

메밀전초와 다시마 혼합물을 함유하는 메밀식빵의 제조

김성훈^{1,6} · 이명현² · 이정선³ · 이형우⁴ · 이장현² · 박수빈² · 이원호⁵ · 박성훈^{6,7*}

¹보타노스, ²한림성심대학교 식품영양과, ³찾아가는식생활연구원, ⁴한림성심대학교 제과제빵과,
⁵휴젤, ⁶강릉원주대학교 식품영양학과, ⁷강릉원주대학교 해람제빵연구소

Production of Buckwheat Bread Containing Buckwheat Leaves and *Laminaria Japonica* Extracts

Sung Hoon Kim^{1,6}, Myung Heon Lee², Jung Sun Lee³, Hyung-woo Lee⁴, Jang Heon Lee²,
Su Bin Park², Won Ho Lee⁵, and Sung Hoon Park^{6,7*}

¹Research Institute, Botanos

²Department of Food Nutrition, Hallym Polytechnic University

³Visiting Diet Research Institute

⁴Department of Barista & Bakery, Hallym Polytechnic University

⁵Hugel, Inc.

⁶Department of Food & Nutrition, Gangneung-Wonju National University

⁷Haeram Institute of Bakery Science, Gangneung-Wonju National University

Abstract

Buckwheat leaves have the best antioxidant properties, including flavonoids, rutin, and 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) scavenging ability compared to common buckwheat and tartary buckwheat. The total dietary fiber content of the powder extracted by mixing buckwheat leaves and sea tangle was 30.5%. To manufacture bread containing mixed buckwheat flour, 10, 20, and 30% buckwheat flour was mixed in to produce buckwheat bread. The bread's characteristics underwent significant changes with varying levels of buckwheat flour. As the buckwheat content increased, the size of the bread decreased, but its hardness, gumminess, and chewiness tended to increase. The sensory characteristics of the bread were not improved due to the addition of gluten in the case of bread mixed with 20% buckwheat flour. When the buckwheat flour content was mixed at 20%, and the mixed extract of buckwheat leaves and sea tangle were added at 0.4% and 1.0%, there was no significant difference in the appearance of the buckwheat bread. Still, regarding sensory properties, the preference was higher in the sample with 1.0% added buckwheat flour.

Keywords: buckwheat leaves, sea tangle (*Laminaria japonica*), extract, gluten, buckwheat bread

서 론

메밀은 과거 구황식품으로서 이용되어 온 작물이었으나 최근에는 비만증, 고혈압, 당뇨 등에 유효할 뿐만 아니라 글루텐 프리 식품으로도 인정되고 있고 일반인들에게도 건강 별미식품으로 인식되어 그 소비량은 꾸준히 증가하고 있는 추세이다. 메밀을 이용한 생리활성소재 및 제품연구는 대부분 가식부인 알곡 위주의 연구가 대부분으로서 식이

섭유 소재와 메밀 싹 제품 등 일부 개발되어 있다(Im et al., 2016). 메밀에 주로 함유되어있는 루틴은 플라보노이드 화합물의 일종으로 항산화역할을 하는 기능성 성분으로 콜레스테롤 저하, 혈당상승억제, 고혈압 예방 및 중풍예방 등 다양한 기능을 가지고 있다(Kim & Kim, 2018). 메밀의 페놀화합물(rutin, quercetin)은 쓴메밀>단메밀의 꽃>잎>줄기, 뿌리 순으로 많이 존재하며, 개화기 전에는 잎>엽병>줄기>뿌리 순으로 단메밀(보통메밀)보다 쓴메밀(타타리메밀)에서 높은 함량을 나타냈다(Park et al., 2005). 제2형 당뇨가 유발된 동물모델에 단메밀과 쓴메밀의 종실과 메밀전초를 급여하여 공복혈당, 경구 내당능, 인슐린 내성변화, 혈중 포도당 및 인슐린 농도 등을 통해 항당뇨 효과를 확인한 바 있으며, 메밀전초(잎과 줄기)는 꽃이 피기 시작할 때 잎과 꽃이 붙은 윗 가지를 베어 말린 것으로 식품 및 제약용으로 사용

*Corresponding author: Sung Hoon Park, Department of Food & Nutrition, Gangneung Wonju National University, Jukhun Gil 7, Geungneung, Gangwon Do 25457, Korea
Tel: +82-33-640-2332; Fax: +82-33-640-2331
E-mail: sungpark@gwnu.ac.kr
Received March 29, 2024; revised May 12, 2024; accepted May 12, 2024

되고 있다(Kim et al., 2022).

다시마(*Laminaria japonica*, Sea tangle)는 분류학상으로 갈조식물(褐藻植物) 중 다시마속(屬)에 속하는 종류들을 의미하며 약 13종이 알려져 있다. 이들 중 산업적으로 중요한 것은 6종이나 우리나라에서 양식 가능한 종류는 참다시마(*Saccharina j aponica*)와 애기다시마(*Laminaria religiosa*)의 2종이 있다(Kim et al., 2005). 다시마는 저열량 식품으로 비타민, 미네랄 등이 풍부하며, 30.2-35.6%의 식이섬유를 함유하고 있다(Hwang & Park, 2009). 예로부터 다시마는 중국 전통 약제로서 부종, 요오드결핍 질환, 위 질환 등에 대한 치료효과가 알려져 있으며(Li et al., 2022), 세포 및 동물실험을 통해 다시마의 항산화(Kim et al., 2011), 항염증(Lin et al., 2016), 항비만(Oh & Lee, 2015), 항당뇨(Cho & Bang, 2004) 등 다양한 건강증진 효과들이 보고되었다.

