

## 발아 카무트 분말을 첨가한 식빵의 품질 특성 및 항산화 작용

윤진아<sup>1</sup> · 한준우<sup>2</sup> · 최재환<sup>2</sup> · 신경옥<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>케이씨대학교 식품영양학과 교수, <sup>2</sup>삼육대학교 식품생명산업학과 석사과정, <sup>3</sup>삼육대학교 식품영양학과 교수

### Quality Characteristics and Antioxidant Activity of White Bread Added with Germinated Kamut (*Triticum turanicum* Jakubz) Powder

Jin A Yoon<sup>1</sup>, Jun-Woo Han<sup>2</sup>, Jae-Hwan Choi<sup>2</sup> and Kyung-Ok Shin<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>Professor, Dept. of Food and Nutrition, KC University, Seoul 07661, Republic of Korea

<sup>2</sup>Master Student, Food Science and Biotechnology, Sahmyook University, Seoul 01795, Republic of Korea

<sup>3</sup>Professor, Dept. of Food and Nutrition, Sahmyook University, Seoul 01795, Republic of Korea

#### ABSTRACT

The quality and antioxidant properties of bread prepared by adding germinated kamut (*Triticum turanicum* Jakubz) powder were analyzed. As the proportion of germinated kamut powder increased from 0% to 50%, the pH and the weight of the bread increased. Further, with increase in amount of germinated kamut powder, the volume, expansion capacity and height of the bread significantly decreased. There was no significant difference observed in the qualities of springiness and cohesiveness between the control and bread prepared with germinated kamut powder. Adhesiveness was in the control, and hardness, gumminess, chewiness, and resilience were in the bread containing 50% germinated kamut powder. The 70.5% ethanol extract of the germinated kamut powder showed high antioxidant of 2,2'-azinobis-(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) (ABTS) and the 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging activity. In conclusion, the addition of 12% germinated kamut while making bread, will result in a product of higher quality and improved antioxidant activity.

Key words: germinated kamut, white bread, hardness, gumminess, antioxidants

#### 서 론

우리의 식생활은 밥(주식) 중심의 식사에서 빵(베이커리) 중심의 식생활로 변화하고 있으며, 이로 인해 제과·제빵 분야의 수요도 지속적으로 증가하고 있다. 빵은 세계적으로 여러 문화권과 지역에서 다양한 종류와 모양으로 소비되는 식품이다. 그중 대표적인 식품이 식빵으로, 재료가 단순하기 때문에 첨가물의 특성을 비교하기 좋은 오랜 역사를 가진 형태이며, 대한민국에서 빵 소비량의 15%를 차지할 정도로 많이 소비되는 형태이다(Cho SN 등 2014; Kim YK 등 2019). 건강에 대한 소비자들의 인식이 높아지는 경향 및 건강에 도움을 주는 기능성에 대한 관심이 높아지면서 수수가루나 빵 앞분말 등 생리활성 성분을 첨가한 기능성 식품을 선호하고 있는 추세이며(Im JG 등 1998; Ahn CS & Yuh CS 2004), 다양한 부재료를 첨가하여 건강에 도움이 되는 제품(식빵) 개발이 증가하고 있다. 특히, 식물성 소재는 높은 식이섬유, 비

타민 등 생리활성 물질이 함유되어 있어 체내에 항산화 작용을 하여 세포 손상을 억제하는 기능이 보고되었으며(Lee JH 등 2018), 제빵 분야에서 밀가루를 대체할 수 있는 곡물이나 부재료를 이용하여 기능성이 첨가된 빵에 대한 연구가 많이 보고되고 있다.

일반적으로 식빵은 밀가루와 버터, 이스트, 소금, 물 등을 주원료로 하여 반죽을 제조한 후 발효시켜서 구운 것으로 밥 대용의 식품으로 많이 이용되고 있으며, 우리의 식생활에서 영양적으로 매우 중요한 에너지원이며, 단백질, 지질 등을 공급하고, 미량 영양소로는 비타민 B군, 무기질 및 식물 화학물질(phytochemicals) 등을 공급한다(Dewettinck K 등 2008; Cha SH 등 2019). 그러나 선행연구(Dewettinck K 등 2008; Das L 등 2012; Cha SH 등 2019)에서도 지적했듯이 식빵을 만드는 과정 중에서 영양성분이 감소되기도 하고, 저장 기간 중 여러 가지 물리적이거나 화학적 현상의 복합적인 과정으로 노화가 진행되어 빵의 내부와 표면이 변하면서 내부의 견고성이 증가하고, 부드러운 껍질을 형성하며, 향과 수분의 손실 등의 품질 변화가 일어난다. 따라서 식빵의 품질을 향상시키기 위해 식빵 제조 시 다양한 기능성 성분을

\* Corresponding author : Kyung-Ok Shin, Tel: +82-2-3399-1657, Fax: +82-2-3399-1655, E-mail: skorose@syu.ac.kr

첨가하여 영양적인 균형을 보충한 식빵을 생산하기 위해 노력하고 있다.

카무트(Kamut; *Triticum turanicum* Jakubz)는 원시품종의 밀(호라산 밀; Khorasan wheat)로 고대 이집트에서 재배되었던 밀의 이름이자 브랜드 이름이기도 하다(Balestra F 등 2015). 호라산은 이란의 지역 이름이며, 카무트는 고대 이집트어에서 유래한 ‘밀’을 뜻한다. 카무트는 약 127 cm의 높이로 자라며, 다른 밀보다 낱알이 2~3배 가량 크고, 길이가 길며 폭이 좁은 형태이다. 카무트는 일반 밀보다 식이섬유, 셀레늄 및 폴리페놀 함유량이 높으며, 필수아미노산, 무기질 및 비타민이 풍부하다(Choi JH 등 2016). Lee PR 등(2019)의 연구에서는 로스팅 온도와 시간이 증가함에 따라 카무트 음료의 항산화 기능이 증가하였으며, 이러한 항산화 효과는 제빵 시에도 증가한다고 보고하였다(Bordoni A 등 2017).

발아는 곡물의 기능성을 증가시키기 위한 가공처리 방법으로 발아의 시작과 함께 종자 내부의 피트산과 전분이 분해되어 소화성과 식감이 개선되며, 각종 효소, 비타민 및 무기질 등의 생리활성 물질들의 함량을 증가시킨다고 보고되었다(Yu AR 등 2015). 이에 본 연구에서는 밀가루 식빵의 품질 향상과 기능성 천연소재의 개발을 위해 발아 카무트를 분말화 시킨 후, 발아 카무트를 각각 0%, 12.5%, 25%, 37.5% 및 50%로 반죽에 첨가하여 제조한 식빵의 품질 특성 및 항산화 활성을 확인하여 밀가루 식빵이 가지고 있는 부정적인 이미지를 긍정적으로 바꾸고, 발아 카무트를 활용한 새로운 건강기능성 제빵 소재로의 가능성을 실험하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 실험 재료

본 연구에서는 가마솥 공법으로 증숙을 하여 카무트의 싹

을 발아시킨 후 건조시킨 발아 카무트(Germinated Kamut, Nature's One, Seoul, Korea)를 사용하였다. 발아 카무트를 첨가한 식빵에 사용한 재료는 박력분(Soft flour, Sajo Dongaone, Seoul, Korea), 달걀(Haemil farming association corporation, Yeosu, Korea), 백설탕(Beksul White Sugar, CJ Cheiljedang, Seoul, Korea), 소금(Hanjin salt, Hanam, Korea), 베이킹파우더(Baking powder, Galimfood, Incheon, Korea), 무염버터(Home butter, Lotte Food, Seoul, Korea), 우유(Seoul milk, Seoul, Korea)이며, E마트에서 구입하여 사용하였다. 발아 카무트를 물로 깨끗히 세척한 후, 열풍건조기(LD-918BH, Lequip, Seoul, Korea)를 이용하여 13시간 동안 65℃에서 건조하고, 분쇄기(HMF-326OS, Hanil, Seoul, Korea)를 이용하여 분쇄한 후 60 mesh 체로 친 다음, 시료로 사용하였다(Kim YM 2018).

