), 전분특성(Lee 등 2010) 등에 대한 연구가 보고되어 있으나 다양한 식품에 활용된 연구는 미비하다.

따라서 본 연구는 특색 있고, 맛과 기능성이 우수한 된장에 관심이 높은 소비자들의 요구를 충족시키면서 동시에 충북 대표 작목인 옥수수 활용도를 증대시키기 위해 대학찰옥수수를 별미장 제조에 첨가하였다. 이때 된장의 위해 요소를 줄일 수 있는 발효종균(*B. velezensis* JHI KACC92394P)과 옥수수 전처리를 달리하여 별미장을 제조하였고, 발효과정 중 이화학적, 생리활성 분석을 하여 충북의 새로운 특산품으로의 가능성을 확인해 보고자 하였다.

재료 및 방법

1. 별미장 및 추출물 제조

별미장 제조 시 사용한 메주가루는 Jeong 등(2018)의 방법에 따라 삶은 대두에 황국균(*Jeil Biotech*, Gyeongju, Korea)을 접종하여 콩알메주 형태로 발효한 뒤 분쇄한 것을 사용하였고, 천일염(*Daesang*, Seoul, Korea)은 마트에서 구매하였다. 옥수수는 충북 괴산에서 2021년 재배되어 건조한 대학찰 옥수수를 구입하였으며, 전처리방법으로 100°C에서 1시간 동안 증자한 찐옥수수와 건조된 옥수수를 방앗간에서 130~140°C의 온도로 볶은 후 분쇄한 분말로 준비하였다. 종균으로 사용한 *B. velezensis* JHI(KACC92394P)은 충북농업기술원에서 분리 및 특허출원한 균주로서, 별미장 첨가 시 1×10^7 CFU/g이 되게 준비하였다. 최종적으로 별미장 제조는 Table 1과 같은 배합비로 제조하였는데, 물에 소금을 첨가하고 소금이 다 녹은 뒤 메주가루를 넣고 메주가루가 불기 위해 상온(약 25°C)에서 약 1~2시간 정치하였다. 그 뒤에 시료별로 부재료 또는 종균을 첨가하여 혼합하고, 소독된 항아리에 담아 발효하면서 2주 간격으로 8주까지 샘플링하며 품질조사 하였다. 시료명은 대조구 별미장을 A, 찐 옥수수를 넣은 별미장은 B, 볶은 옥수수 분말을 넣은 별미장은 C, 대조구에 바실러스 종균을 처리한 별미장은 D, 마지막으로 찐 옥수수, 볶은 옥수수 분말 및 종균을 처리한 별미장은 E라 명명하였다. 별미장의 생리활성 측정을 위한 추출물은 시료 100 g에 2배 증류수를 넣고, 진탕 추출과 원심분리 및 감압여과(Adventec No.2, Adventec Tokyo, Japan) 후 측정하였다.

2. pH, 총산 및 수분함량 측정

별미장의 pH변화는 추출한 시료 10 mL를 취하여 pH meter(Sartorius, Goettingen, Germany)를 이용하였고, 총산은 추출 시료 10 mL에 2~3방울 1% phenolphthalein 넣고 0.1 N

Table 1. The mixing ratio of raw ingredients for *byeolmijang*

	A ¹⁾ (control)	B (steamed corn)	C (roasted corn)	D (starter)	E (A+B+C+D)
Meju (g)	3,200	3,200	3,200	3,200	3,200
Steamed corn (g)	-	500	-	-	250
Roasted corn (g)	-	-	500	-	250
Starter	-	-	-	1×10^7	1×10^7
Salt content (g)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Added water (g)	5,100	5,300	5,300	5,100	5,300
Total (g)	9,300	10,000	10,000	9,300	10,000

¹⁾ A: control, B: added with steamed corn in *byeolmijang*, C: added with roasted corn in *byeolmijang*, D: added with starter in *byeolmijang*, E: added with starter, steamed and roasted corn in *byeolmijang*.

NaOH로 pH 8.2가 될 때까지 적정하였다. 적정에 소비된 NaOH 소비량은 젖산(lactic acid)에 상당하는 유기산 계수를 이용하여 총산으로 환산하였다(Eom 등 2022). 수분은 AOAC 방법(2005)에 따라 상압가열건조법을 사용하여 측정하였다.

3. 색도 측정

색도 측정은 색도색차계(CM-3500d, Minolta, Tokyo, Japan)를 이용하여 측정하였다. 별미장 시료 10 g을 petri-dish에 담고 3회 측정된 값의 평균값으로 계산하였으며, 명도는 L값(lightness), 적색도는 a값(redness) 및 황색도는 b값(yellowness)으로 나타내었으며(Eom 등 2022), 표준백판의 값은 L=96.89, a=-0.07, b=-0.18이었다.

4. 미생물 분석

별미장 발효 중 미생물 수 중 일반 세균수와 유산균수 측정은 시료를 0.85% 멸균 생리식염수에 단계적으로 희석하여 각각 plate count agar(Difco, Sparks, MD, USA) 및 MRS agar(Difco)에 도말 및 배양(37°C, 24시간) 한 후 생성된 집락수를 계산하였다. 곰팡이수는 시료를 0.85% 멸균 생리식염수에 단계적으로 희석하여 mold 3M petrifilm plate(3M Inc., St. Paul, MN, USA)에 희석액을 1 mL 접종하여 배양(30°C, 48 hr) 한 후 푸른색 집락을 계수하였다(Jeong 등 2018).

5. 총 폴리페놀 함량 측정

총 폴리페놀 함량(Jeong 등 2018)은 별미장을 추출한 후 희석한 용액 50 µL에 2% Na₂CO₃ 1 mL를 혼합하여 3분 방치하고, 1 N Folin-Ciocalteu's phenol reagent(Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA) 50 µL를 혼합하여 30분 반응시킨 후 750 nm에서 흡광도 값을 측정하였으며, 페놀화합물은 표준물질 gallic acid(Sigma-Aldrich Co.)를 사용하여 표준곡선으로 양을 환산하였다.

6. 항산화 활성 측정

별미장의 항산화 활성을 측정하기 위하여 ABTS 및 DPPH 라디칼 소거능을 측정하였다. ABTS라디칼 소거능(Re 등 1999)은 7.4 mM ABTS(2,2'-azino-bis(3-ethylbenzthiazoline-6-sulfonic acid, Sigma-Aldrich Co.)와 2.6 mM potassium persulfate을 하룻동안 암소에 방치하여 ABTS 양이온을 형성시킨 후 이 용액을 735 nm에서 흡광도가 1.3~1.5가 되도록 증류수로 희석하고, 희석된 ABTS 용액 1 mL에 추출한 시료 50 µL를 가하여 30분간 반응시킨 후 735 nm에서 흡광도를 측정하였고, 시료 첨가구와 시료를 첨가하지 않은 경우의 흡광도를 백분율로 나타내었다. DPPH라디칼 소거능(Choi 등 2003)은 0.4 mM DPPH(2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl, Sigma-Aldrich Co.)

용액을 흡광도 값이 1.5~1.7이 되도록 희석한 후 별미장 추출물 0.2 mL에 DPPH 용액 0.8 mL를 가한 후 실온에서 30분간 방치한 후 525 nm에서 흡광도를 측정하였고, 시료 첨가구와 비첨가구의 흡광도 차이를 백분율(%)로 나타내었다.

7. 환원당 측정

환원당 측정(Eom 등 2022)은 시료 200 µL에 DNS 시약 400 µL를 넣고 끓는 물에서 5분 증탕 후 1분간 이상 냉각시켰다. 분광광도계(Cary UV-Vis spectrophotometer, Agilent Technologies, Santa Clara, CA, USA)를 이용하여 흡광도(550 nm)를 측정하였다. 환원당 정량은 glucose(Sigma-Aldrich Co.)를 표준물질로 사용하여 검량선을 작성 후 환산하였다.

8. 아미노태 및 암모니아태 질소 측정

옥수수 및 증균을 첨가한 별미장의 아미노태 질소(Lee & Mok 2010)는 추출한 시료 5 mL와 중성 formalin 용액 10 mL 및 증류수 10 mL를 넣은 플라스크에 0.5% phenolphthalein 용액을 몇 방울 가한 후, 0.1 N NaOH로 미홍색이 될 때까지의 적정량과 시료 5 mL, 증류수 20 mL(formalin 용액 10 mL를 넣지 않은)를 넣은 플라스크에 0.5% phenolphthalein 용액을 몇 방울 가한 후, 0.1 N NaOH로 미홍색이 될 때까지 적정량을 아미노태 질소 값으로 산출하였다. 암모니아태 질소(Choi 등 2016)는 추출액 0.1 mL에 A-용액(phenol 10 g and sodium nitroprusside dehydrate 0.05 g in 1,000 mL DW)과 B-용액(Na₂HPO₄ · 12H₂O 9 g, NaOH 6 g and NaOCl 10 mL in 1,000 mL DW)을 각각 2 mL씩 차례로 넣고 37°C에서 20분간 반응시켜 분광광도계를 이용하여 630 nm에서 흡광도를 측정하였다. 황산암모늄((NH₄)₂SO₄)을 표준물질로 하여 작성한 검량곡선으로부터 암모니아태 질소 함량(mg%)을 계산하였다.

9. 전자혀를 이용한 별미장의 맛성분 분석

별미장의 맛을 객관적으로 살펴보기 위하여 electronic tongue system(Astree 5, Alpha MOS, Toulouse, France) 분석을 수행하였다. 별미장 시료의 전처리에는 각각의 샘플 10 g을 취하여 증류수로 10배 희석한 후 원심분리하여 얻은 상등액을 여과지(No. 2)로 거른 후 희석하여 1 ppm의 농도로 사용하였다. 맛 성분에 관여하는 CTS, NMS, AHS, PKS, ANS 센서와 레퍼런스로서 사용되는 SCS 및 CPS 센서를 사용하였고, 각각의 센서가 나타내는 맛 성분의 강도(intensity)를 확인하였다. 이 중 CTS는 짠맛, NMS 감칠맛, AHS 신맛, PKS 신맛 및 ANS 쓴맛을 나타낸다(Hayashi 등 2008; Park 등 2021; Eom 등 2022).

10. 통계처리

모든 시험은 3반복 진행하였으며 결과는 평균±표준편차

(standard deviation, SD)로 나타난 후 통계분석은 SPSS(Statistical Package for the Social Science, Ver 12.0 SPSS INC., Chicago, USA)를 이용하였고, 동질성을 비교하기 위해 분산 분석(ANOVA)을 실시한 후 측정값 간의 유의성을 Duncan's multiple range test로 $p < 0.05$ 수준에서 검증하였다.

결과 및 고찰

1. pH, 총산 및 수분함량 측정

옥수수 및 종균을 첨가한 별미장의 발효기간별 pH, 총산 및 수분함량의 변화 결과는 Table 2에 나타내었다. pH의 경우 발효 초기 5.94~6.18로 나타났고, 8주차에는 4.94~5.63을 나타냈다. 찐 옥수수를 첨가한 B 별미장은 발효 8주 동안 pH 값이 가장 큰 폭으로 감소하였고, 반면에 볶은 옥수수를 첨가한 C 별미장은 그 감소의 폭이 적었으나, 전체 시료에서 발효가 진행됨에 따라 유의적으로 감소하였다($p < 0.05$). 이는 유산균의 생육증가에 따른 젖산발효의 영향으로 판단되며 선행연구(Eom 등 2022)에서 볶은 잡곡 종류를 달리하여 제조한 별미장 또한 발효 초기 6.10~6.12에서 8주차 4.48~4.92로 전체 시료에서 감소 경향을 보인 결과와 일치하였다. 볶

은 옥수수를 첨가한 시료 C 별미장에서 pH의 변화가 적은 것은 볶음 공정에서 수분이 감소하고 노화되면서 미생물이 이용하기 어려운 구조로 변형되고 이에 따라 젖산발효가 더디게 진행된 것으로 판단되며, 찐 옥수수의 경우는 조직이 찌는 과정에서 조직이 파괴되고, 생으로 있을 때 보다 삶을 경우 sucrose 등 미생물이 이용하기가 용이한 당류가 증가하여(RDA 2023) pH의 변화가 컸을 것으로 판단된다.

총산의 경우는 기간에 따라 감소한 pH와 반대로 발효 초기에는 0.25~0.34%를 나타냈으나 발효 8주차에는 1.05~1.48%까지 모든 별미장에서 유의적으로 증가하는 경향을 나타내었다. 발효과정에서 보았을때 발효 2주차와 4주차 사이에 변화량이 가장 적었으며 앞의 pH 결과와 유사하게 볶은 옥수수를 첨가한 C 별미장이 가장 적은 증가폭을 나타냈고, 찐 옥수수를 첨가한 B 별미장은 발효 8주 후 가장 높은 총산 값을 나타내었다. 발효 8주차 증가경향은 Lee 등(2020)의 경기지역 전통 된장에서 12주차에 0.8~1.4로 전반적으로 증가하는 경향과 일치하였고, 볶은 옥수수를 첨가한 C 별미장에서 가장 낮은 증가폭을 보인 이유는 앞서 pH 결과에서 언급한 것처럼 미생물의 이용이 어려워 발효가 다소 덜 진행됐을 것으로 판단된다. 8주차 시료 별 총산은 대조구 A와 찐 옥수수를

Table 2. Changes in physicochemical characteristics during *byeolmijang* fermentation

Sample ¹⁾	Fermentation period (weeks)					
	0	2	4	6	8	
pH	A	5.95±0.02 ^{cA2)}	5.91±0.01 ^{dB}	5.88±0.00 ^{cC}	5.78±0.01 ^{BD}	5.26±0.01 ^{cE}
	B	6.15±0.01 ^{bA}	6.01±0.00 ^{bB}	5.97±0.00 ^{cC}	5.71±0.00 ^{dD}	4.94±0.00 ^{eE}
	C	5.94±0.00 ^{cA}	5.94±0.00 ^{cA}	5.91±0.00 ^{dB}	5.76±0.00 ^{cC}	5.63±0.01 ^{aD}
	D	6.18±0.01 ^{aA}	6.04±0.00 ^{aB}	6.02±0.00 ^{aC}	5.84±0.01 ^{aD}	5.39±0.00 ^{bE}
	E	6.17±0.01 ^{abA}	6.04±0.00 ^{aB}	5.99±0.01 ^{bC}	5.85±0.00 ^{aD}	5.16±0.00 ^{dE}
Total acidity (%)	A	0.25±0.01 ^{BD}	0.81±0.00 ^{cC}	0.81±0.05 ^{abC}	1.19±0.00 ^{AB}	1.45±0.06 ^{aA}
	B	0.33±0.05 ^{aD}	0.74±0.00 ^{cC}	0.79±0.02 ^{abC}	0.96±0.01 ^{bcB}	1.48±0.01 ^{aA}
	C	0.34±0.04 ^{aD}	0.79±0.01 ^{bc}	0.77±0.05 ^{bc}	1.18±0.01 ^{aA}	1.05±0.01 ^{dB}
	D	0.31±0.02 ^{aE}	0.76±0.01 ^{cd}	0.84±0.01 ^{aC}	0.98±0.01 ^{BB}	1.19±0.01 ^{cA}
	E	0.30±0.02 ^{abE}	0.75±0.01 ^{cd}	0.84±0.03 ^{aC}	0.95±0.02 ^{CB}	1.35±0.01 ^{bA}
Moisture (%)	A	56.92±2.25 ^{AB}	59.66±1.39 ^{aA}	59.60±0.43 ^{aA}	58.55±0.74 ^{abAB}	59.39±0.13 ^{aA}
	B	57.84±1.46 ^{aA}	58.44±0.40 ^{aA}	58.80±0.38 ^{bcA}	58.05±0.44 ^{bA}	58.52±0.81 ^{bA}
	C	57.52±0.88 ^{aB}	58.84±0.14 ^{aA}	58.55±0.21 ^{cA}	58.66±0.13 ^{abA}	58.56±0.23 ^{bA}
	D	58.45±0.84 ^{aB}	58.76±0.52 ^{aAB}	59.54±0.44 ^{abA}	59.11±0.49 ^{abAB}	59.17±0.27 ^{abAB}
	E	58.32±0.40 ^{aB}	59.05±0.75 ^{aAB}	59.36±0.46 ^{abA}	58.87±0.40 ^{abAB}	58.85±0.10 ^{abAB}

¹⁾ A: Control, B: Added with steamed corn in *byeolmijang*, C: Added with roasted corn in *byeolmijang*, D: Added with starter in *byeolmijang*, E: Added with starter, steamed and roasted corn in *byeolmijang*.

²⁾ Each values mean±S.D.

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

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

첨가한 B 별미장에서 높게 나타났으며 시료간 유의적인 차이를 나타내었다($p<0.05$).

수분함량은 발효 초기 56.92~58.45%에서 발효 마지막에 58.52~59.39%로 전체 시료에서 발효기간별 및 시료별 유의적인 차이는 나타내지 않았다. 이는 Yoon 등(2019)의 충북지역의 된장에서 초기 58~69%에서 후기 52~64%로 전반적으로 감소하는 경향을 보인 결과와는 일치하지 않았으나, 발효 중 수분의 증가는 원료성분이 가수분해되었다고 고찰한 고구마를 이용한 된장의 결과와는 일치하여(Cha 등 2017) 외부 발효온도, 첨가하는 부재료 등의 다양한 원인으로 수분함량은 변화하는 것 판단된다.

2. 색도 변화

옥수수 및 종균을 첨가한 별미장의 색도변화는 Table 3과 같다. 발효가 진행될수록 명도(L 값)와 황색도(b 값)는 전체 별미장 시료에서 감소하는 경향을 보였고, 적색도(a 값)는 증가하는 경향을 보였다. 명도는 초기 53.19~55.72에서 발효 8주차 47.12~50.11로 유의적으로 감소하여 발효기간이 증가함에 따라 색이 어두워짐을 확인하였으며($p<0.05$), 대조구 별미장이 발효시간 내내 높은 명도값을 나타냈다. 적색도는 초

기 7.78~8.71에서 8주차에는 9.00~10.73으로 전체적으로 증가하는 경향을 보였고 특히, 붉은 옥수수를 첨가한 C 별미장에서 전 발효기간 중 가장 낮은 값을 나타내었다. 황색도의 경우 초기 20.85~21.73에서 발효 6주차 18.20~19.71로 감소하였다가 발효 8주차에 18.28~20.37로 다소 증가하는 경향성을 보였으나 전체 발효기간에 걸쳐 유의적으로 감소하였다($p<0.05$). Cha 등(2017)의 고구마 함량을 달리한 된장의 경우 발효 12주 동안 명도와 황색도는 감소하고, 적색도는 증가하여 본 연구와 일치하였다. 일반적으로 발효가 진행됨에 따라 된장은 갈변이 일어나게 되며 명도는 감소하고 적색도가 증가하게 되는데 Chang 등(2010)은 된장이 갈변되면서 붉은색의 정도가 증가하기 때문이라고 고찰하였고, Kim DW(1990)은 콩의 단백질과 전분이 분해되어 생성된 당과 아미노산의 화학반응인 mallard 반응에 의한 갈변화에 기인한다고 하였는데, 본 연구에는 이런 이유와 더불어 전처리가 다른 옥수수의 첨가 유무로 별미장의 색도 값이 다른 것으로 판단된다.

