

## 효소와 유산균으로 전처리한 밀싹분말을 첨가한 식빵의 품질 특성

주웨이위 · 박영민\* · 오종철\*\* · 임승용\*\*\* · †유현희\*\*\*\*

하북사범대학교 가정학과 강사, \*군산대학교 식품영양학과 박사과정생, \*\*군산대학교 수학과 교수,  
\*\*\*군산대학교 식품생명공학전공 교수, \*\*\*\*군산대학교 식품영양학전공 교수

### Quality Characteristics of White Pan Bread Added with Wheat Sprout Powder by Enzyme and Lactic Acid Bacteria Pretreatment

Zhu RuiYu, Young-Min Park\*, Jong Chul Oh\*\*, Seung-Yong Lim\*\*\* and †Hyeon-Hee Yu\*\*\*\*

*Lecturer, Dept. of Home Economics, HeBei Normal University, ShiJiaZhuang 050024, China*

*\*Doctor's Student, Dept. of Food and Nutrition, Kunsan National University, Kunsan 54150, Korea*

*\*\*Professor, Dept. of Mathematics, Kunsan National University, Kunsan 54150, Korea*

*\*\*\*Professor, Major of Food Science and Biotechnology, Kunsan National University, Kunsan 54150, Korea*

*\*\*\*\*Professor, Major of Food and Nutrition, Kunsan National University, Kunsan 54150, Korea*

#### Abstract

The purpose of this study was to evaluate the quality characteristics of white pan bread added with wheat sprout powder without treatment (WP) and wheat sprout powder with only enzyme treatment (WPE), only lactic acid bacteria treatment (WPL) and enzyme and lactic acid bacteria treatment (WPE&L). The three different powder concentration levels of 1%, 3%, and 5% were added to flour to produce the white pan bread. The bread volume and specific volume of the WPE&L group were the highest among all the addition groups. The bread weight, a-value, and b-value of the WP group was highest among all the addition groups, but the bread baking loss and the L-value of the WP group was the lowest among all the addition groups. The texture measurements indicated that the hardness, gumminess, and chewiness values of the bread were the highest in the WP group. The sensory evaluation test showed that bread in the WPE&L group with 3% wheat sprout powder was the best among all the samples studied. Based on our findings, we suggest that the enzyme and lactic acid bacteria pretreated wheat sprout powder is an effective ingredient for improving the overall quality of white pan bread.

Key words: wheat sprout, enzyme, lactic acid bacteria, white pan bread, quality characteristics

#### 서 론

밀싹은 밀의 어린 새싹으로 단백질, 비타민, 무기질, 아미노산, 클로로필, phenol, flavonoid 등 영양성분 및 생리활성 물질이 다양하게 함유되어 있다(Lee 등 2017a). 밀싹의 기능성에 대해 간 조직의 지질 축적 억제(Nepali S 2017), 궤양성 대장염 치료(Ber-Arye 등 2002), 혈당 강하(Lee 등 2009), 항산화 및 항염증 효과(You & Pyo 2015), MMP-1의 유전자 발현 억제 및 미백 개선(You & Moon 2016), 인체 모유두세

포와 섬유아세포의 증식과 모발 성장 증진(Park SA 2017), 주름 개선(Kang SH 2019) 등의 효과에 대해 보고되었다. 이러한 밀싹의 우수한 기능성 때문에 미국에서는 'wheatgrass' 또는 'wheat sprouts'로 부르면서 자연치료요법의 원료로 사용하고 있고, 일본에서는 '小麦若葉'이라고 하며 밀싹을 영양부족 및 성인병 등의 건강 기능성 보조식품으로 많이 이용되고 있다(Hänninen 등 1999; Steve M 2006). 국내에서 밀싹을 이용한 식품 연구로는 쿠키(An SH 2015), 스펀지 케이크(Lee BK 2015), 머핀(Park LY 2015), 생면(Lee JS 2016),

† Corresponding author: Hyeon-Hee Yu, Professor, Major of Food and Nutrition, Kunsan National University, Kunsan 54150, Korea. Tel: +82-63-469-4636, Fax: +82-63-466-2085, E-mail: youhh@kunsan.ac.kr

설기떡(An SL 2018), 식빵(Joo 등 2018) 등이 있다.

식빵은 밀가루 또는 기타 곡물을 주원료로 이스트, 물, 소금 등을 가해 혼합하여 효모에 의해 발효시킨 후 구운 것을 말한다(Hong GJ 2011). 오늘날 현대인들은 바쁜 사회생활과 여성의 사회 참여로 인해 주식이 밥에서 간편한 빵을 선호하는 문화로 급격히 전환되고 있으며(Kim 등 2017), 건강 및 웰빙에 대한 관심이 높아지면서 기능성 재료를 첨가하여 건강과 영양을 갖춘 빵들이 개발 연구되고 있다(Im & Kim 1999; Hong & Shin 2008; Lee KS 2012; Kim 등 2013a; Ko 등 2013; Kim 등 2016a). 그런데 이러한 기능성 재료를 식빵에 첨가할 때는 제빵 적성과 기호도를 저해하지 않는 적절한 첨가량과 제조공정 등을 알아내는 것이 중요하다. Joo 등(2018)은 밀싹분말 첨가량이 증가함에 따라 식빵 부피와 비용적 등이 감소하고, 외관, 조직감에 대한 관능검사 항목이 저하되었다고 보고하였는데, 헤미셀룰라아제 첨가로 이러한 문제점을 보완할 수 있었으며, 식빵의 이화학적 및 관능 특성을 고려하여 밀싹분말을 2.36%와 헤미셀룰라아제를 0.069% 첨가하는 것이 좋다고 보고하였다. 이에 본 연구에서는 밀싹분말을 2.36% 이상 식빵에 첨가하여도 식빵의 품질특성인 부피, 비용적 뿐만 아니라 관능 특성이 저하되지 않은 방법을 모색하였다.

효소로 식물세포벽을 분해하면 식물의 유용물질 수율이 높아지거나, 이화학적 특성 및 관능적 특성이 개선되는데, 이러한 효소처리 식물을 첨가한 가공식품에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 이에 대한 연구로 비스코자임과 셀룰로클라스트 효소처리 감 푸레를 첨가한 감잼(Kim 등 1999), 프로테아제 효소처리 비지를 첨가한 쿠키(Jung JY 2007), 베타 아밀레이아제, 알파 아밀레이아제, 셀룰레이아제, 베타 글루카나아제 효소처리 쌀가루를 첨가한 쿠키(Kim 등 2013b), 효소 발효 자이언트 흑마늘을 넣은 양갱(Park 등 2014), 플라보자임(Flavourzyme) 효소처리 김을 첨가한 밀가루 반죽과 제빵 적성(Ryu & Koo 2015) 등이 보고되었다.

그리고 유산균처리 식물을 이용한 가공식품에서도 품질 특성, 유용성분 및 관능적 특성이 향상되었는데, Ko 등(2009)은 *Lactobacillus lactis* 유산균 발효 찹쌀풀을 첨가한 약초 부각에 대해, Kim 등(2016b)은 *L. acidophilus* 유산균 발효 생두를 이용한 에스프레소 커피에 대해 보고하였다. 또한 *Streptococcus thermophilus*과 *L. bulgaricus*를 접종할 때 복합 균주로 사용하면 *S. thermophilus*가 먼저 증식하여 *L. bulgaricus*의 생육을 촉진 시켜 여러 가지 시너지 효과가 나타난다(Park 등 1980; Cooke 등 1987). 이에 대해 Kang & Kim (2010)은 메밀씨의 rutin, quercetin, 페놀화합물 증가, Kim SH(2010)은 등근마의 위손상 억제율 증가, Lee C(2013)는 땅콩유의 콩비린내인 n-hexanal 감소 효과 등을

보고하였다.

한편 효소와 유산균을 식물에 동시에 처리할 경우 효소가 기질을 분해하여 환원당을 생성하고, 이 환원당을 유산균이 이용하여 증식함으로써 풍미를 부여하는 장점(Lee 등 1988)과 함께 생리활성도 높아진다. 식물에 효소와 유산균을 혼합처리하여 Kim H(2009)은 발효차에서 기호성이 높아졌다고 하였고, Chae 등(2011)은 흑마늘에서 항산화 활성이 향상되었음을, Son JY(2017)은 다시마에서 항비만 효과 외에 항산화, bifidogenic growth 효과 및 항고혈압 효과가 증진되었음을 보고하였다.

따라서 본 연구에서는 밀싹분말의 식품소재 활용성을 높이고자 효소(Celluclast)와 복합유산균(*S. thermophilus*과 *L. bulgaricus*)으로 단독 또는 혼합으로 전처리하여 제조한 밀싹분말을 식빵에 첨가하여 각각의 식빵의 품질특성과 관능적 특성의 개선 효과에 대해 알아보하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 실험재료

본 연구에 사용한 금강밀은 군산원에협동조합(Kunsan, Korea)으로부터 제공받았다. 밀싹은 14일 동안 싹이 자라난 것을 지상부(평균 길이 14 cm)만 사용하였다. 효소는 Celluclast 1.5L(Novozymes A/S, Bagsvaerd, Denmark), 유산균은 2종의 균주 *S. thermophilus*와 *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*를 중앙대학교 식품영양학과 미생물실험실(Ansung, Korea)로부터 분양받아 사용하였다. 식빵 제조를 위해서는 강력분(Cheiljedang, Incheon, Korea)과 인스턴트 드라이 이스트(Societe Industrielle Lesaffre, Baroeul, France), 무염버터(Lottesamkang Co., Cheonan, Korea), 하얀설탕(Samyang Co., Ulsan, Korea), 소금(Daesang, Seoul, Korea), 탈지분유(Seoulmilk, Seoul, Korea)를 사용하였다. 유산균 배양은 MRS broth/agar(MRSB/MRSA, Difco, Becton Dickinson Co., Sparks, MD, USA)를 사용하였다.

