



ISSN 1229-8565 (print)

ISSN 2287-5190 (on-line)

한국지역사회생활과학회지

37(2): 231~248, 2026

Korean J Community Living Sci

37(2): 231~248, 2026

<http://doi.org/10.7856/kjcls.2026.37.2.231>

파로 분말을 첨가한 구운 약과의 일반 품질특성 및 생리활성

신 지 안 · 한 인 화^{†1)}

충남대학교 식품영양학과 석사과정, 충남대학교 대학원 글로벌 라이프케어 융합전공 석사과정 ·

충남대학교 식품영양학과 교수, 충남대학교 대학원 글로벌 라이프케어 융합전공 교수¹⁾

Quality Characteristics and Physiological Activities of Baked *Yakgwa* Prepared with *Farro* Powder

Jian Shin · Inhwa Han^{†1)}

Graduate Student, Dept. of Food and Nutrition & Major of Global life-care Convergence, Graduate School, Chungnam National University, Daejeon, Korea

Professor, Dept. of Food and Nutrition & Major of Global life-care Convergence, Graduate School, Chungnam National University, Daejeon, Korea¹⁾

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the quality and physiological characteristics of *yakgwa* made with *farro*, an ancient grain. *Yakgwa* was prepared by replacing rice flour with *farro* powder at 0%, 30%, 50%, and 100% levels. Salinity, water-holding capacity (WHC), and density did not differ significantly among groups. However, pH and sweetness increased as *farro* content increased. Leavening rate decreased, while *in vitro* protein digestibility improved. Color analysis showed that the L value (lightness) decreased as more *farro* was added, while the a value (redness), b value (yellowness), and ΔE increased. Texture analysis revealed that hardness, springiness, cohesiveness, gumminess, chewiness, and resilience significantly decreased as *farro* content increased. In terms of antioxidant activity, total polyphenol and flavonoid contents, 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) and 2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) (ABTS) radical scavenging activities, and reducing power all increased significantly. Superoxide dismutase (SOD)-like activity showed significant differences between the control and *farro* groups, but not among the *farro* groups. Sensory evaluation indicated that *yakgwa* with 50% *farro* received the highest taste score. Regarding flavor, color, and overall preference, the 30% group received the highest ratings. Texture was rated best in the 50% group. The addition of *farro* thus improved the antioxidant and functional properties of *yakgwa* without adversely affecting its quality. The 30% and 50% *farro yakgwa* were most preferred, suggesting that *farro* has potential as a functional ingredient.

Key words: quality characteristics, physiological activities, *farro*, *yakgwa*, ancient grains

Received: 30 April, 2026 Revised: 19 May, 2026 Accepted: 20 May, 2026

[†]**Corresponding Author:** Inhwa Han Tel: +82-42-821-6835 E-mail: ihan@cnu.ac.kr

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

I. 서론

국내 디저트 시장에서는 전통 식품을 현대적으로 재해석하여 건강 기능성을 강화하려는 시도가 활발히 이루어지고 있으며, 이는 건강한 식생활을 추구하는 소비자들의 요구를 반영한 결과로 보인다(Hwang & Kim 2010; Kim & Kim 2019). 한국의 대표적인 전통 디저트인 한과는 제조 방법에 따라서 유밀과, 유과, 전과, 과편, 다식, 엿강정 등으로 구분된다(Kim et al. 2023).

이 중 약과는 유밀과의 한 종류에 속하는데, 밀가루, 참기름, 꿀 또는 시럽, 소주를 주재료로 반죽한 뒤 기름에 튀기고, 이후 꿀에 집착하는 과정을 거쳐 제조된다(Lee 2001). 역사적으로 약과는 통일 신라시대부터 조선시대에 이르기까지 궁중과 사대부가에서 차와 함께 즐기는 고급 디저트로 발전하였으며(Cho et al. 2007). 이후 점차 국가적 큰 행사에서의 필수 음식으로 자리 잡고, 서민들의 제례나 혼례, 기호품으로도 활용되며 소비 범위가 확장되었다(Lee 2006; Cho et al. 2007).

전통 방식에 따라 튀긴 약과는 반죽에 사용되는 참기름과 조리에서 사용되는 기름으로 인해 지방 함량이 높으며, 이는 칼로리의 증가와 함께 반죽의 조직감에도 영향을 미친다(Kim et al. 2013). 튀김 공정에서 사용되는 기름은 산화 반응을 유발하여 유통과정 중 지질의 산패로 이어질 수 있고, 이는 제품의 품질과 상품의 가치를 저하시킨다(Kim et al. 2013). 이러한 문제점을 개선하기 위해 최근에는 오븐에 구운 약과가 연구되고 있으며(Jang et al. 2009; Kim & Lee 2012), 이는 기름 사용을 줄여 지방과 열량을 낮추고 품질의 안전성을 높일 수 있는 대안으로 제시되고 있다. 또한 약과의 기능성을 높이기 위해 참깨박 첨가 약과(Kang et al. 2025), 쓴 메밀가루를 첨가한 약과(Kim et al. 2023)와 같은 연구가 보고되었다.

*Triticum dicoccum*은 일반적으로 파로(farro)나 엠머밀(emmer wheat)로 불리며, 세계에서 가장 오래된 고대 재배 밀 중 하나로 알려져있다(Arzani & Ashraf 2017; Cheng 2018). 파로는 항산화 성분과 식이섬유가 풍부하여 기능적 생리활성이 뛰어난 곡물로 보고되고 있다(Lachman et al. 2012; Dhanavath & Prasada 2017; Baek et al. 2025). 특히 파로에는 폴리페놀, 카로티노이드 등의 다양한 항산화 성분이 포함되어 있어 면역력 증진에 효과적이며, 아라비노자일란과 피토스테롤 등의 성분은 혈당 조절과 당뇨병 예방에도 도움을 줄 수 있는 것으로 알려져 있다(Dhanavath & Prasada 2017).

따라서 본 연구에서는 영양학적 가치는 우수하지만 국내에서 조리 활용이 제한적인 파로를 분말 형태로 첨가한 구운 약과를 제조하고, 이를 통해 파로 분말 첨가가 약과의 품질특성과 생리활성에 미치는 영향을 규명하고자 하였으며, 소비자 관능평가를 통해 기호도를 분석하여 상업적 및 기능적 가능성을 평가하였다. 나아가 본 연구는 유통과정에서의 산패 문제를 개선하고, 현대인의 기호에 부합하면서도 건강 기능성 증진에 기여할 수 있는 약과 개발을 목표로 하며, 향후 건강기능성 식품 제조에 있어 다양한 활용 가능성을 제시하고자 한다.

II. 연구방법

1. 실험재료

본 실험에 사용된 고대 곡물 파로(*Triticum dicoccum*)는 이탈리아에서 생산된 제품을 2025년에 구매하여 사용하였다. 멥쌀가루(라이스텍, 옥천), 올리고당(CJ제일제당, 인천), 생강청(CJ제일제당, 진천), 소금(CJ제일제당, 신안), 참기름(CJ제일제당, 인천), 소주(선양소주, 대전)는 시중에서 구입하여 사용하였다. 파로 낱알은 고속분쇄기

(M20, IKA-WERKE, Staufen, Germany)를 이용하여 분말화한 후 시료로 사용하였다. 쌀가루와 파로가루는 각각 3 g과 증류수 30 mL를 균질기 (SHG-15A, SciLab Korea Co., Ltd., Seoul, Korea)로 균질화한 뒤, 3,600 rpm에서 원심분리하여 얻은 상등액으로 쌀가루와 파로가루의 품질 특성 실험을 진행하였다.

2. 약과의 제조

약과의 재료 배합비는 선행연구(Kim & Lee 2012; Hwang & Kwak 2017)를 참고하였으며, Table 1과 같이 설정하였다. 파로 분말의 첨가량은 예비 실험 결과를 바탕으로 쌀가루 중량 대비 0, 30, 50, 100%로 조정하였다. 쌀가루는 일반 조리용 체에 내린 후 파로 분말과 소금을 혼합하여 동일한 체로 다시 내렸다. 이어 참기름을 첨가하여 균일하게 혼합한 뒤, 동일한 체에 한 차례 더 내렸다. 이후 소주를 첨가하여 손바닥으로 약 10회 비빈 후, 생강즙과 올리고당을 첨가하여 다시 10회 비벼 반죽하였다. 완성된 반죽은 polypropylene bag에 넣어 4°C에서 20분간 휴지시킨 뒤, 밀대를 이용하여 두께 1 cm로 편 후 직경 2.5 cm 원형틀로 성형하였다. 성형된 시료는 160°C로 예열한 오븐에서 15분간 구운 후, 10분간 식힘망에서 냉각하여

약과를 제조하였다.

3. 약과 추출액 제조

농도별 파로 가루 첨가 약과를 동결건조하여 분말화한 후 항산화 추출액 제조에 사용하였다. 약과 분말 3 g을 초음파분쇄기(DH.WUC.A03H, Daihan Scientific, Wonju, Korea)를 사용하여 80% 에탄올(Daejung Chemicals & Metals, Siheung, Korea) 30 mL를 용매로 하여 30분씩 3회 반복 추출하였다. 추출액은 여과 후 80% 에탄올 추출물(100 mg/mL)로 사용하였다.