### 2. 식빵의 제조

식빵은 직접 반죽법으로 제조하였고, 각 재료의 배합비는 Table 1과 같다. 예비실험에 의해 발아 카무트 분말을 0, 12.5, 25, 37.5, 50, 62.5, 75, 87.5, 100% 비율로 배합하여 제조한 결과를 바탕으로 발아 카무트 분말은 밀가루의 중량대비 0%, 12.5%, 25%, 37.5%, 50%의 비율로 첨가하여 식빵을 제조하였다(Yoon JA 등 2019). 제조 방법은 유지를 제외한 재료를 반죽기(BS-201, Busung, Bucheon, Korea)로 30초간 혼합한 후, 30℃ 물에 미리 녹여둔 dry yeast를 넣고 저속에서 2분 30초, 중속으로 3분간 믹싱하고 버터를 첨가하여 다시 10분간 혼합하였다. 완성된 반죽을 27℃, 습도 75%의 발효기에서 70분간 1차 발효를 시킨 후, 170 g씩 분할하여 둥글리기를 하였다. 둥글리기 한 반죽을 실온에서 15분간 중간 발효를 거쳐 가스를 빼고 성형한 뒤 35℃, 습도 85%로 조정된 발효기에서 40분간 2차 발효를 실시하였다. 21 × 11 × 9 cm

Table 1. Formula for the bread made with germinated *Triticum turanicum* Jakubz powder

Ingredients (g)	Germinated <i>Triticum turanicum</i> Jakubz powder content (%)				
	0	12.5	25	37.5	50
Wheat flour	600	525	450	375	300
Germinated Kamut powder	0	75	150	225	300
Yeast	18	18	18	18	18
Sugar	30	30	30	30	30
Butter	24	24	24	24	24
Milk powder	18	18	18	18	18
Salt	12	12	12	12	12
Water	400	400	400	400	400

식빵 틀에 170 g씩 넣고 윗불 170°C, 아랫불 190°C로 예열된 전기오븐(HORNO PANADERO, BS023, Busung, Bucheon, Korea)에 30분간 구워 실온에서 1시간 방냉한 후 시료로 사용하였다.

### 3. 식빵의 pH 측정 및 수분 함량

발아 카무트 분말을 첨가하여 제조한 식빵의 pH는 식빵 5 g을 증류수 50 mL에 넣은 후 pH meter(pH7110, inoLab, Weiheim, Germany)를 이용하여 3회 반복 측정하였다. 식빵의 수분 함량은 Kim YM(2018)의 방법에 따라 분석하였으며, 시료 1 g을 칭량병에 넣어 상압가열건조법으로 105°C 드라이 오븐(JEIO TECH FO-600M, Koreascience, Siheung, Korea)에서 건조한 후, 함량을 측정하였다.

### 4. 식빵의 외관과 높이 측정

식빵의 외관은 디지털 카메라(LGM-G600L, LG, Seoul, Korea)를 이용하여 시료를 일렬로 배치한 후 촬영하여 식빵 외관의 특성을 관찰하였다. 높이는 식빵의 정중앙을 잘라 최고의 높이 부분에서 캘리퍼(150 × 0.05 mm, Eagle Vernier Caliper, Shanghai, China)를 사용하여 단면의 높이를 3회 반복 측정하여 평균값을 구하였다.

### 5. 식빵의 무게, 부피, 비용적, 굽기 손실률 및 반죽수율 측정

발아 카무트 분말을 첨가한 식빵의 무게는 오븐에서 구워낸 후, 실온에서 1시간 방냉한 처리군당 3개의 시료를 사용하여 각 시료 당 3회 반복 측정한 다음, 평균값으로 나타내었다. 발아 카무트 분말 첨가 식빵의 부피는 종자치환법(Kim YM 2018)에 의하여 2,500 mL 비커에 좁쌀을 가득 담고, 그 좁쌀을 비운 후 비커에 식빵을 넣고, 그 위에 덜어낸 좁쌀을 다시 채워 윗면이 수평이 되게 한 다음, 남은 좁쌀의 부피를 측정하여 기록하였다. 비용적(specific volume)은 빵 1 g이 차지하는 부피(mL)로 나타내었으며, 반죽수율과 굽기 과정의 굽기 손실률(baking loss)은 반죽의 무게와 식빵의 무게를 이용하여 아래와 같이 산출하였다(Kim YJ 등 2016).

$$\text{비용적(mL/g)} = \text{식빵의 부피/식빵의 무게}$$

$$\text{굽기손실률(\%)} = (\text{반죽 무게} - \text{식빵무게})/\text{반죽무게} \times 100$$

$$\text{반죽수율(\%)} = (\text{굽기 전 반죽의 무게}/\text{구운 후 식빵의 무게}) \times 100$$

### 6. 색도 측정

식빵의 색도는 식빵을 종단으로 2등분하여 내부의 색을

색차계(CR-400 Konica Minolta, Tokyo, Japan)를 이용하여 측정하였다. 표준색판을 이용하여 기기의 측정값을 보정하였으며, 시료를 측정 후 L(lightness), a(reeness), b(yellow-ness)의 값으로 3회 측정 후 평균값으로 나타내었다. L값은 검은색(0)에서 흰색(100)까지, a값(적색도)은 녹색(-80)에서 적색(100)까지, b값(황색도)은 청색(-70)에서 황색(70)까지였으며, 표준판은 백색판을 사용하였고, 백색판이 나타내는 값은 L은 93.81, a는 -0.19, b는 3.91이었다(Kim WM 등 2018).

### 7. 식빵의 조직감 측정

식빵의 조직감(texture) 측정은 식빵의 내부를 동일한 크기인 2 × 2 × 2 cm로 잘라 texture analyzer(TAXTplus/50 stable-microsystems, Haslemere, Surrey, UK)를 사용하여 경도(hardness), 부착성(adhesiveness), 탄력성(springing), 응집성(cohesiveness), 점착성(gumminess), 씹힘성(chewiness), 회복탄력성(resilience)을 측정하였다. 결과는 각 실험군 별로 3회 반복하여 측정된 값의 평균±표준편차로 나타내었다. 측정조건 의 probe는 원통 probe, sample size 20 × 20 × 20 mm, test speed 1.0 mm/sec, pre test speed 2.0 mm/sec, post test speed 2.0 mm/sec, distance 5.0 mm로 하였다.