본 연구에서는 밀가루에 메밀가루 첨가가 제빵적성에 미치는 효과를 알아보기 위하여 메밀가루를 5, 10, 20, 30% 첨가한 식빵의 손실률, 무게에 대한 부피의 비율, 관능적인 기호도 등을 조사하고자 하였다. 메밀에 함유 되어있는 단백질은 밀단백과 달리 반죽과정에서 글루텐을 형성할 수 없고, 그러한 반죽은 발효 시 생성된 CO₂ 가스를 보유할 수 없어 매우 조밀하고 무거운 빵제품이 된다(He & Hosene, 1991). 밀가루 대신 다른 곡물분이 대체되면 글루텐 회석효과가 나타나므로 복합분 반죽으로는 밀가루만 사용하는 경우와 같은 정도의 반죽 특성이 나타나지 않게 된다. 이러한 경우 밀가루 빵의 배합비를 직접 사용할 수 없어 배합비 수정 및 공정의 최적화를 위하여 제빵적성의 개선이 요구된다(Chung & Kim, 1998). 본 연구에서는 메밀 빵에 글루텐을 보완하여 품질 특성을 비교하였으며, phenol성 화합물과 식이섬유가 풍부한 메밀전초와 다시마 복합 추출물을 메밀 빵에 첨가했을 때 제빵에 미치는 효과를 알아보기 위하여 빵의 손실률, 무게에 대한 부피의 비율측정, 조직감 및 관능검사를 실시하여 최적의 배합 조건을 찾고자 하였다.

재료 및 방법

재료

단메밀(common buckwheat)과 쓴메밀(tartary buckwheat)은 춘천에서 구입하여 분쇄기로 세절 후 표준망체(No. 20) 체로 친 뒤 시료통에 보관 후 냉장고에 저장하면서 시료로 사용하였다. 메밀전초(buckwheat leaves)는 평창에서 재배된 것을 구입한 후 건조한 뒤 분쇄기로 분쇄한 후 표준망체(No. 20) 체로 친 뒤 시료통에 넣고 밀폐하고 냉장 저장하면서 시료로 사용하였다.

메밀 및 해조류의 추출물 제조

각각의 시료 200 g을 정밀히 달아 여과백에 넣어 증류수 4 L를 가해 95°C의 진탕탕온수조에서 4시간 동안 추출하였

다. 섬유여과천을 두 겹으로 하여 추출물을 여과하여 추출물의 총 부피와 brix를 측정하고 여액을 1 L까지 농축한 후 동결 건조하였다.

플라보노이드 함량 측정

플라보노이드 함량은 건강기능식품공전(KFDA, 2022) 방법을 이용하여 측정하였다. Test tube에 시료 0.5 mL에 80% ethanol 1.5 mL, 10% 질산알루미늄 0.1 mL, 1 M 초산칼슘 0.1 mL, 증류수 2.8 mL을 순서대로 가하고 vortex mixer로 1분간 혼합 후 암소에서 40분간 반응시킨 후 0.45 µm syringe filter로 여과 후 UV-spectrophotometer를 사용하여 415 nm에서 흡광도를 측정하여 플라보노이드 함량을 분석하였다. 표준물질은 quercetin (Sigma-Aldrich Co., Louis, Mo, USA)을 사용하여 검량선을 작성하고 이로부터 총플라보노이드 함량을 구하였다.

루틴함량 측정

루틴함량은 Choung (2005)의 방법을 약간 변형하여 HPLC 분석법으로 측정하였다. 시료 1 g에 메탄올 40 mL를 첨가하여 80°C 수조에서 1시간 동안 환류 냉각 추출한 후 실온까지 냉각하였다. 냉각된 추출용액을 여과지(Whatman No. 41)로 여과하여 50 mL로 정용하고 용액을 0.45 µm membrane filter에 통과시켜 분석시료로 사용하였다. HPLC system은 Agilent 1200 series (Agilent Technologies, Inc., Santa Clara, CA, USA)를 사용하였으며, column은 YMC-Pack ODS-A column (250 × 4.6 mm, YNMC, Tokyo, Japan), 시료주입량은 10 µL, 용매조건은 A 용액으로 2% 초산함유-45% 아세트나이드릴을, B 용액으로는 2% 초산함유-증류수를 0분 50:50, 18분 100:0, 20분 50:50의 비율, 유속 1 mL/min로 분석하였다.

DPPH 소거능 측정

Di(phenyl)-(2,4,6-trinitrophenyl) iminoazanium (DPPH) radical activity assay는 Blois (1958)의 방법에 따라 진행하여 항산화 효과를 확인하였다. 동결건조 된 시료를 1차 증류수에 1 mg/mL로 녹여 준비하였다. 1 mg/1 mL DPPH 용액과 상온에서 1분간 반응시켰다. 반응이 끝난 후 spectrophotometer 517 nm에서 흡광도 측정한 후, 대조군에 비하여 감소된 흡광도로부터 라디칼 소거율을 아래의 계산식에 의하여 산출하였다.

$$\text{DPPH 소거능(\%)} = \frac{[(\text{Control}_{517} - \text{Sample}_{517})/\text{Control}_{517}] \times 100}{1}$$

식이섬유 함량 분석

식이섬유분석은 식품공전 효소 중량법(KFDA, 2022)을 이용하여 분석하였다. 시료를 내열성 α-amylase, protease, amyloglucosidase (Magazyme, Chicago, IL, USA)로 분해하여

전분과 단백질을 제거하였다. 효소분해물에 용해되어 있는 식이섬유를 에탄올로 처리하여 침전시킨 후 여과하였다. 여과물을 에탄올과 아세톤으로 세척한 후 건조하여 식이섬유 함량을 측정하였다. 식이섬유 함량은 3반복 실험하여 평균과 표준편차를 계산하였다.

메밀을 함유한 식빵의 제조

기준 식빵 배합비에서 강력분 대신 단메밀가루를 5, 10, 20, 30% 함유한 메밀 식빵을 제조하였다. 빵의 제조과정은 Fig. 1과 같았으며, 배합비는 Table 1과 같았다. 밀가루(Daehan Flour Co., Seoul, Korea)와 메밀가루(Bongpyung Co., Pyung Chang, Korea)를 섞고 체를 치고 드라이이스트(Saf Instant Dry Yeast, Lesaffre, Jakarta, Indonesia)는 물에 완전히 녹여서 물, 소금, 설탕, 탈지분유, 계란을 반죽기에 넣어서 2분간 1단계한 후 버터(Ottogi, An Yang, Korea)를 넣어준 다



Fig. 1. Process of buckwheat bread.