4. 약과의 일반성분 측정

파로 약과의 수분, 회분, 조지방 및 조단백 함량(%)을 측정하였다(AOAC 2023). 수분 함량은 105°C 오븐(HB-501VL, Hanbaek, Bucheon, Korea)에서 상압 가열건조법(950.46)으로 측정하였고, 회분 함량은 600°C 회화로(CT-DMF2, Coretech, Hwaseong, Korea)에서 직접 회화법(923.03)으로 정량하였다. 조지방 함량은 Soxhlet 법(991.36), 조단백 함량은 Kjeldahl 법(928.08)으로 측정하였다. 탄수화물 함량은 100에서 수분, 회분, 조지방 및 조단백 함량(%)의 합을 뺀 값으로 산출하여 백분율로 나타내었다.

Table 1. Ingredient composition of *yakgwa* prepared with 0, 30, 50, and 100% *farro* powder

Ingredients (g)	FPY0 ¹⁾	FPY30	FPY50	FPY100
Rice flour	100	70	50	0
<i>Farro</i> powder	0	30	50	100
Sesame oil	10	10	10	10
Soju	30	30	30	30
Oligosaccharide	27	27	27	27
Ginger juice	6	6	6	6
Salt	1	1	1	1
Total	174	174	174	174

¹⁾FPY0 : *Yakgwa* with addition 0% *farro* powder, FPY30 : *Yakgwa* with addition of 30% *farro* powder, FPY50 : *Yakgwa* with addition of 50% *farro* powder, FPY100 : *Yakgwa* with addition of 100% *farro* powder

5. 약과의 이화학적 품질특성

파로 분말을 첨가한 약과의 pH, 당도 및 염도를 측정하였다. pH meter(pH-200L, Istek, Seoul, Korea)를 사용하여 pH를 측정하고, 굴절당도계(N-1E Brix 0-32%, Atago, Tokyo, Japan)를 이용하여 당도를, 염도계(ES-421, Atago, Tokyo, Japan)를 이용하여 염도를 측정하였다. 약과 분말 3 g에 증류수 30 mL를 가해 균질기(SHG-15A, SciLab Korea Co. Ltd., Seoul, Korea)로 균질화한 뒤, 3,600 rpm에서 원심분리하여 얻은 상등액을 시료로 사용하였다. 이를 이용해 pH, 당도, 염도 및 보수력(water holding capacity, WHC)을 측정하였다. 보수력은 시료의 무게와 원심분리 후 얻은 침전물의 무게를 측정하여 아래 식을 통해 산출하였다 (Lee et al. 2003).

$$\text{보수력}(\%) = \frac{\text{침전물무게(g)} - \text{시료무게(g)}}{\text{시료무게(g)}}$$

파로 분말 첨가 약과의 부피는 50 mL 메스실린더에 증류수 30 mL를 넣은 후, 농도별 파로 분말 첨가량을 달리한 약과 3 g을 넣어 증가된 눈금의 높이를 측정하였다. 밀도는 무게(g)/부피(mL) 공식에 따라 계산하였다.

6. 약과의 색도

파로 분말을 첨가한 약과의 색도는 색차계(CM-700d, Konica Minolta, Tokyo, Japan)를 이용하여 L(lightness), a(redness), b(yellowness) 값을 측정하였다. 색도 측정 시 사용한 백색판의 기준 값은 L=99.33, a=0.26, b=2.03이었다. 백색판에 대한 시료의 total color difference(ΔE)는 다음 공식을 이용하여 산출하였다.

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

7. 약과의 팽창률, 손실률 및 퍼짐성 측정

파로 분말 첨가량을 달리한 약과의 팽창률은 파로 분말을 첨가하지 않은 대조군과 파로 분말 첨가군을 대상으로, 굽기 전후의 중량을 측정한 후, 그 차이에 대한 비율을 다음 식에 따라 산출하였다. 손실률은 굽기 전의 반죽 중량과 구운 후 약과의 중량을 각각 측정하여 동일 시료의 굽기 전후 중량 차이를 구한 뒤, 다음 식을 이용하여 계산하였다. 퍼짐성 지수(spread factor)는 AACC 방법(2000)을 응용하여 측정하였다. 이를 위해 약과의 가로, 세로 길이와 높이를 각각 측정하여 평균값을 구한 후, 평균 넓이를 평균 두께로 나누어 계산하였다.

$$\text{팽창률}(\%) = \frac{\text{굽기 전 후의 실험군 약과의 중량 차(g)}}{\text{굽기 전 약과 반죽 한 개의 중량(g)}} \times 100$$

$$\begin{aligned} \text{굽기 손실률}(\%) &= \\ \text{굽기 전 약과반죽 한 개의 중량(g)} - \text{구운 후 약과의} & \\ \text{중량(g)} & \times 100 \\ \text{굽기 전 약과반죽 한 개의 중량(g)} & \end{aligned}$$

$$\text{퍼짐성지수} = \frac{\text{약과의 평균 넓이(mm}^2\text{)}}{\text{약과의 평균 두께(mm)}}$$

8. 단백질 소화도 측정

파로 분말 첨가량을 달리한 약과의 단백질 소화도(invitro protein digestibility, IVPD)는 Jang et al.(2024)의 방법을 변형하여 측정하였다. 단백질 소화 효소액은 1 mL당 trypsin (VWR Life Science, West Chester, PA, USA) 1.6 mg, a-chymotrypsin crystalline (BDH Chemicals Ltd., West Chester) 3.1 mg, protease from Aspergillus (Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA) 1.3 mg을 혼합하여, ice bath에서 냉각하며 0.1N NaOH(Daejung Chemicals & Metals, Siheung, Korea)를 사용하여 pH 8.0으로 조정

하여 제조하였다. 각 시료는 단백질이 312.5 mg 함유되도록 계산하여 증류수와 혼합하여 교질 용액을 제조하였다. 교질 용액은 온도를 37°C oven에서 20분간 진탕하며 보관하여 온도를 안정화시킨 뒤 0.1N NaOH(Daejung Chemicals & Metals)를 이용하여 pH 8.0으로 조정하였다. IVPD 측정을 위하여 시료 교질 용액에 단백질 소화 효소액 5 ml를 혼합하고, 37°C에서 10분간 반응시켰다. 이후 pH를 측정하여 $IVPD=210.46-18.10 \times pH$ 계산식에 따라 계산하여 단백질 소화도를 산출하였다.

9. 약과의 조직감

파로 분말 첨가량을 달리한 약과의 물성 측정을 위하여, 제조 후 식힌 약과를 texture analyzer (TA-XT2 express, Stable Micro Systems Ltd., Godalming, UK)에 45 mm disc를 장착하여 분석하였다. 경도(hardness), 탄력성(springiness), 응집성(cohesiveness), 검성(gumminess) 및 씹힘성(chewiness)은 2회 압착 시험법을 이용하여 측정하였다. 측정 조건은 pre-test speed 1.00 mm/sec, post-test speed 1.00 mm/sec, test speed 1.00 mm/sec, strain 20.0%, trigger force 5.0 g으로 설정하였다.

10. 약과의 항산화 효능

총 폴리페놀 함량 측정은 Singleton et al. (1999)의 방법을 응용하여 Folin-ciocalteu법으로 측정하였다. 2% Sodium carbonate(Daejung Chemicals & Metals) 10 mL와 농도별 약과 추출액 0.1 mL를 혼합 후 2분 뒤 50% Folin-ciocalteu's reagent(Junsei Chemical, Tokyo, Japan) 0.1 mL를 추가 혼합하여 30분간 상온에서 반응시켜 750 nm에서 흡광도를 측정하였다.

표준물질은 Ferulic acid(Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA)으로 본 실험과 동일하게 실험하여 총 폴리페놀 함량을 mg Ferulic acid equivalent(FAE)/g으로 계산하였다.

총 플라보노이드 함량 측정은 Davis 법에 따라 측정하였다(Birasuren et al. 2013). 약과 추출액 0.1 mL에 Diethylene glycol(Daejung Chemicals & Metals) 1 mL와 1 N NaOH (Daejung Chemicals & Metals) 0.1 mL를 혼합하여 37°C shaking incubator(ISS-4075R, Jeio Tech, Daejeon, Korea)에서 1시간 동안 반응시켜 420 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질로는 Quercetin(Sigma-Aldrich)을 사용하여 본 실험과 같은 방법으로 측정한 후 standard curve를 작성하여 총 플라보노이드 함량을 mg Quercetin equivalent antioxidant capacity(QEAC)/g으로 계산하였다.

2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) 라디칼 소거능은 Shin et al.(2025)의 방법을 변형하여 측정하였다. 파로 약과 80% 에탄올 추출물 100 μ L와 0.004% DPPH in methanol (sigma-aldrich) 1 mL를 혼합하여 암실에서 30분간 반응시킨 후 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. Trolox(Sigma-Aldrich)를 표준물질로 사용하여 동일한 방법으로 분석하였으며, 파로 약과 80% 에탄올 추출물의 DPPH 라디칼 소거능 활성은 μ g Trolox equivalent antioxidant capacity (TEAC)/g로 계산하였다.

2,2'-Azinobis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)(ABTS) 라디칼 소거능은 Fellegrini et al.(1999)의 방법을 이용하였다. 7 mM ABTS (Sigma-Aldrich)와 14 mM potassium persulfate (Daejung Chemicals & Metals)를 각각 증류수에 용해한 후, 5 mL:88 μ L의 비율로 혼합하여 암소

에서 12~16시간 동안 방치하였다. 이후 absolute ethanol로 희석하여 734 nm에서의 흡광도가 0.70 ± 0.002 가 되도록 희석하여 조정된 ABTS solution을 제조하여 사용하였다. 파로 약과 80% 에탄올 추출물 50 μ L와 ABTS solution 1 mL를 혼합하여 암실에서 2.5분간 반응시킨 후 734 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질은 trolox를 사용하여 동일한 방법으로 측정하였으며, ABTS 라디칼 소거능은 μ g TEAC/g로 산출하였다.