### 8. 관능검사

관능검사의 패널은 식품영양을 전공하는 대학원생 10명을 대상으로 실시하였다. 시료는 가로 × 세로 × 높이 각각 3 × 3 × 3 cm<sup>3</sup> 크기로 잘라 흰색 접시에 담아 3자리의 난수표를 사용하여 제공하였고, 물을 제공하여 시료와 시료 사이에는 입을 행구도록 하였다. 발아 카무트 식빵의 기호도 검사는 5가지 항목인 외관(appearance), 향(flavor), 맛(taste), 텍스처(texture), 전반적인 기호도(overall preference)에 대하여 1점은 '매우 싫다'로, 7점은 '매우 좋다'로 하여 7점 척도 방법으로 평가하였다(Kim YJ 등 2016; Jin HY 등 2020).

### 9. 항산화 활성 측정

#### 1) 측정용 시료 조제

분쇄한 재료는 20 g씩을 500 mL의 95°C 탈 이온수와 70.5% 에탄올을 각각 가하여 환류냉각기가 부착된 히팅맨틀(MS-DMS, MTOPS, Incheon, Korea)에서 3시간씩 2회 추출하였다. 추출액은 압착 여과하고, 원심분리(6,000 rpm, 30 min, 4°C)한 후 상등액을 45°C에서 진공농축하고, 동결건조기(LYPH-LOCK 12, Labconco, Kansas, USA)를 이용하여 동결건조한 후 분쇄하여 시료를 조제하였다(Lee KW 등 2017).

## 2) ABTS 라디칼 소거활성 측정

ABTS 라디칼 소거활성은 Re R 등(1999)의 방법을 사용하여 측정하였다. ABTS 용액 7 mM과 과황산칼륨(potassium persulfate;  $K_2S_2O_8$ ) 140 mM을 혼합하여 암소에서 12~16시간 반응시킨 다음, 인산완충용액(phosphate buffered saline, pH 7.4)을 사용하여 734 nm 파장에서 흡광도 값  $0.7(\pm 0.02)$ 이 되도록 희석하여 사용하였다. 소거활성 억제(%)는 20~80%가 되도록 희석한 10  $\mu$ L 조제 시료와 1 mL ABTS 용액을 혼합하여 반응시킨 후, 734 nm 파장에서 흡광도(Spectrophotometer; Human corporation, Seoul, Korea)를 측정하였다. ABTS radical cation scavenging capacity는 제시된 공식에 의하여 계산하였으며, 각 시료의 라디칼 소거활성은 TEAC  $\mu$ mol/g dry weight로 나타났다.

$$\text{ABTS Scavenging activity(\%)} = \frac{[(\text{ABTS}_{\text{Control}} - \text{ABTS}_{\text{Sample}}) / \text{ABTS}_{\text{Control}}] \times 100}{}$$

$\text{ABTS}_{\text{Control}}$  = Absorbance of a blank sample at the beginning of the reaction ( $t=0$  min)

$\text{ABTS}_{\text{Sample}}$  = Absorbance of a test sample at the end of the reaction ( $t=15$  min)

## 3) DPPH 라디칼 소거활성 측정

Tae MH 등(2015)의 방법에 의하여 메탄올을 시료 3 g에 첨가하여 10배 희석한 혼합액을 실온에서 24시간 추출 후, 3,000 rpm에서 10분간 원심분리(Varispin 4, Hanil science medical, Seoul, Korea)하여 얻은 상등액을 시료 용액으로 사용하였다. 시료 용액 1 mL에 0.2 mM DPPH 용액 1 mL를 가하여 잘 혼합하고 30분간 암실에서 반응시킨 후, 517 nm에서 spectrophotometer(UV-1800 spectrophotometer, Shimadzu, Kyoto, Japan)로 흡광도를 측정하였으며, DPPH 라디칼 소거활성은 다음과 같은 계산식에 의해 환산하였다.

$$\text{DPPH radical scavenging activity (\%)} = \{1 - (\text{Sample absorbance} / \text{Control absorbance})\} \times 100$$

## 10. 통계처리

실험된 모든 자료는 SPSS package version 18.0(Statistical Package for Social Science, SPSS Inc., Chicago, IL, USA) 프로그램을 이용하여 평균과 표준편차를 구하였다. 평균치 비교는 one-way ANOVA 방법에 따라 실시하였으며, 평균들 간 차이의 유의성 분석( $p < 0.05$ )은 Duncan의 다중검정법(Duncan's multiple range test)을 이용하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 식빵의 pH 측정 및 수분 함량

식빵의 pH 및 수분함량 측정 결과는 Table 2에 나타내었다. 발아 카무트 첨가비율이 0%에서 50%로 증가할수록 식빵의 pH는  $5.24 \pm 0.08$ 에서  $5.68 \pm 0.03$ 으로서 분말 첨가량이 증가할수록 유의적으로 증가하였다( $p < 0.05$ ). 수분 함량은 발아 카무트 첨가비율이 37.5%에서  $48.31 \pm 0.25\%$ 로 가장 높은 비율을 나타내었다( $p < 0.05$ ). Han SK 등(2015)의 연구에서는 고구마 잎 분말을 첨가한 빵 반죽의 pH는 5.43~5.45의 범위로서 식빵을 제조하기 위한 적정범위라고 제시하였으며, Kim YS 등(2002)은 가스 보유력이 우수하여 빵의 부피가 증가하는 반죽의 pH는 5.0~5.5일 때이며, pH가 5.0 이하에서는 반죽의 가스 보유력이 낮아진다고 보고하였다. Kim WM 등(2016)의 연구에서는 썬부쟁이 분말을 첨가한 식빵 반죽(pH 5.20~5.33)보다 썬부쟁이 분말 첨가량이 증가할수록 식빵의 pH 5.36~5.45로 가 증가한다고 보고하였는데, 본 연구에서도 이와 같은 양상을 보였다. Kim YM(2018)의 연구에서는 부추 분말을 첨가한 식빵의 수분 함량이 대조구에서는 30.85%, 2% 첨가구에서는 32.99% 및 8% 첨가구에서는 35.18%로 나타났으며, 부추 분말을 첨가한 실험구에서 식빵의 수분 함량이 높게 나타났다고 보고하였다. 또한 식빵 제조에 사용하는 이스트는 pH 5.5 정도에서 발효가 완료되고, 식빵 반죽이 pH 5.7에서 적절히 발효된다고 보고하였다(Kim SG 등 1999). 선행연구(Ko SH 등 2013; Kim WM 등 2016)에서는 신안 섬초 분말 등 다양한 식물 분말의 첨가량이 증

**Table 2.** pH and moisture content of white bread prepared with different level of germinated *Triticum turanicum* Jakobz powder

Property	Germinated <i>Triticum turanicum</i> Jakobz powder content (%)				
	0	12.5	25	37.5	50
Dough pH	$5.24 \pm 0.08^{1)c2}$	$5.41 \pm 0.03^b$	$5.59 \pm 0.01^b$	$5.62 \pm 0.01^a$	$5.68 \pm 0.03^a$
Moisture content	$41.83 \pm 2.99^e$	$43.35 \pm 2.22^b$	$43.56 \pm 2.31^b$	$48.31 \pm 0.25^a$	$47.33 \pm 1.09^a$

<sup>1)</sup> Each value in mean $\pm$ S.D.