Table 1. Formular of buckwheat bread

Groups	Materials (g)			
	5%	10%	20%	30%
Wheat flour	950	900	800	700
Buckwheat flour	50	100	200	300
Water (mL)			500	
Eggs			100	
Butter			100	
Sugar			80	
Nonfat dry milk			50	
dry yeast			20	
Salt			20	
Bread improver			10	

음 다시 2분간 1단계하고 15분간 2단계를 해준 다음 반죽의 상태를 확인하여 final stage가 형성되면 반죽을 손으로 늘이면서 신장성, 점성, 글루텐의 상태를 확인하였다. 반죽은 볼에 넣고 랩을 씌워서 발효기(Dae Heung, Seoul, Korea)에서 27°C, 습도 85%의 상태에서 90분 간 1차 발효시켰다. 발효가 된 반죽은 210 g씩 나누어서 20분 동안 중간 발효시켰다. 반죽을 밀대로 두께가 일정하도록 밀어 펴면서 큰 가스를 제거하고 3겹 접기를 한 다음 둥글게 말기를 하고 이음매를 잘 봉한 다음 미리 쇼트닝을 발라 놓은 빵틀에 성형된 반죽을 3덩어리씩 넣어준 다음 2차 발효(38°C, 습도 90%)를 실시하였다. 빵이 틀에서 1 cm 정도 부풀었을 때 2차 발효를 끝내고 오븐 위와 아래 온도 180°C의 오븐기(Rajin Flobe, Hanam, Korea)에서 30분간 베이킹을 진행하였다. 메밀 배합에 따른 빵의 형태, 제빵특성을 보기 위해 제빵손실율과 비용적(specific volume)을 구하였다. 제빵손실율은 빵 1개의 반죽 무게, 구운 후의 빵 무게를 측정하였으며, 비용적은 좁쌀을 이용해 빵의 부피를 구하였다.

글루텐 첨가 메밀 식빵의 제조

메밀 식빵에는 단메밀가루를 20%로 하고 강력분을 80%로 하여 메밀 식빵을 제조하였으며, 빵 제조 시 메밀에 부족한 글루텐(Shin Kwang Food Co., Gimhae, Korea)을 보충하는 실험을 하였다. 대조군인 메밀식빵은 활성글루텐 무첨가군, 메밀가루 20% 실험군에는 부족한 글루텐을 50%만 보충한 20-50%군, 메밀가루 20%에 부족한 글루텐 100%를 보충한 20-100%군 세 실험군으로 나눠 빵을 제조하였으며 메밀전초와 다시마 혼합추출물 분말을 복합곡물가루의 0.4% 비율로 첨가하였다. 밀가루의 글루텐 함량이 14%이므로 메밀

Table 2. Fomular of buckwheat bread containing gluten

Materials	Weight of gluten (g)		
	0%	50%	100%
Strong flour	800	800	800
Buckwheat flour (%)	20%	20%	20%
Buckwheat weight (g)	200	200	200
Water (ml)	600	600	600
Eggs	100	100	100
Butter	100	100	100
Sugar	80	80	80
Nonfat dry milk	50	50	50
Dry yeast	20	20	20
Salt	20	20	20
Bread improver	10	10	10
Active gluten	-	14	28
Vitamin	12	12	12
Chicury fiber	10	10	10
Maltodextrin	10	10	10
Ext. of buckwheat leaves+sea tangle (1:1)	4	4	4

Table 3. Formular of buckwheat bread with different buckwheat leaves and sea tangle

Materials (g)	Experimental groups		
	Control	20% Buckwheat (Addition 0.4%)	20% Buckwheat (Addition 1.0%)
Strong flour	1000	800	800
Buckwheat flour (%)	-	20%	20%
Buckwheat flour (g)	-	200	200
Water (mL)	600	600	600
Eggs	100	100	100
Butter	100	100	100
Sugar	80	80	80
nonfat dry milk	50	50	50
dry yeast	25	25	25
Salt	20	20	20
Bread improver	10	10	10
Vitamin	-	12	12
Chicury fiber	-	10	10
Maltodextrin	-	10	10
Ext. of buckwhet leaves+sea tangle (1:1)	-	4	10

가루 함량을 기준으로 계산해서 넣어야할 글루텐 양 50%의 경우 14 g를 넣고 100%인 경우는 28 g의 활성글루텐을 넣어서 대조군 메밀빵과 비교하였다(Table 2).

다시마와 메밀전초를 함유한 식빵의 제조

전체 강력분 대신 메밀가루를 0, 5, 10, 20, 30%와 메밀전초와 다시마추출물을 혼합한 복합추출농축물 2%를 첨가한 메밀 식빵을 제조하였다. 메밀 식빵의 영양성분을 높이고 체중조절의 특성을 갖는 빵으로 만들기 위해 비타민 미네랄 혼합물(0.5%), 치커리 식이섬유(0.5%), 가르시니아 캄보지아 추출물(0.25%) 등을 첨가하였다(Table 3).

메밀빵의 조직감 분석

빵의 조직감은 Sun Rheo Meter (Sun Scientific Co., Tokyo, Japan)를 이용하였으며 경도(hardness), 복원성(springness), 응집성(cohesiveness), 검성(gumminess), 씹힘성(chewiness) 등을 Table 2과 같은 조건에서 측정하였다.

메밀 식빵의 관능검사

훈련된 10명(남자 5명, 여자 5명, 19-30세)의 요원들이 외부 색, 향, 맛, 조직감, 전반적인 기호도의 항목을 7점 척도 범으로 평가하였다.