### 2. 효소와 유산균으로 전처리한 밀싹분말의 제조

밀싹분말의 효소와 유산균 전처리 조건은 선행논문과 예비실험을 통해 색, 향미에 대한 최적의 조건을 산정하였다(Lee 등 1988; Kang & Kim 2010; Chae 등 2011; Lee C 2013). 60°C에서 30분간 살균한 밀싹을 미처리균은 밀싹과 멸균 식염수(밀싹 무게대비 3배)를 혼합하고, 효소 단독처리 밀싹은 밀싹과 멸균 식염수(밀싹 무게대비 3배)를 혼합한 후 celluclast 효소를 밀싹농도의 0.1%로 첨가하여 shaking incubator(SI-100R, Han Yang Scientific Equipment Co., Ltd, Seoul, Korea)에서 55°C, 20분, 6×g로 처리하였다. 유산균

단독처리 밀싹은 *S. thermophilus*과 *L. bulgaricus* 혼합균(1:1)을 5%( $1.49 \times 10^9$  CFU/g)가 되게 접종한 후 shaking incubator에서 37°C, 6시간, 6×g로 처리하였다. 효소와 유산균 혼합처리 밀싹은 효소 20분을 처리한 후 혼합균(*S. thermophilus*과 *L. bulgaricus* 1:1)이 5%가 되게 접종한 후, shaking incubator에 37°C, 2시간, 6×g로 처리하였다. 각각 처리된 밀싹은 -20°C에서 냉동한 후 48시간 동결건조한 후 믹서기(HMF-3260S, Hanil Electronic, Seoul, Korea)로 5분간 마쇄하여 표준체(No. 80, Chung Gye Sang Gong Sa, Seoul, Korea)로 거른 후 분말로 사용하였다.

### 3. 밀싹분말 첨가 식빵의 제조

제빵은 직접반죽법(straight dough method)을 사용하였다. 동결건조 밀싹분말(WP), 효소 단독처리 밀싹분말(WPE), 유산균 단독처리 밀싹분말(WPL), 효소와 유산균 혼합 처리 밀싹분말(WPE&L)을 첨가한 식빵 제조 비율은 Lee 등(2010), Ko 등(2013), Kim 등(2016a)을 참고하여 Table 1과 같이 제조하였으며 실제 실험량은 반죽기 용량에 맞추어 3배로 하였다. 제조공정은 반죽기(NVM-16, 50L, Daeyoung Co., Seoul, Korea)를 이용하여 버터를 제외한 나머지 원료를 첨가하여 클린업 상태까지 혼합하였다. 반죽에 버터를 첨가하여 1단 속도(2분), 2단 속도(18분)로 각각 최적 상태의 반죽이 형성될 때까지 혼합하였으며, 최종 반죽온도는 26~28°C가 되도록 하였다. 27°C, 80%(상대습도)의 발효기(BP-40, Dae Young Co., Seoul, Korea)에서 60분간 최적의 발효상태까지 1차 발효를 하였다. 그 후 80 g으로 반죽을 분할하여 둥글리기 한 후 실온에서 10분간 중간 발효를 하였다. 이 반죽을 성형하여 가로×세로×높이가 7×7×7 cm인 빵틀에 넣고, 온도 37°C, 상대습도 85%의 발효기에서 40분간 2차 발효를 하였다. 이

**Table 1. Formulas for manufacturing of white pan bread added with wheat sprout powder by enzyme and lactic acid bacteria pretreatment**

Ingredients (g)	Additional ratio (%)	0	1	3	5
	Wheat flour		325	321.75	315.25
Wheat sprout powder		0	3.25	9.75	16.25
Sugar		19.5	19.5	19.5	19.5
Unsalted butter		16	16	16	16
Instant dry yeast		6.5	6.5	6.5	6.5
Skim milk powder		11	11	11	11
Salt		6	6	6	6
Water		197.5	197.5	197.5	197.5

것을 윗불 170°C, 아랫불 170°C의 오븐(FDO-7102, Dae Young Co., Seoul, Korea)에서 20분간 굽기를 하였다. 1시간 방냉 후 모든 실험에 사용된 식빵은 지퍼백(LDPE, Cleanrap Co., Kimhae, Korea)에 보관하여 실험에 이용하였다.

### 4. 반죽의 색도, 밀도와 pH 측정

식빵 반죽의 색도는 색차계(CM-2600d Chroma Meter, Minolta Inc., Osaka, Japan)를 사용하여 L(lightness)값, a(redness)값 및 b(yellowness)값을 측정하였고, 표준 백색 판(standard plate)의 값은 각각 L=97.60, a=-0.07, b=0.19이었다. 밀도는 메스실린더 50 mL에 30 mL의 증류수를 넣고 식빵 반죽(5 g)을 넣었을 때 늘어난 부피를 측정하여 반죽의 부피에 대한 무게의 비(g/mL)로 계산하였다. pH는 반죽 5 g과 증류수 45 mL를 넣고 교반 시킨 후 1,800×g에서 10분간 원심분리를 한 다음 상층액을 취해 pH meter(A221, Orion Co., Beverly, MA, USA)를 사용하여 측정하였다.

### 5. 식빵의 부피, 무게, 비용적과 굽기 손실을 측정

식빵의 부피는 종자치환법에 따라 측정하였고 저울(MW-2N, CAS, Yangju, Korea)로 무게를 측정하여 비용적(mL/g)을 나타내었고, 굽기 손실 측정은 굽기 전의 중량과 구운 후의 중량 차이로 굽기 손실율(%)을 계산하였다.

### 6. 식빵의 색도 측정

식빵의 색도는 식빵의 내부를 색차계를 사용하여 측정하였다. 이때 사용한 표준 백색판(standard plate)의 값은 각각 L=97.60, a=-0.07, b=0.19이었다.

### 7. 식빵의 조직감 측정

식빵의 조직감은 Texture analyzer(CT3, Brookfield Engineering Laboratories, Inc., Middleborough, MA, USA)를 사용하여 TPA(texture profile analysis)를 측정하였다. 식빵의 가운데를 20×20×20 mm로 잘라 시료로 사용하였으며, 직경이 25.4 mm인 cylinder probe(Part No. TA43)로 측정하였다. 조직감은 경도(hardness), 탄력성(springiness), 응집성(cohesiveness), 검성(gumminess), 씹힘성(chewiness), 복원성(resilience)을 측정하였다. 측정조건은 pretest speed 2.0 mm/sec, post test speed 1.0 mm/sec, trigger load 10.0 g, test speed 1.0 mm/sec, strain 50%로 하였다.

### 8. 관능검사

대조군과 전처리 방법이 다른 밀싹분말을 1%, 3%, 5%로 첨가하여 제조한 식빵의 관능검사는 군산대학교 생명영리 위원회의 승인에 따라 진행하였으며(승인번호: 1040117-

202001-HR-002-01), 대학생 및 대학원생 20명을 대상으로 실시하였다. 평가 1시간 전부터 물 이외의 음료나 음식물 섭취, 구강 세척제 등의 사용을 금하도록 하였으며, 향이 진한 화장품이나 향수의 사용도 금하였다.

평가항목은 외관(appearance), 색(color), 향미(flavor), 맛(taste), 조직감(texture), 풀냄새(grass odor), 전반적 기호도(overall acceptability)를 조사하였으며, 기호도가 높을수록 높은 점수를 주도록 하였다. 평가 방법은 7점 척도(1=매우 싫음, 4=보통, 7=매우 좋음)를 이용하였다.

## 9. 통계 방법

모든 실험결과는 SPSS program(IBM SPSS Statistics 20.0, IBM SPSS Co., Armonk, NY, USA)을 이용하였다. 전처리 방법과 첨가량에 대해 two-way ANOVA(이원배치 분산분석)를 실시하였고, 사후분석을 위해 Scheffe's multiple range test를 실시하여 시료간의 유의차를 검증하였다( $p < 0.05$ ).

## 결과 및 고찰

### 1. 반죽의 색도

전처리 방법을 달리한 밀싹분말을 1%, 3%, 5%로 첨가한 식빵 반죽의 색도는 Table 2와 같다. 반죽의 L값은 전처리 방법( $p < 0.001$ )과 첨가량( $p < 0.001$ )에서 유의한 차이가 나타났으며, 전처리 방법과 첨가량에 따른 상호작용효과가 있는 것으로 나타났다( $p < 0.001$ ). 반죽 L값은 WP군은 65.28~48.74, WPE군은 65.28~47.01, WPL군은 65.25~45.36으로 밀싹분말 첨가량이 증가할수록 감소하였으며, WPE&L군은 72.70~59.22로 첨가량이 증가할수록 감소하였으나, 3%와 5% 첨가군 간에는 유의적인 차이는 없었다. 같은 첨가량의 전처리 방법이 다른 밀싹분말을 첨가한 식빵 반죽의 L값은 1% 첨가군은 WPE&L군이 다른 군보다 높게 나타났으며, 3% 첨가군에서 WPE&L군이 가장 높았고, WPE군, WP군, WPL군 순으로 낮아졌고, 5% 첨가군에서 WPE&L군이 가장 높았고 WP군, WPE군, WPL군 순으로 낮아졌다. 즉, 고함량 5% 첨가군에서 미처리 밀싹분말 첨가군보다 효소와 유산균 단독처리 밀싹분말 첨가군은 L값이 낮아 어두웠으나, 효소와 유산균 혼합처리군은 오히려 높았음을 알 수 있다. 또한 같은 첨가량에서 효소와 유산균 혼합처리군이 L값이 가장 높아 밝은색을 띠고 있었다.