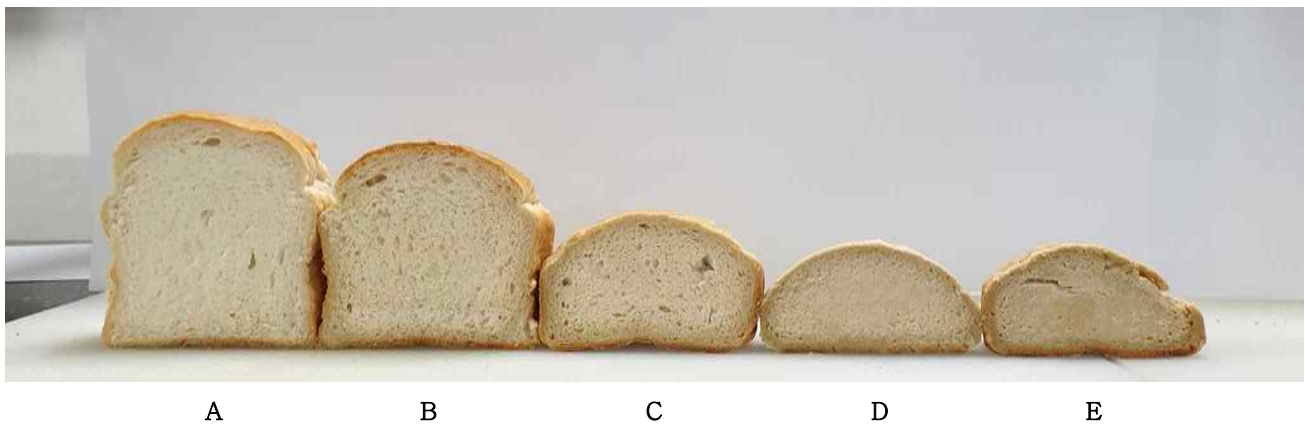
<sup>2)</sup> Means with different superscripts in the same row are significantly different at  $p < 0.05$  by Duncan's multiple range test.

가하면 pH도 증가하고, 이는 이스트의 활성을 저해하여 빵의 가스 보유력을 감소시켜 최종 제품의 부피가 감소하였다고 보고하였다. 일반적으로 식빵 반죽의 적정한 pH는 5.5~6.0이며(Lee YK 등 2003), pH 5.0 이하에서는 효모의 활성이 활발하지 못해 가스 보유력이 약해진다고 보고하였다(Kim H 등 2007). 따라서 선행연구(Kim YM 2018)에서는 글루텐과 섬유소와의 상호작용으로 혼합물의 수분 보유력에 영향을 준다고 하였으며, 본 연구에서도 발아 카무트의 식이섬유와 수분으로 인하여 수분 함량에 영향을 준 것으로 사료된다.

## 2. 식빵의 외관과 높이 측정

발아 카무트 분말을 첨가한 식빵의 외관은 Fig. 1, 높이 측

정은 Table 3에 제시하였다. 발아 카무트 분말 첨가량이 증가할수록 식빵의 크기는 크게 감소하였으며, 12.5% 첨가 > 25% 첨가 > 37.5% 첨가 > 50% 첨가 순으로 나타났다. 사진으로 보는 바와 같이 발아 카무트 분말의 첨가량이 증가할수록 식빵의 팽창능력이 감소하였는데, 이는 발아 카무트가 수분의 흡수를 증가시켰거나, 발아 카무트가 강력분으로 분류되어 발아 카무트 첨가가 강력분으로써의 역할 증가를 유도하여 식빵의 팽창력을 저하시키고, 식빵의 크기가 감소된 것으로 사료된다. Kim WM 등(2016)의 연구에서는 썩부쟁이 분말 첨가량이 증가할수록 식빵 모양이 불균형적이었으며, 기공의 크기도 작아져 식빵의 전체적인 크기가 감소하였다고 보고하였다.



**Fig. 1. Photographs of white bread with different *Triticum turanicum* Jakubz powder concentrations.**

- A (0%): Control (without added germinated *Triticum turanicum* Jakubz powder).  
 B (12.5%): Added with 12.5% germinated *Triticum turanicum* Jakubz powder.  
 C (25%): Added with 25% germinated *Triticum turanicum* Jakubz powder.  
 D (37.5%): Added with 37.5% germinated *Triticum turanicum* Jakubz powder.  
 E (50%): Added with 50% germinated *Triticum turanicum* Jakubz powder.

**Table 3. Baking properties of white bread prepared with different level of germinated *Triticum turanicum* Jakubz powder**

Property	Germinated <i>Triticum turanicum</i> Jakubz powder content (%)				
	0	12.5	25	37.5	50.00
Weight (g)	471.00±2.90 <sup>1)</sup>	465.00±2.10	454.00±0.00	469.00±2.20	436.00±4.20
Height (cm)	11.80±0.29 <sup>a2)</sup>	9.40±0.21 <sup>b</sup>	6.10±0.06 <sup>c</sup>	4.90±0.12 <sup>d</sup>	4.60±0.17 <sup>d</sup>
Bread volume (mL)	1,683.00±29.70 <sup>a</sup>	1,419.50±29.00 <sup>b</sup>	880.50±23.30 <sup>c</sup>	525.00±22.60 <sup>d</sup>	491.50±0.70 <sup>d</sup>
Specific volume (mL/g)	3.57±0.06 <sup>a</sup>	3.05±0.06 <sup>a</sup>	1.94±0.05 <sup>b</sup>	1.12±0.05 <sup>c</sup>	1.13±0.00 <sup>c</sup>
Baking loss (%)	14.50±0.80	8.00±0.40	11.00±0.00	8.90±0.40	7.60±0.60
Dough yield (%)	108.30±0.70	109.80±0.50	112.30±0.00	108.70±0.50	117.00±1.10

<sup>1)</sup> Each value in mean±S.D.

<sup>2)</sup> Means with different superscripts in the same row are significantly different at  $p < 0.05$  by Duncan's multiple range test.