통계처리

실험결과는 3회 반복실험의 평균±표준편차로 나타내었고 SPSS 22.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) 통계 프로그램을 이용하여 분산분석(ANOVA test)을 실시하고, Duncan의 다중검정(Duncan's multiple range test)을 통해 95% 신뢰 수준에서 나타내었다.

Table 4. Analysis condition for textural characteristics

Parameter	Operation condition
Test type	TPA
Measuring type	2-bite compression test
Distance format	33% strain (10 nm)
Load cell	10 kg
Plunger diameter	35 mm
Test speed	120 mm/min
Sample size (width × length × height)	3 × 3 × 3

결과 및 고찰

총플라보노이드 함량

단메밀, 쓴메밀, 메밀전초 및 다시마의 총플라보노이드 함량은 Table 5와 같았다. 단메밀은 0.37 mg/g, 쓴메밀 3.86 mg/g, 메밀전초 78.80 mg/g, 다시마 1.20 mg/g으로 메밀전초가 단메밀과 쓴메밀, 다시마에 비해 월등히 많았다. Hyun et al. (2018)은 단메밀의 플라보노이드 함량이 0.20 mg/g이라고 보고한 바 있으며, Kim et al. (2020)은 쓴메밀의 플라보노이드 함량이 2.53-26.69 mg/g으로 보고한 바 있으며, Lee (2022)은 메밀전초의 플라보노이드 함량이 1.5 mg/mg으로 보고한 바 있다. 메밀의 플라보노이드 함량은 메밀의 종류와 재배지역, 그리고 분석 시의 추출방법의 차이에 따라 많은 차이가 있다. Kwak et al. (2005)은 다시마의 플라보노이드 함량이 1.95 mg/g이라고 보고하였다.

루틴 함량

메밀 중에 다량 함유되어 있는 루틴은 flavonoids의 배당체로 일명 비타민 P로 알려져 있는데 혈관의 저항성을 강화

Table 5. Antioxidant activity of buckwheat samples

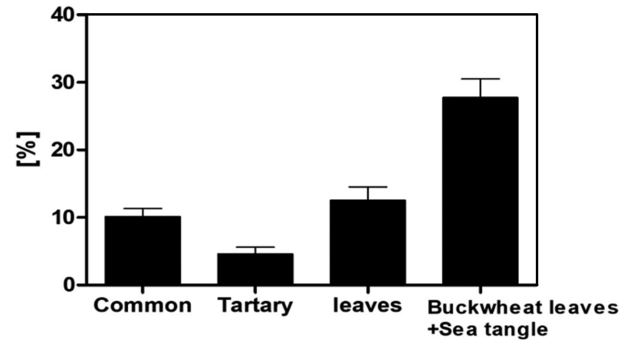
	Flavonoid (mg/g)	Rutin (mg/100 g)	DPPH (%)
Common buckwheat	0.4±0.03 ^{cl}	4.6±0.05 ^c	12.3±0.2 ^d
Tartary buckwheat	3.9±0.1 ^b	634±14.9 ^b	22.3±0.4 ^c
Buckwheat leaves	78.8±0.8 ^a	1,776±17.3 ^a	89.7±0.4 ^a
Sea tangle	1.2±0.1 ^c	0	80.0±0.5 ^b

¹⁾Values are mean±S.D. Values with different superscripts are significantly different for each group at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

게 하여 뇌출혈(Lee et al., 1993), 동맥경화(Lee et al., 1991), 당뇨병(Kim et al., 2009), 유전독성억제 (Kim et al., 2007), 산화적 스트레스로 유발된 신경세포 보호, 퇴행성 신경질환 예방(Jeong et al., 2014) 효과 등이 알려져 있다. 단메밀, 쓴메밀, 메밀전초 및 다시마의 루틴함량은 Table 5와 같았다. 단메밀은 4.6 mg/100 g, 쓴메밀 643 mg/100 g, 메밀전초 1,776 mg/100 g으로 시료 중에 메밀전초의 루틴함량이 가장 많았으며, 단메밀과 비교해 쓴메밀의 루틴함량은 월등히 많았다. Maeng et al. (1990)은 메밀 종실가루의 루틴 함량이 15.71-20.92 mg/100 g 수준이라고 보고한 바 있다. 다시마에서는 루틴이 검출되지 않았다. Jeong et al. (2014)은 메밀 식물체를 대상으로 루틴 함량을 분석한 결과 종실보다는 식물체 자체에 높다고 보고하였으며, 메밀 잎을 이용한 기능성 대용차에 대한 연구에서 페놀화합물(rutin, quercetin) 함량과 항산화성은 성숙한 잎과 꽃에서 높은 활성을 나타냈다고 보고하였다.

DPPH 소거능

인체 내에서 free radical은 단백질과 지질 등과 반응하여 인체의 노화를 촉진시킬 수 있는 물질로 이러한 free radical을 제거할 수 있는 천연물에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있는데, free radical을 상쇄시키거나 환원시키는 능력이 큰 물질은 활성산소 등의 다른 radical에 대한 소거 활성 및 항산화활성을 기대할 수 있다(Lee et al., 2016). 따라서 본 연구에서는 radical의 환원력을 측정하는 원리로서 DPPH radical 소거능을 측정하였다. 단메밀, 쓴메밀, 메밀전초의 DPPH 라디칼 소거능을 비교한 결과는 Table 5와 같았다. 비타민 C를 대조군으로 하여 비교한 결과 단메밀 12.3%, 쓴메밀 22.3%, 메밀전초 89.7%를 보여 메밀전초의 항산화 활성이 가장 높았고 단메밀이 가장 낮았으며, 다시마는 80.0%의 소거능을 보였다. 메밀전초의 DPPH 라디칼 소거능이 높은 것은 단메밀과 쓴메밀에 비하여 플라보노이드 함량이 높기 때문이라고 사료된다. 다시마의 플라보노이드 함량은 낮은 편이나 높은 소거능을 보였다. Kwak et al. (2005)는 다시마의 DPPH 라디칼 소거능은 플라보노이드 함량과는 상관성이 없다고 보고한 바 있다. 또한, Baek et al. (2019)은 다시마

**Fig. 2. Dietary fiber contents of buckwheat and sea tangle.**

에는 알긴산, 후코이단 및 후코잔틴 등의 항산화물질이 풍부하여 항산화, 항염증, 항비만 등의 다양한 생리활성을 가지고 있으며, 특히 카로티노이드의 일종인 후코잔틴은 산소와의 결합이 용이하여 강력한 항산화능력을 갖추고 있다고 보고한 바 있다.