반죽의 a값은 전처리 방법( $p < 0.001$ )과 첨가량( $p < 0.001$ )에서 유의한 차이가 나타났으며, 전처리 방법과 첨가량에 따른 상호작용 효과가 있는 것으로 나타났다( $p < 0.001$ ). a값은 WP군은 -3.04~-4.18, WPE군은 -5.37~-6.01, WPL군은 -4.96~-5.93, WPE&L군은 -4.62~-6.15로 밀싹분말 첨

가량이 증가할수록 감소하였다. 같은 첨가량의 전처리 방법이 다른 밀싹분말을 첨가한 식빵 반죽의 a값은 1%, 3%, 5% 첨가군에서 모두 WP군이 가장 높게 나타났으며, 1%와 3% 첨가군에서는 WPE군이 가장 낮았고, 5% 첨가군에서는 WPE&L군이 가장 낮게 나타나서 5% WPE&L군이 다른 군보다 녹색이 더 진했음을 알 수 있다.

반죽의 b값은 전처리 방법( $p < 0.001$ )과 첨가량( $p < 0.001$ )에서 유의한 차이가 나타났으며, 전처리 방법과 첨가량에 따른 상호작용 효과가 있는 것으로 나타났다( $p < 0.001$ ). b값은 WP군은 36.73~48.84, WPE군은 28.03~35.55, WPL군은 30.70~39.76, WPE&L군은 29.65~32.72로 밀싹분말 첨가량이 증가할수록 증가하는 경향이였다. 같은 첨가량의 전처리 방법이 다른 밀싹분말을 첨가한 식빵 반죽의 b값은 1%, 3%, 5% 첨가군에서 모두 WP군이 가장 높고, 1% 첨가군에서는 WPE군이 가장 낮았고, 3%와 5% 첨가군에서는 WPE&L군이 가장 낮았다. 즉, 5% 첨가군에서 WPE&L군은 다른 군보다 L값은 가장 높았고, a값과 b값은 가장 낮아 밝은 녹색을 나타내었다. 반죽의 색도 변화는 밀싹분말 첨가량이 증가할수록 L값과 a값은 작아졌고, b값은 더 커졌는데 이는 밀싹분말에 색소성분으로 가장 많이 함유된 클로로필(Ryu 등 2014) 영향으로 생각된다. 클로로필은 약산으로 처리하면 올리브그린색인 pheophytin이 형성되고, 계속해서 산으로 처리하면 갈색인 pheophorbide이 된다(No 등 2016). 본 연구에서 밀가루 pH는 5.46, 밀싹분말 pH는 WP군이 5.31, WPE군이 5.29, WPL군이 5.28, WPE&L군이 5.25로 밀가루보다 밀싹분말의 pH가 더 낮았으며 효소와 유산균 처리 밀싹분말의 pH가 더 낮았다. Kim 등(2013c)은 포도추출액에 효소처리 추출이 가압가열추출과 열수추출보다 사과산 등 유기산 함량이 더 높았으며, Ryu & Kwon(2013)은 유산발효 병일의 경우 유산균 증식에 따른 산의 생성 및 병일 유기산의 수용성 증가 때문에 유기산 함량은 증가, pH는 감소하였다고 하였다. 본 연구에서도 밀싹분말에 효소와 유산균 처리로 인해 유기산 함량이 증가하여 밀싹분말보다 pH가 감소한 것으로 보인다. 이러한 유기산 증가, pH 감소로 인해 클로로필이 pheophytin과 pheophorbide가 되어 식빵 반죽의 색도에 영향을 준 것으로 보이며 이에 대한 후속 연구가 필요할 것으로 보인다.

### 2. 반죽의 밀도와 pH

반죽의 밀도와 pH를 측정된 결과는 Table 3과 같다. 반죽의 밀도는 전처리 방법( $p < 0.001$ )과 첨가량( $p < 0.001$ )에서 유의한 차이가 나타났으며, 전처리 방법과 첨가량에 따른 상호작용 효과가 있는 것으로 나타났다( $p < 0.01$ ). 반죽의 밀도는 WP군은 1.15~1.23 g/mL, WPE군은 1.04~1.20 g/mL,

**Table 2. Hunter's color of white pan bread dough with wheat sprout powder by enzyme and lactic acid bacteria pretreatment**

	Additional ratio (%)	WP <sup>1)</sup>	WPE	WPL	WPE&L	F-value
L-value	Control	77.60±0.02 <sup>aD2)3)</sup>	77.60±0.02 <sup>aD</sup>	77.68±0.02 <sup>bD</sup>	77.69±0.48 <sup>bC</sup>	29,321.178 <sup>***</sup>
	1%	65.28±0.02 <sup>aC</sup>	65.28±0.02 <sup>aC</sup>	65.25±0.02 <sup>aC</sup>	72.70±0.14 <sup>bB</sup>	
	3%	54.40±0.06 <sup>bB</sup>	57.40±0.06 <sup>cB</sup>	50.73±0.12 <sup>aB</sup>	58.74±0.20 <sup>dA</sup>	
	5%	48.74±0.13 <sup>cA</sup>	47.01±0.01 <sup>bA</sup>	45.36±0.01 <sup>aA</sup>	59.22±0.82 <sup>dA</sup>	
	F-value	1,892.896 <sup>***</sup>				
a-value	Control	0.92±0.04 <sup>D</sup>	0.91±0.02 <sup>D</sup>	0.91±0.02 <sup>D</sup>	0.91±0.02 <sup>D</sup>	62,420.723 <sup>***</sup>
	1%	-3.04±0.02 <sup>dC</sup>	-5.37±0.02 <sup>aC</sup>	-4.96±0.01 <sup>bC</sup>	-4.62±0.05 <sup>cC</sup>	
	3%	-3.25±0.04 <sup>dB</sup>	-5.88±0.02 <sup>aB</sup>	-5.15±0.05 <sup>cB</sup>	-5.36±0.02 <sup>bB</sup>	
	5%	-4.18±0.02 <sup>cA</sup>	-6.01±0.03 <sup>bA</sup>	-5.93±0.11 <sup>bA</sup>	-6.15±0.06 <sup>aA</sup>	
	F-value	4,000.668 <sup>***</sup>				
b-value	Control	16.53±0.05 <sup>A</sup>	16.50±0.04 <sup>A</sup>	16.55±0.15 <sup>A</sup>	16.55±0.41 <sup>A</sup>	22,544.583 <sup>***</sup>
	1%	36.73±0.04 <sup>dB</sup>	28.03±0.35 <sup>aB</sup>	30.70±0.05 <sup>cB</sup>	29.65±0.13 <sup>bB</sup>	
	3%	45.06±0.08 <sup>dC</sup>	33.51±0.03 <sup>bC</sup>	39.54±0.46 <sup>cC</sup>	32.05±0.04 <sup>aC</sup>	
	5%	48.84±0.10 <sup>dD</sup>	35.55±0.03 <sup>bD</sup>	39.76±0.57 <sup>cC</sup>	32.72±0.08 <sup>aD</sup>	
	F-value	4,015.760 <sup>***</sup>				

<sup>1)</sup> WP: Wheat sprout powder without treatment, WPE: Wheat sprout powder by enzyme treatment, WPL: Wheat sprout powder by lactic acid bacteria treatment, WPE&L: Wheat sprout powder by enzyme and lactic acid bacteria treatment.

<sup>2)</sup> Mean±S.D.

<sup>3)</sup> Means sharing different letters in the same column (<sup>A-D</sup>) and row (<sup>a-d</sup>) are significantly different ( $p<0.05$ ).

<sup>\*\*\*</sup>  $p<0.001$ .

**Table 3. Dough density and pH of white pan bread dough added with wheat sprout powder by enzyme and lactic acid bacteria pretreatment**

	Additional ratio (%)	WP <sup>1)</sup>	WPE	WPL	WPE&L	F-value
Dough density (g/mL)	Control	1.11±0.00 <sup>aA2)3)</sup>	1.12±0.02 <sup>bB</sup>	1.11±0.01 <sup>aB</sup>	1.11±0.01 <sup>aB</sup>	209.284 <sup>***</sup>
	1%	1.15±0.01 <sup>bB</sup>	1.04±0.00 <sup>aA</sup>	1.03±0.01 <sup>aA</sup>	1.03±0.01 <sup>aA</sup>	
	3%	1.19±0.00 <sup>bC</sup>	1.12±0.04 <sup>aB</sup>	1.12±0.02 <sup>aC</sup>	1.12±0.02 <sup>aB</sup>	
	5%	1.23±0.02 <sup>dD</sup>	1.20±0.02 <sup>cC</sup>	1.15±0.01 <sup>bD</sup>	1.13±0.02 <sup>aC</sup>	
	F-value	103.243 <sup>***</sup>				
pH	Control	4.52±0.01 <sup>bD</sup>	4.52±0.04 <sup>bC</sup>	4.50±0.007 <sup>aD</sup>	4.50±0.01 <sup>aD</sup>	176.054 <sup>***</sup>
	1%	4.36±0.01 <sup>cC</sup>	4.32±0.005 <sup>bB</sup>	4.31±0.006 <sup>bC</sup>	4.29±0.01 <sup>aC</sup>	
	3%	4.31±0.006 <sup>cB</sup>	4.29±0.01 <sup>bA</sup>	4.26±0.001 <sup>bB</sup>	4.20±0.006 <sup>aB</sup>	
	5%	4.27±0.06 <sup>cA</sup>	4.26±0.01 <sup>cA</sup>	4.18±0.01 <sup>bA</sup>	4.10±0.15 <sup>aA</sup>	
	F-value	21.653 <sup>***</sup>				

<sup>1)</sup> Samples are the same as those in Table 2.

<sup>2)</sup> Mean±S.D.

<sup>3)</sup> Means sharing different letters in the same column (<sup>A-D</sup>) and row (<sup>a-d</sup>) are significantly different ( $p<0.05$ ).

<sup>\*\*\*</sup>  $p<0.001$ .