3. 미생물 분석

옥수수 및 종균을 첨가하여 제조한 별미장의 미생물 변화는 Table 4와 같다. 총균수는 제조 후 8.46~9.08 log CFU/g으

Table 3. Changes in color values during *byeolmijang* fermentation

Sample ¹⁾	Fermentation period (weeks)					
	0	2	4	6	8	
L value	A	55.72±0.44 ^{aA2)}	52.44±0.05 ^{aB}	50.96±0.25 ^{aC}	50.32±0.48 ^{aD}	50.11±0.16 ^{aD}
	B	53.22±0.31 ^{cA}	50.22±0.72 ^{cB}	47.97±0.44 ^{cC}	47.74±0.39 ^{bc}	48.30±0.21 ^{bc}
	C	54.57±0.33 ^{bA}	51.49±0.14 ^{bb}	49.46±0.28 ^{bc}	48.37±0.19 ^{bd}	47.55±0.19 ^{cdE}
	D	53.19±0.46 ^{cA}	49.94±0.15 ^{cB}	48.51±0.48 ^{cC}	47.82±0.06 ^{bd}	47.92±0.08 ^{obcd}
	E	53.24±0.45 ^{cA}	50.29±0.38 ^{cB}	47.99±0.42 ^{cC}	47.69±0.55 ^{bcD}	47.12±0.44 ^{dD}
a value	A	8.61±0.18 ^{abC}	9.37±0.18 ^{bb}	9.37±0.13 ^{bb}	9.38±0.23 ^{aB}	10.38±0.02 ^{bA}
	B	8.51±0.30 ^{abC}	9.38±0.09 ^{bb}	9.22±0.06 ^{bb}	9.50±0.07 ^{aB}	10.73±0.17 ^{aA}
	C	7.78±0.15 ^{cd}	8.42±0.13 ^{cC}	8.60±0.06 ^{bcC}	8.72±0.20 ^{bb}	9.00±0.17 ^{cA}
	D	8.71±0.21 ^{aC}	9.65±0.06 ^{aB}	9.60±0.11 ^{aB}	9.51±0.22 ^{aB}	10.26±0.30 ^{bA}
	E	8.25±0.16 ^{bc}	9.32±0.02 ^{bA}	9.27±0.15 ^{ba}	8.78±0.21 ^{bb}	9.28±0.15 ^{cA}
b value	A	21.73±0.26 ^{aA}	21.40±0.27 ^{aA}	20.40±0.10 ^{aB}	19.71±0.07 ^{aC}	20.37±0.25 ^{aB}
	B	21.49±0.52 ^{aA}	20.44±0.31 ^{bcB}	18.89±0.41 ^{bc}	18.52±0.44 ^{bc}	19.91±0.34 ^{aB}
	C	20.85±0.62 ^{aA}	20.09±0.10 ^{cB}	18.98±0.09 ^{bc}	18.58±0.32 ^{bc}	18.37±0.24 ^{cC}
	D	21.27±0.74 ^{aA}	20.67±0.26 ^{ba}	19.34±0.24 ^{bb}	18.68±0.25 ^{bb}	19.27±0.43 ^{bb}
	E	21.47±0.30 ^{aA}	20.53±0.14 ^{bb}	18.89±0.42 ^{bc}	18.20±0.56 ^{bc}	18.28±0.41 ^{cC}

¹⁾ A: Control, B: Added with steamed corn in *byeolmijang*, C: Added with roasted corn in *byeolmijang*, D: Added with starter in *byeolmijang*, E: Added with starter, steamed and roasted corn in *byeolmijang*.

²⁾ Each values mean±S.D.

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

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

Table 4. Changes of total cell count, lactic acid bacteria and mold during *byeolmijang* fermentation (log CFU/g)

Sample ¹⁾	Fermentation period (weeks)					
	0	2	4	6	8	
Total cell count	A	9.08±0.03 ^{aA2)}	8.41±0.07 ^{aD}	8.43±0.03 ^{aD}	8.72±0.09 ^{bC}	8.85±0.01 ^{aB}
	B	8.48±0.03 ^{aA}	8.22±0.10 ^{bcB}	7.86±0.04 ^{cC}	8.12±0.05 ^{dB}	8.43±0.10 ^{aA}
	C	8.66±0.04 ^{ba}	8.12±0.05 ^{cC}	7.74±0.09 ^{dD}	8.35±0.08 ^{cB}	8.68±0.01 ^{ba}
	D	8.46±0.09 ^{sb}	8.16±0.03 ^{cC}	8.10±0.02 ^{bc}	8.84±0.07 ^{aA}	8.46±0.10 ^{sb}
	E	8.68±0.08 ^{ba}	8.33±0.07 ^{abB}	7.96±0.00 ^{cD}	8.37±0.00 ^{cB}	8.13±0.10 ^{dC}
Lactic acid bacteria	A	7.06±0.05 ^{aD}	8.03±0.01 ^{aA}	7.78±0.07 ^{ab}	7.82±0.11 ^{aB}	7.61±0.03 ^{aC}
	B	5.71±0.00 ^{dD}	6.43±0.03 ^{dB}	6.47±0.04 ^{dB}	6.31±0.03 ^{bc}	6.78±0.07 ^{ba}
	C	6.02±0.04 ^{bE}	6.60±0.07 ^{cA}	6.15±0.02 ^{dD}	6.42±0.07 ^{bb}	6.32±0.03 ^{dC}
	D	5.86±0.05 ^{cD}	6.81±0.06 ^{ba}	6.73±0.05 ^{ba}	5.99±0.04 ^{cC}	6.40±0.03 ^{sb}
	E	5.99±0.06 ^{bE}	6.78±0.06 ^{ba}	6.50±0.04 ^{cb}	6.33±0.01 ^{bc}	6.15±0.05 ^{cD}
Mold	A	5.17±0.03 ^{aA}	4.74±0.06 ^{cB}	4.61±0.04 ^{cC}	4.44±0.06 ^{bD}	4.29±0.03 ^{cE}
	B	4.98±0.04 ^{aA}	4.66±0.05 ^{cB}	4.31±0.07 ^{bD}	4.44±0.02 ^{bc}	4.63±0.09 ^{bb}
	C	5.18±0.04 ^{aAB}	5.31±0.09 ^{aA}	4.66±0.03 ^{aC}	4.65±0.05 ^{aC}	4.96±0.21 ^{dB}
	D	4.10±0.02 ^{dA}	3.78±0.01 ^{dBC}	3.89±0.02 ^{sb}	3.79±0.03 ^{cBC}	3.64±0.19 ^{dC}
	E	5.06±0.02 ^{ba}	4.89±0.01 ^{bb}	4.37±0.04 ^{bc}	4.49±0.11 ^{bc}	4.37±0.09 ^{cC}

¹⁾ A: Control, B: Added with steamed corn in *byeolmijang*, C: Added with roasted corn in *byeolmijang*, D: Added with starter in *byeolmijang*, E: Added with starter, steamed and roasted corn in *byeolmijang*.

²⁾ Each values mean±S.D.

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

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

로 나타났고, 발효 8주차엔 8.13~8.85 log CFU/g으로 유사하거나 다소 감소하는 경향을 보였다. 대조구 A 별미장과 찐 옥수수, 볶은 옥수수 및 종균을 첨가한 E 별미장을 제외하면 전반적으로 변화가 크지 않았는데, *B. subtilis* 균주를 이용하여 팽화미 된장을 연구한 Lee 등(2015)의 연구에서도 발효기간 중 총균수가 유지되었다고 보고하였고, 경기지역 전통된장을 연구한 Lee 등(2020)의 연구와도 유사한 경향을 나타내었다.

유산균수는 발효 초기 5.71~7.06 log CFU/g에서 발효 8주차 6.15~7.61 log CFU/g으로 모든 별미장에서 유의적으로 증가하였다($p<0.05$). 특히 다른 별미장의 변화보다 찐 옥수수를 첨가한 B 별미장에서 초기보다 발효 8주째 약 10배 이상 유산균 수가 증가한 것은 본 실험 결과 중 pH 및 총산도 연구결과와 연관성이 있으며 다른 부재료 첨가보다 찐 옥수수가 미생물이 이용하기가 용이한 당류가 증가하여 젖산과 구연산 등의 유기산을 생성하는 젖산균이 증가하여 산도와 유산균수가 높게 검출되었다고 판단된다. 하지만 메주 형태와 스타터 첨가에 따른 찐된장의 품질 연구(Lee 등 2012)와 다양한 염도에서 제조한 된장의 장기 숙성 중 품질을 조사한 연구(Choi 등 2016)에서도 발효일수가 증가할수록 유산균수도 감

소하였다고 보고하여 본 연구와 상이한 결과를 나타내고 있어, 장류의 미생물수는 된장 등의 품질에 영향을 주는 주요 지표로서 첨가하는 재료, 종균 및 발효 환경 등 다양한 원인으로 그 결과값이 기존연구와 다를 수 있으므로 꼭 분석해야 하는 중요한 지표라고 생각한다.

마지막으로 곰팡이 수는 초기 4.10~5.17 log CFU/g으로 나타났으며 발효가 진행됨에 따라 발효 6주차에는 3.79~4.65 log CFU/g으로 나타났으나 발효 8주차에 다시 증가하여 3.64~4.96 log CFU/g으로 나타나 전반적으로 발효기간 중 감소하는 경향성을 나타냈다. 특히, 옥수수는 첨가하지 않고, 종균만을 첨가한 D 별미장의 경우는 가장 낮은 곰팡이수를 나타내어 본 종균이 발효과정에 항진균 효과를 나타냈다고 보인다. *Aspergillus*와 *B. subtilis* 발효종균 이용하여 제조한 된장의 곰팡이 수 조사를 하였을 때(Kim 등 2011), 종균 첨가가 하지 않은 된장에 비해 10배 감소된 차이(1 log CFU/g)를 보고한 연구와 일치하였다. 일반적으로 전통된장에서 효모 및 곰팡이 수는 발효 초기보다 발효가 증가할수록 증가하여 발효가 끝났을 때는 5 log CFU/g 수를 유지한다고 보고한 연구(Yoo & Kim 1998)와 일반적으로 발효가 진행됨에 따라 곰팡이의 수는 점차적으로 감소하는 경향을 보인다고 한 연구

(Jang 등 2000)가 서로 상이한 만큼 외부의 환경적 요인과 종균 및 부재료의 첨가로 인해 미생물의 변화는 증가하거나 감소할 수 있다고 생각된다.

4. 총 폴리페놀 함량 및 항산화 활성

옥수수 및 종균을 첨가한 별미장의 총 폴리페놀 함량의 변화는 Table 5와 같다. 발효 초기 총 폴리페놀 함량은 220.56~331.18 mg% 범위를 나타내었다. 전체적으로 발효기간이 지남에 따라 증가하였으며 발효 8주차에는 626.33~710.42 mg%의 함량을 나타냈다. 대조구 별미장의 총 폴리페놀 함량이 가장 낮은 값을 보였고 첨가구 중 볶은 옥수수를 첨가한 C 별미장의 경우 발효 초기에는 가장 낮은 함량을 보였으나, 발효 8주에는 710.42 mg%로 가장 높은 값을 나타내었다. 특히, 4주차에 급격히 증가하였으며 찐 옥수수를 첨가한 B 별미장 또한 두번째로 높은 값을 나타내었다. 이는 별미장에 첨가된 부재료 옥수수와 관련이 있다고 판단되며, 볶은 옥수수를 첨가한 C 별미장에서 가장 높은 함량을 나타낸 것으로 볼 때, 전처리에 사용한 볶음 및 가열 공정에서 옥수수의 세포벽을 파괴하여 물리화학적 변형이 일어나고 유용물질의 추출이 증대된 것으로 판단되며 팽화 귀리의 총 폴리페놀 함

량의 변화에 대해 연구한 보고(Lee 등 2018) 및 팽화 미분을 이용한 막걸리 개발 연구를 진행한 Sung 등(2021)의 총 폴리페놀 함량 고찰에서도 이와 같은 이유를 확인하였다.

옥수수 및 종균 첨가 별미장의 ABTS 라디칼 소거능을 분석하기 위하여 모든 시료를 15배 희석하여 측정된 결과, 발효 초기에는 44.54~63.41%로 나타났으며 발효 6주차 75.58~78.30%으로 가장 높은 값을 보였다가 발효 8주차 57.76~75.03%로 다소 감소하는 경향성을 보였다. 총 폴리페놀 함량과 마찬가지로 대조구를 제외하고 첨가구에서는 볶은 옥수수를 부재료로 첨가한 C 별미장에서 가장 높은 소거능을 가지는 것으로 나타났다. DPPH 라디칼 소거능의 경우, 별미장 시료를 12배 희석하여 측정하였는데, 발효 초기 45.46~64.03% 범위로 나타났으며, 발효가 진행됨에 따라 소거활성이 증가하였고 전체적으로 발효 4주차에 급격히 증가하였으며, 발효 8주차에 78.92~86.68%를 나타내었다. 발효 8주차 대조구를 제외하면 실험구 별미장 사이에는 유의적인 차이를 나타내지 않았다($p < 0.05$). 여주 첨가 된장(Hwang 등 2017), 유산균 발효 다시마 첨가 된장(Seo 등 2018) 및 볶은 잡곡류 첨가 별미장(Eom 등 2022)의 연구에서도 부재료를 된장에 첨가하여 생리활성 측정 시 총 폴리페놀 함량, ABTS 및 DPPH

Table 5. Changes in total polyphenol and antioxidant activities during *byeolmijang* fermentation

Sample ¹⁾	Fermentation period (weeks)					
	0	2	4	6	8	
Total polyphenol content (mg%)	A	220.56±18.17 ^{dD2)}	479.20±7.76 ^{cC}	577.26±17.54 ^{bB}	596.99±9.82 ^{bB}	626.33±17.26 ^{cA}
	B	317.83±2.81 ^{abD}	520.83±6.50 ^{bC}	573.31±11.19 ^{bB}	660.96±16.93 ^{aA}	668.51±19.31 ^{bA}
	C	284.44±3.51 ^{cE}	491.17±13.83 ^{cD}	637.07±14.00 ^{aB}	615.53±10.43 ^{bC}	710.42±13.15 ^{aA}
	D	307.86±10.85 ^{bd}	560.36±11.95 ^{aC}	642.64±17.07 ^{aA}	619.76±7.11 ^{bB}	654.11±7.63 ^{bcA}
	E	331.18±4.28 ^{aC}	530.77±13.80 ^{bB}	616.12±15.92 ^{aA}	617.05±31.57 ^{bA}	645.28±19.84 ^{bcA}
ABTS radical scavenging activity (%)	A	44.54±1.55 ^{cE}	69.33±1.54 ^{cC}	72.02±1.22 ^{bB}	75.58±0.98 ^{bA}	65.22±1.67 ^{dD}
	B	59.23±1.96 ^{aC}	73.91±0.79 ^{bB}	75.50±1.58 ^{aAB}	76.50±0.53 ^{bA}	57.76±0.89 ^{dC}
	C	51.69±0.94 ^{bd}	72.10±1.35 ^{bC}	74.20±0.68 ^{abB}	76.50±0.12 ^{bA}	75.03±1.32 ^{aAB}
	D	60.35±0.61 ^{ad}	76.76±1.03 ^{aA}	74.56±0.70 ^{aB}	78.04±0.20 ^{aA}	63.49±1.43 ^{cC}
	E	63.41±4.78 ^{aD}	73.17±0.73 ^{bBC}	75.90±1.58 ^{aAB}	78.30±0.59 ^{aA}	70.01±1.00 ^{bC}
DPPH radical scavenging activity (%)	A	45.46±4.23 ^{dD}	58.12±3.89 ^{cC}	71.96±3.37 ^{bB}	71.44±3.33 ^{bB}	78.92±1.31 ^{bA}
	B	61.77±6.04 ^{aC}	71.97±1.15 ^{abB}	81.98±3.43 ^{aA}	82.30±3.22 ^{aA}	86.68±1.46 ^{aA}
	C	54.05±2.49 ^{bC}	69.46±1.21 ^{bB}	82.64±1.15 ^{aA}	81.01±1.10 ^{aA}	84.17±3.70 ^{aA}
	D	63.03±3.18 ^{aC}	76.00±2.68 ^{aB}	82.89±0.81 ^{aA}	83.93±2.74 ^{aA}	85.22±1.48 ^{aA}
	E	64.03±3.72 ^{aB}	68.10±5.51 ^{bB}	80.45±1.14 ^{aA}	82.02±0.95 ^{aA}	85.43±0.57 ^{aA}

¹⁾ A: Control, B: Added with steamed corn in *byeolmijang*, C: Added with roasted corn in *byeolmijang*, D: Added with starter in *byeolmijang*, E: Added with starter, steamed and roasted corn in *byeolmijang*.

²⁾ Each values mean±S.D.

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

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

자유 라디칼 소거능이 부재료 분말 첨가량에 비례하여 활성이 증가하는 것으로 보고하여, 본 연구에서도 볶음 과정에서 옥수수의 유용성분의 증가하여 별미장의 항산화활성에 영향을 준 것으로 것 판단된다.

5. 환원당 함량 분석

옥수수 및 종균을 첨가한 별미장의 환원당 함량은 Table 6에 나타냈었는데, 발효직후에는 0.82~1.05%로 시료간 유의적 차이를 보이지 않았으나($p<0.05$), 발효 8주차에는 1.25~2.76%로 시료간 유의적인 차이를 나타내었다($p<0.05$). 또한 볶은 옥수수를 첨가한 C 별미장을 제외하고 발효 4주차에 가장 높은 값을 보였다가 차츰 감소하는 경향을 보였으며 볶은 옥수수를 첨가한 C 별미장 또한 발효 6주차에 가장 높은 값을 보였다가 8주차엔 다소 감소하는 경향을 보였다. 발효 8주차 환원당 함량은 볶은 옥수수(C) > 찐 옥수수, 볶은 옥수수 및 종균(E) > 찐 옥수수(B) > 대조구(A) > 종균(D) 순으로 감소하였고, 환원당 함량이 감소하는 것은 미생물의 증식이나 유기산, 알코올 발효의 기질로 유리당이 사용된 것으로 판단한 연구(Cha 등 2017)에서처럼 본 연구에서도 부재료를 첨가하지 않고, 대조구에 발효종균(*B. velezensis*)만 첨가한 D

별미장의 환원당 함량이 가장 낮은 이유와 일치한다.

6. 아미노태 및 암모니아태 질소 분석

아미노태 질소는 된장과 같은 발효 식품에 있어 숙성과 품질변화의 지표로 사용된다. 옥수수를 부재료로 첨가한 별미장의 아미노태 질소 함량 변화는 Table 6에 나타냈었는데, 제조직후 시료의 아미노태 질소 함량은 148.89~191.16 mg% 범위로 나타났다. Kim 등(2006)은 국내 업체에서 생산되는 된장의 아미노태 질소 함량은 보통 250~430 mg%로 알려져 있다고 보고하였는데 본 연구 시료의 발효 8주차 함량을 보면 279.15~320.84 mg%를 나타냈다. 발효기간별 8주동안 모든 시료에서 지속적으로 값이 증가한 것으로 보아 발효기간이 8주 이상 진행되면 아미노태 질소의 함량은 더 증가할 것으로 예상되며 발효기간 동안 대조구 A의 함량이 가장 높게 나타난 것은 대조구 A에 미생물이 가장 많이 생육함의 결과(Table 4)로 미생물 생육과 효소 생성의 영향을 받았다고 판단된다.