### 3. 식빵의 무게, 부피, 비용적, 굽기 손실률 및 반죽수율 측정

발아 카무트 분말을 첨가한 후, 무게, 부피, 비용적, 굽기 손실률 및 반죽수율 측정은 Table 3과 같다. 식빵의 무게는 대조구 471.00±2.90 g, 12.5% 첨가군이 465.00±2.10 g, 25% 첨가군이 454.00±0.00 g, 37.5% 첨가군이 469.00±2.20 g, 50.0% 첨가군이 436.00±4.20 g 순으로 감소하였다. 식빵의 높이는 대조구에서 11.80±0.29 cm로 가장 높았으며, 발아 카무트 분말 첨가량이 50%에서 4.60±0.17 cm로 가장 낮게 나타났다. 높이의 경우 발아 카무트 분말 첨가량이 증가함에 따라 감소하였다( $p<0.05$ ). 설타나, 캘리포니아 건포도, 잔트 커런츠 액종을 첨가한 식빵의 품질 특성 연구(Kim YM 2018)에서 식빵의 무게는 대조구가 448.33 g이며, 설타나 449.33 g, 캘리포니아 건포도 448.83 g, 잔트 커런츠는 448.67 g이었으며, 전체적으로 유의적인 차이는 없다고 보고하였다. 30% 호화밀가루 반죽을 첨가하여 제조한 식빵의 무게는 다른 식빵들보다 약간 높은 값을 나타내었으며, 오히려 부피는 가장 작았다고 보고하였다(Kim WM 등 2016). 선행연구(Kim YM 2018)에서 부추분말을 첨가한 식빵의 무게는 각각 대조구 450.33 g, 2% 첨가 448.00 g, 4% 첨가 451.00 g, 6% 첨가 456.33 g 및 8% 첨가 460.00 g 순으로 나타났으며, 본 연구 결과와는 반대로 분말 첨가량이 늘어날수록 식빵의 무게는 증가하고 식빵의 식감도 저하된다고 보고하였다. 선행연구(Bae JH 등 2003; Lee SJ 2015)에서 일반적으로 밀가루에 곡류, 두류, 과채류 등 분말을 첨가하면 반죽 과정에서 글루텐망이 충분히 형성되기 어려우며, 발효과정에서 탄산가스의 포집력이 저하되어 만들어진 빵의 부피가 감소하며, 조직이 거칠어지는 등 품질의 저하가 발생한다고 보고하였다. 또한 첨가되는 부재료의 형태, 성분, 첨가량, 발효 및 가열과정 등 여러 요인에 의해 복잡한 영향을 받는다고 보고하였다(Lee SJ 2015). 본 연구에서 부피는 대조구 1,683.00±29.70 mL, 12.5% 첨가군이 1,419.50±29.00 mL, 25% 첨가군이 880.50±23.30 mL, 37.5% 첨가군이 525.00±22.60 mL, 50.0% 첨가군이 491.50±0.70 mL 순으로 나타나 첨가량이 증가할수록 부

피는 낮아졌다( $p<0.05$ ). 비용적은 대조구 3.57±0.06 mL/g, 12.5% 첨가군이 3.05±0.06, mL/g, 25% 첨가군이 1.94±0.05 mL/g, 37.5% 첨가군이 1.12±0.05 mL/g, 50.0% 첨가군이 1.13±0.00 mL/g으로 나타나 비용적이 클수록 부피가 높게 나타났다( $p<0.05$ ).

굽기 손실률은 대조구에서 14.50±0.80%로 높은 경향을 보였으며, 이는 부추 분말을 첨가한 선행연구(Kim YM 2018)에서는 굽기 손실률이 대조구가 6.51로 높았으며, 8% 첨가에서 4.24로 나타났다는 결과와 유사한 경향을 보였다. 브로콜리 분말을 첨가한 식빵의 선행연구(Lee SJ 2015)에서는 식빵에 첨가량이 증가할수록 비용적과 부피가 감소하는 것으로 나타났고, 첨가되는 분말의 양이 증가할수록 반죽의 글루텐 함량은 감소하고, 제품의 부피가 낮아진다고 하였다(Kim YM 2018). 반죽수율은 각 군별로 유의한 차이가 없었다.

### 4. 색도 측정

발아 카무트 분말을 첨가한 식빵 내부의 색도는 Table 4와 같다. 발아 카무트 분말을 첨가한 식빵 내부의 색도는 L값(명도)은 대조군의 경우 80.31±1.29, 12.5% 첨가군이 72.32±0.46, 25.0% 첨가군이 70.19±0.96, 37.5% 첨가군이 66.08±1.32, 50.0% 첨가군이 62.24±0.37로 나타났다( $p<0.05$ ). a값(적색도)은 대조군이 -2.09±0.05이고, 50.0% 첨가군이 0.99±0.09로 가장 높았다. b값(황색도)은 대조군이 12.24±0.32, 12.5% 첨가군이 13.43±0.53, 25.0% 첨가군이 14.58±0.49, 37.5% 첨가군이 15.55±0.2, 50.0% 첨가군이 17.21±0.18로 나타났다( $p<0.05$ ). 본 연구는 밀웜 분말 첨가(Kim YK 등 2019), 헤미셀룰라아제 첨가 자색고구마(Kim YO 등 2014), 머루 첨가(Bing DJ 등 2014) 식빵 등의 연구와 같이 발아 카무트 분말 첨가량의 증가에 따라 L값이 감소하고, a값이 증가하는 경향을 보였다. 또한 Kim YK 등(2019)은 연구에서는 식빵 외부와 내부가 동일하게 명도가 감소하고, 적색도가 증가되는 이유로 밀웜 분말이 가진 색이 갈색으로 첨가물의 자체 색에 따라 갈색을 띄며, 밀웜 분말 첨가로 인해 발효가 저해되어 식빵의 부피가 감소함에 따라 밀도가 증가하며, 명도가

Table 4. Color values of white bread prepared with different level of germinated *Triticum turanicum* Jakubz powder

Crumb color	Germinated <i>Triticum turanicum</i> Jakubz powder content (%)				
	0	12.5	25.0	37.5	50.0
L (lightness)	80.31±1.29 <sup>1)a2)</sup>	72.32±0.46 <sup>b</sup>	70.19±0.96 <sup>b</sup>	66.08±1.32 <sup>c</sup>	62.24±0.37 <sup>c</sup>
a (redness)	-2.09±0.05	-1.75±0.14	-0.63±0.23	0.33±0.18	0.99±0.09
b (yellowness)	12.24±0.32 <sup>c</sup>	13.43±0.53 <sup>c</sup>	14.58±0.49 <sup>b</sup>	15.55±0.2 <sup>b</sup>	17.21±0.18 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup> Each value represents the mean±S.D. of three determinations (n=3).

<sup>2)</sup> Means with different superscripts in the same row are significantly different at  $p<0.05$  by Duncan's multiple range test.

감소하는 결과를 보일 수 있다고 강조하였다.