DPPH 라디칼 소거활성은 페놀화합물의 항산화 활성 지표가 되며, 자유 라디칼은 환원능력이 클수록 항산화활성 및 활성산소에 대한 소거활성을 기대할 수 있다(Park et al., 2012).

메밀전초와 다시마 혼합추출물의 총 식이섬유 함량

식이섬유는 과일, 야채, 두류, 곡류, 해조류 등 식물성 식품에 복합 탄수화물 형태로 존재하고 있으며, 흡수 팽창하는 성질로 인해 정장작용과 연동 운동을 촉진하여 변비나 대장암 등의 예방에 도움이 되는 것으로 보고되고 있다(Englyst & Cummings, 1985; Schneeman, 1987). 또한 cholesterol의 흡수를 저해시켜 비만, 고지혈증, 동맥경화 등을 예방할 수 있는 물질로 작용할 수 있다(Miettinen, 1987; Castelli et al., 1990). 본 연구에서 단메밀, 쓴메밀, 메밀전초 및 메밀전초·다시마혼합추출분말의 총 식이섬유 함량을 측정된 결과는 Fig. 2와 같았다. 단메밀은 11.3%, 쓴메밀 5.6%, 메밀전초 14.5%, 메밀전초와 다시마추출 혼합추출분말은 30.5%의 식이섬유를 함유하였다. Kim et al.(1993)은 메밀의 식이섬유 함량은 5.40%로 보고한 바 있다. 본 연구에서는 메밀빵의 식이섬유 함량을 높이기 위하여 다시마와 메밀전초의 혼합물을 사용하기로 하였다.

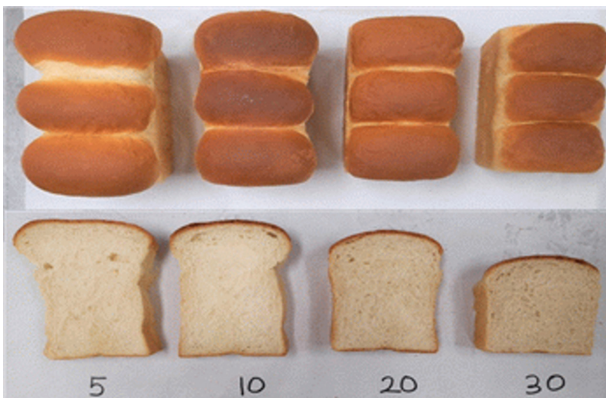
메밀가루를 함유한 메밀 식빵의 제조

강력분 밀가루에 메밀가루를 5, 10, 20, 30% 혼합하여 제조한 메밀식빵의 굽기 손실과 비용적은 Table 6과 같았다. 굽기 손실은 식빵을 굽기 전 반죽의 무게에서 구운 후 최종 빵의 무게를 빼면 굽는 과정에 감소된 무게를 나타내며, 메밀을 30% 함유한 식빵의 굽기 손실이 8.3%로 가장 높게 나타났다. 빵의 부피에 대한 무게의 비율을 나타낸 비용적도 메밀 함유량이 증가할수록 적어져 30% 함유군에서 가장 적

Table 6. Baking loss and specific volume of buckwheat bread

	5% Buckwheat	10% Buckwheat	20% Buckwheat	30% Buckwheat
Baking loss (%)	7.4±0.2 ^{e1)}	7.8±0.1 ^b	7.4±0.2 ^c	8.3±0.3 ^a
Specific volume (mL/g)	4.4±0.1 ^a	4.5±0.1 ^a	3.9±0.1 ^b	3.2±0.2 ^c

¹⁾Values are mean±S.D. Values with different superscripts are significantly different for each group at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

**Fig. 3. Appearance and transverse view of buckwheat bread with various levels buckwheat.**

게 나타났다.

식빵의 외관상의 크기도 Fig. 3에서와 같이 메밀 함량이 증가할수록 빵의 크기가 작아지는 경향을 보였으며 이는 메밀이 글루텐을 전혀 갖고 있지 않기 때문인 것으로 생각된다. 훈련된 요원들이 7점 척도법으로 식빵의 색, 향, 맛, 조직감, 전체적인 기호도의 5가지 항목에 대해 관능검사를

실시한 결과는 Table 5와 같았다. 색에 대한 기호는 메밀 5%와 30%가 같게 나와 차이가 없었으며 향과 맛은 메밀 10%에서 조직감은 메밀 5%에서 전체적인 기호도는 메밀 5%에서 높게 나타났다.

글루텐을 보충한 메밀식빵 제조

밀단백질은 다른 곡류단백질과는 달리 점탄성의 빵반죽을 형성하여 발효나 굽기의 과정에서 생성된 가스의 보유력이 우수하며 가벼운 질감의 이스트 발효빵을 제조할 수 있다(Macritchie, 1984). 따라서 복합분으로 빵을 제조할 때에는 활성 글루텐을 첨가하면 빠른 수분흡수력 및 복원력으로 글루텐 고유의 기능을 회복하여 빵 반죽의 물성이 개선되어 발효빵의 부피가 향상되며 빵이 조직감이 향상된다(Pyler, 1988).

글루텐 함량별 식빵의 굽기 손실율은 Table 7과 같이 글루텐 무첨가군이 가장 많았고 글루텐 14 g 첨가군이 가장 낮았으며, 비용적은 글루텐 첨가에 따라 큰 차이를 보이지 않았다.