WPL군은 1.03~1.15 g/mL, WPE&L군은 1.03~1.13 g/mL로 밀싹분말 첨가량이 증가할수록 증가하였다. 같은 첨가량의 전처리 방법이 다른 밀싹분말을 첨가한 식빵 반죽의 밀도는 1%, 3%, 5% 첨가군에서는 WP군이 다른 세 군에 비해 높았다. 반죽의 밀도로 반죽의 팽창 정도를 알 수 있으며 완성된 제품의 향, 색에 영향을 미칠 수 있다(Cho 등 2006). 반죽의 발효 팽창력은 글루텐 생성 능력 및 반죽 가스 보유력에 의해 좌우되며, 팽창력이 높은 것은 제빵 적성에 바람직한 것으로 보고되고 있다(Yang 등 2010; Kim & Lee 2015). 본 연구에서 고함량인 5% 첨가군에서 대조군에 비해 효소와 유산균 단독 또는 혼합처리군이 밀도가 낮았는데 이는 단독 또는 혼합처리 밀싹 분말을 첨가한 반죽의 발효 팽창력이 더 좋음으로 인해 부피가 커져서 나온 결과로 보이며, 단독 또는 혼합처리 밀싹분말 첨가로 인해 제빵 적성이 향상된 것으로 보인다.

반죽의 pH는 전처리 방법( $p<0.001$ )과 첨가량( $p<0.001$ )에서 유의한 차이가 나타났으며, 전처리 방법과 첨가량에 따른 상호작용 효과가 있는 것으로 나타났다( $p<0.01$ ). 반죽의 pH는 WP군은 4.36~4.27, WPE군은 4.32~4.26, WPL군은 4.31~4.18, WPE&L군은 4.29~4.10으로 첨가량이 증가할수록 감소하였다. 같은 첨가량의 전처리 방법이 다른 밀싹분말을 첨가한 반죽의 pH는 1%, 3% 첨가군에서 WP군이 다른 세 군에 비해 높았고, WPE군, WPL군, WPE&L군 순으로 낮아졌다. 5% 첨가군은 WP군과 WPE군이 다른 두 군보다 높았으며, 모든 첨가군에서 WPE&L군이 가장 낮았다. 본 연구에 사용한 밀가루와 밀싹분말의 pH는 앞서 반죽의 색도에서 제시한 바와 같이 밀싹분말의 pH가 밀가루보다 낮았으며, 효소와 유산균 처리 밀싹분말이 미처리보다 더욱 낮았다. 효소처리 후 참외(Jang 등 2014)와 팔 침출액(Hwang 등 2005)의 pH가 감소하였으며, 유산균 처리 후 우영(Jung 등 2019)과 커피생두(Kim 등 2016b)에서도 pH가 낮아졌다고 보고하여 본 연구와 같은 결과를 나타내었다. 밀싹분말을 첨가한 쿠키(An SH 2015), 스폰지 케이크(Lee BK 2015), 머핀(Chung & An 2015)과 보리잎차 분말을 첨가한 식빵(Yeom 등 2010)의 연구에서도 반죽 pH는 이들 분말 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하여 본 연구결과와 유사하였다. 반죽의 pH는 효모의 발효작용과 밀가루 단백질 용해성과 관련이 되어 반죽의 부피, 빵의 품질에 영향을 미치는데, 제빵 시 효모의 발효 속도가 가장 빠르면서 반죽 내 가스 보유력이 가장 높은 pH는 5.5 부근이며 적당한 반죽의 pH 범위는 4.0~6.0 정도로 알려져 있다(Kim CS 2010). 반죽의 pH가 감소하면 글루텐이 팽윤하고 가스 보유력이 증가한다고 하여(Ki 등 2005) 미처리군보다 효소나 유산균 처리 밀싹분말 첨가는 글루텐 팽윤과 가스 보유력에 좋은 영향을

줄 것으로 보인다.

### 3. 식빵의 부피, 무게, 비용적과 굽기손실율

전처리 방법을 달리한 밀싹분말 첨가 식빵의 부피와 무게를 측정된 결과는 Table 4와 같다. 식빵의 부피는 전처리 방법( $p<0.001$ )과 첨가량( $p<0.001$ )에서 유의한 차이가 나타났으며, 전처리 방법과 첨가량에 따른 상호작용 효과가 있는 것으로 나타났다( $p<0.001$ ). 밀싹분말 첨가량이 증가할수록 식빵의 부피는 WP군은 248.00~180.27 mL, WPE군은 249.77~186.73 mL, WPL군은 241.33~193.13 mL, WPE&L군은 271.13~207.77 mL로 감소하였다. 같은 첨가량의 전처리 방법이 다른 밀싹분말을 첨가한 식빵의 부피는 1%, 3%, 5% 모든 첨가군에서 WPE&L군이 가장 높게 나타났다.

식빵의 무게는 전처리 방법( $p<0.001$ )과 첨가량( $p<0.001$ )에서 유의한 차이가 나타났으며, 전처리 방법과 첨가량에 따른 상호작용 효과가 있는 것으로 나타났다( $p<0.01$ ). 식빵의 무게는 WP군은 70.77~72.40 g, WPE군은 69.87~71.77 g, WPL군은 69.93~71.59 g, WPE&L군은 69.87~71.40 g으로 밀싹분말 첨가량이 증가할수록 증가하는 경향이였다. 같은 첨가량의 전처리 방법이 다른 밀싹분말을 첨가한 식빵의 무게는 1%, 3%, 5% 모든 첨가군에서 WP군이 가장 높게 나타났다.

식빵의 비용적은 전처리 방법( $p<0.001$ )과 첨가량( $p<0.001$ )에서 유의한 차이가 나타났으며, 전처리 방법과 첨가량에 따른 상호작용 효과가 있는 것으로 나타났다( $p<0.001$ ). 비용적은 WP군 3.24~2.08 mL/g, WPE군 3.57~2.60 mL/g, WPL군 3.45~2.70 mL/g, WPE&L군 3.88~2.90 mL/g으로 각각 밀싹분말 첨가량이 증가할수록 감소하였다. 같은 첨가량의 전처리 방법이 다른 밀싹분말을 첨가한 식빵의 비용적은 1%, 3%, 5% 첨가군에서 WP군이 가장 낮았다.

빵의 무게 대비 부피가 증가하거나 부피 대비 무게가 감소하면 비용적은 커진다. 비용적이 큰 빵일수록 더 가볍고 팽창되어 있어 부드러운 반면 비용적이 작은 빵은 기공이 조밀하고 딱딱한 빵이 된다(Kim 등 2008). 특히 비용적은 반죽에 혼입된 공기의 양과 구울 때 골격을 형성시켜주는 글루텐의 양에 따라 좌우되는데(Kim YA 2005), 비용적이 감소하는 것은 반죽의 글루텐 형성이 잘되지 않기 때문이다(An 등 2008). 본 연구에서 밀싹분말 첨가량이 증가함에 따라 미처리 식빵의 부피가 줄어든 것은 밀가루 외 부재료인 밀싹분말 첨가량이 증가하면서 상대적으로 밀가루의 글루텐 함량이 낮아져 망상구조 형성이 어려워지고 수분 흡수율과 발효 정도가 감소함으로 인해 식빵의 가스 생성력과 보유력이 낮아진 것이 원인으로 보인다. 이는 당귀잎 착즙액(Kim 등 2017), 껏잎 착즙액(Oh 등 2017), 마테 분말(Lee

**Table 4. Volume and weight of white pan bread added with wheat sprout powder by enzyme and lactic acid bacteria pretreatment**

	Additional ratio (%)	WP <sup>1)</sup>	WPE	WPL	WPE&L	F-value
Volume (mL)	Control	273.03±2.15 <sup>D2)3)</sup>	278.63±8.03 <sup>D</sup>	277.37±1.93 <sup>D</sup>	276.63±6.26 <sup>C</sup>	580.374 <sup>***</sup>
	1%	248.00±7.14 <sup>aC</sup>	249.77±4.38 <sup>aC</sup>	241.33±0.67 <sup>aC</sup>	271.13±7.84 <sup>bc</sup>	
	3%	202.73±7.00 <sup>aB</sup>	229.20±0.88 <sup>bb</sup>	225.33±1.92 <sup>bb</sup>	237.73±1.27 <sup>bB</sup>	
	5%	180.27±11.69 <sup>aA</sup>	186.73±3.15 <sup>ba</sup>	193.13±0.95 <sup>aA</sup>	207.77±1.72 <sup>dA</sup>	
	F-value	193.667 <sup>***</sup>				
Weight (g)	Control	69.87±0.31 <sup>A</sup>	69.90±0.00 <sup>A</sup>	69.87±0.31 <sup>A</sup>	69.90±1.04 <sup>A</sup>	148.799 <sup>***</sup>
	1%	70.77±0.32 <sup>bb</sup>	69.87±0.06 <sup>aA</sup>	69.93±0.25 <sup>aAB</sup>	69.87±0.49 <sup>aA</sup>	
	3%	72.07±0.29 <sup>bc</sup>	70.63±0.06 <sup>aB</sup>	70.43±0.25 <sup>aB</sup>	70.17±0.06 <sup>aA</sup>	
	5%	72.40±0.20 <sup>bc</sup>	71.77±0.06 <sup>aC</sup>	71.59±0.08 <sup>aC</sup>	71.40±0.35 <sup>aB</sup>	
	F-value	47.823 <sup>***</sup>				
Specific volume (mL/g)	Control	3.96±0.04 <sup>D</sup>	4.00±0.11 <sup>D</sup>	3.97±0.04 <sup>D</sup>	3.96±0.09 <sup>C</sup>	576.354 <sup>***</sup>
	1%	3.24±0.11 <sup>aC</sup>	3.57±0.07 <sup>bc</sup>	3.45±0.02 <sup>abC</sup>	3.88±0.13 <sup>sc</sup>	
	3%	2.40±0.10 <sup>aB</sup>	3.24±0.01 <sup>bb</sup>	3.28±0.05 <sup>bb</sup>	3.39±0.02 <sup>bb</sup>	
	5%	2.08±0.17 <sup>aA</sup>	2.60±0.05 <sup>ba</sup>	2.70±0.02 <sup>bcA</sup>	2.90±0.04 <sup>aA</sup>	
	F-value	190.526 <sup>***</sup>				
Baking loss (%)	Control	12.67±0.38 <sup>C</sup>	12.65±0.00 <sup>C</sup>	12.67±0.38 <sup>B</sup>	12.63±0.13 <sup>B</sup>	148.459 <sup>***</sup>
	1%	11.54±0.40 <sup>aB</sup>	12.67±0.07 <sup>bc</sup>	12.59±0.31 <sup>bb</sup>	12.67±0.62 <sup>bb</sup>	
	3%	9.92±0.36 <sup>aA</sup>	11.71±0.07 <sup>bb</sup>	11.96±0.31 <sup>bb</sup>	12.29±0.31 <sup>bb</sup>	
	5%	9.50±0.25 <sup>aA</sup>	10.29±0.08 <sup>ba</sup>	10.52±0.10 <sup>ba</sup>	10.75±0.43 <sup>ba</sup>	
	F-value	47.750 <sup>***</sup>				

<sup>1)</sup> Samples are the same as those in Table 2.