환원력 측정은 Shin et al.(2025)의 방법을 변형하여 측정하였다. 파로 약과 80% 에탄올 추출물 50 μ L에 0.2 M sodium phosphate buffer (Sigma-Aldrich, pH 6.6) 250 μ L와 1% potassium ferricyanide(Sigma-Aldrich) 25 μ L를 혼합하여 50°C shaking incubator에서 20분간 반응시켰다. 이후 10% trichloroacetic acid(Daejung Chemicals & Metals) 1.25 mL를 첨가하였다. 반응액 500 μ L에 증류수 500 μ L와 1% ferric chloride(Junsei Chemical) 100 μ L를 가한 뒤 700 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질은 trolox를 사용하여 동일한 방법으로 측정하였으며, 파로 약과 80% 에탄올 추출물의 환원력은 mg Trolox equivalent reducing power(TERP)/g으로 계산하였다.

SOD 유사 활성 측정은 Shin et al.(2025)의 방법에 따라 측정하였다. 파로 약과 80% 에탄올 추출물 20 μ L에 Tris-Hcl(Bioneer Corp., Daejeon, Korea) buffer(50 mM Tris-HCl, 10 mM EDTA(ethylenediaminetetraacetic acid, Junsei Chemical), pH 8.0) 0.3 mL, 7.2 mM pyrogallol(Sigma-Aldrich) 20 μ L를 혼합하여 25°C shaking incubator에서 10분간 반응시켰다. 이후 0.1 N HCl(Daejung Chemicals & Metals)을 첨가하여 반응을 정지시키고, 420 nm

에서 흡광도를 측정하였다. 대조군은 pyrogallol 대신 증류수 0.1 mL를 첨가하여 동일한 방법으로 측정하였다. SOD 유사 활성은 다음식에 따라 백분율(%)로 산출하였다.

$$\text{SOD-like activity}(\%) = \{1 - (A - B) / C\} \times 100$$

A : 파로 약과 80% 에탄올 추출물 첨가구의 흡광도

B : Pyrogallol 대신 3차 증류수를 첨가한 대조구의 흡광도

C : 파로 약과 80% 에탄올 추출물 무첨가구의 흡광도

11. 약과의 관능평가

파로 분말 첨가량을 달리한 약과의 관능 평가는 모집 공고를 통해 지원한 총 24명을 대상으로 실시하였다. 평가의 일관성과 정확성을 확보하기 위하여, 관능평가에 앞서 실험 목적과 각 평가 항목(맛, 향, 색, 식감, 전체 기호도)의 정의를 기재한 안내문을 제공하고 설명하였다. 시료는 동일한 양으로 제공되었으며, 평가 방법은 7점 척도법(1점, 매우 나쁘다; 2점, 조금 나쁘다; 3점, 나쁘다; 4점, 보통; 5점, 조금 좋다; 6점, 좋다; 7점, 매우 좋다)에 따라 점수화하였다. 시료의 식별은 무작위로 조합된 세 자리의 난수표를 부여하여 수행하였다. 모든 시료는 집청액에 24시간 침지한 후 식힘망에서 5시간 건조하여 제공하였다. 본 연구기관의 생명윤리위원회 승인(심의면제 번호 202506-SB-114-01)을 받아 진행하였다.

12. 통계분석

본 연구의 실험 결과는 3회 반복 값을 평균 $\pm$ 표준편차로 나타내었으며, SPSS 28.0(IBM, Armonk, NY, USA)을 이용하여 ANOVA 분석하였다. 이후 실험 간의 유의성을 알아보기 위해 유

의수준 0.05에서 Duncan's multiple range test로 사후 검증하였다. 두 집단 간의 유의성은 Student's t-test로 검정하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 쌀가루와 파로가루의 수분, 회분, 염도, pH, WHC 및 색도

쌀가루와 파로가루의 수분, 회분, 당도, 염도, pH, 보수력(Water Holding Capacity, WHC) 및 색도 측정 결과는 Table 2에 제시하였다. 수분 함량은 쌀가루가 $9.68 \pm 0.06\%$, 파로가루가 $11.16 \pm 0.02\%$ 였으며, 회분 함량은 각각 $0.77 \pm 0.02\%$, $2.09 \pm 0.02\%$ 로 나타났다. 파로와 같은 고대 통밀가루의 회분 함량은 $1.36\% \sim 1.77\%$ 로 보고되어(Unal & Ozkaya 2024) 상대적으로 높은 수준을 나타내었다. pH는 각각 6.66 ± 0.01 , 6.59 ± 0.00 , 보수력은 쌀가루 91.90 ± 1.92 , 파로가루 58.75 ± 3.95 였다. 색도에서 L 값은 쌀가루 73.62 ± 0.16 , 파로가루가 59.57 ± 0.26 , a 값은 각각 5.40 ± 0.09 와 14.54 ± 0.16 , b 값은 쌀가루 89.93 ± 0.36 , 파로가루 76.75 ± 0.30 , ΔE 값은 쌀가루 5.47 ± 0.21 , 파로가루

22.50 ± 0.03 으로 나타났다. 파로의 명도는 $46.26 \sim 48.25$, 적색도는 $6.76 \sim 7.47$, 황색도는 $17.11 \sim 17.83$ 범위로 보고되었으며(Fatma et al. 2025), 특히 적색도가 높게 나타난 이유는 파로에 함유된 카로티노이드 색소의 영향을 받은 것을 판단된다(Dhanavath & Prasada 2017).

2. 약과의 일반성분

파로 분말 첨가량을 달리한 약과의 일반성분 분석 결과는 Table 3에 제시하였다. 수분함량은 파로 분말을 첨가하지 않은 대조군에서 $14.74 \pm 0.08\%$ 로 가장 높았으며 FPY30 $12.61 \pm 0.55\%$, FPY50 $13.74 \pm 0.67\%$, FPY100 $14.18 \pm 0.52\%$ 로 나타나 대조군과 FPY100에서 상대적으로 높은 경향을 보였다. 회분 함량은 파로 분말 첨가량이 증가함에 따라 유의적으로 증가하였는데 ($p < 0.05$), 대조군은 $1.11 \pm 0.00\%$ 로 가장 낮았으며, FPY100은 $2.13 \pm 0.00\%$ 로 가장 높은 값을 나타내었다. 이러한 결과는 파로의 회분 함량이 쌀보다 유의미하게 높았기 때문에($p < 0.01$) 파로가루 첨가량 증가에 따라 회분 함량이 증가한 것으로 판단된다. 단백질 함량은 FPY0 $5.68 \pm$

Table 2. Quality characteristics of *farro* powder and rice flour

Features		Rice flour	<i>Farro</i> powder	F value
Moisture		$9.68 \pm 0.06^{1)}$	11.16 ± 0.02	$3.042^{**2)}$
Ash		0.77 ± 0.02	2.09 ± 0.02	0.006^{**}
pH		6.66 ± 0.01	6.59 ± 0.00	2.571^{**}
WHC ³⁾		91.90 ± 1.92	58.75 ± 3.95	1.007^{***}
Color	L	73.62 ± 0.16	59.57 ± 0.26	1.277^{**}
	a	5.40 ± 0.09	14.54 ± 0.16	2.471^{**}
	b	89.93 ± 0.36	76.75 ± 0.30	0.243^{**}
	ΔE	5.47 ± 0.21	22.50 ± 0.03	3.298^{**}

¹⁾The values are mean $\pm$ SD (n=3)

^{2)**}, Significance by t-test compared to rice powder and *farro* powder ($p < 0.01$), ^{***}, Significance by the t-test compared to rice powder and *farro* powder ($p < 0.001$).

³⁾WHC: Water holding capacity

Table 3. General composition of *yakgwa* prepared with 0, 30, 50, and 100% *farro* powder

Features	FPY0 ¹⁾	FPY30	FPY50	FPY100
Moisture	14.74 ± 0.08 ^{2) b3)}	12.61 ± 0.55 ^a	13.74 ± 0.67 ^{ab}	14.18 ± 0.52 ^b
Ash	1.11 ± 0.00 ^a	1.33 ± 0.00 ^b	1.55 ± 0.00 ^c	2.13 ± 0.00 ^d
Protein	5.68 ± 0.00 ^a	6.86 ± 0.04 ^b	8.21 ± 0.00 ^c	10.10 ± 0.09 ^d
Fat	4.85 ± 0.17 ^a	6.15 ± 0.13 ^b	5.96 ± 0.37 ^b	5.82 ± 0.07 ^b
Carbohydrate	73.62 ± 0.27 ^c	73.08 ± 0.60 ^c	70.54 ± 1.20 ^b	67.77 ± 0.59 ^a

¹⁾Refer to Table 1.²⁾The values are mean ± SD (n=3)³⁾Values with the same small letter (a-d) in a row are not significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).