글루텐 첨가량에 따른 메밀식빵의 굽기 후 외관은 Fig. 4와 같았다. 글루텐 첨가 빵의 외형은 글루텐 무첨가 빵과

Table 7. Sensory evaluation of bread with various levels of buckwheat

	5% Buckwheat	10% Buckwheat	20% Buckwheat	30% Buckwheat
Color	5.6±1.2 ^{a1)}	5.5±0.9 ^a	5.4±1.1 ^a	5.6±1.0 ^a
Flavor	5.1±1.0 ^a	5.5±1.1 ^a	5.3±1.5 ^a	5.4±0.5 ^a
Taste	5.3±0.9 ^a	5.6±1.0 ^a	5.1±0.9 ^a	5.3±1.2 ^a
Texture	5.3±1.2 ^a	5.0±1.3 ^a	4.9±1.2 ^a	4.8±1.6 ^a
Overall preference	5.5±1.1 ^a	5.4±1.0 ^a	5.0±1.1 ^a	5.2±1.3 ^a

¹⁾Values are mean±S.D. Values with different superscripts are significantly different for each group at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

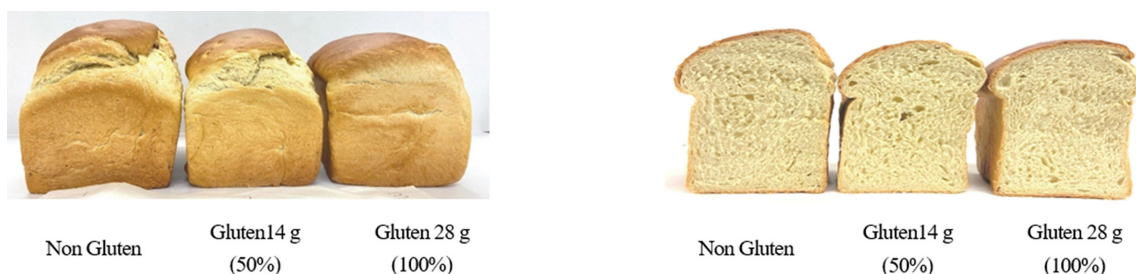
**Fig. 4. Appearance and transverse view of gluten added bread.**

Table 8. Baking loss and specific volume of bread containing gluten

	20% Buckwheat 0% Gluten	20% Buckwheat Gluten 14 g	20% Buckwheat Gluten 28 g
Baking loss (%)	8.5±0.2 ^{a1)}	7.5±0.1 ^c	8.0±0.2 ^b
Specific volume (mL/g)	4.0±0.1 ^a	3.9±0.1 ^a	4.1±0.1 ^a

¹⁾Values are mean±S.D. Values with different superscripts are significantly different for each group at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

Table 9. Sensory evaluation of buckwheat bread containing gluten

Groups	Crust color	Flavor	Taste	Texture	Overall acceptability
20% Buckwheat Non gluten	6.0±0.3 ^{b1)}	5.6±0.1 ^b	6.2±0.1 ^a	6.4±0.2 ^a	6.4±0.2 ^a
20% Buckwheat Gluten 14 g	5.8±0.5 ^c	6.0±0.2 ^a	5.8±0.4 ^b	6.0±0.1 ^b	6.0±0.6 ^b
20% Buckwheat Gluten 28 g	6.2±0.4 ^a	5.6±0.1 ^b	6.0±0.3 ^b	6.0±0.1 ^b	6.0±0.1 ^b

¹⁾Values are mean±S.D. Values with different superscripts are significantly different for each group at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

비교하여 외관상의 부피는 조금 작은 것으로 나타났다.

관능검사에서 글루텐 무첨가 메밀식빵이 맛, 조직감, 전체적인 기호도에서 좋은 것으로 나타났으므로 메밀전초와 다시마 혼합추출물을 혼합한 메밀식빵에서 글루텐을 혼합하지 않는 것으로 결정하였다(Table 8).

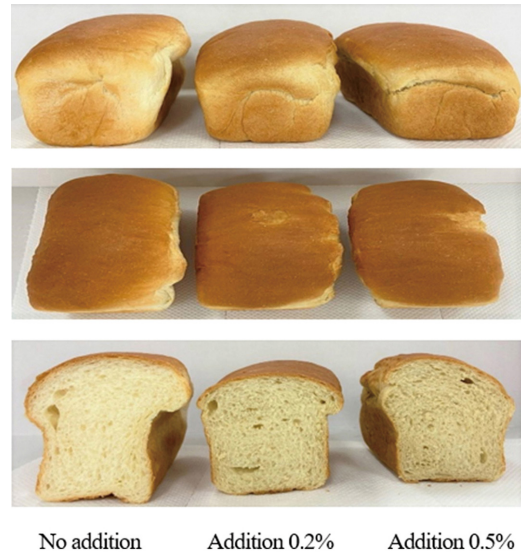
다시마와 메밀전초 추출물의 함량을 달리한 메밀식빵 제조

메밀식빵에 다시마와 메밀전초 물추출물 혼합첨가물의 함량을 다르게 하여 빵을 제조하였으며 재료의 양은 Table 9와 같이 대조군 0%, 첨가물, 0.4%군, 첨가물 1.0%군으로 나눠 식빵을 제조하였다.

다시마와 메밀전초 물추출물의 함량을 달리한 메밀식빵의 부피와 외관은 Fig. 5와 같이 첨가물 양에 따른 차이를 보이지 않았다.

밀가루의 총 20%의 메밀가루를 첨가하고 메밀전초·다시마혼합추출물을 달리한 빵의 관능검사를 한 결과는 Table 10과 같이 맛, 조직감, 전체 기호도 모두 혼합추출물을 2배 첨가군 메밀빵에서 가장 높았다. 따라서 메밀빵 제조 시 메밀다시마(물 추출물 1:1) 혼합추출물을 1.0% 첨가하기로 하였다.