<sup>2)</sup> Mean±S.D.

<sup>3)</sup> Means sharing different letters in the same column (<sup>A-D</sup>) and row (<sup>a-d</sup>) are significantly different ( $p<0.05$ ).

<sup>\*\*\*</sup>  $p<0.001$ .

MH 2018)을 첨가한 식빵에서 이들 첨가량이 증가할수록 부피는 감소하고 무게는 증가하였다는 연구보고와 같은 결과이다. 그러나 효소나 유산균 처리 밀싹분말 첨가 식빵에서는 이러한 영향이 줄어들어 미처리 밀싹분말 첨가 식빵보다 부피는 증가하고 무게는 감소하여 비용적이 증가하였다. 이로 보아 효소와 유산균 혼합처리 밀싹분말은 미처리 밀싹분말보다 제빵 적성을 증가시켰다고 볼 수 있다.

식빵의 굽기손실율은 전처리 방법( $p<0.001$ )과 첨가량( $p<0.001$ )에서 유의한 차이가 나타났으며, 전처리 방법과 첨가량에 따른 상호작용 효과가 있는 것으로 나타났( $p<0.01$ ). 굽기손실율은 WP군은 11.54~9.50%, WPE군은 12.67~10.29%, WPL군은 12.59~10.52%, WPE&L군은 12.67~10.75%에서 밀싹분말 첨가량이 증가할수록 감소하는 경향이였다. 식빵에 마늘(Hong & Shin 2008), 함초 분말(Lee 등 2010), 썬부쟁이 분말(Kim 등 2016a), 브로콜리 분말(Lee SH 2015), 당귀 분말(Shin & Kim 2008)을 첨가한 연구에서도 이들 분말

첨가량이 증가할수록 굽기 손실율이 감소한다는 결과와 일치하였다. 굽기 손실율이 감소하면 호화정도가 나빠져 식빵의 식감도 저하 된다(Lee SH 2015). 같은 첨가량의 전처리 방법이 다른 밀싹분말을 첨가한 굽기손실율은 1%, 3%, 5% 첨가군 모두에서 WP군이 가장 낮아 미처리 밀싹분말 첨가군보다 효소 및 유산균 처리 밀싹분말 첨가군의 식빵의 굽기손실율이 높음을 알 수 있다. Song & Jung(2006)은 유산균으로 발효한 대두의 조섬유 함량이 증가하였으며, Lee 등 (2017b)은 효소 처리 후 호박분말의 총 식이섬유 함량과 불용성 식이섬유 함량은 감소하였으나 수용성 식이섬유 함량은 증가하였는데 이는 식이섬유가 재배열되고 수용화되어 나타난 것이라고 하였으며, Park & Yoon(2015)은 효소 처리 후 배추겉잎의 불용성 식이섬유가 수용성 식이섬유로 전환됨을 확인하였다고 하였다. 또한 Ryu & Koo(2015)는 효소처리한 김을 첨가한 식빵의 경우 김의 포피란이란 수용성 식이섬유로 인해 보수력과 물성이 개선되어 제빵이 향상

되었으며 굽기손실율도 증가하였다고 보고하였다. 이에 효소와 유산균처리 밀싹분말의 식이섬유 증가로 인해 이를 첨가한 식빵의 굽기손실율이 증가한 것으로 추측되며 추후 이들 밀싹의 총 식이섬유 함량과 조성 비율에 대한 연구가 필요할 것으로 생각된다.

#### 4. 식빵의 색도

전처리 방법을 달리한 밀싹분말 첨가 식빵의 색도 측정결과는 Table 5와 같다. 식빵의 L값은 전처리 방법( $p<0.001$ )과 첨가량( $p<0.001$ )에서 유의한 차이가 나타났으며, 전처리 방법과 첨가량에 따른 상호작용 효과가 있는 것으로 나타났( $p<0.001$ ). L값은 WP군은 71.55~54.93, WPE군은 72.04~56.52, WPL군은 75.55~57.50, WPE&L군은 78.61~59.51로 밀싹분말 첨가량이 증가할수록 감소하였다. 같은 첨가량의 전처리 방법이 다른 밀싹분말을 첨가한 식빵의 L값은 1%, 3%, 5% 모든 첨가군에서 WPE&L군은 높게 나타났으며 WP군은 낮아, 같은 함량에서 다른 군보다 WPE&L군은 밝은 색을, WP군은 어두운 색을 띠을 알 수 있다.

식빵의 a값은 전처리 방법( $p<0.001$ )과 첨가량( $p<0.001$ )에서 유의한 차이가 나타났으며, 전처리 방법과 첨가량에 따른 상호작용 효과가 있는 것으로 나타났( $p<0.001$ ). a값은 WP군은 -1.44~-0.36, WPE군은 -1.87~-0.44, WPL군 -2.08~

-0.60, WPE&L군은 -2.54~-0.62로 나타내었으며, 모든 군에서 1% 첨가군이 가장 낮았다. 같은 첨가량의 전처리 방법이 다른 밀싹분말을 첨가한 식빵의 a값은 1%, 3%, 5% 모든 첨가군에서 WP군이 높았고 WPE&L군이 낮아, 같은 함량에서 다른 군보다 WP군은 연한 녹색을 WPE&L군은 진한 녹색을 나타냈음을 알 수 있다.

b값은 전처리 방법( $p<0.001$ )과 첨가량( $p<0.001$ )에서 유의한 차이가 나타났으며, 전처리 방법과 첨가량에 따른 상호작용 효과가 있는 것으로 나타났( $p<0.001$ ). b값은 WP군은 31.70~33.22, WPE군은 24.36~31.63, WPL군은 24.85~31.69, WPE&L군은 26.81~32.70으로 밀싹분말 첨가량이 증가할수록 증가하였다. 같은 첨가량의 전처리 방법이 다른 밀싹분말을 첨가한 식빵의 b값은 1%, 3%, 5% 첨가군에서 모두 WP군이 가장 높게 나타났으며, 효소와 유산균 처리군이 낮게 나타나 황색이 더 연했음을 알 수 있다.

L값과 b값은 반죽 색도와 마찬가지로 식빵에서도 밀싹분말 첨가량이 증가할수록 L값은 감소, b값은 증가하는 경향을 나타내었다. 밀싹의 클로로필은 산뿐만 아니라 60°C 이상의 열에 의해서도 올리브그린색인 pheophytin과 갈색인 pheophorbide이 형성된다(No 등 2016). 이로 인하여 밀싹분말 첨가량이 증가할수록 식빵의 L값은 감소, b값은 증가한 것으로 보인다. 그러나 반죽의 a값은 밀싹분말 첨가량에 따

**Table 5. Hunter's color of white pan bread added with wheat sprout powder by enzyme and lactic acid bacteria pretreatment**

	Additional ratio (%)	WP <sup>1)</sup>	WPE	WPL	WPE&L	F-value
L-value	Control	82.68±0.57 <sup>D2)3)</sup>	82.61±0.01 <sup>D</sup>	82.69±0.50 <sup>D</sup>	82.68±0.01 <sup>D</sup>	3,473.102 <sup>***</sup>
	1%	71.55±0.01 <sup>aC</sup>	72.04±0.03 <sup>bC</sup>	75.55±0.01 <sup>cC</sup>	78.61±0.01 <sup>dC</sup>	
	3%	62.17±0.01 <sup>aB</sup>	62.54±0.01 <sup>bB</sup>	63.37±0.15 <sup>cB</sup>	64.04±0.15 <sup>dB</sup>	
	5%	54.93±0.42 <sup>aA</sup>	56.52±0.01 <sup>bA</sup>	57.50±0.42 <sup>cA</sup>	59.51±0.01 <sup>dA</sup>	
	F-value	33.727 <sup>***</sup>				
a-value	Control	-0.56±0.03 <sup>B</sup>	-0.56±0.01 <sup>C</sup>	-0.56±0.02 <sup>C</sup>	-0.57±0.02 <sup>C</sup>	7,683.219 <sup>***</sup>
	1%	-1.44±0.03 <sup>dA</sup>	-1.87±0.02 <sup>cA</sup>	-2.08±0.01 <sup>bA</sup>	-2.54±0.03 <sup>aA</sup>	
	3%	-0.59±0.06 <sup>bB</sup>	-1.05±0.01 <sup>bB</sup>	-1.65±0.06 <sup>aB</sup>	-1.70±0.08 <sup>aB</sup>	
	5%	0.36±0.01 <sup>cC</sup>	-0.44±0.01 <sup>bD</sup>	-0.60±0.07 <sup>aC</sup>	-0.62±0.04 <sup>aC</sup>	
	F-value	1,738.120 <sup>***</sup>				
b-value	Control	11.35±0.05 <sup>A</sup>	11.37±0.04 <sup>A</sup>	11.35±0.07 <sup>A</sup>	11.34±0.03 <sup>A</sup>	15,748.841 <sup>***</sup>
	1%	31.70±0.02 <sup>dB</sup>	24.36±0.03 <sup>dB</sup>	24.85±0.03 <sup>dB</sup>	26.81±0.01 <sup>dB</sup>	
	3%	35.34±1.05 <sup>cD</sup>	32.35±0.02 <sup>bD</sup>	29.85±0.12 <sup>aC</sup>	29.80±0.03 <sup>aC</sup>	
	5%	33.22±0.03 <sup>dC</sup>	31.63±0.01 <sup>aC</sup>	31.69±0.04 <sup>bD</sup>	32.70±0.03 <sup>dB</sup>	
	F-value	732.131 <sup>***</sup>				

<sup>1)</sup> Samples are the same as those in Table 2.