단백질 분해과정에서 deamination에 의해 생성되는 암모니아태 질소는 과량 축적 시 부패취로 작용되며 일반적으로 장류에서는 변패 또는 이상발효의 지표로 사용되었지만(Lee

Table 6. Changes in reducing sugar, amino-and ammonia-type nitrogen during *byeolmijang* fermentation

Sample ¹⁾	Fermentation period (weeks)					
	0	2	4	6	8	
Reducing sugar (%)	A	0.98±0.05 ^{abD2)}	2.23±0.05 ^{cB}	2.53±0.02 ^{dA}	2.11±0.03 ^{cC}	2.13±0.06 ^{dC}
	B	0.92±0.06 ^{bcE}	2.71±0.03 ^{aC}	3.35±0.04 ^{aA}	2.96±0.17 ^{aB}	2.32±0.03 ^{cD}
	C	1.05±0.06 ^{aE}	2.54±0.02 ^{bD}	2.67±0.07 ^{cC}	2.87±0.03 ^{aA}	2.76±0.03 ^{aB}
	D	0.82±0.08 ^{cD}	1.73±0.03 ^{dB}	1.97±0.05 ^{eA}	1.76±0.04 ^{dB}	1.25±0.01 ^{eC}
	E	0.96±0.04 ^{abE}	2.28±0.01 ^{cD}	2.82±0.06 ^{bA}	2.69±0.03 ^{bB}	2.39±0.03 ^{bC}
Amino-type nitrogen (mg%)	A	191.16±4.41 ^{aE}	208.64±0.29 ^{aD}	264.64±1.42 ^{aC}	307.20±1.00 ^{bB}	320.84±6.05 ^{aA}
	B	169.16±2.02 ^{bE}	190.96±3.36 ^{bcD}	228.24±3.05 ^{cC}	247.06±1.30 ^{bB}	279.15±3.28 ^{dA}
	C	190.96±1.74 ^{aD}	194.23±1.52 ^{bD}	240.53±1.30 ^{cC}	263.10±1.50 ^{bB}	297.49±5.17 ^{bcA}
	D	151.96±1.87 ^{cE}	189.14±1.42 ^{cD}	243.70±0.60 ^{bcC}	265.99±3.21 ^{bB}	301.91±3.93 ^{bA}
	E	148.89±6.00 ^{cE}	187.31±3.40 ^{cD}	233.23±0.88 ^{dC}	248.02±2.20 ^{cB}	289.04±4.47 ^{cA}
Ammonia-type nitrogen (mg%)	A	349.44±10.86 ^{aE}	416.61±14.94 ^{abD}	517.44±14.12 ^{aC}	590.41±12.27 ^{aB}	676.80±24.74 ^{aA}
	B	346.22±20.95 ^{aD}	420.60±10.36 ^{aC}	430.74±12.52 ^{cC}	514.05±18.41 ^{cB}	715.64±8.47 ^{bA}
	C	353.02±13.27 ^{aE}	395.64±6.29 ^{bcD}	476.66±1.77 ^{bcC}	544.90±13.24 ^{bB}	578.49±16.13 ^{eA}
	D	345.78±17.19 ^{aE}	395.12±10.18 ^{bcD}	458.16±14.42 ^{bcC}	527.62±2.42 ^{bcB}	802.25±17.72 ^{aA}
	E	325.62±21.30 ^{aE}	390.52±14.82 ^{cD}	479.55±4.78 ^{abC}	542.85±10.80 ^{bB}	625.29±8.32 ^{dA}

¹⁾ A: Control, B: Added with steamed corn in *byeolmijang*, C: Added with roasted corn in *byeolmijang*, D: Added with starter in *byeolmijang*, E: Added with starter, steamed and roasted corn in *byeolmijang*.

²⁾ Each values mean±S.D.

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

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

등 2016), 현재는 식품공전 상 품질지표로 사용되지 않는다. 옥수수를 부재료로 첨가한 별미장의 암모니아태 질소(Table 6) 함량은 발효 초기 325.62~353.02 mg%로 시료간 유의적 차이는 없었으나($p < 0.05$), 발효가 진행됨에 따라 지속적으로 증가하여 발효 8주차엔 578.49~802.25 mg%의 값을 나타내었다. 특히, 발효종균을 접종한 D 별미장이 가장 높은 함량을 나타내었고, 다음으로 찐 옥수수를 첨가한 별미장 B가 높은 함량을 나타낸 이유는 첨가한 미생물(*B. velezensis*)과 옥수수가 찌면서 생성된 유용물질들이 미생물의 생육에 영향을 주었고, 미생물이 생성하는 단백질 분해효소에 의해 콩 단백질이 분해되면서 상대적으로 증가하는 것으로 판단되며 이러한 결과는 Lee 등(2012)의 연구결과와도 일치하였다.

7. 전자혀를 이용한 별미장의 맛성분 분석

전자혀를 이용하여 옥수수와 종균을 첨가하여 제조한 별미장의 sensor값을 score로 변환하여 radar(Fig. 1A)와 특히, 짠맛, 신맛 및 감칠맛은 강도도 나타내었다(Fig. 1B). 별미장인 된장의 가장 중요한 맛인 감칠맛(NMS)은 찐 옥수수, 볶은 옥수수 및 종균을 첨가한 별미장(E)이 가장 높은 값인 6.3을 나

타냈고, 대조구(A)가 가장 낮은 값인 5.6을 나타냈으며 차이가 크지는 않았다. 신맛(AHS)의 경우는 종균을 첨가한 D 별미장이 6.9를 나타냈고, 대조구가 가장 낮은 5.0을 나타내 1.9 값의 차이를 보였는데, 척도가 2 정도 차이가 나면 사람이 구분할 수 있을 정도의 유의적인 차이라고 볼 수 있다고 하였다(Hayashi 등 2008; Park 등 2021). 짠맛(CTS)은 감칠맛과 신맛과 달리 다른 경향성을 나타냈는데 대조구가 6.2로 가장 높은 값을 나타냈고, 찐 옥수수, 볶은 옥수수 및 종균을 첨가한 별미장(E)이 5.8로 가장 낮은 값을 나타냈으나, 그 차이가 크지 않았으며, 나머지 두가지 맛인 쓴맛(ANS)과 단맛(PKS)이 차이가 크지 않은 것으로 보인다. 따라서 찐 옥수수와 볶은 옥수수 및 종균을 첨가한 E 별미장이 낮은 짠맛(CTS)과 신맛(AHS) 및 높은 감칠맛(NMS)을 나타냈으며, 발효 중 아미노산의 증가로 감칠맛을 증진시킨 것으로 생각된다.

요약 및 결론

본 연구는 전처리를 달리한 옥수수(찐 옥수수 및 볶은 옥수수)와 된장발효용 종균을 첨가한 별미장을 제조하여 충북 괴산의 대표 작물인 대학찰옥수수의 활용 방안과 나아가 충북의 새로운 특산품으로의 가능성을 알아보고자 하였다. 별미장의 pH는 발효가 진행됨에 따라 감소하였고, 총산은 반대로 증가하는 경향을 나타내었으며 수분함량은 발효기간에 따라 다소 증가와 감소를 보였으나 시료별 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 색도의 경우 명도(L값)와 황색도(b값)는 전체 시료에서 유의적으로 감소하였고, 적색도(a값)는 유의적으로 증가하는 경향을 나타내었다. 발효기간 별 미생물의 변화 중 총균수의 변화는 크지 않았고, 유산균수는 찐 옥수수를 첨가한 B 별미장의 변화 폭이 가장 컸으며, *B. velezensis* JH1 발효종균 처리한 D 별미장의 경우 곰팡이수가 가장 낮게 나타내 발효종균이 항진균효과가 있는 것으로 판단된다. 별미장의 총 폴리페놀 함량은 모든 시료가 발효가 경과할수록 증가하였으나, 볶은 옥수수를 첨가한 C 별미장의 경우 발효 8주차때 가장 높은 값을 나타냈고, ABTS 라디칼 소거능 또한 C 별미장이 가장 높게 나타나 부재료로 첨가한 볶은 옥수수가 별미장의 생리활성에 영향을 준 것으로 판단된다. 환원당은 발효기간이 진행될수록 증가하는 경향을 나타내었으나 발효 8주에는 1.25~2.76%로 시료간 유의적인 차이를 나타내었는데, 부재료를 첨가하지 않고 발효종균만 첨가한 D 별미장이 미생물 증식으로 인해 가장 많은 당 소모가 있는 것으로 판단된다. 아미노태 질소 및 암모니아태 질소 함량은 발효가 진행되면서 모든 시료에서 증가하였고 특히, 볶은 옥수수를 첨가한 C처리구가 낮은 암모니아태 질소함량을 보였다. 전자혀를 통한 별미장의 맛 분석 결과 찐 옥수수와 볶은

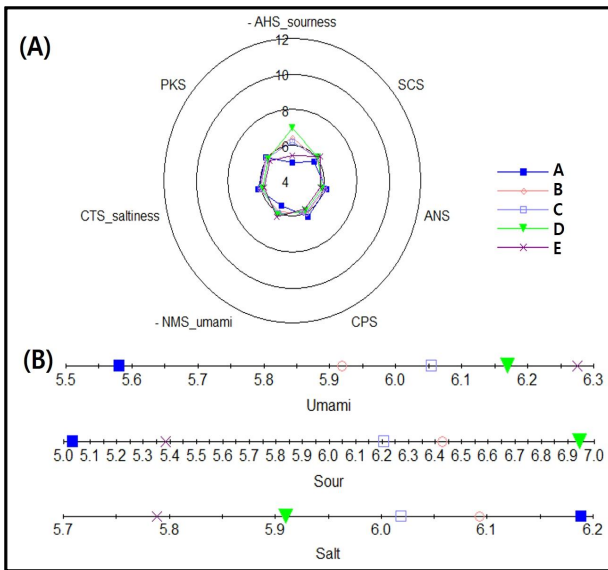


Fig. 1. Changes in organoleptic characteristics during *byeoilmijang* fermentation by electronic tongue. A, Changes in organoleptic characteristics of *byeoilmijang* by electronic tongue; B, Changes of intensity scale in organoleptic characteristics of *byeoilmijang* by electronic tongue. ■: Control, ◇: Added with steamed corn in *byeoilmijang*, □: Added with roasted corn in *byeoilmijang*, ▼: Added with starter in *byeoilmijang*, ×: Added with starter, steamed and roasted corn in *byeoilmijang*.

옥수수 및 종균을 첨가한 E처리구에서 낮은 짠맛과 신맛 및 높은 감칠맛을 나타내, 종합적으로 품질 및 맛을 고려했을 때, 찐 옥수수, 볶은 옥수수 및 종균의 첨가가 별미장 등 장류 개발 시 좋은 소재라고 판단된다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 공동연구사업(과제번호: PJ01594605)의 지원에 의해 이루어진 것임.

References

- AOAC. 2005. Official Methods of Analysis AOAC International. 18th ed. Association of Official Analytical Chemists
- Cha SJ, Park SR, Kim DH. 2017. Quality characteristics of *doenjang* prepared with sweet potato. *Korean J Food Preserv* 24:221-229
- Chang M, Kim IC, Chang HC. 2010. Effect of solar salt on the quality characteristics of *doenjang*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39:116-124
- Choi BY, Gil NY, Park SY, Kim SY. 2016. Quality characteristics of *doenjang* depending on various salt concentration during long-term fermentation period. *Korean J Food Preserv* 23:788-796
- 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
- Eom HJ, Kwon NR, Kang HJ, Park HJ, Kim SY, Kim JH. 2022. Quality characteristics of *byeolmijang* prepared by different variety of roasted grain powders. *Korean J Food Nutr* 35:106-115
- Hayashi N, Chen R, Ikezaki H, Ujihara T. 2008. Evaluation of the umami taste intensity of green tea by a taste sensor. *J Agric Food Chem* 56:7384-7387
- Hwang CE, Joo OS, Lee JH, Song YH, Hwang IG, Cho KM. 2017. Changes of physiochemical properties and biological activity during the fermentation of *Doenjang* with bitter melon (*Momordica charantia* L.). *Korean J Food Preserv* 24:134-144
- Jang SM, Lee JB, An H, Rhee CH, Park HD. 2000. Changes of microorganisms, enzyme activity and physiological functionality in the Korean soybean paste with various concentrations of ginseng extract during fermentation. *Korean J Postharvest Sci Technol* 7:313-320
- Jeon H, Lee S, Kim S, Kim Y. 2016. Quality characteristics of modified *doenjang* and traditional *doenjang*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 45:1001-1009
- Jeong EJ, Yoon HS, Kim IJ, Hong ST, Kim SY, Gil NY, Han NS, Eom HJ. 2018. Quality characteristics of whole soybean *meju doenjang* prepared with addition times and starter contents. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 47:1159-1168
- Kim DY, Kwon DJ. 2014. Quality characteristics of *doenjang* manufactured with soybean *kaji*. *Korean J Food Preserv* 21:434-441
- Kim DW. 1990. Food Chemistry. pp. 401-447. Thamkudang
- Kim JH, Yoo JS, Lee CH, Kim SY, Lee SK. 2006. Quality properties of soybean pastes made from *meju* with mold producing protease isolated from traditional *meju*. *J Korean Soc Appl Biol Chem* 49:7-14
- Kim JW, Doo HS, Kwon TH, Kim YS, Shin DH. 2011. Quality characteristics of *doenjang meju* fermented with *Aspergillus* species and *Bacillus subtilis* during fermentation. *Korean J Food Preserv* 18:397-406
- Kim JY, Lee SY, Park NY, Choi HS. 2012. Quality characteristics of black soybean paste (*daemaekjang*) prepared with *Bacillus subtilis* HJ18-4. *Korean J Food Sci Technol* 44:743-749
- Kim SH, Kim SJ, Kim BH. 2000. Fermentation of *doenjang* prepared with sea salt. *Korean J Food Sci Technol* 32:1365-1370
- Kim SL, Choi BH, Park SU, Moon HG. 1996. Functional ingredients of maize and their variation. *Korean J Crop Sci* 41:46-68
- Lee CH, Youn Y, Song GS, Kim YS. 2011. Immunostimulatory effects of traditional *doenjang*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40:1227-1234
- Lee JH, Son Y, Lee BK, Lee B, Kim HJ, Park JY, Lee HS, Kim JS, Park HH, Han OK, Han S, Lee YY. 2018. Analysis of total polyphenol content and antioxidant activity in puffed oats. *Korean J Food Sci Technol* 50:117-121
- Lee JY, Mok C. 2010. Changes in physicochemical properties of low salt soybean paste (*doenjang*) during fermentation. *Food Eng Prog* 14:153-158
- Lee KH, Choi HS, Hwang KA, Song J. 2016. Changes in biological qualities of soy grits *cheonggukjang* by fermentation with β -glucosidase-producing *Bacillus* strains. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 45:702-710
- Lee KH, Kim EJ, Choi HS, Park SY, Kim JH, Song J. 2015.

- Quality characteristics of popped rice *doenjang* prepared with *Bacillus subtilis* strains. *Korean J Food Preserv* 22: 545-552
- Lee SH, Hwang IG, Kim HY, Lee HK, Lee SH, Woo SH, Lee JS, Jeong HS. 2010. Starch properties of *daehak* waxy corn with different harvest times. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39:573-579
- Lee SH. 2010. Physicochemical characteristics and noodle-making properties of *daehak* waxy corn with different harvest periods. Master's Thesis, Chungbuk National Univ. Cheongju. Korea
- Lee SY, Park NY, Kim JY, Choi HS. 2012. Quality characteristics of rice-doenjang during fermentation by differently shaped meju and adding starter. *Korean J Food Nutr* 25:505-512
- Lee YS, Cho CH, Seo JS, Lee DH, Kang HY. 2020. Changes in temperature and quality during fermentation period of traditional *doenjang* in Gyeonggi province. *Korean J Food Nutr* 33:631-638
- Park HJ, Jeon SH, Kim SY, Yeo SH, Gwon HM. 2021. Improvement in the manufacturing process and quality of jujube vinegar in the ancient literature 『*Sangayorok*』. *Korean J Food Preserv* 28:107-116
- Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, Rice-Evans C. 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radic Biol Med* 26:1231-1237
- Rural Development Administration [RDA]. 2023. Korean National Standard Food Composition table. Available from <http://koreanfood.rda.go.kr/kfi/fct/fctFoodSrch/list?menuId=PS03563> [cited 15 January 2023]
- Seo YR, Kim SH, Song HS. 2018. Change in the quality of *doenjang* with added *Saccharina japonica* powder fermented by lactic acid bacteria. *Korean J Fish Aquat Sci* 51:477-490
- Sung JY, Lee I, Kim MJ, Kim H, Sin J, Lee S. 2021. Antioxidant activity and quality properties of *makgeolli* brewed with various raw material cereals. *J Korea Convergences Soc* 12:197-203
- Woo KS, Yu SM, Im SK, Chun HK, Kwon OC, Lee J. 2004. Changes in aroma compounds of several *byeolmijang* during aging. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 33:1689-1697
- Yoo JY, Kim HG. 1998. Changes in microflora and enzyme activities of traditional *meju* during fermentation at Sunchang area. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 27:448-454
- Yoon HS, Lee SH, Kang HJ, Eom HJ, Kim Y. 2019. Physicochemical and flavor characteristics of *doenjang* in Chungbuk provinces during fermentation. *Korean J Food Nutr* 32:687-695
- Youn Y, Kim YS. 2012. Physiological properties of traditional *doenjang*. *J Agric Life Sci* 43:20-24

Received 18 January, 2023

Revised 6 February, 2023

Accepted 13 February, 2023

한국인 식사구성안의 식품군 및 권장식단의 물발자국에 관한 연구

†김 현 주

대전보건대학교 식품영양과 부교수

A Study on the Water Footprint of Korean Food Guide and Recommended Meal Plan

†Hyun Ju Kim

Associate Professor, Dept. of Food and Nutrition, Daejeon Health Institute of Technology, Daejeon 34504, Korea

Abstract

Sustainable and healthy diet is a challenge in recent world. Despite the global depletion of water resources, Korea has no system for controlling its water footprint. This study established the water footprint tables of Korean food using the Water Footprint Network databases, and applied them into two meal plans for 19-64 year-old adults recommended in the Dietary Reference Intakes for Koreans 2020. Nut, oil, and meat's water footprints were higher and those of fruit and vegetable were lower. Sesame oil had the highest water footprint of 21,793 L/kg and pineapple had the lowest domestic water footprint of 102 L/kg. Water footprint of one serving size of beef was 925 L, that of chicken was 260 L, and those of soybean were 43 L in global and 81 L in domestic. The water footprint of the recommended 2,400 kcal meal plan was 2,882 L, and that of 1,900 kcal meal plan was 1,915 L. The water resources can be saved by choosing food with lower water footprint. The results of this study can be used in the further researches for more sustainable and healthier Korean diet.

Key words: water footprint, virtual water, sustainability, Korean food guide, meal plan

서 론

물발자국(water footprint)은 탄소발자국 및 생태발자국과 함께 지구적 환경문제에 인간의 행위가 미치는 영향을 나타내는 환경발자국 지표로서 생태적 지속가능성을 높이기 위한 인간의 책임을 강조하는 개념이다(Kim & Kim 2016). Allan T(1999)는 인간이 사용하는 물의 양을 나타내는 지표로 가상수(virtual water)를 제안하였고, Chapagain & Hoekstra (2004)은 여기에 지구자원으로서의 물을 사용하는 인간의 행위라는 의미를 담아 물발자국 개념으로 확대하였다. 물발자국은 '하나의 제품이나 서비스 전 과정에 이용되는 물 사용량으로서, 제품이나 서비스를 생산하는 데 필요한 원재료인 직접수 사용량과 생산, 유통, 사용, 폐기의 각 단계에서 투입되는 제품이나 서비스를 생산하는 데 필요한 간접수 사용량을 합산한 값'으로 정의되었다(Hoekstra & Chapagain 2008).

물발자국은 소비자가 직접 사용하는 직접수와 사용하는 제품에 포함된 간접수로 구분되며, 제품 생산에 사용되는 물발자국은 녹색 물발자국과 청색 물발자국, 회색 물발자국으로 구분된다. 녹색 물발자국은 비와 눈이 하천이나 지하수로 유입되기 전에 농작물 재배에 사용되는 양이고, 청색 물발자국은 저수지나 하천에 저장되어 있는 물이나 지하수를 사용하는 양이다. 회색 물발자국은 제품 생산 과정에서 발생한 오염물을 정화하기 위한 담수의 양이다(Roh 등 2012). 이 중에서 청색 물발자국은 주로 농업에서 관개용수로 사용되고, 지표나 지하에 저장될 수 있는 수자원을 사용한 양을 의미하므로(Lee 등 2016) 청색 물발자국이 높은 소비패턴은 지구적 물고갈과 관련이 있다.