0.00, FPY30 6.86 ± 0.04, FPY50 8.21 ± 0.00, FPY100 10.10 ± 0.09으로 파로 분말의 첨가량이 증가함에 따라 유의미하게 증가하였다 (p<0.05). 이는 파로는 여러 곡물 원료 중에서 단백질 함량이 특히 높아 17~18% 수준을 보이는 것으로 알려져 있고(Giacintucci et al. 2014), 쌀의 단백질 함량은 밀보다 낮은 반면, 고대밀인 파로는 상대적으로 높은 단백질을 함유하고 있기 때문에 판단된다(Hwang & Kang 2014). 또한 파로로 파스타를 제작한 선행연구들에서도 파로 파스타의 단백질 함량이 100 g당 12.7 g~13.8 g(Carcea et al. 2017; Ozhamamci 2026)으로 나타났다. 지방 함량은 대조군에서 4.85 ± 0.17, FPY30 6.15 ± 0.13, FPY50 5.96 ± 0.37, FPY100 5.82 ± 0.07으로 첨가군과 대조군 간 차이를 확인할 수 있었다. 탄수화물의 함량은 FPY100 67.77 ± 0.59으로 가장 낮았으며, 파로 분말 첨가량이 감소할수록 함량이 유의미하게 증가하였다(p<0.05). 파로는 원시밀로 현대 밀보다 알곡의 크기가 작아 밀가루로 제조될 경우 조섬유, 미네랄 및 기타 성분이 겨에 더 많이 농축되는 것으로 알려져 있다(Geisslitz & Scherf 2020). 따라서 파로 통밀가루는 일반 밀가루보다 회분 함량이 높고, 단백질과 지방 함량 또한 풍부한 원료로

보고되었다(Tekmile 2023). 따라서 본 연구에서도 파로 분말의 첨가량이 증가함에 따라 약과의 회분, 단백질 및 지방 함량이 증가한 것으로 판단된다.

3. 약과의 이화학적 품질

파로 분말 첨가량을 달리한 약과의 염도, pH, 보수력, 밀도 및 당도는 Table 4에 나타내었다. 염도는 대조군에서 0.07 ± 0.00, FPY30 0.08 ± 0.00, FPY50 0.08 ± 0.10, FPY100 0.09 ± 0.01로 나타났고, 보수력은 대조군에서 82.91 ± 3.10, FPY30 81.53 ± 1.16, FPY50 79.28 ± 6.88, FPY100 73.59 ± 5.22로 나타났으나 염도와 보수력 모두 유의적 차이를 나타내지 않았다. 밀도에서도 유의적 차이가 나타나지 않았으며, 대조군에서 0.92 ± 0.00, FPY30 0.92 ± 0.00, FPY50 0.91 ± 0.00, FPY100 0.91 ± 0.00로 측정되었다. 파로 약과의 pH는 대조군 5.38 ± 0.01, FPY30 5.60 ± 0.00, FPY50 5.74 ± 0.10, FPY100 5.90 ± 0.01로 파로 분말 첨가량이 증가할수록 유의미하게 증가하는 경향을 나타내었다(p<0.05). 쌀에는 구연산, 말산, 호박산 등의 유기산이 존재하며, 특히 구연산의 함량이 가장 높은 것으로 보고되었고(Huh et al. 2013), 파로에는 페룰산과 같은 페놀성 화합물이 함유되어 있

는 것으로 알려져 있다(Kim et al. 2025). 따라서 본 연구에서 파로 분말 첨가량이 증가함에 따라 pH가 상승한 것은 쌀에 함유된 유기산의 영향이 상대적으로 감소하여 pH 상승에 기여한 것으로 판단된다. 약과의 당도는 대조군 1.47 ± 0.05 , FPY30 4.13 ± 0.09 , FPY50 4.8 ± 0.00 , FPY100 4.97 ± 0.05 로 나타나 파로 분말 첨가량이 증가함에 따라 유의미하게 증가하는 경향을 나타내었다($p < 0.05$). 파로에는 갈락토스, 포도당, 과당, 맥아당, 자당 등의 당류가 함유하고 있으며, 그중 맥아당이 1.85 ± 0.02 g/L로 가장 높은 함량을 나타내어(Kuznetsova et al. 2019), 다양한 당류의 존재와 총 당 함량 증가로 인해 파로 첨가량이 증가할수록 당도가 증가한 것으로 판단된다.

4. 약과의 팽창률, 손실률 및 퍼짐성 측정

파로 분말 첨가량을 달리한 약과의 팽창률, 손실률 및 퍼짐성은 Table 4에 나타내었다. 약과의

팽창률은 대조군을 100%로 하였고, 파로 분말을 30% 첨가한 약과에서 $87.60 \pm 0.83\%$, 파로 분말을 50% 첨가한 약과에서 $86.78 \pm 0.00\%$, 100% 첨가한 약과에서 $83.47 \pm 1.79\%$ 로 파로 분말을 첨가함에 따라 감소하였다. 팽창률은 반죽이 오븐에서 구워지며 증가한 부피를 백분율로 나타낸 것으로(AACC 2000), 반죽의 섬유소, 단백질 및 수분 함량과 관련이 있는 것으로 알려져 있다(Lee et al. 2015). 마 분말을 첨가한 약과에서도 마 분말 무첨가 약과의 팽창률이 크게 나타나 본 실험과 동일한 결과를 나타내었다(Lee & Kim 2014). Lee et al.(2013)의 연구에서도 약과 반죽 시 밀가루 단백질이 글루텐을 형성하여 밀가루의 첨가량이 많아질수록 수축 현상이 나타난 것으로 보고되어 본 연구 결과와 일치하였다.

약과의 손실률은 대조군 16.10 ± 0.37 , 파로 분말 30% 첨가군이 16.11 ± 0.44 , 파로 분말 50% 첨가군이 15.97 ± 0.69 , 파로 분말 100%

Table 4. Quality characteristics of *yakgwa* prepared with 0, 30, 50, and 100% *farro* powder

Features		FPY0 ¹⁾	FPY30	FPY50	FPY100
Salinity		0.07 ± 0.00 ^{2)a3)}	0.08 ± 0.00 ^a	0.08 ± 0.00 ^a	0.09 ± 0.00 ^a
pH		5.38 ± 0.01 ^a	5.60 ± 0.00 ^b	5.74 ± 0.10 ^c	5.90 ± 0.01 ^d
WHC		82.91 ± 3.10 ^a	81.53 ± 1.16 ^a	76.28 ± 6.88 ^a	73.79 ± 5.22 ^a
Density		0.92 ± 0.00 ^a	0.92 ± 0.00 ^a	0.91 ± 0.00 ^a	0.91 ± 0.00 ^a
Sugar content		1.47 ± 0.05 ^a	4.13 ± 0.09 ^b	4.80 ± 0.00 ^c	4.97 ± 0.05 ^d
Leavening rate(%)		100.00 ± 0.00 ^c	87.60 ± 0.83 ^b	86.78 ± 0.00 ^b	83.47 ± 1.79 ^a
Loss rate(%)		16.10 ± 0.37 ^a	16.11 ± 0.44 ^a	15.97 ± 0.69 ^a	15.54 ± 0.33 ^a
Spread factor		5.46 ± 0.07 ^a	5.72 ± 0.02 ^b	5.72 ± 0.01 ^b	5.52 ± 0.05 ^a
IVPD ⁴⁾		73.74 ± 0.17 ^a	77.00 ± 0.08 ^b	77.67 ± 0.08 ^c	79.66 ± 0.08 ^d
Color	L	78.02 ± 0.30 ^d	70.64 ± 0.05 ^c	65.52 ± 0.52 ^b	54.52 ± 0.23 ^a
	a	0.45 ± 0.13 ^a	4.29 ± 0.13 ^b	6.32 ± 0.24 ^c	9.65 ± 0.17 ^d
	b	19.70 ± 0.21 ^a	23.31 ± 0.50 ^b	24.07 ± 0.10 ^c	26.32 ± 0.12 ^d
	ΔE	26.17 ± 0.34 ^a	34.37 ± 0.33 ^b	39.17 ± 0.52 ^c	50.10 ± 0.11 ^d

¹⁾Refer to Table 1.

²⁾The values are mean $\pm$ SD (n=3)

³⁾Values with the same small letter (a-d) in a row are not significantly different by Duncan's multiple range test ($p < 0.05$).

⁴⁾IVPD: *In vitro* protein digestibility.

첨가군이 15.54 ± 0.33 로 대조군과 첨가군 사이에서 유의미한 차이를 나타내지 않았다. Hwang et al.(2025)의 와송 분말 첨가량을 달리한 쿠키 연구에서 분말 첨가량이 증가함에 따라 손실률이 감소하는 경향이 부재료 분말이 반죽과의 상호작용으로 통해 결합수를 형성함으로써 수분 손실을 억제하기 때문이라고 보고하였다(Hwang et al. 2025), 약과의 퍼짐성은 재료들을 반죽하고 성형한 후, 오븐에서 굽는 과정에서 쿠키의 반죽이 밀려 퍼지면서 두께가 감소하고 직경이 커지는 현상으로, 쿠키의 품질 요인에 매우 중요한 인자로 작용한다(Lee et al. 2015). 본 연구에서는 파로 분말 30% 첨가군과 파로분말 50% 첨가군에서 각각 5.72 ± 0.02 와 5.72 ± 0.01 로 유의적으로 높게 나타나고($p < 0.05$), 파로 분말 0% 첨가군과 파로 분말 100% 첨가군에서 유의적으로 낮게 나타나($p < 0.05$) 파로의 영향보다는 굽는 과정에서의 변형에 의한 차이로 판단된다.