<sup>2)</sup> Mean±S.D.

<sup>3)</sup> Means sharing different letters in the same column (<sup>A-D</sup>) and row (<sup>a-d</sup>) are significantly different ( $p<0.05$ ).

<sup>\*\*\*</sup>  $p<0.001$ .



라 감소하였으나 식빵의 a값은 적은 양(1%)에서는 감소하였다가 그 이상 되면 증가하여 다른 결과를 보였다. 밀싹에는 플라보노이드 성분이 높게 함유되어 있는데(Kim HJ 2016) 식빵이 구워지면서 고온이 되면 이러한 밀싹분말의 플라보노이드 색소의 갈변화와 환원당과 아미노화합물에 의한 메일라드 반응 및 열분해에 의한 갈변정도(Hong & Choe 2009) 등이 증가하여, 식빵의 a값 증가에 영향을 준 것으로 보인다. 깻잎 착즙액(Oh 등 2017), 매생이(Hong & Choe 2009), 브로콜리 분말(Lee SH 2015)을 첨가한 식빵에서 각각 이들 첨가량이 증가할수록 L값은 감소, b값은 증가하였고 a값은 적은 양에서는 감소하였다가 그 이상 되면 증가하여 본 연구결과와 유사하였다.

### 5. 식빵의 조직감

전처리 방법이 다른 밀싹분말을 첨가한 식빵의 조직감 결과는 Table 6과 같다. 식빵의 경도는 전처리 방법( $p<0.001$ )과 첨가량( $p<0.001$ )에서 유의한 차이가 나타났으며, 전처리 방법과 첨가량에 따른 상호작용 효과가 있는 것으로 나타났다( $p<0.001$ ). 경도는 WP군 416.83~971.00 g, WPE군 229.83~665.67 g, WPL군 220.67~594.00 g, WPE&L군 219.00~466.00 g으로 밀싹분말 첨가량이 증가함에 따라 증가하였다. 같은 첨가량의 전처리 방법이 다른 밀싹분말을 첨가한 식빵의 경도는 모든 첨가군에서 WP군이 높았고, WPE&L군이 낮았으며 밀싹분말 첨가량이 증가할수록 WP군과 WPE&L군의 경도 차이가 더 커져 미처리 밀싹분말 첨가군보다 효소와 유산균 혼합처리군의 식빵이 더 부드러움을 알 수 있다.

응집성은 전처리 방법과 첨가량에서 유의한 차이가 없었으며, 전처리 방법과 첨가량에 따른 상호작용 효과도 유의적 차이가 없는 것으로 나타났다. 응집성은 WP군은 0.77~0.74, WPE군은 0.76~0.74, WPL군은 0.78~0.76, WPE&L군은 0.73~0.69로 밀싹분말 첨가량이 증가할수록 감소하는 경향이였다.

탄력성은 전처리 방법과 첨가량에서 유의한 차이가 없었으며, 전처리 방법과 첨가량에 따른 상호작용 효과도 유의적 차이가 없는 것으로 나타났다. 탄력성은 WP군은 8.44~8.92 mm, WPE군은 8.73~8.99 mm, WPL군은 8.63~8.97 mm과 WPE&L군은 8.52~8.56 mm를 나타내었다.

검성은 전처리 방법( $p<0.001$ )과 첨가량( $p<0.001$ )에서 유의한 차이가 나타났으며, 전처리 방법과 첨가량에 따른 상호작용 효과가 있는 것으로 나타났다( $p<0.001$ ). 검성은 WP군은 374.10~814.97 g, WPE군은 187.10~540.23 g, WPL군은 186.00~491.27 g, WPE&L군은 174.07~443.27 g으로 밀싹분말 첨가량이 증가할수록 증가하였다. 같은 첨가량의 전처리 방법이 다른 밀싹 분말을 첨가한 식빵의 검성은 WP군이 나머지 세 군보다 높았다.

씹힘성은 전처리 방법( $p<0.001$ )과 첨가량( $p<0.001$ )에서 유의한 차이가 나타났으며, 전처리 방법과 첨가량에 따른 상호작용 효과가 있는 것으로 나타났다( $p<0.05$ ). 씹힘성은 WP군은 32.88~56.59 mJ, WPE군은 16.61~36.71 mJ, WPL군은 17.45~35.93 mJ, WPE&L군은 17.22~33.41 mJ으로, 밀싹분말 첨가량이 증가할수록 증가하였다. 같은 첨가량의 전처리 방법이 다른 밀싹분말을 첨가한 식빵의 씹힘성은 1%, 3%, 5% 첨가군 모두에서 WP군은 다른 세 군보다 높았다.

복원성은 전처리 방법( $p<0.01$ )과 첨가량( $p<0.001$ )에서 유의한 차이가 나타났으나, 전처리 방법과 첨가량에 따른 상호작용효과는 유의적 차이가 없는 것으로 나타났다. 복원성은 WP군은 0.33~0.24, WPE군은 0.37~0.29, WPL군은 0.36~0.28, WPE&L군은 0.37~0.30으로 밀싹분말 첨가량이 증가할수록 감소하였다. 같은 첨가량의 전처리 방법이 다른 밀싹분말을 첨가한 식빵의 복원성은 1%, 3%, 5% 모든 첨가군에서 WP군은 다른 세 군보다 낮았다.

대체로 밀싹분말 첨가량이 증가할수록 경도, 검성, 씹힘성은 증가하였고 응집성, 복원성은 감소하였다. 이상의 결과는 가루 녹차(Im & Kim 1999), 신안 섬초(Ko 등 2013)를 첨가한 식빵의 조직감 분석결과와 같은 결과였다. 밀가루의 글루텐이 수화되면 탄성과 응집성을 보이는데 글루텐을 형성하고 있는 글리아딘은 응집성과 신장성을, 글루테닌은 탄력성을 보인다. 따라서 밀가루 반죽에 있어서 글루텐은 구조를 이루고 발효 중 생성되는 가스를 보유하는 기능을 갖게 된다(Kim 등 2009). 밀가루보다 글루텐과 글리아딘이 적은 재료 함량이 증가하면 단백질 matrix 구조가 엉성하고, 기포의 크기도 균일하지 못하며, 불연속적인 matrix를 형성하여 경도, 검성, 씹힘성이 증가한다(Ryu CH 1999). 본 연구에서 밀싹분말을 같은 양으로 첨가 시 WP군은 다른 세 군 식빵보다 경도, 검성, 씹힘성이 높아 더 딱딱하였다. 이는 앞서 Table 4의 굽기 손실율이 증가한 이유와 마찬가지로 미처리 밀싹분말보다 효소와 유산균 전처리 밀싹분말에서 총 및 수용성 식이섬유 증가 등이 원인인 것으로 생각되어 이에 대한 후속 연구가 필요할 것으로 보인다.

### 6. 식빵의 관능평가

전처리 방법이 다른 밀싹분말을 첨가한 식빵의 관능평가 결과는 Table 7과 같다. 외관 기호도는 전처리 방법( $p<0.001$ )과 첨가량( $p<0.001$ )에서 유의한 차이가 나타났으며, 전처리 방법과 첨가량에 따른 상호작용 효과가 있는 것으로 나타났다( $p<0.001$ ). 외관 기호도는 WP군과 WPE군은 1% 첨가군이 가장 높았고 3% 첨가군, 대조군, 5% 첨가군의 순이었고, WPL군과 WPE&L군은 3% 첨가군이 가장 높았고 1% 첨가군, 5% 첨가군, 대조군의 순이었다. 같은 첨가량의 전처리

Table 6. Texture of white pan bread added with wheat sprout powder by enzyme and lactic acid bacteria pretreatment