대부분의 식품을 생산하는 데 들어간 간접수의 양은 눈에 보이는 직접수의 양보다 압도적으로 많다. 커피 한 잔에는 물이 200 mL 정도 들어 있지만, 커피를 생산하는 데 필요한

† Corresponding author: Hyun Ju Kim, Associate Professor, Dept. of Food and Nutrition, Daejeon Health Institute of Technology, Daejeon 34504, Korea. Tel: +82-42-670-9245, Fax: +82-42-670-9595, E-mail: hjkim2@hit.ac.kr, narnian2@hanmail.net

물의 양인 물발자국은 18,925 L/kg이므로(Mekonnen & Hoekstra 2011) 원두 7 g을 사용한다면 132 L의 간접수가 사용된다. 커피에 붓는 물인 직접수의 양 보다는 커피를 생산하고 유통하는 데 사용된 간접수의 양이 상당히 많기 때문에 물 소비량을 결정하는 것은 컵에 담긴 물의 양이 아니라 원두 사용량의 물발자국이다.

Ko JK(2009)는 물발자국 증가에 영향을 미치는 원인으로 음식 소비량과 소비패턴을 들었다. 중국의 GDP가 상승하면서 식생활에서 육류 소비가 증가하자 중국 내 목축업에 필요한 대두 수입이 증가하였고 이는 결국 전세계 가상수 무역의 증가로 나타났다(Dalin 등 2012). 가상수 무역은 수입국의 식품안정성(food security)을 보장하면서 수출국에는 물 부채를 초래한다(Yang 등 2006). 중국 소가 브라질에서 비를 맞고 자란 대두를 먹고 자란다는 사실은 물 관리가 지구적 문제임을 시사한다. 식품안정성 보장이 지속가능하려면 전 세계적으로 물발자국이 낮은 식품을 선택하려는 노력이 필요하다.

우리나라 국민의 일인당 하루 평균 물발자국은 3,230 L이고 세계인의 일인당 하루 평균 물발자국은 3,405 L이다(Hoekstra & Chapagain 2008). Ridoutt 등(2021a)이 호주국민건강조사(Australian Health Survey 2011-2012)에서 24시간 회상법으로 조사한 호주 성인 9,341명의 식사를 분석하여 계산한 물발자국은 하루 평균 432.6 L였다. 인도인 6,775명을 조사한 연구에서는 인도인의 채식 물발자국이 일인당 하루 737 L이며 녹색 물발자국이 2,531 L라고 하였다(Harris 등 2017). 인도에서 여성과 노인은 에너지 소비량이 적기 때문에 물발자국이 낮았다. 힌두는 동물성 식품을 적게 섭취하기 때문에 물발자국이 낮았는데 이는 동물성 식품을 생산하는 데 필요한 사료의 물발자국이 동물성 식품의 물발자국에 포함되기 때문이다(Harris 등 2017). Ridoutt 등(2021b)은 지구한계를 초과하지 않는 일인당 하루 평균 물발자국 허용치는 세계 인구 78억 명 기준으로 1,120 L이고 인구가 90억 명으로 늘어난다면 971 L로 줄어들 것이라고 예측하였다.

건강을 고려한 식사계획이 환경적으로도 지속가능한가를 탐구하기 위하여 물발자국을 활용한 연구들이 수행되었다. 영양적이면서 지속가능한 인류세 식단(Eat-Lancet diet)은 전통적인 지중해 식사보다 17~48% 정도 물발자국이 낮았다(Vanham 등 2021). 지중해 식사를 노르딕 국가들에 적용한 뉴노르딕 식단(New Nordic Diet)의 물발자국은 일인당 하루 3,528 L였다(Cambeses-Franco 등 2021a). 저탄수화물, 고단백질, 고지방식인 구석기 식단(Paleo diet)의 물발자국은 하루 3,499 L이며 지중해 식사나 남부유럽대서양 식사, 스페인 권장식단보다 높았다(Cambeses-Franco 등 2021b). 식품별로 물발자국을 비교한 Ridoutt 등(2021b)은 빵의 물발자국이 쌀밥의 80배라는 자료를 건강하며 지속가능한 권장식단에 적용

하자고 제안하였고, Cambeses-Franco 등(2021b)은 육류뿐 아니라 올리브유와 견과류도 물발자국에 상당히 기여한다고 하였다. Sokolow 등(2019)은 식물성 식품 중에서 채소와 과일은 영양밀도가 높으면서 물발자국이 낮으며 그중에서 영양밀도가 가장 높고 물발자국이 가장 낮은 식품은 시금치라고 하였다.

이와 같이 다른 나라에서는 물발자국과 관련하여 식생활의 지속가능성과 영양적 가치를 동시에 분석하는 연구가 진행되어 왔으나 한국인 식사의 물발자국에 대한 연구는 많지 않다. Kim 등(2013a)이 물발자국 데이터를 활용하여 분석한 경기도 고등학교 점심식단의 물발자국은 식단에 따라 174~2,841 L였다. 식품수급표에 나타난 우리나라 국민의 일인당 하루 평균 물발자국은 1985년에 936 L였고 2010년에는 1,285 L까지 점차 증가하였다(Lee 등 2015a). Lee 등(2015a)은 우리나라 국민이 같은 열량을 섭취하기 위하여 쇠고기 대신 곡류를 선택하는 것과 같은 식품 소비 패턴의 변화가 수자원 사용량을 줄일 수 있다고 하였다. 그러나 영양적으로 균형잡힌 식사의 환경적 지속가능성을 탐색하여 앞으로의 식품 선택 방향을 제시하기 위한 연구는 부족하다.

우리나라에서 생산되는 식품의 물발자국은 Yoo 등(2009)이 1991년부터 2007년까지 작물통계와 기상자료를 분석하여 곡류, 두류, 서류, 채소류, 과일류, 종자류 등 총 44개 작물의 가상수량을 산정하였다. 그 외에도 쌀과 곡류의 물발자국을 산정하려는 연구들이 수행되었고(Shin SM 2010; Kim 등 2013c; Yoo 등 2014a; Yoo 등 2014b; Oh 등 2017) 배추(Son 등 2013)와 사과(Oh 등 2013), 가축(Lee 등 2015b), 우유(Park 등 2014)의 물발자국도 산정하였다. 그러나 품목수가 제한적이고 다양성이 부족하여 물발자국 관련 연구를 수행하기에는 어려움이 있다(Park 등 2019). 국내산이 아닌 수입 식품을 섭취하는 소비자로서 식품의 전세계 물발자국을 이해하는 것도 필요하다. 그러나 국내에서 물발자국 연구가 활발하지 않아서 물발자국을 활용하여 영양적이며 지속가능한 식생활의 방향을 제시하기 위한 식품영양 연구도 거의 수행되지 못했고, 이러한 연구를 위한 기초자료도 부족한 상황이다.

이러한 기초자료와 연구의 부족은 물발자국 관련 정책의 부채를 가져왔다. 지구에서 인류가 생존하기 위하여 온실기체를 줄이고 지구평균기온 상승을 낮추어야 한다는 데는 국제적인 공감대가 형성되어 있다. 2015년 채택된 '파리협약(Paris Agreement)'은 법적 구속력을 가지는 국제법으로서 포괄적으로 적용되고 있다. 이에 따라 현재 우리나라에서는 '저탄소제품 인증' 제도가 시행되고 있고(환경부고시 제 2020-180호), 「에너지이용 합리화법」에 근거하여 '에너지 소비효율등급 표시' 제도가 시행되고 있다. 그러나 물발자국에 대해서는 관련 제도가 없고 사회적 관심이 부족하다. 호주에

서는 '워터마크 인증제도(WaterMark)'가 시행되고 있으며 유럽연합에서는 물 소비량 및 사용효율등급을 표시하는 '에너지라벨 제도(Energy Label)'가 운영되고 있다(Park 등 2014). 국내에서도 물발자국에 대한 사회적 관심을 높이고 물발자국 관련 제도를 마련해야 한다.

한국인의 식품 소비로 인한 물발자국을 추정하려면 식품 섭취조사를 통하여 얻은 실제 섭취량을 이용하여야 하며, 식품 소비의 물발자국을 추정하려면 1회 섭취량을 적용하는 것이 바람직하다(Kim 등 2013b; Kim 등 2015). 그러나 '2020 한국인 영양소 섭취기준 활용(Ministry of Health and Welfare & The Korean Nutrition Society 2021)'의 권장식단을 활용한다면 영양적으로 균형적인 한국인 식사의 물발자국을 추정할 수 있을 것이다. 또한 식사구성안의 식품군별 대표식품의 물발자국 자료는 영양적으로 충족할 수 있는 식품을 선택하면서 환경에 미치는 영향도 고려할 수 있게 할 것이다. 본 연구에서는 식사구성안의 식품군별 대표식품의 물발자국 데이터를 제시하고, 이를 활용하여 권장식단의 물발자국을 추정하였다. 이를 통하여 식사를 계획할 때 물발자국을 줄이고 인류의 삶을 지속가능하게 하는 식품 선택 방향을 모색하고자 하였다.

연구내용 및 방법

1. 식품의 물발자국 자료

본 연구에서는 물발자국네트워크(Water Footprint Network 2008)에서 제공하는 1996년부터 2005년까지 생산된 농작물과 그 제품의 물발자국 자료(Mekonnen & Hoekstra 2011)와 축산물과 그 제품의 물발자국 자료(Mekonnen & Hoekstra 2012)를 활용하였다. 농작물과 그 제품은 당류와 사료, 채소, 구근, 과일, 곡물, 착유종자, 담배, 섬유, 두류, 양념류, 견과류, 고무·검·왁스, 자극제의 15개 범주로 나뉘어 각 범주별 제품의 녹색·청색·회색 물발자국이 국가별 생산지역에 따라 구분하여 제시된 데이터베이스가 제공되었다. 축산물과 그 제품의 물발자국 자료는 육우와 젖소, 돼지, 육계, 말, 산란계, 양, 염소의 8개 범주별 개별 품목의 녹색·청색·회색 물발자국이 나라별 생산방식에 따라 목축, 산업, 혼합으로 구분하여 제시되었다. 본 연구에서는 농작물과 그 제품의 대한민국 지역 평균 물발자국과 세계평균 물발자국을 사용하였고, 축산물과 그 제품의 물발자국 중에서 생산방식에 가중치를 부여한 평균값(weighted average)의 대한민국의 물발자국과 세계평균 물발자국을 사용하였다.

2. 식사구성안의 식품군별 대표식품의 물발자국

식사구성안의 식품군별 대표식품의 물발자국은 '2020 한

국인 영양소 섭취기준 활용(Ministry of Health and Welfare & The Korean Nutrition Society 2021)'에 제시된 모든 식품의 물발자국을 분석하고자 하였으나 주어진 데이터베이스에 존재하지 않는 식품도 있었다. 곡류군 대표식품 34종 중에서 곡류 10종, 면류 1종, 빵류 1종, 씨리얼류 1종, 감자류 2종, 기타 4종으로 총 19종을 분석하였고, 이 중에서 국내 물발자국은 17종을 분석하였다. 고기·생선·달걀·콩류 대표식품 52종 중에서 어패류를 제외하고, 육류 4종, 난류 1종, 콩류 7종, 견과류 6종으로 구분하여 총 18종의 식품을 분석하였고, 국내 물발자국은 육류 4종, 난류 1종, 콩류 5종, 견과류 3종을 분석하였다. 채소류 대표식품 55종 중에서 물발자국 자료가 없는 해조류와 버섯류를 제외하고 채소류 17종을 분석하였고 이 중에서 국내 물발자국은 15종을 분석하였다. 과일류 대표식품 16종의 물발자국을 분석하였고 그 중에서 12종의 국내 물발자국을 분석하였다. 우유·유제품류는 우유 1종과 유제품 3종을 분석하였다. 유지·당류는 유지류 9종과 당류 1종으로 구분하여 분석하였고, 국내 물발자국은 당류를 제외하고 유지류 6종을 분석하였다. 물발자국 자료가 불완전한 식품은 몇 가지 식품을 하나로 묶어서 제시하였다. 예를 들어 멜론, 칸탈로프, 참외 등은 '기타 멜론'으로, 애호박, 단호박, 늙은 호박은 모두 '호박' 물발자국으로 계산하였다. '특정되지 않은' 물발자국 자료를 식품군별 물발자국이 누락된 식품의 물발자국을 분석할 때 사용하도록 추가하였다. 이와 같이 식사구성안의 6가지 식품군을 곡류, 육류, 난류, 콩류, 견과류, 채소류, 과일류, 우유·유제품류, 유지류, 당류의 10가지 식품군으로 재분류하여 식품별 1회 분량의 물발자국 및 식품군별 평균 물발자국과, 식품군별 세계평균 물발자국의 녹색·청색·회색 물발자국 백분율을 분석하였다. 국내 물발자국은 녹색·청색·회색 물발자국의 누락이 많아 백분율을 분석하지 않았다.

식품별로 1회 분량(serving size)과 단위 수(unit)를 제시하여 식품군별 기준영양소 값과 비교할 수 있도록 하였고, 1회 분량당 세계평균 물발자국과 국내 물발자국을 분석하였다. 두유는 두유 성분인 대두가공품의 12.5% 용액으로 가정하여 두유 200 mL에 포함된 대두가공품의 물발자국을 계산하여 제시하였다. 기호식품 중에서 초콜릿, 차, 커피의 물발자국을 추가로 분석하였다. 초콜릿 1회 분량은 7 g(Rural Development Administration 2013), 차 1회 분량은 2 g으로 계산하였고 커피는 원두의 물발자국을 활용하여 에스프레소 1샷을 만드는데 필요한 7 g을 1회 분량으로 계산하였다.

3. 권장식단의 물발자국 분석

권장식단의 물발자국 분석은 선행연구를 바탕으로 마시고 씻고 조리하는 데 사용된 직접수의 양과 식품을 생산하는

데 사용된 간접수의 양을 모두 포함해야 한다. Kim 등(2013a)은 식재료의 물발자국에 해당하는 간접수의 양과 조리하여 제공된 음식에 포함된 직접수의 양을 더하여 식단의 물발자국을 계산하면서 최종 식품에 포함된 물의 양만을 직접수의 양으로 고려하였으나 조리실에서는 제공되는 국물의 양보다 더 많은 양의 직접수가 사용되며, 직접수의 양은 생산과정을 통하여 식품에 포함된 간접수의 양에 비하여 무시할 수 있을 정도로 적다. 이를 감안하여 본 연구에서는 식단에 포함된 간접수의 양, 즉 물발자국을 정량하는 것으로 연구 범위를 한정하였다.

‘2020 한국인 영양소 섭취기준 활용(Ministry of Health and Welfare & The Korean Nutrition Society 2021)’은 각 생애주기별로 권장식사패턴을 활용한 식단구성안을 제시하였다. 본 연구는 이 중에서 19~64세 남성 권장식단(2,400 kcal, B타입)과 19~64세 여성 권장식단(1,900 kcal, B타입)을 분석하였다. 2,400 kcal를 공급하는 권장식단은 곡류 4회, 고기·생선·달걀·콩류 5회, 채소류 9회, 과일류 3회, 우유·유제품류 1회, 유지·당류 6회 분량을 제공한다. 권장식단에 제시되지 않은 유지·당류 6회 분량은 음식의 조리법에 따라 참기름과 대두유를 배분하였다. 1,900 kcal를 공급하는 권장식단은 곡류 3회, 고기·생선·달걀·콩류 4회, 채소류 8회, 과일류 2회, 우유·유제품류 1회, 유지·당류 4회 분량을 제공한다. 식단을 구성하는 음식의 조리방법에 맞게 유지류 4회 분량을 배분하였다.

권장식단의 물발자국은 끼니별 메뉴를 구성하는 식품을 식품군별 분량으로 세분화하고 각각 필요한 식품의 양을 물발자국으로 환산한 후, 이를 모두 더하여 하루 물발자국을 계산하고 하루 물발자국 중에서 녹색·청색·회색 물발자국의 비율(%)을 분석하였다. 이때 물발자국 자료가 없는 식품은 ‘특정되지 않은’ 물발자국을 대신 적용하였다. 본 연구에서 분석한 권장식단에서 제공되는 식품 중에서 아욱과 부추, 고사리, 숙주는 ‘특정되지 않은 채소’, 무와 도라지는 ‘특정되지 않은 구근’, 배추김치는 ‘양배추’, 깍두기는 ‘특정되지 않은 구근’의 물발자국을 적용하였다. ‘특정되지 않은 구근’은 국내 물발자국 자료가 없으므로 국내 물발자국을 계산할 때 ‘특정되지 않은 채소’ 물발자국을 대신 적용하였다. 김치는 동량의 배추 또는 무의 무게로 가정하여 분석하였고, 국내 물발자국이 없는 잡곡은 ‘보리’를 임의로 선정하여 적용하였다. 주어진 식단에서 어패류와 해조류, 버섯류, 도토리목을 제외한 모든 식재료의 물발자국을 분석하였고, 직접수의 양과 양념의 양은 고려하지 않았다.

4. 자료처리

물발자국네트워크(Water Footprint Network 2008)에서 배포

하는 데이터베이스를 원시 자료로 사용하였고 여기에서 식품군별 대표식품의 물발자국 자료를 추출하였다. 각 식품군별 물발자국의 평균, 합계, 백분율 등 기술통계량을 계산하고 권장식단의 식품군별 물발자국의 합계, 백분율을 계산하였다. 자료처리는 SPSS statistics 프로그램(ver 22.0; IBM Corp., Armonk, NY, USA)을 사용하였다.

결과 및 고찰

1. 식품군별 물발자국

식품군별 물발자국은 곡류, 육류, 난류, 콩류, 견과류, 채소류, 과일류, 우유·유제품류, 유지류, 당류의 10개 식품군으로 재구분하여 세계평균 물발자국과 국내 물발자국을 비교하여 제시하였다(Fig. 1). 세계평균 물발자국은 견과류, 유지류, 육류 순으로 물발자국이 높았고, 채소류와 과일류의 물발자국이 가장 낮았다. 국내 물발자국은 육류, 유지류 순으로 높았고, 채소류와 과일류의 물발자국이 낮았다. 채소류와 과일류의 물발자국이 가장 낮은 것은 Sokolow 등(2019)의 연구 결과와 일치한다. 견과류의 세계평균 물발자국은 국내 물발자국보다 매우 높았다. 이는 아몬드와 캐슈넛, 해바라기씨의 국내 물발자국 자료가 없기 때문에 나타난 결과로 보인다. 우리나라의 물발자국 자료가 제한적이어서 실제 섭취하는 식품의 물발자국을 평가하기에는 부족하나 수입한 식품을 자주 섭취하고 있음을 고려할 필요가 있다. 육류의 국내 물발자국은 8,171 L/kg으로 세계평균 물발자국보다 높았고, 견과류와 과일류, 우리나라에서 재배되지 않는 당을 제외한 모든 식품군의 물발자국이 세계평균 물발자국보다 높았다. 이는 우리나라의 축산업과 농업이 상대적으로 물을 많이 사

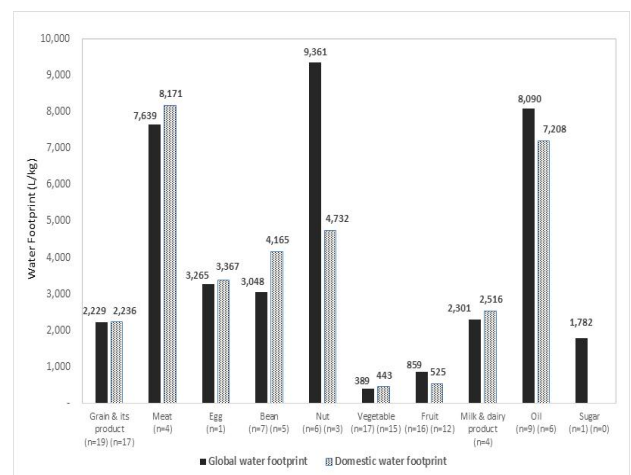


Fig. 1. Global and domestic average water footprints of food groups

용하는 방식으로 이루어짐을 의미한다.