5. 약과의 단백질 소화도

파로 분말 첨가량을 달리한 약과의 단백질 소화도(IVPD)를 측정한 결과는 Table 4와 같다. 파로 분말을 첨가하지 않은 대조군 약과의 단백질 소화도는 $73.74 \pm 0.17\%$ 이고, 파로 분말의 첨가량이 증가함에 따라 유의미하게 증가하여 FPY100에서는 $79.66 \pm 0.08\%$ 로 가장 높은 활성을 나타냈다($p < 0.05$). 파로 분말을 이용해 제조한 약과의 품질특성을 평가하기 위해 단백질 소화도를 three enzyme method로 확인하였고, 단백질 분해 효소인 trypsin, chymotrypsin, protease를 시료에 처리하여 가수분해 과정에서 나타나는 pH 감소치를 측정하는 방식으로 단백질이 분해되는 정도를 계산하여 소화도를 산출하였다(Han & Park 2014). 밀에는 피틴산, 프로테아제 억제제, 탄닌,

렉틴, 옥살산염 등 다양한 항영양소가 존재하며, 이러한 물질들은 생체 분자의 흡수를 저해하고 단백질의 생체이용률을 감소시키는 것으로 알려져 있다(Amanda & James 2024). 그러나 열처리하는 단백질 구조를 변성시켜 효소의 접근성을 증가시키고, 동시에 일부 항영양소의 활성을 감소시켜 단백질 소화율을 향상시키는 중요한 요인으로 작용한다(Amanda & James 2024). 또한 파로는 일반 밀에 비해 소화가 더 잘 되고 부작용을 덜 유발하는 단백질을 함유하고 있다(Deyalage et al. 2024)고 보고되어 파로의 첨가량이 증가할수록 단백질 소화도가 증가한 것으로 보인다.

6. 약과의 색도

파로 분말 첨가량을 달리한 약과의 색도를 Table 4에 나타내었다. 색도 측정 결과 L 값은 파로 분말 첨가량이 증가함에 따라 유의미하게 감소하는 경향을 나타내어, 대조군에서 78.02 ± 0.30 , FPY30 70.64 ± 0.05 , FPY50 65.52 ± 0.52 , FPY100 54.52 ± 0.23 으로 나타났다. 이는 파로 자체의 명도가 $46.26 \sim 48.25$ 으로 낮게 나타나, 파로 첨가량 증가에 따른 약과의 명도가 유의미하게 감소한 것으로 판단된다(Fatma et al. 2025). a 값, b 값과 ΔE 값은 파로 분말 첨가량이 증가함에 따라 유의미하게 증가하는 경향을 나타내었다($p < 0.05$). a 값은 대조군에서 0.45 ± 0.13 , FPY30 4.29 ± 0.13 , FPY50 6.32 ± 0.24 , FPY100에서 9.65 ± 0.17 로 나타났고, b 값은 대조군에서 19.70 ± 0.21 , FPY30에서 23.31 ± 0.50 , FPY50 24.07 ± 0.10 , FPY100 26.32 ± 0.12 로 나타났다. ΔE 값은 대조군에서 26.17 ± 0.34 , FPY30 34.37 ± 0.33 , FPY50 39.17 ± 0.52 , FPY100 50.10 ± 0.11 로 나타났다. 파로에는 밀의 주요 카로티노이드로 알려진

황색 색소 루테인이 함유되어있어(Serpen et al. 2008), 파로 분말 첨가량이 증가할수록 적색도인 a 값과 황색도인 b 값이 높아진 것으로 판단된다. 피자 도우에 *Triticum dicoccum*을 첨가하여 색도를 측정한 실험에서도(Terletskaia et al. 2021), 본 실험과 동일하게 첨가량이 가장 높은 군에서 L 값은 낮았고, a 값은 높은 경향을 보였다.

7. 약과의 조직감

파로 분말 첨가량을 달리한 약과의 조직감은 경도, 탄력성, 응집성, 겉성, 씹힘성과 회복성을 측정하였으며, 결과는 Table 5에 나타내었다. 경도는 식품이 변형되기 시작될 때 요구되는 힘을 의미하며(Kim et al. 2019), FPY0 36,403.11 $\pm$ 1,952.23, FPY30 33,991.01 $\pm$ 2,297.81, FPY50 24,355.88 $\pm$ 314.45이고, FPY100 16,994.00 $\pm$ 1,390.53으로 파로 분말 첨가량이 증가할수록 감소하는 경향을 나타내었다. 밀로 만든 약과가 쌀로 만든 약과에 비해 경도가 낮다고 보고되어(Kim et al. 2013), 본 연구 결과와 일치

하는 경향을 나타내었다. 본 실험에서는 밀가루 단백질인 글루텐 함량이 증가함에 따라 내부 망상구조가 형성되며(Hwang et al. 2025), 내부의 기공이 증가하며 경도가 감소한 것으로 판단된다.

탄력성은 식품이 변형된 후 원래 상태로 복귀하려는 성질을 의미하며(Kim et al. 2019), 파로 약과의 탄력성은 FPY0 0.854 $\pm$ 0.01, FPY30 0.81 $\pm$ 0.03, FPY50 0.76 $\pm$ 0.03, FPY100 0.77 $\pm$ 0.00으로 첨가량 증가에 따라 유의미하게 감소하였다($p < 0.05$). 응집성은 식품이 원래의 형태를 유지하려고 하는 힘으로(Kim et al. 2019), FPY0 0.82 $\pm$ 0.00, FPY30 0.77 $\pm$ 0.00, FPY50 0.74 $\pm$ 0.00이고, FPY100 0.67 $\pm$ 0.00으로 나타났다. 파로 분말 첨가량이 증가함에 따라 유의미하게 감소하였다($p < 0.05$). 겉성은 반고체 식품을 삼킬 수 있는 상태로 변화시키는 성질으로(Kim et al. 2019), 파로 분말의 첨가량이 증가할수록 유의미하게 감소하였는데($p < 0.05$), FPY0 30,657.37 $\pm$ 1,627.00, FPY가 21,553.79 $\pm$ 1,569.63, FPY50 16,652.38 $\pm$ 1,094.48이고,

Table 5. Texture properties values of *yakgwa* prepared with 0, 30, 50, and 100% *farro* powder

Features	FPY0 ¹⁾	FPY30	FPY50	FPY100
Hardness (g/cm ²)	36,403.11 $\pm$ 1,952.23 ^{2)c3)}	33,991.01 $\pm$ 2,297.81 ^c	24,355.88 $\pm$ 314.45 ^b	16,994.00 $\pm$ 1,390.53 ^a
Springiness (g)	0.854 $\pm$ 0.01 ^b	0.81 $\pm$ 0.03 ^{ab}	0.76 $\pm$ 0.03 ^a	0.77 $\pm$ 0.00 ^a
Cohesiveness (g)	0.82 $\pm$ 0.00 ^d	0.77 $\pm$ 0.00 ^c	0.74 $\pm$ 0.00 ^b	0.67 $\pm$ 0.00 ^a
Gumminess (g)	30,657.37 $\pm$ 1,627.00 ^d	21,553.79 $\pm$ 1,569.63 ^c	16,652.38 $\pm$ 1,094.48 ^b	6,772.92 $\pm$ 523.80 ^a
Chewiness (g)	25,762.83 $\pm$ 1,931.92 ^c	16,779.74 $\pm$ 1,860.18 ^b	14,660.96 $\pm$ 771.59 ^b	5,666.33 $\pm$ 291.26 ^a
Resilience (g)	0.62 $\pm$ 0.01 ^d	0.52 $\pm$ 0.01 ^c	0.45 $\pm$ 0.01 ^b	0.39 $\pm$ 0.00 ^a

¹⁾Refer to Table 1.

²⁾The values are mean $\pm$ SD (n=3)

³⁾Values with the same small letter (a-d) in a row are not significantly different by Duncan's multiple range test ($p < 0.05$).

FPY100 $6,772.92 \pm 523.80$ 으로 나타났다. 씹힘성도 파로 분말의 첨가량이 증가함에 따라 감소하여 FPY0 $25,762.83 \pm 1,931.92$, FPY30 $16,779.74 \pm 1,860.18$, FPY50 $14,660.96 \pm 771.59$, FPY100 $5,666.33 \pm 291.26$ 으로 나타났다. 쌀가루 가공품은 밀보다 쌀에 함유된 전분이 찰진 성질을 가지며 씹힘성이 증가하는데(Kim & Kim 2006), 따라서 본 실험에서 쌀가루보다 파로 가루의 첨가량이 증가함에 따라 씹힘성이 감소한 것으로 판단된다. 회복성은 FPY0 0.62 ± 0.01 , FPY30 0.52 ± 0.01 , FPY50 0.45 ± 0.01 , FPY100 0.39 ± 0.00 으로 파로 분말이 증가함에 따라 탄력성이 유의미하게 감소하는 경향을 나타내어($p < 0.05$), 파로 첨가량이 많을수록 조직이 외부 압력을 받은 뒤 원래 상태로 복원되는 능력이 감소함을 확인할 수 있었다.