	Additional ratio (%)	WP	WPE	WPL	WPE&L	F-value
Hardness (g)	Control	187.67±7.82 <sup>A2)3)</sup>	188.17±4.25 <sup>A</sup>	189.00±4.82 <sup>A</sup>	188.83±8.28 <sup>A</sup>	933.734 <sup>***</sup>
	1%	416.83±13.77 <sup>BB</sup>	229.83±19.57 <sup>abB</sup>	220.67±14.78 <sup>abB</sup>	219.00±20.42 <sup>abA</sup>	
	3%	775.00±16.58 <sup>CC</sup>	428.00±3.00 <sup>CC</sup>	374.00±13.00 <sup>BC</sup>	290.50±9.54 <sup>abB</sup>	
	5%	971.00±66.26 <sup>DD</sup>	665.67±42.00 <sup>CD</sup>	594.00±30.01 <sup>BD</sup>	466.00±38.97 <sup>CC</sup>	
	F-value	602.476 <sup>***</sup>				
Cohesiveness	Control	0.81±0.01	0.81±0.02	0.78±0.04	0.74±0.01	1.483
	1%	0.77±0.01	0.76±0.01	0.78±0.04	0.73±0.14	
	3%	0.76±0.01	0.76±0.02	0.77±0.09	0.70±0.02	
	5%	0.74±0.01	0.74±0.05	0.76±0.05	0.69±0.15	
	F-value	2.552				
Springiness (mm)	Control	8.90±0.02	8.92±0.04	8.90±0.17	8.91±0.44	1.601
	1%	8.92±0.01	8.99±0.03	8.63±0.47	8.52±0.57	
	3%	8.81±0.01	8.81±0.15	8.62±0.20	8.59±0.15	
	5%	8.44±0.13	8.73±0.13	8.97±0.41	8.56±0.14	
	F-value	1.720				
Gumminess (g)	Control	171.57±30.13 <sup>A</sup>	153.80±1.83 <sup>A</sup>	154.60±5.00 <sup>A</sup>	153.97±5.00 <sup>A</sup>	186.804 <sup>***</sup>
	1%	374.10±66.24 <sup>BA</sup>	187.10±21.75 <sup>AA</sup>	186.00±3.36 <sup>AA</sup>	174.07±3.36 <sup>AA</sup>	
	3%	601.87±33.42 <sup>BB</sup>	359.43±8.95 <sup>abB</sup>	317.93±15.74 <sup>abB</sup>	218.83±16.76 <sup>abB</sup>	
	5%	814.97±43.61 <sup>BB</sup>	540.23±33.64 <sup>CC</sup>	491.27±81.95 <sup>CC</sup>	443.27±16.33 <sup>CC</sup>	
	F-value	62.397 <sup>***</sup>				
Chewiness (mJ)	Control	14.43±2.74 <sup>A</sup>	12.55±1.60 <sup>A</sup>	13.23±0.20 <sup>A</sup>	13.23±0.20 <sup>A</sup>	46.588 <sup>***</sup>
	1%	32.88±7.25 <sup>BB</sup>	16.61±2.00 <sup>abB</sup>	17.45±0.41 <sup>abB</sup>	17.22±1.82 <sup>abB</sup>	
	3%	50.79±0.89 <sup>CC</sup>	18.50±1.07 <sup>abB</sup>	26.23±1.64 <sup>BC</sup>	23.62±4.20 <sup>abB</sup>	
	5%	56.59±0.19 <sup>BD</sup>	36.71±0.45 <sup>CC</sup>	35.93±1.51 <sup>ad</sup>	33.41±2.09 <sup>CC</sup>	
	F-value	23.620 <sup>***</sup>				
Resilience	Control	0.40±0.01 <sup>D</sup>	0.41±0.04 <sup>C</sup>	0.39±0.01 <sup>B</sup>	0.40±0.01 <sup>C</sup>	33.898 <sup>***</sup>
	1%	0.33±0.05 <sup>CC</sup>	0.37±0.02 <sup>BBB</sup>	0.36±0.01 <sup>abB</sup>	0.37±0.02 <sup>BBB</sup>	
	3%	0.29±0.05 <sup>AB</sup>	0.32±0.02 <sup>abAB</sup>	0.31±0.02 <sup>abA</sup>	0.34±0.02 <sup>BB</sup>	
	5%	0.24±0.04 <sup>AA</sup>	0.29±0.04 <sup>CA</sup>	0.28±0.02 <sup>BA</sup>	0.30±0.01 <sup>CA</sup>	
	F-value	7.697 <sup>**</sup>				

1) Samples are the same as those in Table 2.

2) Mean±S.D.

3) Means sharing different letters in the same column (<sup>A-D</sup>) and row (<sup>a-d</sup>) are significantly different ( $p<0.05$ ).

\*\* $p<0.01$ , \*\*\* $p<0.001$ .

방법이 다른 밀싹분말을 첨가한 식빵의 외관 기호도는 1%, 3%, 5% 모든 첨가군에서 WP군이 가장 낮았다.

색 기호도는 전처리 방법( $p<0.001$ )과 첨가량( $p<0.001$ )에서 유의한 차이가 나타났으며, 전처리 방법과 첨가량에 따른 상호작용 효과가 있는 것으로 나타났다( $p<0.001$ ). 색 기호도는 WP군과 WPE군은 1% 첨가군이 가장 높았고, WPL군과 WPE&L군은 3% 첨가군이 가장 높았다. 이는 Table 5

의 식빵 색도에서 WP군과 WPE군 1% 첨가군과 WPL군과 WPE&L군의 3% 첨가군의 a값이 -2.0~ -1.0 범위였는데 이 정도 범위의 a값이 색에 대한 기호도가 좋은 것으로 생각된다. 같은 첨가량의 전처리 방법이 다른 밀싹분말을 첨가한 식빵의 색 기호도는 3%와 5% 첨가군 모두 WPE&L군이 가장 높고 WPL군, WPE군, WP군 순이었다. 이는 Table 5의 식빵 색도에서 WPE&L군의 3%와 5% 첨가군이 같은 함량

**Table 7. Sensory properties of white pan bread added with wheat sprout powder by enzyme and lactic acid bacteria pretreatment**

	Additional ratio (%)	WP <sup>1)</sup>	WPE	WPL	WPE&L	F-value
Appearance	Control	4.35±0.05 <sup>B2)3)</sup>	4.30±0.05 <sup>B</sup>	4.33±0.03 <sup>A</sup>	4.31±0.17 <sup>A</sup>	248.515 <sup>***</sup>
	1%	5.31±0.06 <sup>aD</sup>	5.37±0.15 <sup>cD</sup>	5.34±0.02 <sup>bC</sup>	5.34±0.15 <sup>bC</sup>	
	3%	4.85±0.02 <sup>aC</sup>	4.97±0.01 <sup>bC</sup>	5.93±0.15 <sup>cD</sup>	6.57±0.21 <sup>dD</sup>	
	5%	3.16±5.00 <sup>aA</sup>	3.60±0.08 <sup>bA</sup>	4.49±0.12 <sup>cB</sup>	5.30±0.10 <sup>dB</sup>	
	F-value	88.573 <sup>***</sup>				
Color	Control	4.37±0.03 <sup>B</sup>	4.38±0.06 <sup>B</sup>	4.36±0.03 <sup>A</sup>	4.38±0.08 <sup>A</sup>	12,845.043 <sup>***</sup>
	1%	5.45±0.01 <sup>D</sup>	5.46±0.10 <sup>D</sup>	5.44±0.03 <sup>C</sup>	5.43±0.23 <sup>B</sup>	
	3%	4.73±0.25 <sup>aC</sup>	4.94±0.09 <sup>bC</sup>	6.03±0.12 <sup>cD</sup>	6.27±0.21 <sup>dC</sup>	
	5%	3.37±0.15 <sup>aA</sup>	3.62±0.03 <sup>bA</sup>	4.94±0.05 <sup>cB</sup>	5.43±0.12 <sup>dB</sup>	
	F-value	5,932.816 <sup>***</sup>				
Flavor	Control	4.43±0.17 <sup>B</sup>	4.44±0.14 <sup>B</sup>	4.42±0.07 <sup>A</sup>	4.44±0.29 <sup>A</sup>	77,669.992 <sup>***</sup>
	1%	5.39±0.06 <sup>aD</sup>	5.39±0.10 <sup>aD</sup>	5.40±0.02 <sup>bC</sup>	5.43±0.21 <sup>bB</sup>	
	3%	4.96±0.06 <sup>aC</sup>	5.03±0.05 <sup>bC</sup>	6.08±0.05 <sup>cD</sup>	6.33±0.21 <sup>dC</sup>	
	5%	3.38±0.02 <sup>aA</sup>	3.53±0.06 <sup>bA</sup>	5.03±0.06 <sup>cB</sup>	5.42±0.03 <sup>dB</sup>	
	F-value	41,045.274 <sup>***</sup>				
Taste	Control	4.83±0.01 <sup>B</sup>	4.84±0.16 <sup>B</sup>	4.84±0.04 <sup>A</sup>	4.94±0.12 <sup>A</sup>	150,747.547 <sup>***</sup>
	1%	5.84±0.02 <sup>aD</sup>	5.85±0.15 <sup>bD</sup>	5.84±0.02 <sup>aC</sup>	5.88±0.10 <sup>bB</sup>	
	3%	4.97±0.03 <sup>aC</sup>	5.31±0.02 <sup>bC</sup>	6.10±0.06 <sup>cD</sup>	6.33±0.15 <sup>dC</sup>	
	5%	3.33±0.15 <sup>aA</sup>	3.52±0.10 <sup>bA</sup>	5.03±0.12 <sup>cB</sup>	5.89±0.03 <sup>dB</sup>	
	F-value	76,953.488 <sup>***</sup>				
Texture	Control	4.88±0.01 <sup>B</sup>	4.84±0.16 <sup>B</sup>	4.84±0.04 <sup>A</sup>	4.84±0.12 <sup>A</sup>	2,431.349 <sup>***</sup>
	1%	5.86±0.02 <sup>bD</sup>	5.85±0.15 <sup>bD</sup>	5.84±0.02 <sup>aB</sup>	5.85±0.10 <sup>aB</sup>	
	3%	4.97±0.03 <sup>aC</sup>	5.69±0.02 <sup>bC</sup>	6.18±0.06 <sup>cC</sup>	6.33±0.15 <sup>cC</sup>	
	5%	3.33±0.15 <sup>aA</sup>	3.62±0.10 <sup>bA</sup>	5.03±0.12 <sup>cB</sup>	5.84±0.03 <sup>dB</sup>	
	F-value	480.155 <sup>***</sup>				
Grass oder	Control	4.26±0.06 <sup>B</sup>	4.27±0.05 <sup>B</sup>	4.28±0.07 <sup>A</sup>	4.28±0.42 <sup>A</sup>	500,725.836 <sup>***</sup>
	1%	5.30±0.25 <sup>aD</sup>	5.30±0.08 <sup>aD</sup>	5.30±0.09 <sup>aC</sup>	5.33±0.02 <sup>bB</sup>	
	3%	4.80±0.11 <sup>aC</sup>	5.05±0.00 <sup>bC</sup>	6.13±0.08 <sup>cD</sup>	6.40±0.10 <sup>dD</sup>	
	5%	3.26±0.21 <sup>aA</sup>	3.73±0.00 <sup>bA</sup>	5.17±0.06 <sup>cB</sup>	5.34±0.04 <sup>dC</sup>	
	F-value	173,698.409 <sup>***</sup>				
Overall acceptability	Control	4.44±0.12 <sup>B</sup>	4.43±0.06 <sup>B</sup>	4.45±0.03 <sup>A</sup>	4.47±0.29 <sup>A</sup>	71,665.589 <sup>***</sup>
	1%	5.42±0.17 <sup>bD</sup>	5.40±0.10 <sup>aD</sup>	5.42±0.11 <sup>bC</sup>	5.43±0.03 <sup>bB</sup>	
	3%	5.03±0.02 <sup>bC</sup>	4.93±0.05 <sup>aC</sup>	6.12±0.08 <sup>cD</sup>	6.34±0.06 <sup>dC</sup>	
	5%	3.26±0.10 <sup>aA</sup>	3.97±0.08 <sup>bA</sup>	4.93±0.06 <sup>cB</sup>	5.43±0.05 <sup>dB</sup>	
	F-value	32,387.631 <sup>***</sup>				

1) Samples are the same as those in Table 2.