다시마와 메밀전초 물추출물 함량을 달리한 메밀식빵의

**Fig. 5. Appearance and transverse view of bread with buckwheat leaves and sea tangle.**

경도는 Table 11과 같이 혼합추출물의 첨가량이 증가함에 따라 경도가 증가하였다. 탄력성은 0.4%>1.0%>0% 순으로 0.4% 첨가군의 탄력성이 가장 높았다.

Table 10. Sensory evaluation of bread with different amount of buckwheat leaves and sea tangle extract

Groups	Color	Flavor	Taste	Texture	Overall acceptability
Control (0% Addition)	6.0±0.3 ^{a1)}	5.0±0.1 ^b	5.0±0.3 ^b	4.8±0.2 ^c	5.0±0.2 ^c
20% Buckwheat (0.4% Addition)	5.8±0.2 ^a	5.8±0.2 ^{ab}	5.8±0.4 ^a	5.5±0.1 ^b	5.5±0.1 ^b
20% Buckwheat (1.0% Addition)	6.0±0.1 ^a	6.0±0.1 ^a	5.8±0.1 ^a	5.8±0.1 ^a	5.8±0.3 ^a

¹⁾Values are mean±S.D. Values with different superscripts are significantly different for each group at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

Table 11. Textural characteristics of bread with different amount of buckwheat leaves and sea tangle extract

	Hardness (gf/cm ²)	Springiness (%)	Cohesiveness (%)	Gumminess (gf)
Control (0% Addition)	161±4.0 ^{e1)}	32.5±0.7 ^b	65.9±1.0 ^a	46.7±3.0 ^c
20% Buckwheat (0.4% Addition)	180±3.4 ^b	65.5±0.9 ^a	65.5±1.5 ^a	85.2±4.5 ^a
20% Buckwheat (1.0% Addition)	195±2.1 ^a	59.8±0.8 ^a	63.2±2.1 ^a	76.5±2.4 ^b

¹⁾Values are mean±S.D. Values within different superscripts are significantly different for each groups at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

메밀전초는 플라보노이드 함량, 루틴 함량, DPPH 소거능 등 항산화성이 높은 소재이며, 다시마는 식이섬유 함량이 높아 비만 예방용 소재로서의 활용가치가 높다. 본 연구에서는 메밀전초와 다시마 추출물을 메밀식빵에 첨가하고 비타민, 미네랄 등의 영양소를 보충하여 비만 예방용 빵을 제조할 수 있는 기초자료를 마련하였다.

요 약

단메밀, 쓴메밀, 메밀전초의 플라보노이드, 루틴, DPPH 소거능 등 항산화성을 분석한 결과 메밀전초의 항산화성이 가장 우수하였다. 식이섬유 함량을 높이기 위하여 메밀전초와 다시마를 혼합하여 추출한 분말의 총식이섬유 함량은 30.5%이었다. 메밀전초와 다시마 혼합추출물을 함유한 빵을 제조하기 위하여 메밀가루를 10, 20, 30% 혼합하여 빵을 제조한 결과 메밀함량이 증가할수록 빵의 크기가 작아졌고, 빵의 경도, 검성, 씹힘성은 메밀의 혼합량이 증가할수록 증가하는 경향을 나타냈다. 메밀가루를 20% 혼합한 메밀빵의 배합에 글루텐을 혼합한 경우 관능이 개선되지 않았다. 메밀가루 함량을 20% 혼합하고, 메밀전초와 다시마의 혼합추출물을 0.4%, 1.0% 첨가하였을 때 메밀식빵의 외관에서는 큰 차이를 보이지 않았으나 관능적 성질에서는 1.0% 첨가한 시료에서 기호도가 가장 높았다.

감사의 글

이 논문은 강릉과학산업진흥원에서 시행한 지역발전투자협약 헬스케어 힐링 융합 비즈니스 생태계 구축사업(자유공모형 R&D)의 연구비 지원으로 이루어졌음. 또한, 이 논문은 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2022R1F1A1063628).

References

Baek SH, Lee HJ, Lee CH, Nam TJ, Lee SG. 2019. Changes of fucoxanthin and total antioxidant capacities of *Saccharina japonica* during the drying process. *Korean J. Food Sci. Technol.* 51(6):

- 524-530.
- Blois MS. 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature* 181: 1199-1204.
- Castelli WP, Wilson PW, Levy D, Anderson K. 1990. Serum lipids and risk of coronary artery disease. *Atheroscler. Rev.* 21(7): 222-229.
- Cho JY, Bang MA. 2004. Hypoglycemic and antioxidative effects of dietary sea-tangle extracts supplementation in streptozotocin-induced diabetic rats. *Korean J. Nutr.* 37: 5-14.
- Choung MG. 2005. Development of analytical method for rutin in buckwheat plant using high performance liquid chromatography. *Korean J. Crop Sci.* 50(S): 181-186.
- Chung JY, Kim CS. 1998. Development of buckwheat bread: 2. Effects of vital wheat gluten and water-soluble gums on baking and sensory properties. *Korean J. Soc. Food Sci.* 14(2): 168-176.
- Englyst HN, Cummings JH. 1985. Digestion of polysaccharides of some cereal foods in human small intestine. *Am. J. Clin. Nutr.* 42: 778-787.
- Hwang EK, Park CS. 2009. Dietary fiber content of different thallus regions and age in three brown algae: *Laminaria japonica*, *Ecklonia stolonifera* and *E. cava*. *Kor. J. Fish Aquat. Sci.* 42(4): 360-365.
- He H, Hosney RC. 1991. Gas retention of different cereal flours. *Cereal Chem.* 68(4): 334-336.
- Hyun DY, Rauf M, Oh SJ, Lee MC, Choi YM. 2018. Comparison of growth characteristics and flavonoids contents by different cultivation seasons in buckwheat germplasm. *Korean J. Plant Res.* 31: 489-497.
- Im HJ, Kim CY, Yoon KY. 2016. Production and characteristics of cello- and xylo-oligosaccharides by enzymatic hydrolysis of buckwheat hulls. *Korean J. Food Sci. Technol.* 48(3): 201-207.
- Jeong JC, Son YL, Lee GA, Lee ST, Lee JA, Park EG, Ma SJ. 2014. Manufacture and physiochemical properties of tea using leaves and flowers of buckwheat (*Fagopyrum esculentum*). *J. Korean Tea Soc.* 20: 77-85.
- KFDA. 2022. Korea food code. Korea Food & Drug Administration, Seoul, Korea, pp. 384-388.
- Kim EH, Maeng YS, Woo SJ. 1993. Dietary fiber contents in some cereals and pulses. *Korean J. Nutrition.* 26(1): 98-106.
- Kim HG, Park JG, Kim DS. 2005. Comparative laboratory culture studies of the native kelp *Kjellmaniella crassifolia* and the introduced kelp *Laminaria japonica* in east coast of Korea. *J. Aquaculture.* 18(4): 199-304.
- Kim JE, Joo SI, Seo JH, Lee SP. 2009. Antioxidant and α -glucosidase