8. 약과의 항산화 효능

파로 분말 첨가량을 달리한 약과 80% 에탄올 추출물의 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량을 측정한 결과는 Fig. 1A와 Fig. 1B에 나타내었다. 총 폴리페놀 함량은 FPY100에서 $89.04 \pm 1.23 \mu\text{g FAE/g}$ 으로 나타나 대조군 FPY0 $25.89 \pm 0.81 \mu\text{g FAE/g}$ 과 비교하였을 때 유의미하게 높아진 것을 확인할 수 있었다($p < 0.05$). 총 플라보노이드 함량 측정 결과 $49.83 \pm 2.18 \mu\text{g QE/g}$ 으로 대조군 FPY0 $6.11 \pm 0.72 \mu\text{g QE/g}$ 과 비교하였을 때 유의미하게 높아진 것을 확인할 수 있었다($p < 0.05$). 페놀성 화합물은 식물체에 널리 분포하는 2차 대사산물 중 하나로 phenolic hydroxyl(OH)기를 가지며, 산화 반응을 억제하여 항산화 및 항균성을 나타내고, 단백질과 같은 거대 분자와 쉽게 결합하는 특성을 지닌다(Jung et al. 2012; Son et al. 2016). 플라보노이드는 밀의 건강에 유익한 성분

에 기여하는 중요한 식물성 화합물질로(Serpen et al. 2008), 일반적으로 곡물은 페놀 화합물이 풍부한 것으로 알려져 있으며 페놀 화합물이 밀 곡물의 전반적인 항산화 능력에 크게 기여할 수 있다는 것이 인정되었다(Kim et al. 2006). 파로는 Gallic acid, rutin, trans-ferulic acid, iso-quercitrin, and quercetin와 같은 페놀 화합물을 함유하고 있고(Gabriele et al. 2023), 페롤산은 과피, 종피, 호분층을 포함하는 bran에 주로 분포되어 있으며 파로의 세포벽 물질에 결합된 형태로 주로 존재하기 때문에(Serpen et al. 2008; Baek et al. 2020) 파로 첨가량에 따라 폴리페놀과 플라보노이드의 함량이 증가한 것으로 판단된다. 파로에서 플라보노이드와 총 항산화 능력이 현저히 높게 검출되었으며, 이는 천연 항산화 물질이

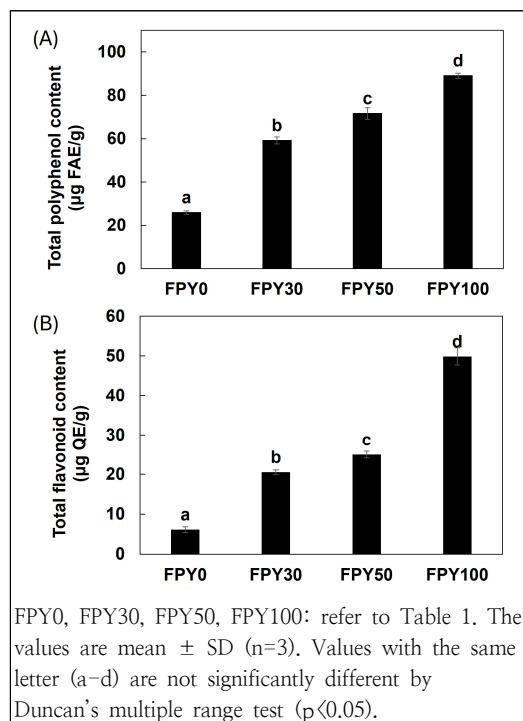


Fig. 1. Total polyphenol (A), Total flavonoid (B) of yakgwa with 0, 30, 50, and 100% farro Powder.

풍부한 새로운 곡물로서 높은 활용 가능성을 시사한다(Serpen et al. 2008). 항산화 활성이 높은 원료의 첨가 수준이 증가함에 따라 총 페놀 및 플라보노이드 함량이 증가하는 경향이 확인되었으며, 이러한 결과는 쓴 메밀 약과(Kim et al. 2023)와 렌틸콩 추출물 약과(Oh & Sim 2025)와 같은 선행연구 결과와 유사한 경향을 보였다. 곡물의 페놀은 풍부한 외부층에 주로 존재하며, 통곡물인 *Triticum dicoccum*에서 높은 페놀산 함량을 가져(Volkan et al. 2015), 본 실험에서도 페놀 함량이 파로 첨가량이 증가함에 따라 유의미하게 증가한 것으로 판단된다.

파로 분말 첨가량을 달리한 약과 80% 에탄올 추출물의 DPPH 및 ABTS 라디칼 소거능을 측정한 결과는 Fig. 2A와 Fig. 2B에 나타내었다. DPPH 라디칼 소거능과 ABTS 라디칼 소거능은

모두 FPY100에서 가장 높은 활성을 보여 각각 $39.99 \pm 0.80 \mu\text{g TEAC/g}$, $50.72 \pm 0.22 \mu\text{g TEAC/g}$ 으로 나타났다($p < 0.05$). DPPH는 항산화 활성을 측정하기 위한 기질로서, flavonoid, phenol과 같은 페놀성 물질에 대한 항산화 작용의 지표라고 알려져 있다(Lee et al. 2011). 해당 화합물이 전자나 수소를 제공하여 DPPH 라디칼을 환원시켜 자색이 감소하는 원리를 바탕으로 한다(Kim & Jun 2015). 반면, ABTS assay는 potassium persulfate와 반응하며 양이온 라디칼이 생성되고, 항산화 물질에 의해 제거되어 청록색이 무색으로 변화하는 반응을 이용한 방법이다. 양이온 라디칼을 대상으로 진행된다는 점에서, 일반적으로 중성의 유리 라디칼을 소거하는 DPPH 방법보다 일부 조건에서 더 높은 항산화 활성을 나타낼 수 있는 것으로 보고된 바 있다(Kim &

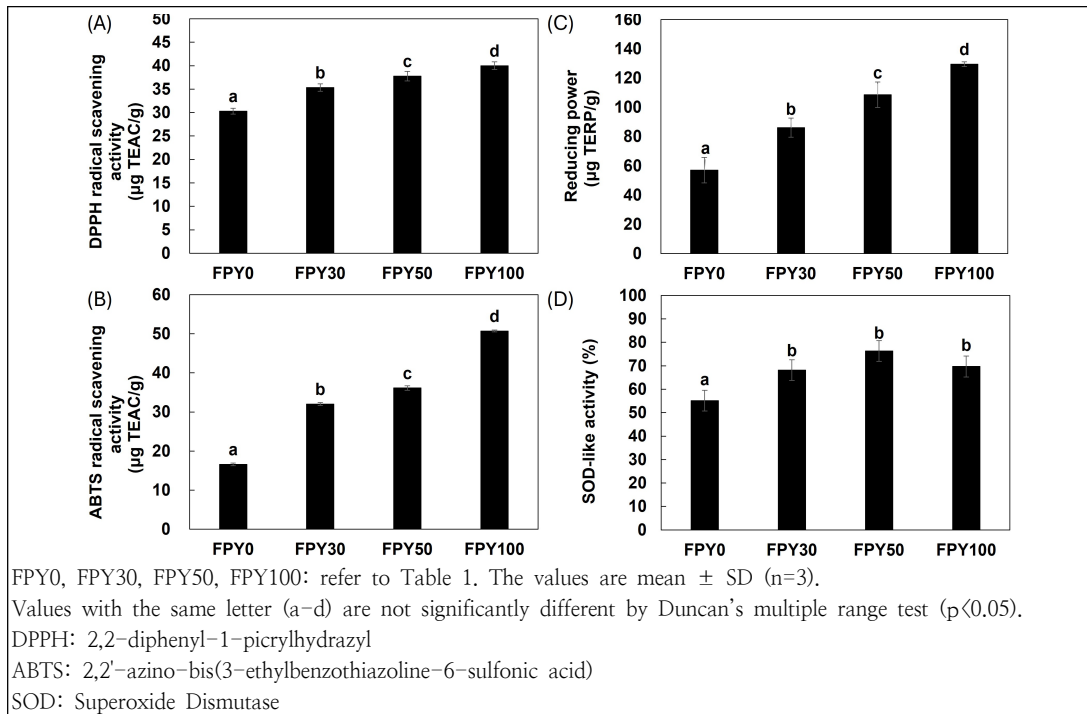


Fig. 2. DPPH radical scavenging activity (A), ABTS radical scavenging activity (B), Reducing power (C) and SOD-like activity (D) of *yakgwa* with 0, 30, 50, and 100% *farro* powder.

Jun 2015). 폴리페놀 함량이 높을수록 항산화 활성도 증가하여 기능성 소재로서의 활용 가능성이 높은 것으로 보고되어 있는데(Lee et al. 2016), 따라서 DPPH 및 ABTS 라디칼 소거능이 파로 분말 첨가량이 증가함에 따라 높아진 것으로 판단된다.

파로 분말 첨가량을 달리한 약과의 환원력과 SOD 유사 활성을 측정한 결과는 Fig. 2C, Fig. 2D에 나타내었다. 환원력은 모두 파로 분말의 첨가량이 증가함에 따라 유의미하게 증가하며, FPY100에서 가장 높은 활성을 보여 $129.52 \pm 1.77 \mu\text{g TERP/g}$ 으로 나타났다($p < 0.05$). SOD 유사 활성은 대조군이 $55.15 \pm 6.17\%$ 으로, 파로 분말을 첨가군 사이 유의미한 차이를 보였다($p < 0.05$). 환원력은 700 nm 파장에서 ferric-ferricyanide (Fe^{3+}) 복합체가 전자 공여체로부터 수소를 받아 ferrous(Fe^{2+})로 환원되는 과정을 흡광도를 통해 확인하는 방식으로, 자유라디칼에 전자를 제공하여 이들을 안정화시키는 능력을 의미하며, 흡광도 증가는 이러한 환원 작용의 지표로 활용된다(Sa et al. 2010). SOD는 세포 내에서 작용하는 항산화 효소로 활성산소를 제거함으로써 산화 스트레스가 세포에 미치는 피해를 억제한다(Liang et al. 2024). 특히 반응성이 높은 초과산화물을 안정한 산소 분자로 환원시켜, 활성산소로

인한 노화나 질환 발생을 완화하는데 기여하는 것으로 알려져 있다(Song et al. 2003). 본 실험 결과 파로 분말 첨가는 약과의 SOD 유사 활성, 환원력과 같은 항산화 효과를 증가시키는 것으로 보인다.