식품군별로 세계평균 물발자국의 녹색·청색·회색 물발자국 백분율을 Fig. 2에 제시하였다. 육류의 물발자국은 88%가 녹색 물발자국이었는데, 육류를 생산하는 데 필요한 사료를 재배할 때 빗물을 사용하기 때문이다. 채소류와 과일류의 녹색 물발자국 백분율은 각각 69%와 64%여서 89%인 유지류와 88%인 육류에 비하여 상대적으로 녹색물 사용량이 적었다. 채소류는 회색 물발자국 백분율이 22%로 다른 식품군보다 높아서, 채소류를 재배할 때 상대적으로 토양 오염이 심하다는 것을 알 수 있었다(Roh 2012).

2. 식품군별 대표식품의 물발자국

1) 곡류의 물발자국

곡류 대표식품 34종에서 물발자국 자료가 없는 울무, 당면, 떡류, 묵류를 제외하고 쌀과 팥 등 18종 대표식품의 물발자국과 ‘혼합곡류’의 물발자국을 포함하여 19종을 분석하여 Table 1에 제시하였다. 세계평균 물발자국은 팥이 5,053 L/kg

로 가장 높았고 구황작물인 감자와 고구마가 각각 287 L/kg, 383 L/kg로 낮았다. 국내 물발자국이 가장 높은 것은 6,067 L/kg인 메밀이었고 가장 낮은 것은 174 L/kg인 감자였다. 밥한 공기에 해당하는 쌀 90 g의 세계평균 물발자국은 217 L였고 국내 물발자국은 121 L여서 국내산 쌀을 섭취할 때의 물발자국이 수입산 쌀을 섭취할 때보다 적었다. 쌀은 곡류군에서 청색 물발자국이 가장 높는데 이것은 벼를 재배할 때 관개용수가 사용되기 때문이라고 하였다(Lee 등 2016).

2) 고기·생선·달걀·콩류의 물발자국

고기·생선·달걀·콩류 대표식품 52종에서 물발자국이 없는 어패류를 제외하고 육류 4종, 난류 1종, 콩류 7종, 견과류 6종의 물발자국을 Table 2에 제시하였다. ‘가금류’와 ‘난류’는 각각의 물발자국이 단일 값으로 제시되어 있었다. 쇠고기의 세계평균 물발자국은 15,415 L/kg으로 돼지고기와 닭고기의 세 배 가까이 된다. 육류의 물발자국이 높기 때문에 식물성 식품으로 단백질을 섭취하는 것이 지구자원을 절약하는 지속가능한 식품 선택 방법이라고 하였다(Allan T 1999;

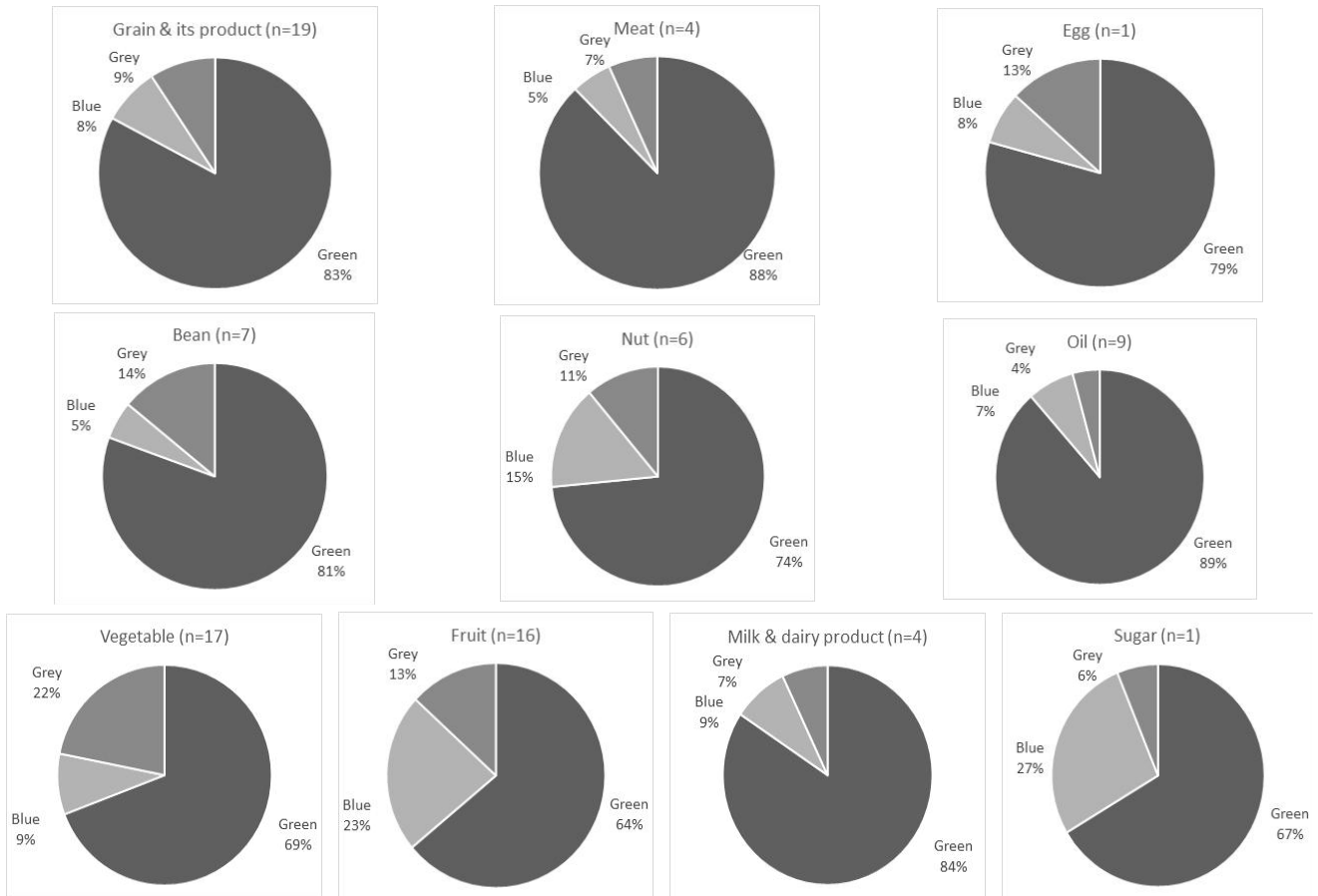


Fig. 2. Global green, blue and grey water footprints' proportions of food groups

Table 1. Water footprint of grain and its product (300 kcal/unit) in Korean food guide

Food items	gWF ¹⁾				dWF ²⁾				ss ³⁾	Unit	gWF /ss ⁴⁾	dWF /ss ⁵⁾
	Total	Green	Blue	Grey	Total	Green	Blue	Grey				
Red bean	5,053	3,945	125	983	2,841	2,841	ND ⁶⁾	ND	90	1	455	256
		78.1%	2.5%	19.5%		100.0%						
Millet	4,478	4,306	57	115	5,718	2,969	ND	2,748	90	1	403	515
		96.2%	1.3%	2.6%		51.9%		48.1%				
Buckwheat	3,142	2,769	144	229	6,067	3,183	5	2,880	90	1	283	546
		88.1%	4.6%	7.3%		52.5%	0.1%	47.5%				
Sorghum	3,048	2,857	103	87	5,612	3,419	ND	2,193	90	1	274	505
		93.7%	3.4%	2.9%		60.9%		39.1%				
Rice	2,414	1,653	492	269	1,341	1,028	168	146	90	1	217	121
		68.5%	20.4%	11.1%		76.7%	13%	10.9%				
Rice (brown)	2,172	1,488	443	242	1,207	925	151	131	90	1	196	109
		68.5%	20.4%	11.1%		76.6%	13%	10.9%				
Pasta	1,849	1,292	347	210	1,409	1,409	ND	ND	90	1	166	127
		69.9%	18.8%	11.4%		100.0%						
Oat	1,788	1,479	181	128	ND	ND	ND	ND	90	1	161	ND
		82.7%	10.1%	7.2%								
Mixed grain	1,660	1,598	33	28	ND	ND	ND	ND	90	1	149	ND
		96.3%	2.0%	1.7%								
Bread	1,608	1,124	301	183	1,225	1,225	ND	ND	35	1	56	43
		69.9%	18.8%	11.4%		100.0%						
Barley	1,423	1,213	79	131	767	536	ND	231	90	1	128	69
		85.2%	5.6%	9.2%		69.9%		30.1%				
Cereal	4,048	3,902	136	10	5,716	2,999	4	2,713	30	0.3	121	171
		96.4%	3.4%	0.2%		52.5%	0.1%	47.5%				
Chestnut	2,750	2,432	174	144	4,048	3,986	63	ND	60	0.3	165	243
		88.4%	6.3%	5.2%		98.5%	1.6%					
Flour	1,849	1,292	347	210	1,409	1,409	ND	ND	30	0.3	55	42
		69.9%	18.8%	11.4%		100.0%						
Corn starch	1,671	1,295	111	265	1,769	1,769	ND	ND	30	0.3	50	53
		77.5%	6.6%	15.9%		100.0%						
Potato starch	1,512	1,005	173	333	914	686	74	154	30	0.3	45	27
		66.5%	11.4%	22.0%		75.1%	8.1%	16.8%				
Corn	1,222	947	81	194	1,294	1,294	ND	ND	70	0.3	86	91
		77.5%	6.6%	16%		100.0%						
Sweet potato	383	324	5	53	233	218	0	15	70	0.3	27	16
		84.6%	1.3%	14%		93.6%	0.0%	6.4%				
Potato	287	191	33	63	174	130	14	29	140	0.3	40	24
		66.6%	11.5%	22%		74.7%	8.0%	16.7%				
Average water footprint per 1 unit									-	1	234	266

1) Global water footprints (L/kg) and their proportions (%)

2) Domestic water footprints (L/kg) and their proportions (%)

3) 1 serving size from Korean food guide

4) Global water footprint (L) per serving size

5) Domestic water footprint (L) per serving size

6) No data is available from World Footprint Network.

Table 2. Water footprint of meat, fish, egg & bean (200 kcal) in Korean food guide

Food items	gWF ¹⁾				dWF ²⁾				ss ³⁾	Unit	gWF /ss ⁴⁾	dWF /ss ⁵⁾	
	Total	Green	Blue	Grey	Total	Green	Blue	Grey					
Meat													
Beef	15,415	14,414	550	451	17,032	16,376	300	355	60	1	925	1,022	
		93.9%	3.6%	2.9%		96.1%	1.8%	2.1%					
Ham&cut	6,457	5,287	500	670	6,656	5,317	628	712	30	1	194	200	
		81.9%	7.7%	10.4%		79.9%	9.4%	10.7%					
Pork	4,361	3,582	325	454	4,496	3,603	411	482	60	1	262	270	
		82.1%	7.5%	10.4%		80.1%	9.1%	10.7%					
Poultry	4,325	3,545	313	467	4,499	3,633	278	589	60	1	260	270	
		82.0%	7.2%	10.8%		80.8%	6.2%	12.9%					
Average water footprint per 1 unit of meat and its product										-	1	410	440
Fish and seafood's data are not available.													
Egg													
Egg	3,265	2,592	244	429	3,367	2,726	206	435	60	1	196	202	
		79.4%	7.5%	13.1%		81.0%	6.1%	12.9%					
Bean													
Lentil	5,874	4,324	489	1,060	ND ⁶⁾	ND	ND	ND	20	1	117	ND	
		73.6%	8.3%	18.0%									
Kidney bean	5,053	3,945	125	983	2,841	2,841	ND	ND	20	1	101	57	
		78.1%	2.5%	19.5%		100.0%							
Soymilk ⁷⁾	3,763	3,574	123	65	7,065	6,999	65	ND	200	1	94	177	
		95.0%	3.3%	1.7%		99.1%	0.9%						
Mung bean	3,118	2,217	250	650	6,619	3,153	ND	3,465	20	1	62	132	
		71.1%	8.0%	20.8%		47.6%		52.3%					
Soy bean	2,145	2,037	70	37	4,027	3,990	37	ND	20	1	43	81	
		95.0%	3.3%	1.7%		99.1%	0.9%						
Pea	595	382	63	150	ND	ND	ND	ND	20	1	12	ND	
		64.2%	10.6%	25.2%									
Tofu	572	543	19	10	1,074	1,064	10	ND	80	1	46	86	
		94.9%	3.3%	1.7%		99.1%	0.9%						
Average water footprint per 1 unit of bean and its product										-	1	84	122
Nut													
Almond	16,095	9,264	3,816	3,015	ND	ND	ND	ND	10	0.3	161	ND	
		57.6%	23.7%	18.7%									
Cashew nut	14,218	12,853	921	444	ND	ND	ND	ND	10	0.3	142	ND	
		90.4%	6.5%	3.1%									
Walnut	9,280	5,293	2,451	1,536	7,899	7,777	122	ND	10	0.3	93	79	
		57.0%	26.4%	16.6%		98.5%	1.5%						
Sunflower seed	3,366	3,017	148	201	ND	ND	ND	ND	10	0.3	34	ND	
		89.6%	4.4%	6.0%									
Ground nut	2,782	2,469	150	163	2,607	2,607	ND	ND	10	0.3	28	26	
		88.7%	5.4%	5.9%		100.0%							
Nuts nes ⁸⁾	10,425	8,379	1,156	891	3,691	3,634	57	ND	10	0.3	104	37	
		80.4%	11.1%	8.5%		98.5%	1.5%						
Average water footprint per 1 unit of nut										-	1	312	158

1) Global water footprints (L/kg) and their proportions (%)

2) Domestic water footprints (L/kg) and their proportions (%)

3) 1 serving size from Korean food guide

4) Global water footprint (L) per serving size

5) Domestic water footprint (L) per serving size

6) No data is available from World Footprint Network.

7) Soymilk ingredient water footprint data was used instead of soymilk at a dilution of 12.5%.

8) It indicates 'not elsewhere specified.'

Ko JK 2009). 쇠고기 1회 분량 60 g의 물발자국은 925 L이고 대두 1회 분량 20 g의 물발자국은 43 L이므로 쇠고기 대신 대두를 섭취한다면 1회 분량 당 882 L의 물을 절약할 수 있다(Table 2). 그러나 아몬드와 호두는 청색 물발자국이 각각 23.7%, 26.4%로 다른 식품에 비하여 높았다. 두류 중에서 세계평균 물발자국이 가장 높은 것은 5,874 L/kg인 렌틸콩이었고 국내 물발자국이 가장 높은 것은 6,619 L/kg인 녹두였다. 우유 200 mL의 세계평균 물발자국은 94 L였고 국내 물발자국은 177 L였다. 육류 보다는 달걀이, 달걀 보다는 콩류가 물발자국이 낮았지만, 식물성 식품 중 견과류의 물발자국은 상대적으로 높았다. 견과류는 1회 분량이 적고 섭취빈도도 적기 때문에 식생활에서 물발자국 증가에 크게 영향을 미치는 것은 육류 섭취라고 하였지만(Ko JK 2009; Lee 등 2015a), Cambeses-Franco 등(2021b)은 스페인 식사에서 올리브유와 견과류의 물발자국 기여가 상당히 크다고 하였다.

대두의 물발자국은 국내 4,027 L/kg이고 세계평균이 2,145 L/kg이므로 수입산 대두를 소비하면 지구적으로는 1,882 L/kg의 물을 아낄 수 있다. 식량 안보 차원에서 곡물 자급률 제고가 필요하지만, 지구적 차원에서는 무역이 물 이용 효율을 높인다. 그러나 지속가능성을 물발자국의 관점으로만 볼 수는 없다. 적은 물을 사용하여 생산된 식품을 다른 지역으로 유통하면서 탄소발자국이 남기 때문이다. 식품 소비가 환경에 미치는 복잡한 영향을 고려하여 탄소발자국과 생태발자국, 물발자국을 종합적으로 고려하는 식생활 연구가 필요하다(Cambeses-Franco 등 2021a; Cambeses-Franco 등 2021b; Ridoutt 등 2021b).

3) 채소류의 물발자국

채소류 대표식품 중에서 해조류와 버섯류를 제외한 15종과 ‘특정되지 않은 채소류’, ‘특정되지 않은 구근류’를 포함하여 총 17종의 물발자국을 제시하였다(Table 3). 채소류의 물발자국은 전체 식품군 중에서 가장 낮았다. 채소류 1회 분량의 평균 물발자국은 12 L였다. 세계평균 물발자국이 가장 높은 채소는 생강이었고, 가장 낮은 채소는 당근과 셀러리였다. 국내 물발자국이 가장 높은 채소도 생강이었고, 가장 낮은 채소는 오이였다. 무, 파, 아욱, 깻잎, 콩나물, 고사리 등 다양한 채소의 물발자국 자료가 없기 때문에 우리나라 식단에서 채소류의 물발자국을 분석하는 데는 한계가 있다.

4) 과일류의 물발자국

과일류 대표식품 16종의 물발자국을 제시하였다(Table 4) 과일류 1회 분량의 물발자국은 세계평균 76 L, 국내 54 L였다. 과일류 중에서 세계평균 물발자국이 높은 것은 대추, 자

두, 배, 복숭아 순이었다(Table 4). 세계평균 물발자국이 가장 낮은 과일은 ‘기타 멜론’이었고, 국내 물발자국이 가장 낮은 과일은 파인애플이었다. 국내에서 생산된 파인애플과 수박, ‘기타 멜론’, 자두, 배, 복숭아, 사과, 감, ‘특정되지 않은 과일’의 청색 물발자국은 1% 미만이었으며, 이는 세계평균 물발자국보다 상당히 낮아서, 우리나라에서 과일을 생산할 때 지하수나 하천 등의 수자원을 적게 사용함을 알 수 있었다.

5) 우유·유제품류의 물발자국

우유 1종과 유제품류 3종의 물발자국을 Table 5에 제시하였다. 우유 200 mL의 물발자국은 세계평균 211 L, 국내 231 L였다. 우유를 가공한 유제품의 물발자국은 우유보다 높았고 치즈의 물발자국이 가장 높았다. 우유·유제품류의 세계평균 물발자국은 청색 물발자국이 회색 물발자국보다 높았고, 국내 물발자국은 회색 물발자국이 청색 물발자국보다 높았다.

6) 유지·당류의 물발자국

유지류 9종의 물발자국을 Table 5에 제시하였다. 올리브유와 해바라기씨유, 팜유의 국내 물발자국 자료는 없었다. 세계평균 물발자국이 높은 식품은 참기름, 올리브유, 참깨, 해바라기씨유 순이었고 옥수수유의 물발자국이 2,524 L/kg으로 가장 낮았다. 국내 물발자국은 참기름이 14,321 L/kg으로 가장 높았고, 대두유가 7,868 L/kg으로 뒤를 이었다. 대두유의 국내 물발자국은 세계평균 물발자국의 두 배 가까이 되는데 이는 생산방식과 기후의 차이를 의미한다(Zhao 등 2021). 우리나라는 대두 자급률을 높이기 위하여 논 중심으로 재배를 확대하고자 배수개선, 공동선별비를 지원하고 있다(Ministry of Agriculture & Food and Rural Affairs 2022). 이러한 생산방식 개선과 생산량 증대는 식량안보와 더불어 물발자국의 증가도 초래한다는 것을 함께 고려하여야 할 것이다.