### 5. 식빵의 조직감

발아 카무트 분말을 첨가하여 제조한 식빵의 조직감 특성인 경도, 부착성, 탄력성, 응집성, 점착성, 씹힘성 및 회복탄력성을 측정 한 결과는 Table 5와 같다. 경도는 대조구 382.25±205.64 g보다 발아 카무트를 50% 첨가한 구에서 1,412.01±54.62 g으로 가장 높았으며( $p<0.05$ ), 12.5% 첨가구에서 257.32±52.76 g으로 가장 낮았다. 경도는 소비자가 베이커리 제품의 품질을 인지하는 요소 중 하나로 부피가 작을수록 내부 구조가 작아지고 밀집됨에 따라 경도가 높게 나타난다(Bing DJ 등 2014). 선행연구(Chabot JF 1979; Gallagher E 등 2002; Kim YM 2018)에서 경도는 제품의 품질을 결정하는 요인으로 경도가 낮을수록 제품의 부피가 크고 부드러우며, 기공의 발달과 부피 등으로 인하여 영향을 받는다고 하였고, 특히 경도가 높을수록 제품의 부피는 작고 내부구조는 밀집된다고 보고하였는데, 이를 바탕으로 본 연구에서 경도 측정 면에서 식빵이 부드럽고 기공 형성이 좋게 평가된 것은 발아 카무트를 12.5% 첨가한 구였다. 부착성은 대조구에서 가장 높았으며, 첨가량 50%에서 가장 낮게 나타났다. 탄력성과 응집성은 대조구와 발아 카무트 첨가구에 유의적 차이는 없었다. 특히 부추 등의 분말첨가 시 탄력성은 감소한다는 연구들(Kim YM 2018)과 다른 결과를 보였으며, 이 부분에 있어서는 발아 카무트의 특성을 다시 한번 살펴보고, 추가 실험이 필요하다고 사료된다. 점착성과 씹힘성은 첨가량 12.5%에서 각각 220.16±45.36 g/s와 220.6±45.49 g로 가장 낮았으며, 첨가량이 증가함에 따라 첨가량 50%에서 각각 1,438.4±182.22 g/s와 1,448±178.43 g로 가장 높게 나타났다( $p<0.05$ ). 회복탄력성(복원성)은 발아 카무트 50% 첨가구에

서 0.6±0.40 g로 가장 높았으며, 대조구에서 0.38±0.09 g로 낮게 나타났다( $p<0.05$ ). 머루 발효액을 첨가하여 제조한 식빵의 조직감은 경도, 부서짐성 및 복원성은 10% 첨가구에서 높았으며, 씹힘성은 50%와 70% 첨가구에서 낮았다고 보고하였으며(Bing DJ 등 2014), 잔트커런츠 사위도우를 첨가한 식빵의 조직감은 탄력성과 응집성은 대조구가 가장 높았으며, 점착성과 부서짐성은 대조구가 첨가구에 비하여 낮게 나타났다, 경도는 10% 첨가에서 8.52로 가장 높게 나타났다고 보고하였다(Kim YM 2018). ‘후지’ 사과즙을 첨가하여 제조한 식빵의 품질 관점에서 식빵의 조직감에서 사과즙 함량이 증가할수록 경도, 씹힘성, 점착성이 모두 증가하는 경향을 나타내었으나, 응집성은 일정하게 유지되었다고 보고하였다(Cha SH 등 2019). 또한 섬초 분말 1%, 3%, 5%, 7% 첨가비율에 따른 식빵의 품질 특성을 연구(Kim YM 2018)에서는 식빵의 조직감은 대조구에 비하여 탄력성과 응집성이 낮았고, 씹힘성, 부서짐성, 경도는 대조구에 비하여 높게 나타났으며, 부착성은 7% 첨가에서 높게 나타났다고 보고하였다.

### 6. 관능검사

발아 카무트 분말을 첨가하여 제조한 발아 카무트 식빵의 기호도 검사 결과는 Table 6에 제시하였다. 외관(appearance), 향(flavor), 맛(taste), 텍스처(texture), 전반적인 기호도(overall preference)의 5가지 항목에서 유의적인 차이가 있었다( $p<0.05$ ). 발아 카무트 식빵의 외관, 맛, 전반적인 기호도는 다른 구에 비해 발아 카무트를 12.5% 첨가구에서 각각 7.14±0.90%, 6.86±0.90%, 6.86±0.69%로 다른 구에 비해 유의하게 높았다( $p<0.05$ ). 향과 전체적인 기호도는 대조구와 발아 카무트 12.5% 첨가구에서 유의한 차이는 없었으나, 다른 첨가 구에 비해서는 향과 전체적인 기호도가 유의하게 높은 것으

Table 5. Texture characteristics of white bread with germinated *Triticum turanicum* Jakubz powder

Text characteristics	Germinated <i>Triticum turanicum</i> Jakubz powder content (%)				
	0	12.5	25	37.5	50
Hardness (g)	382.25±205.64 <sup>1)d2)</sup>	257.32±52.76 <sup>d</sup>	652.31±120.42 <sup>c</sup>	1,357.43±201.78 <sup>b</sup>	1,412.01±54.62 <sup>a</sup>
Adhesiveness (g/s)	-0.05±0.04	-0.06	-0.08±0.03	-0.06±0.05	-0.13±0.14
Springiness (mm)	1.00±0.00	1.00±0.00	1.01±0.01	1.00±0.00	1.01±0.01
Cohesiveness (g/s)	0.89±0.05	0.86	0.90±0.03	1.03±0.12	1.02±0.10
Gumminess (g/s)	335.32±174.97 <sup>c</sup>	220.16±45.36 <sup>d</sup>	584.2±114.79 <sup>b</sup>	1,412±347.99 <sup>a</sup>	1,438.4±182.22 <sup>a</sup>
Chewiness (g)	336.32±175.487 <sup>c</sup>	220.6±45.49 <sup>d</sup>	589.31±119.63 <sup>b</sup>	1,415.02±350.12 <sup>a</sup>	1,448±178.43 <sup>a</sup>
Resilience (g)	0.38±0.09 <sup>c</sup>	0.42±0.02 <sup>b</sup>	0.48±0.01 <sup>b</sup>	0.53±0.08 <sup>a</sup>	0.6±0.40 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup> Each value in mean±S.D.

<sup>2)</sup> Means with different superscripts in the same row are significantly different at  $p<0.05$  by Duncan's multiple range test.

**Table 6. Sensory evaluation of preference test the germinated *Triticum turanicum* Jakubz powder**

	Germinated <i>Triticum turanicum</i> Jakubz powder content (%)				
	0	12.5	25	37.5	50
Appearance	6.14±1.22 <sup>1) b2)</sup>	7.14±0.90 <sup>a</sup>	5.29±1.38 <sup>c</sup>	4.00±1.00 <sup>d</sup>	4.43±1.62 <sup>d</sup>
Flavor	5.43±0.79 <sup>a</sup>	5.86±1.21 <sup>a</sup>	4.86±1.21 <sup>b</sup>	4.43±2.15 <sup>b</sup>	3.00±2.00 <sup>c</sup>
Taste	5.57±0.79 <sup>b</sup>	6.86±0.90 <sup>a</sup>	5.00±1.00 <sup>b</sup>	3.71±1.70 <sup>d</sup>	4.29±1.89 <sup>c</sup>
Texture	6.29±0.76 <sup>a</sup>	5.14±0.69 <sup>b</sup>	4.57±0.98 <sup>c</sup>	3.43±1.62 <sup>d</sup>	3.57±1.62 <sup>d</sup>
Overall acceptance	6.14±1.07 <sup>a</sup>	6.86±0.69 <sup>a</sup>	4.86±1.21 <sup>b</sup>	3.57±1.51 <sup>c</sup>	4.14±2.04 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup> Each value in mean±S.D.