9. 약과의 관능평가

파로 분말 첨가량을 달리하여 제조한 약과의 관능 평가 결과는 Table 6과 같다. 7점 만점에 맛(taste)은 50% 첨가군이 5.75 ± 0.75 , 향(flavor)은 30% 첨가군 5.83 ± 0.49 점, 색(color)은 30% 첨가군 5.71 ± 0.49 점, 식감(texture)은 50% 첨가군 5.58 ± 1.17 점, 전체적인 기호도(overall preference)는 5.79 ± 0.80 점으로 가장 높게 나타나 관능 평가에서 30% 첨가군과 50% 첨가군을 가장 선호하는 것으로 평가되었다. 한편, 파로를 파스타 및 조리된 곡물 형태로 적용한 선행연구에서는 조리된 곡물 형태에서 가장 높은 기호도를 나타낸 반면, 파스타 형태에서는 가장 낮은 기호도를 나타낸 것으로 보고되었다(Kucek et al. 2017). 이러한 결과는 파로의 가공 형태에 따라 관능적 특성이 달라질 수 있음을 나타낸다. 약과의 경우에는 30~50% 정도 수준에서 파로의 첨가가 기호도 증가에 기여하는 것으로 보인다.

Table 6. Sensory properties of *yakgwa* prepared with 0, 30, 50, and 100% *farro* powder

Features	FPY0 ¹⁾	FPY30	FPY50	FPY100
Taste	$4.08 \pm 1.17^{2a3)}$	5.67 ± 0.49^b	5.75 ± 0.75^b	4.63 ± 1.10^a
Flavor	4.71 ± 0.63^a	5.83 ± 0.49^c	5.71 ± 0.80^{bc}	5.17 ± 1.17^{ab}
Color	4.38 ± 0.89^a	5.71 ± 0.49^b	5.58 ± 1.26^b	4.5 ± 1.47^a
Texture	3.83 ± 1.96^a	5.21 ± 1.02^b	5.58 ± 1.17^b	3.88 ± 1.10^a
Overall preference	3.75 ± 1.50^a	5.58 ± 1.02^b	5.79 ± 0.80^b	4.33 ± 1.10^a

¹⁾Refer to Table 1.

²⁾The values are mean $\pm$ SD (n=24)

³⁾Values with the same small letter (a-c) in a row are not significantly different by Duncan's multiple range test ($p < 0.05$).

IV. 요약 및 결론

본 연구는 기능성 소재인 고대 곡물 파로를 분말 형태로 쌀가루 대비 0, 30, 50 및 100%로 첨가하여 약과를 제조한 후 품질 특성과 항산화 효능을 평가하였다. 파로 약과는 파로 분말 첨가량이 증가함에 따라 수분 함량, 조회분 및 조단백 함량이 증가하였으며, 조지방은 대조군에 비해 첨가군에서 높게 나타났으나 첨가군 간의 유의미한 차이는 나타나지 않았다. 탄수화물 함량은 유의미하게 감소하는 경향을 나타내었다.

파로 약과의 pH와 당도는 파로 분말 첨가량이 증가함에 따라 유의미하게 증가하였고, 염도, 보수력 및 밀도는 차이를 나타내지 않았다. 팽창률은 파로 첨가량 증가에 따라 유의미하게 감소하였고, 손실률은 유의미한 차이를 나타내지 않았다. 단백질 소화도는 파로 분말 첨가량이 증가함에 따라 유의미하게 증가하는 경향을 나타내었고, 색도는 L 값은 유의미하게 감소하였고 a 값, b 값 및 ΔE는 유의미하게 증가하였다. 조직감 측정 결과 경도, 탄력성, 응집성, 점성, 씹힘성 및 회복성은 모두 파로 분말 첨가량 증가에 따라 감소하는 경향을 나타내었다.

항산화 활성 측정 결과, 총 폴리페놀 함량, 총 플라보노이드 함량, DPPH 라디칼 소거능, ABTS 라디칼 소거능 및 환원력은 첨가량 증가에 따라 유의적으로 증가하였다. SOD 유사 활성은 대조군과 첨가군 간에는 유의미한 차이를 보였으나, 첨가군 간의 차이는 나타나지 않았다. 이와 같이 파로 분말의 첨가는 약과의 생리활성을 향상시키는 것으로 확인되었다.

약과의 관능 평가 결과 7점 척도 기준에서 맛은 50% 첨가군, 향과 색은 30% 첨가군, 식감은 50% 첨가군, 전체적인 기호도는 50% 첨가군이 가장

높게 평가되어, 30% 및 50% 첨가군이 상대적으로 우수한 기호도를 나타내었다.

따라서 기능성은 100% 첨가군에서 가장 높게 나타났으나, 기호도 측면에서는 30% 및 50% 첨가군이 높게 나타나 기능성과 기호도를 종합적으로 고려할 때 30~50% 첨가가 적절하다고 판단된다. 국내에서 파로를 활용한 식품 연구는 미비한 실정으로, 본 연구에서는 파로 분말 첨가량을 달리 한 약과를 제조하여 파로의 기능성을 확인하였으며, 파로가 우리 전통 식품인 약과의 기능성을 강화하는 것으로 나타나, 이후 식품 제조 시에 기능성 향상을 위해 다양하게 활용할 수 있을 것으로 기대된다.

References

- AACC(2000) Approved methods of the AACC 10th ed. American association of cereal chemists, St. Paul, MN, USA. pp10-50
- Amanda GAS, James D(2024) Protein quality of cereals: digestibility determination and processing impacts. J Cereal Sci 117, 103892. doi:10.1016/j.jcs.2024.103892
- AOAC(2023) Official methods of analysis of AOAC international. 22nd ed. New York, NY, USA
- Arzani A, Ashraf M(2017) Cultivated ancient wheats (*Triticum spp.*): a potential source of health-beneficial food products. Compr Rev Food Sci Food Saf 16(3), 477-488. doi:10.1111/1541-4337.12262
- Baek J, Lee J, Jeong YJ, Oh SY, Kang SS(2025) Inhibition of salmonella typhimurium biofilm formation, adhesion, and invasion by whey beverage supplemented with *Triticum dicoccum* (Farro) enzyme. Food Sci Anim Resour 45(2), 648-661. doi:10.5851/kosfa.2025.e5
- Baek SG, Kim SS, Jang JY, Kim JS, Lee TRS(2020) Ferulic acid content of barley and wheat grains and head blight resistance. Res Plant Dis 26(4), 250-255. doi:10.5423/RPD.2020.26.4.250
- Birasuren B, Kim NY, Jeon HL, Kim MR(2013)

- Evaluation of the antioxidant capacity and phenolic content of agriophyllum pungens seed extracts from mongolia. *Prev Nutr Food Sci* 18(3), 188-195. doi:10.3746/pnf.2013.18.3.188
- Carcea M, Narducci V, Turfani V, Giannini V(2017) Polyphenols in raw and cooked cereals/pseudocereals/legume pasta and couscous. *Foods* 6(9), 80. doi:10.3390/foods6090080
- Cheng A(2018) Shaping a sustainable food future by rediscovering long-forgotten ancient grains. *Plant Sci* 269, 136-142. doi:10.1016/j.plantsci.2018.01.018
- Cho EJ, Yang MO, Kang HJ(2007) Physicochemical characteristics of yackwa with added rice wine cake. *J East Asian Soc Diet Life* 17(1), 94-102
- Devalage ST, House JD, Thandapilly SJ, Malalgoda M(2024) Nutritional characteristics and physicochemical properties of ancient wheat species for food applications. *Food Biosci* 62, 105397. doi:10.1016/j.fbio.2024.105397
- Dhanavath S, Prasada Rao UJS(2017) Nutritional and nutraceutical properties of *Triticum dicoccum* wheat and its health benefits: an overview. *J Food Sci* 82(10), 2243-2250. doi:10.1111/1750-3841.13844
- Fatma RA, Buket C, Huseyin A, Samed S(2025) Phenolic content, antioxidant activity and quality characteristics of hulled wheats originating from Türkiye. *Turkish J Agriculture: Food Sci Technol* 7(13), 1937-1944. doi:10.24925/turjaf.v13i7.1937-1944.7764
- Gabriele M, Arouna N, Arvay J, Longo V, Pucci L(2023) Sourdough fermentation improves the antioxidant, antihypertensive, and anti-inflammatory properties of *Triticum dicoccum*. *Int J Mol Sci* 24(7), 6283. doi:10.3390/ijms24076283
- Geisslitz S, Scherf KA(2020) Rediscovering ancient wheats. *Cereal Foods World* 65(2), 9. doi:10.1094/cfw-65-2-0013
- Giacintucci V, Guardeno L, Puig A, Hernando I, Sacchetti G, Pittia P(2014) Composition, protein contents, and microstructural characterisation of grains and flours of emmer wheats (*Triticum turgidum* ssp. *dicoccum*) of the Central Italy type. *Czech J Food Sci* 32(2), 115-121. doi:10.17221/512/2012-CJFS
- Han IH, Park BG(2014) Antioxidant activity and in vitro protein digestibility of bakery products prepared from Korean wheat with functional ingredients. *J East Asian Soc Diet Life* 24(6), 853-861. doi:10.17495/easdl.2014.12.24.6.853
- Huh CK, Lee JW, Kim YD(2013) Comparison of the organic acids, fusel oil contents and antioxidant activities of yakju with the additions of various rice cultivars. *Food Sci Preserv* 20(3), 365-371. doi:10.11002/kjfp.2013.20.3.365
- Hwang HJ, Kwak EJ(2017) Quality characteristics and oxidative stability of rice yackwa added with yam powder. *J East Asian Soc* 27(3), 304-312. doi:10.17495/easdl.2017.6.27.3.304
- Hwang HY, Kim BY(2010) Building the successful marketing strategy of dessert brands in the food service industry. *J Product Research* 28(6), 13-28. doi:10.36345/kacst.2010.28.6.002
- Hwang J, Kim Y, Yang W, Moon J, Lee S, Choi H(2025) Quality characteristics and antioxidant activities of cookies with varying amounts of *Orostachys japonica* (Maxim.) A Berge powder. *Korean J Food Sci Technol* 57(6), 676-684. doi:10.9721/KJFST.2025.57.6.676
- Hwang S, Kang K(2014) Physical and cooking properties of commercial noodles made with wheat, rice, brown rice, and barley flour. *Food Serv Ind J* 10(1), 19-27. doi:10.22509/kfsa.2014.10.1.002
- Jang SY, Park MJ, Lee SY(2009) Influence of different dipping temperature and time on quality characteristics of baked yackwa. *Korean J Food Culture* 24(4), 426-432
- Jang YJ, Hong YE, Shin JA, Kim HJ, Han IH(2024) Quality characteristics and physiological activities of hardtacks with Keumkang wheat sprout powder. *Korean J Food Sci Technol* 56(4), 446-457. doi:10.9721/KJFST.2024.56.4.446
- Jung KH, Hong HD, Cho CW, Lee MY, Choi UK, Kim YC(2012) Phenolic acid composition and antioxidative activity of red ginseng prepared by high temperature and high pressure process. *Korean J Food Nutr* 25(4),