- inhibitory effect of tartary buckwheat extract obtained by the treatment of different solvents and enzymes. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 38: 989-995.
- Kim SH, Lee EY, Ham SS. 2007. Antioxidation and antigenotoxic effects of buckwheat sprout extracts. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 36: 955-959.
- Kim SJ, Kim YH. 2018. Agricultural guide buckwheat. Rural Development Administration, Jeju, Korea, pp. 7-90.
- Kim SJ, Sohn HB, Choi JM, Jo EJ, Nam JH, Lee JN, Suh JT, Chang DC, and Kim YH. 2022. Anti-diabetic effects of common buckwheat and tartary buckwheat in type II diabetes and animal model. *Korean J. Food & Technol.* 54(1): 7-27.
- Kim SJ, Sohn HB, Hong SY, Lee JN, Kim KD, Suh JT, Nam JH, Chang DC, Park MW, Kim YH. 2020. Construction of data system on seed morphological traits and functional component in tartary buckwheat germplasm. *Korean J. Plant Res.* 33: 446-459.
- Kim YS, Kang CO, Kim MH, Cha WS, Shin HJ. 2011. Contents of water extract for *Laminaria japonica* and its antioxidant activity. *Korean Soc. Biotechnol. Bioeng. J.* 26: 112-118.
- Kwak CS, Kim SA, Lee MS. 2005. The correlation of antioxidative effects of 5 Korean common edible seaweeds and polyphenol content. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 34(8): 1143-1150.
- Lee JJ. 2022. Phenyl propanoid content of different varieties of buckwheat leaves and their hot water extracts. *Korean J. Food Preserv.* 29(6): 953-964.
- Lee JJ, Son HY, Choi YM, Choi JH, Min JK, Oh HK. 2016. Physicochemical components and antioxidant activity of *Sparassis crispa* mixture fermented by lactic acid bacteria. *Kor. J. Food Preserv.* 23: 361-368.
- Lee SY, Choi YS, Ham SS. 1993. The nutritional components and biological functions of buckweats. *J. Agri. Sci.* 5: 133-148.
- Lee SY, Shim HH, Ham SS, Rhee HI, Choi YS, Oh SY. 1991. The nutritional components of buckwheat flours and physicochemical properties of freeze-dried buckwheat noodles. *Korean Soc. Food Nutr.* 20: 354-362.
- Li HY, Yi YL, Guo S, Zhang F, Yan H, Zhan ZL, Zhu Y, Duan JA. 2022. Isolation, structural characterization and bioactivities of polysaccharides from *Laminaria japonica*: A review. *Food Chem.* 370: 1-10.
- Lin H-TV, Lu WJ, Tsai GJ, Chou CT, Hsiao HI, Hwang PA. 2016. Enhanced anti-inflammatory activity of brown seaweed *Laminaria japonica* by fermentation using *Bacillus subtilis*. *Process Biochem.* 51: 1945-1953.
- Macritchie F. 1984. Baking quality of wheat flours. *Adv. Food Res.* 3: 201-277.
- Maeng YS, Park HK, Kwon TB. 1990. Analysis of rutin contents in buckwheat and buckwheat food. *Korean J. Food Sci. Technol.* 22(7): 732-737.
- Miettinen TA. 1987. Dietary fiber and lipids. *Am. J. Clin. Nutr.* 45: 1237-1245.
- Oh JH, Lee Y. 2015. Effects of water and ethanol extracts from four types of domestic seaweeds on cell differentiation in 3T3-L1 cell line. *J. East Asian Soc. Diet. Life.* 25:990-998.
- Park BJ, Kwon SM, Park JI, Chang KJ, Park CH. 2005. Phenolic compound in common and tartary buckwheat. *Korean J. Crop Sci.* 50: 175-180.
- Park HJ, Kang SA, Lee JY, Cho YI. 2012. Antioxidant activities of extracts from medicinal plants. *Korean J. Food Preserv.* 19(5): 744-750.
- Pyler EJ. 1988. Variety bread. Chapter 19 in *Baking Science and Technol.* 3rd ed. vol. II. Sosland Pub. Co. Merriam, KS. USA, p. 785.
- Schneeman BO. 1987. Soluble vs insoluble fiber different physiological response. *Food Technol.* 41(2): 81-82.

Author Information

- 김성훈:** 보타노스 대표
이명현: 한림성심대학교 식품영양학과 교수
이정선: 찾아가는식생활연구원 연구원
이형우: 한림성심대학교 제과제빵학과 교수
이장현: 한림성심대학교 식품영양학과 학생
박수빈: 한림성심대학교 식품영양학과 학생
이원호: 휴젤 연구원
박성훈: 강릉원주대학교 식품영양학과 조교수