<sup>2)</sup> Means with different superscripts in the same row are significantly different at  $p<0.05$  by Duncan's multiple range test.

로 나타났다( $p<0.05$ ). 쫄부쟁이를 첨가한 식빵의 경우(Kim YJ 등 2016) 향과 전반적인 기호도는 쫄부쟁이 분말을 0.6% 첨가한 구에서 선호도가 높았고, 쫄부쟁이 분말의 첨가비율이 높을수록 평가가 낮게 나타났으며, 이는 설탕, 버터, 소금 등 맛과 조직감의 기호도를 높이는 재료의 양이 상대적으로 적어 쫄부쟁이 분말의 특유한 향과 쓴맛이 강하게 느껴졌기 때문이라고 지적하였다. 또한 선행연구(Jung IC 2006; Cho SN 등 2014)에서 식빵이 향과 맛에 대한 기호도는 녹차 가루의 경우 2.5% 첨가구에서 높았으며, 스테비아잎 분말은 0.5~1.5% 첨가한 식빵이 향과 맛에 대한 기호도가 높았다고 보고하였다. 따라서 식빵에 첨가되는 분말의 첨가량과 식재료의 종류에 따라 기호도의 다양성이 나타나며, 각 원료에 따른 첨가량과 선호도를 높이기 위한 배합조건이 필요할 것으로 사료된다(Kim YJ 등 2016).

## 7. 항산화 활성 측정

발아 카무트 첨가량에 따른 식빵의 항산화 특성 변화는 Table 7에 나타내었다. ABTS 라디칼 소거능에서는 발아 카무트를 각각 25%, 37.5% 및 50%를 첨가한 구에서 탈 이온수 추출물보다는 70.5% 에탄올 추출물에서 12.74~13.17 TEAC  $\mu\text{mol/g}$ 으로 유의하게 높게 나타났다( $p<0.05$ ). 또한 대조구에 비해 50%를 첨가한 구에서 ABTS 라디칼 소거능이 높게 측정되었다( $p<0.05$ ). 추출물별로 비교해 보면, ABTS 라디칼 소거능의 경우 탈 이온수 추출물에서는 37.5%의 발아 카무트를 첨가한 구에서 낮은 수치를 보였으나, 70.5% 에탄올 추출물에서는 발아 카무트를 25%, 37.5%, 50%를 첨가한 구에서 유의하게 높았다( $p<0.05$ ). DPPH 라디칼 소거활성은 모든 처리구에서 탈 이온수 추출물보다는 70.5% 에탄올 추출물에서 높게 측정되었으며, 특히 발아 카무트를 50% 첨가

**Table 7. ABTS radical cation scavenging activity and DPPH radicals scavenging of white bread with germinated *Triticum turanicum* Jakubz powder**

Extracts	Germinated <i>Triticum turanicum</i> Jakubz powder content (%)					p-value
	0	12.5	25	37.5	50	
ABTS radical cation scavenging						
DIW <sup>1)</sup>	9.05±1.01 <sup>3) a4)</sup>	9.07±0.22 <sup>a</sup>	9.35±0.36 <sup>a</sup>	7.86±1.43 <sup>b</sup>	9.10±0.64 <sup>a</sup>	0.05
TEAC ( $\mu\text{mol/g}$ dw)						
EtOH <sup>2)</sup>	9.52±1.79 <sup>b</sup>	9.82±0.57 <sup>b</sup>	13.15±2.64 <sup>a</sup>	12.74±1.94 <sup>a</sup>	13.17±1.71 <sup>a</sup>	0.05
DPPH radicals scavenging						
DIW	9.19±1.07 <sup>a</sup>	4.28±0.93 <sup>b</sup>	3.35±0.39 <sup>b</sup>	3.98±0.07 <sup>b</sup>	2.67±1.08 <sup>c</sup>	0.05
TEAC ( $\mu\text{mol/g}$ dw)						
EtOH	18.63±1.72 <sup>d</sup>	25.16±0.82 <sup>b</sup>	23.70±1.66 <sup>c</sup>	24.09±1.67 <sup>b</sup>	28.62±1.47 <sup>a</sup>	0.05

<sup>1)</sup> Water extract.

<sup>2)</sup> Ethanol extract.

<sup>3)</sup> Values represented mean±S.D. of three parallel measurements.

<sup>4)</sup> Means with different superscripts in the same row are significantly different at  $p<0.05$  by Duncan's multiple range test.



한 구에서 28.62 TEAC  $\mu\text{mol/g}$ 으로 가장 높은 수치를 나타내었으며( $p<0.05$ ), 이는 원료로 사용된 밭아 카무트의 항산화 기능의 특성을 나타내는 것으로 판단된다. 또한 DPPH 라디칼 소거능의 경우 추출물별로 비교해 보면, 탈 이온수 추출물에서 대조구에 비해 밭아 카무트 첨가구가 낮은 수치를 보였으나, 70.5% 에탄올 추출물에서는 밭아 카무트를 12.5%, 25%, 37.5%, 50%를 첨가한 구에서 유의하게 높았다( $p<0.05$ ). 선행연구(Yoon HS 등 2014; Tae MH 등 2015; Kim WM 등 2016; Cha SH 등 2019)에서는 각각 아로니아 분말, 쑥부쟁이 분말 및 우영 분말 등을 식빵제조 시에 첨가할수록 식빵의 DPPH 라디칼 소거능이 증가한다고 보고하였는데, 원료 성분 자체의 DPPH 라디칼 소거능이 높아 식빵에도 영향을 줄 수 있었을 것이라고 보고하였다.

### 요약 및 결론

본 연구는 밭아 카무트를 첨가하여 제조한 식빵의 품질 및 항산화 특성에 대하여 분석하였다. 밭아 카무트 첨가비율이 0%에서 50%로 증가할수록 식빵의 pH와 식빵의 무게는 증가하였으나, 밭아 카무트 분말 첨가량이 증가할수록 식빵의 크기, 팽창능력 및 높이는 크게 감소하였다. 탄력성과 응집성은 대조구와 밭아 카무트 첨가구에 유의적 차이는 없었으나, 경도, 점착성, 복원성 및 씹힘성은 밭아 카무트 50% 첨가구에서 높았다. 관능평가 결과, 밭아 카무트 식빵의 외관, 맛, 전반적인 기호도는 다른 구에 비해 밭아 카무트를 12.5% 첨가구에서 가장 높았으며, 밭아 카무트의 첨가량이 증가할수록 전체적인 기호도가 낮게 평가되었다. 밭아 카무트의 첨가량이 증가할수록 70.5% 에탄올 추출물에서 ABTS 라디칼 소거능과 DPPH 라디칼 소거활성이 증가하는 것으로 나타났으며, 밭아 카무트가 함유하고 있는 항산화성이 밭아 카무트를 첨가한 식빵 제품에 함유되어 있는 것을 확인할 수 있었다. 따라서 본 연구를 종합해 볼 때, 제빵 분야에서 밭아 카무트의 영양성분을 이용한 가공식품을 생산한다면, 식빵 제조 시 밭아 카무트를 12% 정도를 첨가하여 식빵 등의 다양한 제품을 생산할 경우 선호도가 높으며, 항산화 효과가 향상된 건강에 도움이 되는 기능성 식품 생산에 도움을 줄 것으로 사료된다.