- 827-832. doi:10.9799/ksfan.2012.25.4.827
- Kim CY, Lim SH, Jang HW, Jung JY, Kim JH(2023) Quality characteristics of Yakgwa added with bitter buckwheat flour. *Culi Sci Hos Res* 29(11), 27-35
- Kim DH, Kim SJ, Kim MR(2019) Physicochemical properties and antioxidant activities of allulose konjac jelly added with *Enteromorpha prolifera*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 48(9), 967-976
- Kim HA, Lee KH(2012) Quality characteristics of baked yackwa made with goami powder added oil. *J East Asian Soc* 22(4), 514-520
- Kim HA, Yang JS, Kim YS(2013) Quality characteristics of baked yackwa made with various amounts of goami powder and wheat flour. *Culi Sci Hos Res* 19(1), 179-188
- Kim JH, Jun WJ(2015) Radical scavenging and anti-obesity effects of 50% ethanol extract from fermented *Curcuma longa* L. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 44(2), 281-286. doi:10.3746/jkfn.2015.44.2.28
- Kang HS, Kim MH, Sim KH.(2025) Quality characteristic and antioxidant activities of yakgwa supplemented with sesame meal. *Culi Sci Hos Res* 31(1), 24-37. doi:10.20878/cshr.2025.31.1.002
- Kim JM, Kim JS(2019) Quality characteristics and antioxidants of yakgwa added with lotus root extract. *Culi Sci Hos Res* 25(11), 124-133. doi:10.20878/cshr.2019.25.11.013
- Kim KH, Tsao R, Yang R, Cui SW(2006) Phenolic acid profiles and antioxidant activities of wheat bran extracts and the effect of hydrolysis conditions. *Food Chem* 95(3), 466-473. doi:10.1016/j.foodchem.2005.01.032
- Kim SB, Kim TY(2006) Noodle making characteristics of goami rice composite flours. *Korean J Community Living Sci* 17(2), 61-68
- Kim SH, Oh SY, Jeong Y, Kwon J(2025) Changes in characteristics of the ancient grain farro according to liquefaction and saccharification processes. *Food Sci Preserv* 32(1), 17-29. doi:10.11002/fsp.2025.32.1.17
- Kucek LK, Dyck E, Russell J, Clark L, Hamelman J, Burns-Leader S, Senders S, Jones J, Benscher D, Davis M, Roth G, Zwinger S, Sorrells ME, Dawson JC(2017) Evaluation of wheat and emmer varieties for artisanal baking, pasta making, and sensory quality. *J Cereal Sci* 74, 19-27. doi:10.1016/j.jcs.2016.12.010
- Kuznetsova E, Shayapova L, Klimova E, Nasrullaeva G, Brindza J, Stolyarov M, Zomiteva G, Bychkova T, Gavrilina V(2019) Composition, quality characteristics and microstructure of the grain *Triticum dicoccum*. *Slovak J Food Sci* 13(1), 933-940. doi:10.5513/JCEA01/18.1.1871
- Lachman J, Orsak M, Pivec V, Jir K(2012) Antioxidant activity of grain of einkorn (*Triticum mono-coccum* L.), emmer (*Triticum dicoccum schuebl* [schrackl]) and spring wheat (*Triticum aestivum* L.) varieties. *Plant Soil Environ* 58, 15-21. doi:10.17221/300/2011-PSE
- Lee CS, Lim HS, Cha GH(2015) Quality characteristics of cookies with ginger powder. *Korean J Food Cook Sci* 31(6), 703-717. doi:10.9724/kfcs.2015.31.6.703
- Lee H, Kim YK, Lee HJ, Lee JJ(2016) Effects of loquat (*Eriobotrya japonica* Lindl.) ethanol extracts of different aerial parts on antioxidant activity and antiproliferation of human cancer cells. *Korean J Community Living Sci* 27(2), 211-220. doi:10.7856/kjcls.2016.27.2.211
- Lee J, Kim J(2014) Quality characteristics of yackwa made with yam (*Dioscorea batatas* Decne) Powder. *Culi Sci Hos Res* 20(6), 56-68
- Lee JB, Park HK, Lee JS, Kim MH(2011) Studies on antiox-idant activity, total flavonoids and polyphenols, and reduc-ing power in yakju with different ratios of dandelion root. *J East Asian Soc Diet Life* 21(6), 882-887
- Lee KA(2001) Effects of dipping syrups prepared with isomaltooligosaccharides on the Yackwa quality. *Korean J Hum Ecol* 10(1), 33-39
- Lee KA(2006) Effect of black rice flour replacement on physicochemical, textural and sensory properties of Yackwa. *Korean J Hum Ecol* 15(4), 669-674
- Lee KS, Kim GH, Seong BJ, Kim SI, Han SH, Lee SS, Song MR, Lee GH (2013) Quality characteristics of yakgwa added with ginseng fruit, leaf and root. *J Korean Soc Food Sci*

- Nutr 42(12), 1981-1987. doi:10.3746/jkfn.2013.42.12.1981
- Liang Y, Dai D, Chang WQ, Wang Y, Zhang ZH, Li D, Zhang B(2024) Biological characteristics, domesticated cultivation protocol, antioxidant activity, and protective effects against cellular oxidative stress of an underutilized medicinal mushroom: fomitopsis palustris. J Fungi 10(6), 380. doi:10.3390/jof10060380
- Oh JY, Sim KH(2025) Storage stabilities and antioxidant properties of yakgwa supplemented with black lentil (*Lens culinaris*) extracts during storage period. Culi Sci Hos Res 31(11), 60-72. doi:10.20878/cshr.2025.31.11.006
- Ozhamamci I(2026) A new insight into ancient wheat pasta: physicochemical, technological and cooking quality of *triticum dicocum* (Emmer). Appl Sci 16(4), 2138. doi:10.3390/app16042138
- Sa YJ, Kim JS, Kim MO, Jeong HJ, Yu CY, Park DS, Kim MJ(2010) Comparative study of electron donating ability, reducing power, antimicrobial activity and inhibition of α -glucosidase by Sorghum bicolor extracts. Korean J Food Sci Technol 42(5), 598-604
- Serpen A, Gokmen V, Karagoz A, Köksel H(2008) Phytochemical quantification and total antioxidant capacities of emmer (*Triticum dicoccon Schrank*) and einkorn (*Triticum monococcum L.*) wheat landraces. J Agric Food Chem 56(16), 7285-7292. doi:10.1021/jf8010855
- Shin JA, Jang YJ, Hong YE, Kim HJ, Han IH(2025) Physiological activity and quality characteristics of acorn muk with hot water extract of cep mushroom during storage. Korean J Food Sci Technol 57(3), 301-311. doi:10.9721/KJFST.2025.57.3.301
- Singleton VL, Orthofer R, Lamuela-Raventos RM(1999) Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. Methods Enzymol 299, 152-178. doi:10.1016/S0076-6879(99)99017-1
- Son HJ, Um MY, Kim IH, Cho SM, Han DS, Lee CH(2016) *In Vitro* screening for antidementia activities of seaweed extracts. J Korean Soc Food Sci Nutr 45(7), 966-972. doi:10.3746/jkfn.2016.45.7.966
- Song JH, Lee HS, Hwang JK, Chung TY, Hong SR, Park KM(2003) Physiological activities of phellinus ribis extracts. Korean J Food Sci Technol 35(4), 690-695
- Tekmile CK(2023) Usage of primitive wheat (*Triticum monococcum* and *Triticum dicocum*) flour and whole egg in noodle production. Food Sci Technology Int 29(5), 541-551. doi:10.1177/10820132231173020
- Terletskaia N, Stupko V, Altayeva N, Kudrina N, Blovachinskaya I, Kurmanbayeva M, Erezhetova U(2021) Photosynthetic activity of triticum dicocum $\times$ triticum aestivum alloplasmic lines during vegetation in connection with productivity traits under varying moisture conditions. Photosynthetica 59(1), 74-83. doi:10.32615/ps.2021.003
- Unal NA, Ozkaya B(2026) Investigation of phenolic acid profiles, physical characteristics, and nutritional properties of ancient wheats. Eur Food Res Technol 252(71). doi:10.1007/s00217-025-05025-0
- Volkan A, Yilmaz, Andrea Brandolini, Alyssa Hidalgo(2015) Phenolic acids and antioxidant activity of wild, feral and domesticated diploid wheats. J Cereal Sci 64, 168-175. doi:10.1016/j.jcs.2015.05.005