7) 기타 기호식품의 물발자국

초콜릿과 차, 커피의 물발자국을 Table 5에 제시하였다. 차의 물발자국은 세계평균 8,856 L/kg이었고, 시판 티백 2 g의 물발자국은 세계평균 18 L, 국내 20 L였다. 커피의 물발자국은 18,925 L/kg이므로 에스프레소 1샷을 만들기 위해 커피원두 7 g을 사용한다면 커피 1샷의 물발자국은 132 L이다. 커피 1회 섭취량은 15 mL에서 1 L까지 물의 양에 따라 달라지지만 커피의 물발자국은 샷이 추가될 때마다 132 L씩 증가한다.

전체 식품군에서 물발자국이 가장 높은 식품은 21,793 L/kg인 참기름이었고(Table 5), 견과류 중에서 물발자국이 가장 높은 아몬드의 물발자국은 16,095 L/kg으로 15,415 L/kg인 쇠고기보다 높았다(Table 2). 물발자국네트워크(Water Footprint

Table 3. Water footprint of vegetable (15 kcal/unit) in Korean food guide

Food items	gWF ¹⁾				dWF ²⁾				ss ³⁾	Unit	gWF /ss ⁴⁾	dWF /ss ⁵⁾
	Total	Green	Blue	Grey	Total	Green	Blue	Grey				
Ginger	1,657	1,525	40	92	2,401	2,345	57	ND ⁶⁾	10	1	17	24
		92.0%	2.4%	5.6%		97.7%	2.4%					
Green garlic ⁷⁾	589	337	81	170	648	456	54	138	70	1	41	45
		57.2%	13.8%	28.9%		70.4%	8.3%	21.3%				
Pepper	379	240	42	97	1,294	960	18	316	70	1	27	91
		63.3%	11.1%	25.6%		74.2%	1.4%	24.4%				
Egg-plant	362	234	33	95	362	268	2	92	70	1	25	25
		64.6%	9.1%	26.2%		74.0%	0.6%	25.4%				
Cucumber	353	206	42	105	100	74	0	26	70	1	25	7
		58.4%	11.9%	29.7%		74.0%	0.0%	26.0%				
Pumpkin	336	228	24	84	170	120	0	50	70	1	24	12
		67.9%	7.1%	25.0%		70.6%	0.0%	29.4%				
Spinach	292	118	14	160	251	152	4	96	70	1	20	18
		40.4%	4.8%	54.8%		60.6%	1.6%	38.2%				
Broccoli	285	189	21	75	ND	ND	ND	ND	70	1	20	ND
		66.3%	7.4%	26.3%								
Cabbage	280	181	26	73	116	88	2	26	70	1	20	8
		64.6%	9.3%	26.1%		75.9%	1.7%	22.4%				
Onion	272	176	44	51	263	196	8	58	70	1	19	18
		64.9%	16.4%	18.8%		72.2%	2.9%	21.4%				
Lettuce	237	133	28	77	227	164	4	59	70	1	17	16
		56.1%	11.8%	32.5%		72%	1.8%	26.0%				
Head lettuce	237	133	28	77	227	164	4	59	70	1	17	16
		56.1%	11.8%	32.5%		72%	1.8%	26.0%				
Tomato	214	108	63	43	114	86	2	25	70	1	15	8
		50.5%	29.4%	20.1%		75%	1.8%	21.9%				
Carrot	195	106	28	61	140	85	10	46	70	1	14	10
		54.4%	14.4%	31.3%		60.7%	7.1%	32.9%				
Celery	195	106	28	61	140	85	10	46	70	1	14	10
		54.4%	14.4%	31.3%		60.7%	7.1%	32.9%				
Vegetables nes ⁸⁾	338	205	33	101	196	144	4	48	70	1	24	14
		60.7%	9.8%	29.9%		73.5%	2.0%	24.5%				
Roots & Tubers nes	385	348	15	22	ND	ND	ND	ND	70	1	27	ND
		90.4%	3.9%	5.7%								

Average water footprint per 1 unit

-

1

21

21

Seaweed's data are not available.

Mushroom's data are not available.

¹⁾ Global water footprints (L/kg) and their proportions (%)²⁾ Domestic water footprints (L/kg) and their proportions (%)³⁾ 1 serving size from Korean food guide⁴⁾ Global water footprint (L) per serving size⁵⁾ Domestic water footprint (L) per serving size⁶⁾ No data is available from World Footprint Network.⁷⁾ 1 serving size of garlic is 10 g.⁸⁾ It indicates 'not elsewhere specified.'

Table 4. Water footprint of fruit (50 kcal/unit) in Korean food guide

Food items	gWF ¹⁾				dWF ²⁾				ss ³⁾	Unit	gWF /ss ⁴⁾	dWF /ss ⁵⁾
	Total	Green	Blue	Grey	Total	Green	Blue	Grey				
Date	2,277	930	1,250	98	ND ⁶⁾	ND	ND	ND	15	1	34	ND
		40.8%	54.9%	4.3%								
Plum	2,180	1,570	188	422	796	761	4	30	100	1	218	80
		72.0%	8.6%	19.3%		95.7%	0.5%	3.8%				
Pear	922	645	94	183	639	611	3	24	100	1	92	64
		69.9%	10.2%	19.8%		95.7%	0.5%	3.8%				
Peach	910	583	188	139	678	648	2	27	100	1	91	68
		64.0%	20.7%	15.3%		95.6%	0.3%	4.0%				
Blueberry	845	341	334	170	ND	ND	ND	ND	100	1	85	ND
		40.4%	39.5%	20.1%								
Apple	822	561	133	127	601	575	3	23	100	1	82	60
		68.3%	16.2%	15.5%		95.7%	0.5%	3.8%				
Banana	790	660	97	33	ND	ND	ND	ND	100	1	79	ND
		83.5%	12.2%	4.2%								
Mandarin	748	479	118	152	298	283	1	14	100	1	75	30
		64.0%	15.7%	20.3%		94.8%	0.3%	4.8%				
Grape	608	425	97	87	362	339	ND	23	100	1	61	36
		69.0%	15.9%	14.3%		93.7%		6.3%				
Orange	560	401	110	49	ND	ND	ND	ND	100	1	56	ND
		71.6%	19.6%	8.8%								
Kiwi	514	307	168	38	751	701	21	29	100	1	51	75
		59.7%	32.8%	7.5%		93.3%	2.8%	3.8%				
Strawberry	347	201	109	37	198	163	22	13	150	1	52	30
		57.9%	31.5%	10.6%		82.3%	11.0%	6.7%				
Pineapple	255	215	9	31	102	93	0	9	100	1	25	10
		84.4%	3.5%	12.1%		91.2%	0.1%	8.7%				
Watermelon	238	150	25	63	140	128	0	12	150	1	36	21
		62.9%	10.5%	26.5%		91.6%	0.0%	8.4%				
Other melon	221	125	29	67	119	108	0	12	150	1	33	18
		56.6%	13.2%	30.2%		90.2%	0.0%	9.7%				
Fruits nes ⁷⁾	1,512	1,199	201	112	1616	1546	9	61	100	1	151	162
		79.3%	13.3%	7.4%		95.7%	0.5%	3.8%				
Average water footprint per unit									-	1	76	54

1) Global water footprints (L/kg) and their proportions (%)

2) Domestic water footprints (L/kg) and their proportions (%)

3) 1 serving size from Korean food guide

4) Global water footprint (L) per serving size

5) Domestic water footprint (L) per serving size

6) No data is available from World Footprint Network.

7) It indicates 'not elsewhere specified.'

Table 5. Water footprint of milk & dairy product (125 kcal/unit) and oil & sugar (45 kcal/unit) in Korean food guide, and some selected food

Food items	gWF ¹⁾				dWF ²⁾				ss ³⁾	Unit	gWF /ss ⁴⁾	dWF /ss ⁵⁾
	Total	Green	Blue	Grey	Total	Green	Blue	Grey				
Milk & dairy product												
Icecream	1,903	1,605	164	134	2,081	1,763	130	188	100	1	190	208
		84.3%	8.6%	7.0%		84.7%	6.2%	9.0%				
Yogurt	1,186	1,003	99	84	1,298	1,102	78	117	100	1	119	130
		84.5%	8.4%	7.1%		84.9%	6.0%	9.0%				
Milk	1,054	891	88	75	1,153	980	69	104	200	1	211	231
		84.5%	8.4%	7.1%		84.9%	6.0%	9.0%				
Cheese	5,060	4,264	439	357	5,534	4,687	348	499	20	0.5	101	111
		84.3%	8.7%	7.1%		84.7%	6.3%	9.0%				
Average water footprint per 1 unit of milk & dairy product									-	1	155	170
Oil												
Sesame oil	21,793	19,674	1,183	936	14,321	14,321	0	ND ⁶⁾	5	1	109	72
		90.3%	5.4%	4.3%		100.0%	0.0%					
Olive oil	14,431	11,826	2,388	217	ND	ND	ND	ND	5	1	72	0
		81.9%	16.5%	1.5%								
Sesamum seed	9,371	8,460	509	403	6,158	6,158	0	ND	5	1	47	31
		90.3%	5.4%	4.3%		100.0%	0.0%					
Sunflowerseed oil	6,656	5,967	293	397	ND	ND	ND	ND	5	1	33	0
		89.6%	4.4%	6.0%								
Butter	5,553	4,695	465	393	6,075	5,160	366	549	5	1	28	30
		84.5%	8.4%	7.1%		84.9%	6.0%	9.0%				
Palm oil	4,871	4,691	1	179	ND	ND	ND	ND	5	1	24	0
		96.3%	0.0%	3.7%								
Soybean oil	4,190	3,980	137	73	7,868	7,795	73	ND	5	1	21	39
		95.0%	3.3%	1.7%		99.1%	0.9%					
Corn oil	2,524	1,956	168	400	2,672	2,672	ND	ND	5	1	13	31
		77.5%	6.6%	15.8%		100%						
Oil seed nes ⁷⁾	3,421	3,230	131	61	6,155	6,144	10	ND	5	1	17	13
		94.4%	3.8%	1.82%		99.8%	0.2%					
Average water footprint per 1 unit of oil									-	1	40	36
Sugar												
Sugar	1,782	1,184	487	111	ND	ND	ND	ND	10	1	18	ND
		66.4%	27.3%	6.2%								
Others												
Chocolate ⁸⁾	17,196	16,805	198	193	ND	ND	ND	ND	10	1	172	ND
		97.7%	1.2%	1.1%								
Tea ⁹⁾	8,856	7,232	896	726	9,983	9,597	386	ND	2	1	18	20
		81.7%	10.1%	8.2%		96.1%	3.9%					
Coffee ¹⁰⁾	18,925	18,153	139	633	ND	ND	ND	ND	7	1	132	ND
		95.9%	0.7%	3.3%								

1) Global water footprints (L/kg) and their proportions (%)

2) Domestic water footprints (L/kg) and their proportions (%)

3) 1 serving size from Korean food guide

4) Global water footprint (L) per serving size

5) Domestic water footprint (L) per serving size

6) No data is available from World Footprint Network.

7) It indicates 'not elsewhere specified.'

8) 1 serving size from 'Nutrient composition tables for consumers (RDA 2013)'

9) 1 serving size of Tea is assumed 2 g, the amount of commercial tea-bag.

10) 1 serving size of Coffee bean is assumed 7 g, the amount required to make 1 shot of espresso.

Network 2008)에서 제공하는 물발자국 추정치에 따르면, 우리나라 국민의 식품 섭취로 인한 물발자국은 곡류 33%, 육류 28%, 과일 7%, 채소 4%, 유제품 3%로 구성되며, 나머지 25%는 식물성 기름, 서류, 당류, 두류, 동물성 지방, 견과류, 기호식품 섭취에 기인한다고 하였다. 물발자국은 식품의 섭취량과 섭취한 식품의 종류에 따라 달라진다. 본 연구 결과에서 제시한 식품의 물발자국은 지속가능한 식생활을 위한 바람직한 식품 선택에 필요한 정보를 제공할 것이다.

3. 권장식단의 물발자국

권장식단의 물발자국은 다음과 같다. 19~64세 남성을 위한 2,400 kcal 식단의 물발자국은 2,882 L였고(Table 6), 여성을 위한 1,900 kcal 식단의 물발자국은 1,915 kcal였다(Table 7). 1회 분량의 물발자국이 가장 높은 식품은 925 L인 쇠고기였다. 만일 육개장을 닭곰탕으로 바꾸어 닭고기를 대신 선택한다면 닭고기 1회 분량의 물발자국이 260 L이므로 저녁식사의 물발자국은 665 L 감소할 것이다. 이와 같이 식사를 계획할 때 본 연구 결과(Table 1~Table 5)를 활용하여 1회 분량의 물발자국이 적은 식품을 선택한다면 보다 지속가능한 식생활이 가능할 것이다.

국내 고등학교 점심식단의 물발자국을 평가한 Kim 등(2013a)은 점심식사의 한 달 평균 물발자국이 학교에 따라 559~1,023 L라고 하였다. 12~18세 남성과 여성의 에너지필요 추정량은 각각 2,600 kcal와 2,000 kcal이며 청소년은 생물가가 높은 동물성 단백질 섭취를 권장하므로 비교적 물발자국이 높은 식품으로 구성되었을 것을 추측할 수 있다. 식품수급표를 활용하여 우리나라 국민의 식품을 통한 가상수 소비량을 분석한 Lee 등(2015a)은 2010년의 일인당 하루 가상수 소비량이 1,285 L라고 하여서 본 연구 결과보다 상당히 낮다. 그러나 단위 에너지 공급량을 기준으로 비교하면, 식품성분표 기준 물발자국은 1.29 L/kcal이며(Lee 등 2015a) 본 연구 결과 19~64세 남성 권장식단의 물발자국은 1.20 L/kcal였고, 여성 권장식단의 물발자국은 1.01 L/kcal로 다소 낮았다. 인도인의 경우 녹색 물발자국이 2,531 L였고 청색 물발자국이 737 L이므로 회색물을 무시하더라도 식품을 통한 물발자국이 하루 3,268 L 이상이므로(Harris 등 2017) 본 연구 결과보다 상당히 높았다. 본 연구에서 2,400 kcal 권장식단의 녹색 물발자국은 2,385 L여서 인도인 결과와 큰 차이가 없지만 같은 식단의 청색 물발자국은 279 L로 인도인 결과보다 상당히 적었다. 이처럼 우리나라 권장식단의 청색 물발자국이 인도인의 것보다 적다는 것은 수자원의 절약 가능성이 높음을 의미한다. 뉴노르딕 식사의 물발자국 3,528 L와 구석기 식단(Paleo diet)의 물발자국 3,499 L도 본 연구의 결과보다 상당히 커서(Cambeses-Franco 등 2021a; Cambeses-Franco 등 2021b) 우

리나라 식사가 물발자국이 낮고 지속가능성이 높다는 것을 확인할 수 있었다. 그러나 호주인의 물발자국은 하루 432.6 L로 본 연구 결과보다 상당히 낮아서(Ridoutt 등 2021a) '워터마크 인증제도(WaterMark)'와 같은 국가적 제도 마련의 중요성을 확인할 수 있었다.

물발자국은 식품의 종류와 섭취량에 따라 달라진다. 인도의 여성과 노인은 음식을 적게 섭취하기 때문에 물발자국이 낮았다(Harris 등 2017). 우리나라도 여성의 1회 섭취량이 남성에 비하여 적고 식품군별로 1회 섭취량에 남녀 차이가 있다고 보고된 바 있다(Kim 등 2015). 식사의 물발자국에는 조리하여 먹지 않고 버리는 식품의 양도 포함된다. 먹지 않고 남겨서 버리는 식품은 영양적인 기여가 없으면서도 환경에는 부정적인 영향을 미친다. 따라서 물발자국이 적은 식품을 선택하는 것 못지않게 음식을 먹을 만큼만 준비하여 버리는 음식이 없게 하려는 노력이 필요하다.

본 연구는 물발자국이라는 비교적 거시적인 자료를 식사 구성안에 적용할 수 있도록 식품군별 식품의 물발자국 자료를 정리하여 제시하였고, 이를 한국인을 위한 권장식단에 적용하여 일인당 하루 물발자국을 계량적으로 제시하였는데 의의가 있다. 식사의 영양적 가치에 대한 기존 연구는 많지만 영양적인 식사의 환경적 가치를 살펴본 연구로서는 시작 단계이기 때문에 참고 문헌도 부족하였고 분석 방법에도 한계가 있었다. 그럼에도 불구하고 본 연구의 의의는 다음과 같다. 첫째, 본 연구에서는 식품군별 대표식품의 물발자국 자료를 찾아 정리하여 다양한 식사의 물발자국 추정에 활용할 수 있는 기초자료를 제공하였다. 둘째, 본 연구에서 제시한 자료는 여러 식품의 물발자국을 비교하여 물발자국이 낮은 식품을 선택함으로써 지구자원을 보존하고 지속가능성이 높은 식단을 계획하는 데 필요한 정보를 제공한다. 식품별 물발자국 자료는 소비자의 식품 선택을 돕고 생태시민성을 높이기 위한 교육 자료로 사용될 수 있다. 셋째, 식품 소비가 환경에 미치는 복잡한 영향을 고려한 보다 지속가능한 식생활 정책의 필요성을 제시하였다. 탄소발자국에 대한 관심은 로컬푸드 소비를 강조하는 정책으로 이어졌지만 물발자국을 고려하면 수입산 식품의 소비가 유리한 경우도 있기 때문이다. 이러한 복잡한 상황에 대한 이해는 바람직한 정책 수립의 방향을 세우는 데 보탬이 될 것이다.

본 연구의 한계점은 첫째, 어패류와 해조류, 버섯류는 담수 자원을 사용하지 않는 것이 아닌데도 물발자국이 누락되었고, 그 외 물발자국 자료가 없는 식품은 대체식품을 적용하거나 부득이한 경우 제외한 점이다. 현재 1996~2005년 물발자국 자료가 사용되고 있다는 점에서도 자료의 한계가 있다. 둘째, 식품의 전처리 및 조리과정에서 사용되는 직접수의 양은 고려하지 않았다. 직접수의 양은 가상수에 비하여

Table 6. Water footprint of a recommended meal plan for 19-64 year-old Korean male (2,400 kcal, type B)

Meals and menus	Food group	Food (serving size)	Amount (g)	gWF (L) ¹⁾	dWF (L) ²⁾
Breakfast					
Steamed rice	Grain	Rice (1)	90	217	121
Mallow soybean paste soup		Acorn jelly (0.1)	70	ND ⁴⁾	ND
Roasted croaker	Meat, fish, egg & bean	Croaker (1)	60	ND	ND
Acorn jelly and soysauce	Vegetable	Mallow ⁵⁾ (0.5)	35	12	7
Green garlic salad		Green garlic (0.5)	35	21	23
Cabbage kimchi		Cabbage kimchi (1)	40	11	5
	Oil & sugar	Sesame oil (1)	5	109	72
Subtotal water footprint of breakfast				370	226
Lunch					
Clam noodle	Grain	Pasta/flour (1)	90	166	127
Rice balls		Rice (0.7)	63	152	84
Potato vegetable pancake		Potato (0.2)	93	27	16
Radish kimchi	Meat, fish, egg & bean	Clam (1)	80	ND	ND
Apple	Vegetable	Carrot (0.4)	28	5	4
		Pumpkin (0.4)	28	9	5
		Chives ⁵⁾ (0.4)	28	9	5
		Laver (1)	2	ND	ND
		Onion (0.5)	35	10	9
		Radish kimchi ⁶⁾ (1)	40	15	8
	Fruit	Apple (1)	100	82	60
	Oil & sugar	Sesame oil (1)	5	109	72
		Soybean oil (1)	5	21	39
Subtotal water footprint of lunch				607	430
Dinner					
Multigrain steamed rice	Grain	Rice (0.9)	81	196	109
Spicy meat soup		Mixed grain ⁷⁾ (0.1)	9	15	7
Egg roll	Meat, fish, egg & bean	Beef (1)	60	925	1,022
Bellflower root salad		Egg (1)	60	196	202
Cabbage kimchi	Vegetable	Radish ⁶⁾ (0.1)	7	3	1
		Bracken ⁵⁾ (0.1)	7	2	1
		Mung bean sprout ⁵⁾ (0.1)	7	2	1
		Bellflower root ⁸⁾ (1)	70	27	14
		Cabbage kimchi (1)	40	11	5
	Oil & sugar	Sesame oil (2)	10	218	143
		Soybean oil (1)	5	21	39
Subtotal water footprint of dinner				1,616	1,544
Snack					
Pineapple	Meat, fish, egg & bean	Soymilk (1)	25	94	177
Kiwi	Fruit	Pineapple (1)	100	25	10
Soymilk		Kiwi (1)	100	51	75
Yugurt	Milk & dairy product	Yogurt (1)	100	119	130
Total water footprint				2,882	2,592
Proportions in total water footprint		Green water footprint		2,385 (82.8%)	2,380 (91.8%)
		Blue water footprint		279 (9.7%)	87 (3.4%)
		Grey water footprint		218 (7.6%)	125 (4.8%)

¹⁾ Food required for the meals and its serving size unit in bracket

²⁾ Global water footprint (L) of the food consumed

³⁾ Domestic water footprint (L) of the food consumed

⁴⁾ No data is available from 'World Footprint Network.'