### REFERENCES

- Ahn CS, Yuh CS (2004) Sensory evaluations of muffins with mulberry leaf powder and their chemical characteristics. *J East Asian Dietary Life* 14(6): 576-581.
- Balestra F, Laghi L, Taneyo Saa DT, Gianotti A, Rocculi P, Pinnavaia G (2015) Physico-chemical and metabolomic characterization of KAMUT Khorasan and durum wheat fermented dough. *Food Chem* 187: 451-460.
- Bae JH, Woo HS, Choi HJ, Choi C (2003) Quality characteristics of the white bread added with onion powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 35(6): 1124-1128.
- Bing DJ, Kim WT, Chun SS (2014) Development of white bread using fermented wild grape sourdough. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 43(12): 1896-1905.
- Bordoni A, Danesi F, Di Nunzio M, Taccari A, Valli V (2017) Ancient wheat and health: A legend or the reality? A review on KAMUT Khorasan wheat. *Int J Food Sci Nutr* 68(3): 278-286.
- Chabot JF (1979) Preparation of food science sample for SEM. *Scan Electron Microsc* 3: 279-286.
- Cha SH, Shin NR, An HM, Yoo DI, Kim DI, Hyun TK, Jang KI (2019) Quality and antioxidant properties of bread added with 'Fuji' apple juice. *Korean J Food Nutr* 32(2): 98-105.
- Cho SN, Joo MK, Chung NY (2014) Quality characteristics of bread added with stevia leaf powder. *Korean J Food Cook Sci* 30(4): 419-427.
- Choi JH, Kim EJ, Lee KS (2016) Quality characteristics of sourdough bread made with kamut sour starter. *CSHR* 22(5): 117-133.
- Das L, Raychaudhuri U, Chakraborty R (2012) Supplementation of common white bread by coriander leaf powder. *Food Sci Biotechnol* 21(2): 425-433.
- Dewettinck K, Van Bockstaele F, Kuhne B, Van de Walle D, Courtens TM, Gellynck X (2008) Nutritional value of bread: Influence of processing, food interaction and consumer perception. *J Cereal Sci* 48(2): 243-257.
- Gallagher E, Gormley TR, Arendt EK (2002) Crust and crumb characteristics of gluten free breads. *J Food Eng* 56(2): 153-161.
- Han SK, Kang CS, Kim JM, Yang JW, Lee HU, Hwang UJ, Song YS, Lee JS, Nam SS, Lee KB (2015) Quality characteristics of bread manufactured with sweetpotato leaf powder. *Korean J Food Nutr* 28(4): 571-578.
- Im JG, Kim YS, Ha TY (1998) Effect of sorghum flour addition on the quality characteristics of muffin. *Korean J Food Sci Technol* 30(5): 1158-1162.
- Jin HY, Kim GR, Lee KH (2020) Quality characteristics of health-oriented sponge cake with green onion powder. *J East Asian Soc Diet Life* 30(2): 77-89.

- Jung IC (2006) Rheological properties and sensory characteristics of white bread with added mugwort powder. *J East Asian Soc Dietary Life* 16(3): 332-343.
- Kim H, Choi CR, Ham KS (2007) Quality characteristics of white pan breads prepared with various salts. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 36(1): 72-80.
- Kim SG, Jo NG, Kim YH (1999) *Science of Confectionery and Bakery*. Bncworld, Korea. pp 119-120.
- Kim WM, Kim KH, Lee GH (2016) Effects of addition of gelatinized wheat flour dough on pan bread. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 45(10): 1467-1475.
- Kim WM, Oh ST, Kim KH, Lee GH (2018) Physicochemical and sensory characteristics of pan bread made with various squeezed perilla leaf juice amounts during storage. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 47(6): 629-637.
- Kim YJ, Jeong JS, Kim EH, Son BG, Go GB (2016) Quality of white bread containing *Aster yomena* powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 45(1): 91-99.
- Kim YK, Kim IY, Jeong YH (2019) Quality characteristics of white pan bread added with *Tenebrio molitor* powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 48(2): 253-259.
- Kim YM (2018) Quality characteristics of white bread using hot-air-dried leek powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 47(12): 1320-1326.
- Kim YO, Kim MY, Bing DJ, Yoon EJ, Lee YJ, Chun SS (2014) Effects of hemicellulase on purple sweet potato bread. *Korean J Food Nutr* 27(1): 22-30.
- Kim YS, Chun SS, Tae JS, Kim RY (2002) Effect of lotus root powder on the quality of dough. *Korean J Soc Food Cook Sci* 18(6): 573-578.
- Ko SH, Bing DJ, Chun SS (2013) Quality characteristics of white bread manufactured with Shinan Seomcho (*Spinacia oleracea* L.) powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 42(5): 766-773.
- Lee JH, Lee BK, Lee BW, Kim HJ, Park JY, Han SG, Lee YY (2018) Evaluation of bioactive compounds and antioxidant activity of roasted oats in different extraction solvents. *Korean J Food Sci Technol* 50(1): 111-116.
- Lee KW, Kim YH, Shin KO (2017) *In vitro* antioxidant activities and antimicrobial activity of lotus (leaf, stem, and seed pod) extracts. *Korean J Food Nutr* 30(4): 771-779.
- Lee PR, O HB, Kim SY, Kim YS (2019) Physicochemical characteristics and quality properties of a cereal-based beverage made with roasted kamut (*Triticum turgidum* ssp.). *J Korean Soc Food Sci Nutr* 48(10): 1112-1119.
- Lee SJ (2015) Quality characteristics and antioxidant effects of breads added with peanut sprout extract and powder. *Korean J Food Nutr* 28(4): 558-570.
- Lee YK, Lee MY, Kim SD (2003) Effect of calcium lactate prepared from black snail on dough fermentation, quality and shelf-life of bread. *J East Asian Soc Dietary Life* 13(2): 136-144.
- 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.
- Tae MH, Kim KH, Yook HS (2015) Quality characteristics of bread with burdock (*Arctium lappa* L.) powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 44(12): 1826-1831.
- Yoon HS, Kim JW, Kim SH, Kim YG, Eom HJ (2014) Quality characteristics of bread added with aronia powder (*Aronia melanocarpa*). *J Korean Soc Food Sci Nutr* 43(2): 273-280.
- Yoon JA, Han JW, Han IS, Lee SH (2019) Quality characteristics of white bread containing germinated kamut (*Triticum turanicum* Jakubz) powder. 2019 KFN International Symposium and Annual Meeting. p 45.
- Yu AR, Park HY, Hong HD, Min JY, Choi HD (2015) Changes in the nutritional components and immune-enhancing effect of glycoprotein extract from pre- and post-germinated barley seeds. *Korean J Food Sci Technol* 47(4): 511-516.

---

Date Received	Jun. 16, 2020
Date Revised	Oct. 3, 2020
Date Accepted	Oct. 8, 2020