⁵⁾ 'Vegetables nes' data were used instead of its missing water footprint data.

⁶⁾ 'Roots & tubers nes' data were used instead of its missing global water footprint and 'vegetables nes' data were used instead of its missing domestic water footprint.

⁷⁾ 'Mixed grain' data were used instead of its global water footprint and 'barley' data were used for its missing domestic water footprint.

⁸⁾ 'Roots & tubers nes' data were used instead of its missing water footprint data.

Table 7. Water footprint of a recommended meal table for 19-64 year-old female (1,900 kcal, type B)

Meals and menus		Food group	Food (serving size)	Amount (g)	gWF (L) ¹⁾	dWF (L) ²⁾
Breakfast	Steamed rice	Grain	Rice (1)	90	217	121
	Chicken soup	Meat, fish, egg & bean	Chicken (1)	60	260	270
	Stirfried pork and broccoli		Pork (1)	30	131	135
	Seaweed stem namul	Vegetable	Green onion (0.5)	35	12	7
	Radish kimchi		Broccoli ⁴⁾ (0.5)	35	10	7
			Seaweed stem (0.5)	35	ND ⁵⁾	ND
			Radish kimchi ⁶⁾ (1)	40	15	8
		Oil & sugar	Soybean oil (1)	5	21	39
Subtotal water footprint of breakfast					666	587
Lunch	Mixed noodle with young radish	Grain	Pasta/flour (1)	90	166	127
	Boiled egg	Meat, fish, egg & bean	Egg (1)	60	196	202
	Fried vegetables	Vegetable	Radish ⁶⁾ (0.5)	35	13	7
	Dongchimi		Carrot (0.5)	35	7	5
	Orange		Onion (0.5)	35	10	9
			Radish kimchi ⁶⁾ (1)	40	15	8
		Fruit	Orange (1)	100	56	162
		Oil & sugar	Sesame oil (1)	5	109	72
	Soybean oil (1)		5	21	39	
Subtotal water footprint of lunch					593	630
Dinner	Multigrain steamed rice	Grain	Rice (0.9)	81	196	109
	Cod soup		Mixed grain ⁷⁾ (0.1)	9	15	7
	Braised tofu	Meat, fish, egg & bean	Cod (1)	70	ND	ND
	Mungbeansprout namul		Tofu (0.5)	40	23	43
	Cabbage kimchi		Vegetable	Radish ⁶⁾ (0.5)	35	13
		Mungbean sprout ⁴⁾ (0.5)		35	12	7
		Cabbage kimchi (1)		40	11	5
		Oil & sugar	Sesame oil (1)	5	109	72
Subtotal water footprint of dinner					379	248
Snack	Cherry tomato	Fruit	Tomato (1)	70	15	8
	Kiwi		Kiwi (1)	100	51	75
	Milk	Milk & dairy product	Milk (1)	200	211	231
Total water footprint					1,915	1,779
Proportions in total water footprint			Green water footprint		1,494 (78.0%)	1,589 (89.4%)
			Blue water footprint		232 (12.1%)	91 (5.1%)
			Grey water footprint		189 (9.9%)	169 (9.5%)

¹⁾ Food required for the meals with serving size unit in bracket

²⁾ Global water footprint (L) of the food consumed

³⁾ Domestic water footprint (L) of the food consumed

⁴⁾ 'Vegetables nes' data were used instead of its missing water footprint data.

⁵⁾ No data is available from 'World Footprint Network.'

⁶⁾ 'Roots & tubers nes' data were used instead of its missing global water footprint and 'vegetables nes' data were used instead of its missing domestic water footprint.

⁷⁾ 'Mixed grain' data were used instead of its global water footprint and 'barley' data were used for its missing domestic water footprint.

무시할 수 있을 정도로 적지만 식품의 전처리와 조리, 세척 과정에서 사용되는 물을 절약하는 것도 필요하므로 이를 계량할 수 있는 정량적인 후속 연구가 이루어져야 할 것이다. 셋째, 식사구성안에서 일례로 제시한 권장식단을 분석하였기 때문에 한국인의 실제 식품 섭취로 인한 물발자국을 논할 수 없었다. 향후 국민건강영양조사 등 대규모 식사섭취조사 자료를 활용하여 전체 국민의 물발자국을 녹색 물발자국, 청색 물발자국, 회색 물발자국으로 구분하여 살피고 물발자국에 기여하는 식품군과 식품을 특정함으로써 국민 식생활이 지구환경에 미치는 영향을 이해하기 위한 연구가 필요할 것이다.

요약 및 결론

본 연구는 한국인 식사구성안의 식품군별 물발자국을 분석하고 이를 권장식단에 적용하여 균형적인 식단의 물발자국을 추정함으로써 물발자국을 줄이고 인류의 삶을 지속가능하게 하는 식품 선택 방향을 모색하고자 하였다. 이를 위하여 물발자국네트워크에서 배포하는 물발자국 자료를 활용하여 곡류군 19종과 고기·생선·달걀·콩류 18종, 채소류 17종, 과일류 16종, 우유·유제품류 4종, 유지·당류 10종, 초콜릿, 차, 커피의 세계평균 물발자국과 국내 물발자국을 분석하였다. 세계평균 물발자국은 견과류, 유지류, 육류 순으로 높았고 채소류와 과일류의 물발자국이 가장 낮았다. 육류 중에서 쇠고기 1회 분량의 물발자국은 925 L였고 닭고기 1회 분량의 물발자국은 260 L였다. 대두 1회 분량의 세계평균 물발자국은 43 L였고 국내 물발자국은 81 L였다. 전체 식품군에서 물발자국이 가장 높은 식품은 21,793 L/kg인 참기름이었고 가장 낮은 식품은 국내 물발자국이 102 L/kg인 파인에 들어 있었다. 식품군별 물발자국을 권장식단에 적용하여 일인당 하루 물발자국을 추정한 결과 19~64세 남성을 위한 2,400 kcal 식단의 물발자국은 2,882 L였고, 여성을 위한 1,900 kcal 식단의 물발자국은 1,915 L였다. 분석된 권장식단에서는 쇠고기 1회 분량의 물발자국이 925 L로 가장 높았다. 결론적으로 물발자국은 식품의 섭취량과 섭취한 식품의 종류에 따라 달라지며 폐기량도 물발자국에 포함되므로 물발자국이 적은 식품을 선택하고 음식을 남기지 않도록 계획한다면 식생활의 지속가능성을 높일 수 있을 것이다. 본 연구 결과는 한국인 식단의 물발자국을 추정하고 이를 위하여 식품군별 대표 식품의 물발자국 자료를 구축함으로써 식생활의 지속가능성을 제고하기 위한 향후 연구를 위한 기초자료로 활용될 수 있을 것이다.

감사의 글

이 논문은 2021학년도 대전보건대학교 교내연구비 지원에 의한 논문임.

References

- Allan T. 1999. Productive efficiency and allocative efficiency: Why better water management may not solve the problem. *Agric Water Manage* 40:71-75
- Cambeses-Franco C, González-García S, Feijoo G, Moreira MT. 2021a. Encompassing health and nutrition with the adherence to the environmentally sustainable New Nordic Diet in Southern Europe. *J Clean Prod* 327:129470
- Cambeses-Franco C, González-García S, Feijoo G, Moreira MT. 2021b. Is the Paleo diet safe for health and the environment? *Sci Total Environ* 781:146717
- Chapagain AK, Hoekstra AY. 2004. Water footprints of nations vol.1: main report. *UNESCO-IHE. Value of Water Research Report Series No. 16*
- Dalin C, Konar M, Hanasaki N, Rinaldo A, Rodriguez-Iturbe I. 2012. Evolution of the global virtual water trade network. *Proc Natl Acad Sci* 109:5989-5994
- Harris F, Green RF, Joy EJM, Kayatz B, Haines A, Dangour AD. 2017. The water use of Indian diets and socio-demographic factors related to dietary blue water footprint. *Sci Total Environ* 587-588:128-136
- Hoekstra AY, Chapagain AK. 2008. Globalization of Water: Sharing the Planet's Freshwater Resources. pp.7-17. Blackwell
- Kim J & Kim C. 2016. A study for cultivating ecological citizenship with the meaning elements of ecological footprint. *J Environ Stud Educ* 20:1-14
- Kim J, Kang H, Shin SM. 2013c. A study about regional water footprint of rice production in agriculture industry. *J Korean Soc Environ Eng* 35:827-834
- Kim N, Kim J, Kim Y, Lee J. 2013a. Water footprint evaluation of Korean foods using lunch menu data of high schools. *Korean J Environ Educ* 26:145-156
- Kim SB, Kim SK, Kim SN, Cho YS, Kim MH. 2013b. Establishment of one portion size of dishes frequently consumed by Korean adults using 2010 KNHANES and its comparison with the one portion size using 2005 KNHANES - Focusing on rice, noodles, soups, and stews -. *Korean J*

- Food Nutr* 26:745-752
- Kim YY, Kim MH, Choi MK. 2015. Validation of nutrient intake estimation based on one serving size. *Korean J Food Nutr* 28:871-879
- Ko JK. 2009. Virtual water concept and water management policy. *J Water Policy Econ* 12:44-59
- Lee SH, Choi JY, Yoo SH, Kim YD, Shin A. 2015b. Estimation of water footprint for livestock products in Korea. *J Korean Soc Agric Eng* 57:85-92
- Lee SH, Choi JY, Yoo SH, Kim YH. 2016. Analyzing the contribution of regional water resource through the regional blue water flows of rice products. *J Korean Soc Agric Eng* 58:73-80
- Lee SH, Choi JY, Yoo SH. 2015a. Estimation of the virtual water consumption for food consumption and calorie supply. *J Korean Soc Agric Eng* 57:77-86
- Liu W, Antonelli M, Kumm M, Zhao X, Wu P, Liu J, Zhuo L, Yang H. 2019. Savings and losses of global water resources in food-related virtual water trade. *Wiley Interdiscip Rev Water* 6:e1320
- Mekonnen MM, Hoekstra AY. 2011. The green, blue and grey water footprint of crops and derived crop products. *Hydrol Earth Syst Sci* 15:1577-1600
- Mekonnen MM, Hoekstra AY. 2012. A global assessment of the water footprint of farm animal products. *Ecosystems* 15: 401-415
- Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs. 2022. Korea's grain self-sufficiency rate (2020) is 20.2% and food self-sufficiency rate is 45.8%, and efforts are being made to strengthen food security by raising wheat and soybean self-sufficiency rates. Available from <http://www.mafra.go.kr/bbs/mafra/69/330023/artclView.do> [cited 8th April 2022]
- Ministry of Health and Welfare, The Korean Nutrition Society. 2021. 2020 Dietary reference intakes for Koreans: Application. *Ministry of Health and Welfare*. Report No. 11-1352000-003193-01
- Oh BY, Lee SH, Choi JY. 2017. Analysis of paddy rice water footprint under climate change using AquaCrop. *J Korean Soc Agric Eng* 59:45-55
- Oh YJ, Park SH, Kim HJ, Kim C. 2013. Apple water-footprint calculation and water risk action. *J Korea Saf Manage Sci* 15:113-125
- Park S, Lee M, Ju Y, Park K. 2019. Citation relationship trend analysis of virtual water and water footprint studies in Korea. *J Wetlands Res* 21:141-148
- Park S, Park J, Song I. 2014. A study on calculating water footprint in supply chain and preparing against water risk for producing one liter of milk. *J Distrib Manage Res* 17:53-64
- Ridoutt BG, Baird D, Anastasiou K, Hendrie GA. 2021a. An assessment of the water use associated with Australian diets using a planetary boundary framework. *Public Health Nutr* 24:1570-1575
- Ridoutt BG, Baird D, Hendrie GA. 2021b. Diets within planetary boundaries: What is the potential of dietary change alone? *Sustain Prod Consum* 28:802-810
- Roh TH, Jeon DJ, Moon NK, Choi HS, Oh JK, Kim MY. 2012. Adoption of water footprint concept and its application in environmental policy. pp.16-24. *Korea Environment Institute*. Research Report 2012-12
- Rural Development Administration. 2013. Food Nutrition Value Tables for Consumers by 1 Serving Size. 2nd ed. pp.38, 231. Kyomunsa
- Shin SM. 2010. A study on the estimation of water footprint for rice demand in Korea - using Cropwat model-. Master's Thesis, Univ. of Suwon. Suwon. Korea
- Sokolow J, Kennedy G, Attwood S. 2019. Managing crop tradeoffs: A methodology for comparing the water footprint and nutrient density of crops for food system sustainability. *J Clean Prod* 225:913-927
- Son MJ, Kim I, Cha KH. 2013. Water footprint assessment on major agricultural products - A case of water footprint assessment on cabbages. *Korean Soc Life Cycle Assess* 14:97-109
- Vanham D, Guenther S, Ros-Baró M, Bach-Faig A. 2021. Which diet has the lower water footprint in Mediterranean countries? *Resour Conserv Recycl* 171:105631
- Water Footprint Network. 2008. Product water footprint statistics. Available from <https://worldfootprint.org/en/> [cited 3rd January 2022]
- Yang H, Wang L, Abbaspour KC, Zehnder AJB. 2006. Virtual water trade: an assessment of water use efficiency in the international food trade. *Hydrol Earth Syst Sci* 10:443-454
- Yoo SH, Choi JY, Kim TG, Im JB, Chun CH. 2009. Estimation of crop virtual water in Korea. *J Korean Water Resour Assoc* 42:911-920
- Yoo SH, Choi JY, Lee SH, Kim T. 2014a. Estimating water footprint of paddy rice in Korea. *Paddy Water Environ*

12:43-54

Yoo SH, Lee SH, Choi JY. 2014b. Estimation of water footprint for upland crop production in Korea. *J Korean Soc Agric Eng* 56:65-74

Zhao D, Liu J, Yang H, Sun L, Varis O. 2021. Socioeconomic drivers of provincial-level changes in the blue and green

water footprints in China. *Resour Conserv Recycl* 175: 105834

Received 19 January, 2023
Revised 11 February, 2023
Accepted 14 February, 2023

한국식품영양학회 소식

• 일반소식

1. 2023년 01월 06일(금): 한국과학기술단체총연합회 2022년도 국내학술지 발행지원사업 지원금 결산서 및 결과 보고서 제출
2. 2023년 01월 9일(월): 한국과학기술단체총연합회 홈페이지 학회정보 및 학술지 기본정보 업데이트
3. 2023년 01월 10일(화): 한국연구재단 한국 학술지 인용 색인 홈페이지 학회정보, 학술지, 학술대회 기본정보 업데이트
4. 2023년 01월 11일(수): 부천시세무서에서 학회 고유번호증 대표자 변경
5. 2023년 01월 23일(월): 한국과학기술단체총연합회 대의원으로 이수정 회장과 김범식 총괄부회장 추천
6. 2023년 02월 02일(목): 제1차 임원회의 개최, 학회 학술대회 주제, 연간사업계획 등 논의
 춘계학술대회: 2023년 6월 2일(금), 더케이호텔서울
 추계학술대회: 2023년 12월 15일(금), 더케이호텔서울
7. 2023년 02월 03일(금): 한국과학기술단체총연합회 2022년도 국내학술지 발행지원사업 지원금 예금이자 반납 완료
8. 2023년 02월 08일(수): 한국과학기술단체총연합회 2022년도 국내학술대회 지원금 예금이자 반납 완료
9. 2023년 02월 08일(수): 한국과학기술단체총연합회 2023년도 국내학술지/학술대회 신청 안내
10. 2023년 02월 17일(금): 2023년 편집 및 윤리위원회 1차 회의 실시 (서면 회의)
11. 2023년 02월 27일(월): 제58회 한국과학기술단체총연합회 정기총회에 이수정 회장과 김범식 총괄부회장 참석
12. 2023년 02월 28일(화): 학술지 제36권 제1호에 연구논문 9편 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 : 강현주, E-mail : ksfan88@hanmail.net, 010-2717-2966

전화 : 053-589-7824, 팩스 : 053-589-7821

주소 : (우) 14632, 경기도 부천시 신흥로 56번길 25 부천대학교 식품영양학과 내

2. 회원 회비납부

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

송금계좌 : 국민은행 759701-04-000460 한국식품영양학회
재무이사 : 이윤희, E-mail: y0unhee76@hanmail.net, 010-3399-0372

• 논문투고

1. 논문투고 방법

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

2. 논문심사료 및 게재료

논문심사료 : 50,000원

게재료 면당 : 50,000원

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

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

3. 논문접수 담당

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

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

Checklist for Original Article

Title of the manuscript : _____

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

1. General guideline

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

2. Cover page

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

3. Abstract and Keywords

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

4. Main text

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

5. References

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

6. Tables and figures

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

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

Title of Manuscript :

Author(s) :

COPYRIGHT TRANSFER

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

1. The author(s) has right to reuse the article or parts in a collection of their works, in noncommercial textbook, in lecture notes, press releases, and review articles, with the express agreement that full bibliographic references be given to the original copyrighted source.
2. Whenever the Korean Society of Food and Nutrition is asked for permission by others to use or reprint the article except for classroom use, the undersigned author's permission will be required.
3. No proprietary right other than copyright is claimed by the Korean Society of Food and Nutrition.

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

Authorized Name and Title(print)

Signature(s):

Date: 2023. . .

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 이사회의 의장이 된다.
2. 총괄부회장은 회장의 직무를 보좌하고, 회장의 유고시에 그 직무를 대행한다.
3. 부회장은 학술, 편집, 사업, 재무, 홍보 등 회장이 부여하는 분야를 관장하며 회장을 보좌한다.
4. 감사는 본 회의 모든 재무를 감사하고, 그 결과를 총회에 보고한다.
5. 총무이사는 문서수발, 회의준비 등 회무에 관한 제반사항을 시행하고, 각종 행사 및 회의 내용을 기록 보존한다.
6. 학술이사는 학술발표, 강연, 학술토론 등 학술활동에 관한 업무를 담당한다.
7. 편집이사는 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 (회계연도) 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 조작하거나 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

- 한국식품영양학회지는 식품·영양에 관한 연구논문, 연구노트, 연구속보 및 총설 등을 게재한다. 단, 총설은 본 학회에서 위촉하거나, 편집위원회의 심의에 의해 정한 경우에 한한다.
- 투고자 중 주 저자와 교신저자는 본회 회원에 한하는 것을 원칙으로 하되, 초청논문은 예외로 한다.
- 투고논문은 다른 학술지에 발표되지 않은 것이어야 한다.
- 논문 투고는 학회 홈페이지(<http://ksfn.kr>)의 온라인 논문 투고시스템으로 한다.
- 원고 투고 관련 문의는 편집이사에게 한다.
E-mail: foodnutr1@naver.com
- 논문의 심사, 채택여부, 게재순서, 인쇄순서는 논문 심사 규정 및 편집규정에 따른다. 논문의 접수일은 논문이 본 학회 온라인 투고시스템에 도착한 날로 한다.
- 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.
- 논문은 국문 또는 영문으로 한글 또는 MS워드 파일을 사용하여 컴퓨터로 작성하되, 글씨 크기는 10~12포인트, 줄 간격은 200%로 한다.
- 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 사람이 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.
- 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).
- 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.
- 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.
- 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.
- 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 μm	part per million	20 ppm
millimeter	4 mm	molarity	0.1 M
centimeter	6 cm	normality	0.05 N
meter	2 m		0.01 N HCl
milligram	2 mg	temperature	60°C
gram	4 g		180°F
kilogram	6 kg	absolute degree	270K
milliliter	2 mL	mega pascal	25 MPa
liter	4 L	kilocalorie	2,000 kcal
second	2 s	gravity	10,000×g
minute	4 min		
hour	6 h	약 어	
milliliter/minute	2 mL/min	optical density	O.D.
meter/second	4 m/s	dextrose equivalent	D.E.
percent	20%	범 위	1.0~2.0 mg
%(weight/volume)	20%(w/v)		
milligram percent	100 mg%		
pH	pH 7.0	수 식	(a+b)/(c+d)

※ 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. 36, No. 1 February 2023

pISSN : 1225-4339

eISSN : 2287-4992

Homepage : <http://ksfn.kr>

Full-text : www.eksfan.or.kr

President

Soo-Jeong Lee (Bucheon Univ.)

Vice Presidents

Mi-Ok Kim (Daegu-Health College)

Bum Sik Kim (Yeonsung Univ.)

Ok-Sun Kim (Jangan Univ.)

Jong Hee Kim(Seoil Univ.)

Hye Sook Ryu(Sangji Univ.)

Jong-Sook Kwon(Shingu Univ.)

Yeon-Jung Kang (CJ freshway)

Seung - Hee Hong (Shinhan 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.)

Hojin Lee(Korea National University of Transportation)

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.)

Hyun Jung Kim(Jeju National Univ.)

Kyu-Ho Han(Obihiro Univ.)

Gyu Sang Han(Honam Univ.)

Yong Hae In(Chungnam National Univ.)

Ok-Sun Kim(Jangan Univ.)

Gi Dae Kim(Kyungnam Univ.)

Young Mo Kim(Kwangju Women's Univ.)

Hyun Ju Kim(Daejeon Health Institute of Technology)

Se Ho Lee(Junganatafla)

Min Sun Moon(Erom Corporation)

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 Youn Hee Lee, Department of Food and Nutrition, Bucheon Univ. 25, Sinheung-ro 59beon-gil, Bucheon-si, Gyeonggi-do, Republic of Korea.(Cell: 82-10-3399-0372, E-mail: y0unhee76@hanmail.net) The subscription price of this journal is Korean Won, ₩40,000 (US\$ 30.00 or equivalent) annually. Back issues are available.

Contact information

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

Publication fee

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

Published by

The Korean Society of Food Science and Nutrition

Department of Food and Nutrition, Bucheon University, 25 Sinheung-ro 56beon-gil, Bucheon-si, Gyeonggi-do, 14632 Korea
Tel: +82-32-610-3445, Fax: +82-32-610-3205 E-mail: ksfan88@hanmail.net

Editorial office of the Korean Journal of Food Science and Nutrition

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

Printed by Guhmok Munhwansa

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

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

Editor-in-Chief

Professor, Seog-won Lee

Department of Hotel Culinary Art and Foodservice Management, 590, Gyeongin-ro, Bucheon-si, Gyeonggi-do 14780, Korea

Cell: +82-10-5201-8325, E-mail: goodabba@yuhan.ac.kr

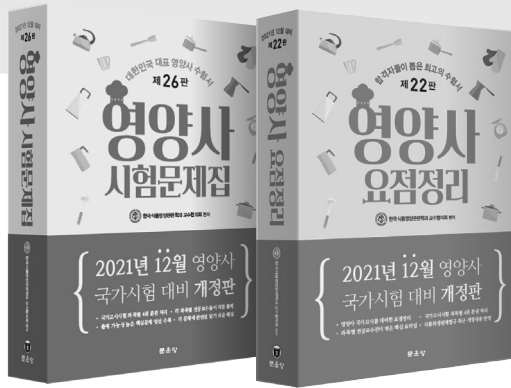
It is printed on acid-free paper.

Copyright ©2023 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

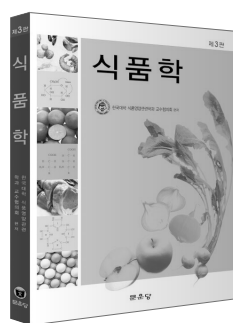
개정 제23판(7월 출간 예정)
2도 인쇄 | 값 38,000원

문운당 위생사 필기

제9판
2도 인쇄 | 값 39,000원

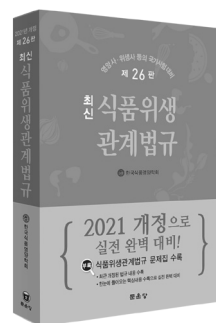
문운당 위생사 실기

제9판
4도 인쇄 | 값 29,000원



식품학

제3판 | 2도 인쇄
값 24,000원 | 강의용 보조자료(PPT) 제공

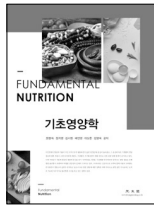


최신식품위생관계법규

개정 제27판(7월 출간 예정)
값 30,000원

문운당

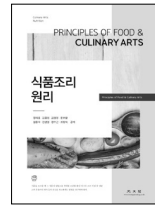
☎ 03068 서울특별시 종로구 혜화로 5길 16
Tel 02-762-6010 Fax 02-745-0265
E-mail munun2@chol.com | www.munundang.co.kr



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 옮기는데 그치지 않고, 학습효과를 최대한 높이도록 편집하였다.



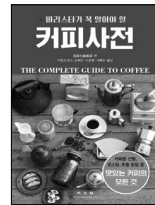
식품조리원리 [신간]
정재홍·김종현·김현영 외 공역
컬러판 / 360쪽 / 정가 25,000원
식품의 특성과 조리 과정 중의 변화 등을 중심으로 구성하였다.



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, 그들 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 정보들까지 간결하게 설명하고 있다.



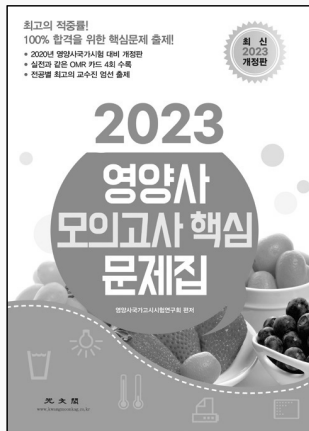
단체급식실습
이애량, 박경숙 외 공저 / 46배판
224쪽 / 정가 20,000원 /
단체급식 실무에서 사용하고 있는 서식을 포함하여 급식관리 이론과 실습에 대한 내용을 서술하였다.



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 구성하였다.



제과 제빵 이론 및 실기
홍형홍·민경찬·서홍원 외 공저
46배판 / 504쪽 / 정가 30,000원
제과사, 제빵사 자격시험의 출제 과목별 '요점 정리'와 '예상문제'를 자세하게 수록하였다.



2023 영양사 모의고사 핵심 문제집

| 영양사국가고시시험연구회 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.

제24회 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.

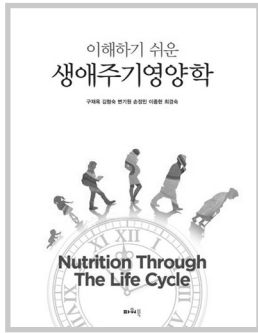
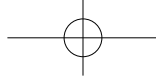
- 고등학교를 졸업하고 2년 이상 식품산업체 및 공공기관에서 근무 경력이 있는 자
 - 전문대학 이상의 보건, 위생, 식품, 영양, 환경 관련 학과에서 40학점 이상의 학점을 이수한 자
- 도서출판 광문각에서 발간된 《식품위생관리사시험 예상문제집》을 활용하면 많은 도움을 받을 수 있다.

○ 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

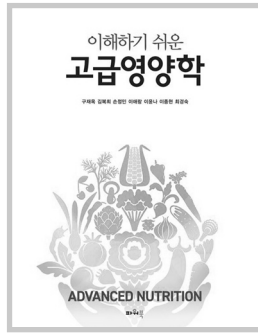
- 원서 접수 : 2023년 5월 17일(수)까지
- 시험 일자 : 2023년 5월 27일(토)
- 시험 장소 : 서울, 부산, 경기, 대구, 광주, 대전, 창원, 익산, 전주
- 신청 방법 : www.fsmc.co.kr 에 접속 후 식품위생관리사 자격시험 공고 참고
- 교재 문의 및 단체구입 : 도서출판 광문각 (031) 955-8787, 홈페이지 : www.kwangmoonkag.co.kr



이해하기 쉬운 생애주기영양학

구재욱 · 김형숙 · 변기원
손정민 · 이종현 · 최경숙

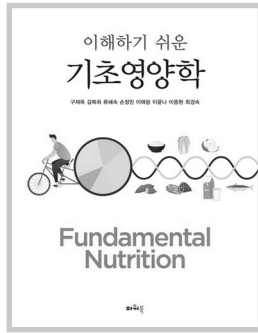
396쪽 | 값 25,000원
978-89-8160-474-5 (93590)



이해하기 쉬운 고급영양학

구재욱 · 김복희 · 손정민 · 이애랑
이윤나 · 이종현 · 최경숙

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



이해하기 쉬운 기초영양학

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

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



이해하기 쉬운 식생활관리

권순자 · 김미리 · 손정민 · 김종희
이연경 · 최경숙 · 정현아

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

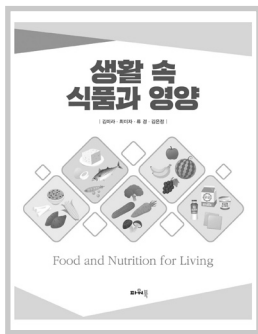


개정판

식사요법 및 실습

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

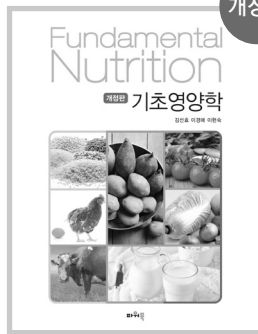
500쪽 | 값 27,000원
978-89-8160-480-6 (93590)



생활 속 식품과 영양

김미라 · 최미자 · 류경 · 김은정

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

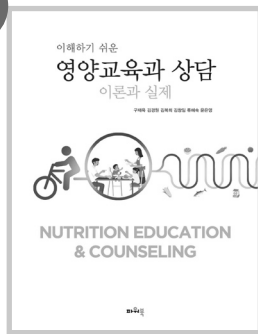


개정판

기초영양학

김선호 · 이경애 · 이현숙

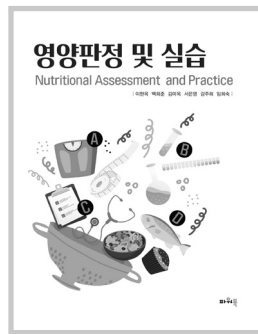
376쪽 | 값 24,000원
978-89-8160-471-4 (93590)



이해하기 쉬운 영양교육과 상담 -이론과 실제-

구재욱 · 김경원 · 김복희
김창민 · 류혜숙 · 윤은영

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



영양판정 및 실습

이현옥 · 백희준 · 김미옥
서은영 · 강주희 · 임희숙

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

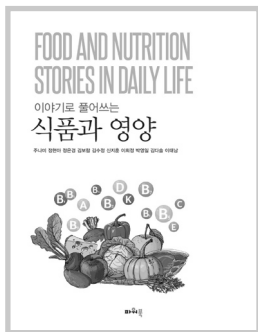


개정판

플러스 고급영양학

현태선 · 한성림 · 김혜경
권영혜 · 정자용

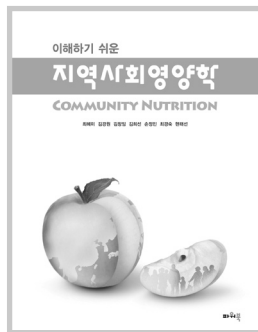
576쪽 | 값 29,000원
978-89-8160-488-2 (93590)



이야기로 풀어쓰는 식품과 영양

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

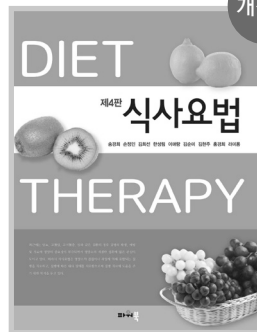
304쪽 | 값 22,000원
978-89-8160-478-3 (93590)



이해하기 쉬운 지역사회영양학

최혜미 · 김경원 · 김창민 · 김희선
손정민 · 최경숙 · 현태선

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

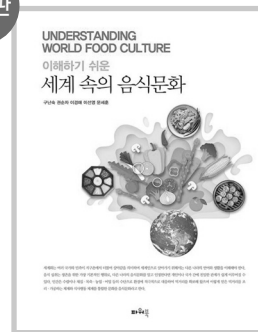


개정판

제4판 식사요법

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

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



이해하기 쉬운 세계 속의 음식문화

구난숙 · 권순자 · 이경애
이선영 · 문세훈

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

파워북

www.powerbook.kr

경기도 고양시 일산동구 호수로 358-25 동문타워 2차 529호

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

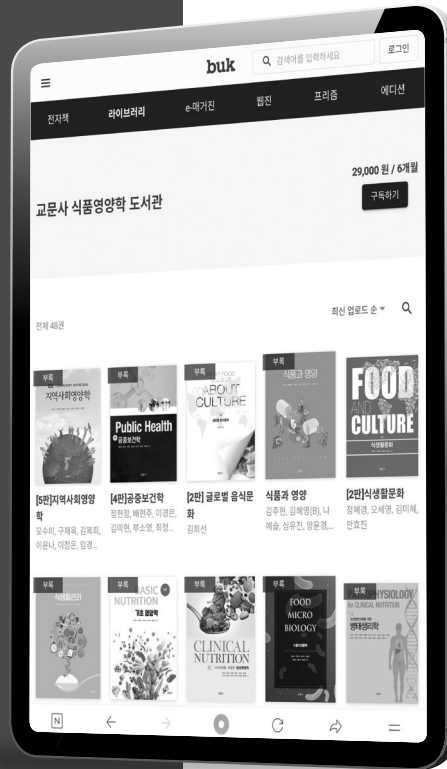
교문사 E-Book 구독서비스 실시

교문사에서 출간된 모든 식품영양학 도서(계속 업데이트 중)

구독서비스란?

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

6개월
29,000원
구독료



무거운 도서는 이제 그만!

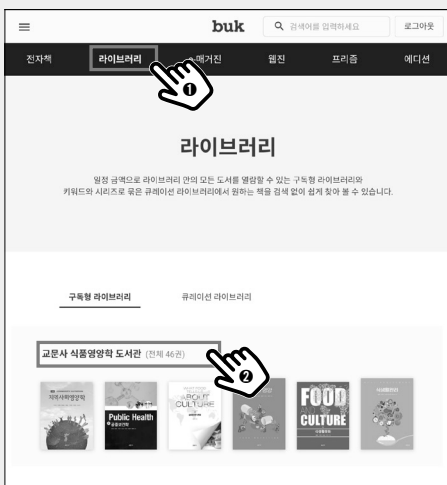
태블릿 하나로 해결!

더 편하고 더 가볍게 공부하세요!

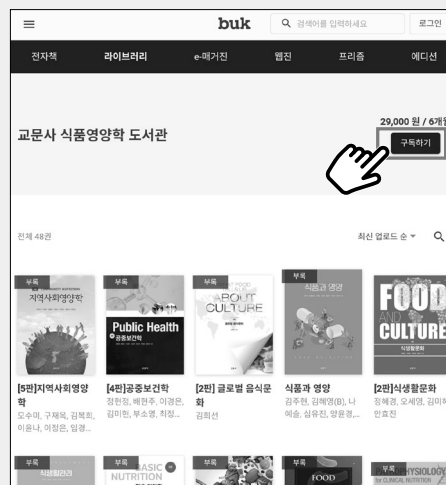
밀줄, 필기, 하이라이트 등 다양한 기능을 통해 자유롭게 필기가 가능합니다. (구독서비스 및 필기 기능은 반드시 북이오 앱을 통해서만 사용이 가능하며, 웹에서는 뷰어기능만 가능)

구독서비스 이용방법

01 북이오 홈페이지(PC, 모바일) 접속 후 라이브러리 내 교문사 식품영양학 도서관 클릭



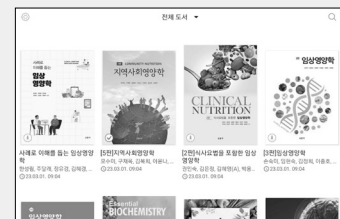
02 우측 상단 구독하기 클릭



03 북이오 앱 다운로드 후 실행



04 보관함 내 교문사 식품영양학 E-Book 이용



정용섭 부장 010.4216.9636 subi@gyomoon.com
서울 및 수도권, 충남, 충북, 대전, 전북지역

송기윤 부장 010.6206.0993 curlsky@gyomoon.com
서울 및 수도권, 부산, 경남, 충청, 광주, 음성지역

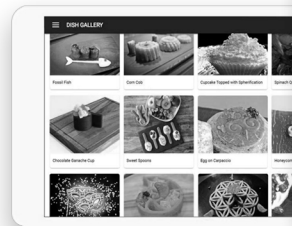
진경민 과장 010.7130.1350 jinkm@gyomoon.com
서울 및 수도권, 대구, 경북, 강원도, 광주, 전남지역, 제주



(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



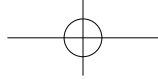
▲ 초코J (Choco J)
자사개발 교육용 초코프린터



▲ 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**



2023년도 한국식품영양학회 평의원

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

한국식품영양학회지 제36권 제1호

The Korean Journal of Food and Nutrition Vol. 36, No. 1, February 2023

발행인 이수정
편집인 이호진
발행처 한국식품영양학회
 (우) 14632
 경기도 부천시 원미구 신흥로 56번길(심곡동)
 부천대학교 식품영양학과 내
 Tel: 032-610-3445 / Fax: 032-610-3205
 E-mail: ksfan88@hanmail.net
발행일 2023. 02. 28.
인쇄 거목문화사/거목인포
 Tel: 02-2277-3324
 Fax: 02-2277-3390
 E-mail: guhmok@guhmok.com

Publisher SooJeong Lee
Editor Ho Jin Lee
Published by The Korean Society of Food and Nutrition
 Tel: +82-32-610-3445 / Fax: +82-32-610-3205
 E-mail: ksfan88@hanmail.net
Printed Date 2023. 02. 28.
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

제36권 제1호 2023. 2



한 국 식 품 영 양 학 회

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