2) Mean±S.D.

3) Means sharing different letters in the same column (<sup>A-D</sup>) and row (<sup>a-d</sup>) are significantly different ( $p<0.05$ ).

\*\*\*  $p<0.001$ .

의 다른 군에 비해 L값은 높고 a값, b값이 가장 낮아 WPE&L군의 3%와 5% 첨가군이 다른 군에 비해 밝은 녹색을 띄어 색에 대한 기호도가 높은 것으로 보인다.

향미 기호도는 전처리 방법( $p<0.001$ )과 첨가량( $p<0.001$ )에서 유의한 차이가 나타났으며, 전처리 방법과 첨가량에 따른 상호작용 효과가 있는 것으로 나타났다( $p<0.001$ ). 향미 기호도는 WP군과 WPE군은 1% 첨가군이 가장 높았고, WPL군과 WPE&L군은 3% 첨가군이 가장 높았다. 같은 첨가량의 전처리 방법이 다른 밀싹분말을 첨가한 식빵의 향미 기호도는 1% 첨가군은 WPE&L군과 WPL군이 다른 두 군보다 높았고, 3%와 5% 첨가군은 WPE&L군이 가장 높았고 WPL군, WPE군, WP군 순이었다.

맛 기호도는 전처리 방법( $p<0.001$ )과 첨가량( $p<0.001$ )에서 유의한 차이가 나타났으며, 전처리 방법과 첨가량에 따른 상호작용 효과가 있는 것으로 나타났다( $p<0.001$ ). 맛 기호도는 WP군과 WPE군은 1% 첨가군이 가장 높고 3% 첨가군, 대조군, 5% 첨가군 순이었고, WPL군은 3% 첨가군이 가장 높았고 1% 첨가군, 5% 첨가군, 대조군의 순이었고, WPE&L군은 3% 첨가군이 가장 높았고 대조군이 가장 낮았다. 같은 첨가량의 전처리 방법이 다른 밀싹분말을 첨가한 식빵의 맛 기호도는 1%, 3%, 5% 첨가군은 WPE&L군이 가장 높았고, 3%와 5% 첨가군에서 WP군은 다른 군보다 낮았다.

조직감 기호도는 전처리 방법( $p<0.001$ )과 첨가량( $p<0.001$ )에서 유의한 차이가 나타났으며, 전처리 방법과 첨가량에 따른 상호작용 효과가 있는 것으로 나타났다( $p<0.001$ ). 조직감 기호도는 WP군과 WPE군은 1% 첨가군이, WPL군과 WPE&L군은 3% 첨가군이 가장 높았다. 같은 첨가량의 전처리 방법이 다른 밀싹분말을 첨가한 식빵의 조직감 기호도는 1% 첨가군은 WP군과 WPE군이 다른 두 군보다 높았고, 3% 첨가군은 WPE&L과 WPL군이 다른 두 군보다 높았고, 5% 첨가군은 WPE&L군이 가장 높았고 WPL군, WPE군, WP군 순이었다.

플냄새 기호도는 전처리 방법( $p<0.001$ )과 첨가량( $p<0.001$ )에서 유의한 차이가 나타났으며, 전처리 방법과 첨가량에 따른 상호작용 효과가 있는 것으로 나타났다( $p<0.001$ ). 플냄새 기호도는 WP군과 WPE군은 1% 첨가군이 가장 높고, WPL군과 WPE&L군은 3% 첨가군이 가장 높았다. 같은 첨가량의 전처리 방법이 다른 밀싹분말을 첨가한 식빵의 플냄새 기호도는 1% 첨가군은 WPE&L군이 다른 군보다 높았으며, 3%와 5% 첨가군은 WPE&L군이 가장 높았고, WP군이 가장 낮았다.

전체적 기호도는 전처리 방법( $p<0.001$ )과 첨가량( $p<0.001$ )에서 유의한 차이가 나타났으며, 전처리 방법과 첨가량에 따른 상호작용 효과가 있는 것으로 나타났다( $p<0.001$ ). 전체

적 기호도는 WP군과 WPE군은 1% 첨가군이 각각 5.42점, 5.40점으로, WPL군과 WPE&L군은 3% 첨가군이 각각 6.12점, 6.34점으로 높은 점수를 받았다. 같은 첨가량의 전처리 방법이 다른 밀싹분말을 첨가한 식빵의 전체적 기호도는 1%, 3%, 5% 모든 첨가군에서 WPE&L군이 높았다. 또한 WP와 WPE 5% 첨가군은 대조군보다 낮은 점수를, WPL과 WPE&L 5% 첨가군은 대조군보다 높은 점수를 나타내었다.

관능검사 모든 항목에서 미처리 밀싹분말 첨가군보다 효소 또는 유산균 처리군이 기호도가 높으며 단독처리군보다 혼합처리군이 기호도가 높았으며, 특히 전체적 기호도에서 WPE&L 3% 첨가군이 6.34점으로 다른 군보다 높은 점수를 받아, 식빵에 효소와 유산균 혼합처리 밀싹분말 첨가는 제빵 특성뿐만 아니라 소비자 기호도도 높일 수 있을 것으로 판단되었다.

## 요약 및 결론

본 연구에서는 밀싹분말의 식품소재 활용성을 높이고자 효소 단독처리(WPE), 유산균 단독처리(WPL), 효소와 유산균 혼합처리(WPE&L)한 밀싹분말과 미처리한 밀싹분말(WP)을 식빵에 각각 1%, 3%, 5%로 첨가하여 식빵의 품질 특성과 관능적 특성을 평가하였다. 식빵 반죽의 L값, a값, pH는 밀싹분말 첨가량이 증가할수록 감소하였고, b값, 밀도는 증가하였다. 동일한 첨가량일 때 식빵 반죽의 L값은 WPE&L군이 가장 높았고, a값, b값, 밀도, pH는 WP군이 가장 높았다. 식빵의 부피와 비용적은 WPE&L군이 가장 높았고, 식빵의 무게는 WP군이 가장 높았으나, 굽기손실율은 WP군이 가장 낮았다. 식빵의 색도를 보면 WP군이 다른 군보다 L값은 낮았고, a값과 b값은 높았다. 또한 조직감에서 WP군이 다른 군보다 경도, 검성, 씹힘성이 높았으며, 이는 밀싹분말 첨가량이 증가할수록 증가하였다. 관능검사 항목인 외관, 색, 향미, 맛, 조직감, 플냄새 기호도의 모든 항목에서 미처리군보다 효소 또는 유산균 단독 처리군, 혼합처리군이 기호도가 높았다. 특히 전체적 기호도에서 효소와 유산균 혼합처리를 한 WPE&L 3% 첨가군이 6.34점으로 다른 군보다 높았다. 이상의 결과 효소와 유산균 처리 밀싹분말은 식빵의 품질을 향상시키고 소비자 기호도를 높여 식빵의 가치를 높일 수 있는 좋은 식품소재가 될 것으로 기대된다.

## 감사의 글

본 연구는 중소기업기술개발 지원사업으로 수행되어(과제번호 S2743948) 이에 감사드립니다.

## References

- An HL, Lee KS, Park SJ. 2008. Quality characteristics of white pan bread with mesangi (*Capsosiphon fulvecense*). *J East Asian Soc Diet Life* 18:563-568
- An SH. 2015. Quality characteristics of cookies made with added wheat sprout powder. *Korean J Food Cookery Sci* 31:687-695
- An SL. 2018. Quality characteristics of *Sulgidduk* added wheat sprouts powder. Ph.D. Thesis, Kongju National Univ. Kongju. Korea
- Ber-Arye E, Goldin E, Wengrower D, Stamper A, Kohn R, Berry E. 2002. Wheat grass juice in the treatment of active distal ulcerative colitis: A randomized double-blind placebo-controlled trial. *Scandinavian J Gastroenterol* 37:444-449
- Chae HJ, Park DI, Lee SC, Oh CH, Oh NS, Kim DC, Won SI, In MJ. 2011. Improvement of antioxidative activity by enzyme treatment and lactic acid bacteria cultivation in black garlic. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40:660-664
- Cho HS, Park BH, Kim KH, Kim HA. 2006. Antioxidative effect and quality characteristic of cookies made with sea tangle powder. *Korean J Food Cult* 21:541-549
- Chung ES, An SH. 2015. Physicochemical and sensory characteristics of muffins added with wheat sprout powder. *Korean J Culin Res* 21:207-220
- Cooke RD, Twiddy DR, Alan Reilly PJ. 1987. Lactic-acid fermentation as a low-cost means of food preservation in tropical countries. *FEMS Microbiol Rev* 46:369-379
- Hänninen O, Rauma AL, Kaartinen K, Nenonen M. 1999. Vegan diet in physiological health promotion. *Acta Physiol Hung* 86:171-180
- Hong GJ. 2011. Bread development and usage plan of added halophyte *Suaeda glauca* and *Spergularia marina*. Ph.D. Thesis, Kyonggi Univ. Suwon. Korea
- Hong SC, Choe SN. 2009. Studies on the manufacture and quality characteristics of bread made with *Capsosiphon fulvecense* powder. *J Fish Mar Sci Educ* 21:28-42
- Hong SY, Shin GM. 2008. Quality characteristics of white pan bread with garlic powder. *Korean J Food Nutr* 21:485-491
- Hwang CS, Jeong DY, Kim YS, Na JM, Shin DH. 2005. Effects of enzyme treatment on physicochemical characteristics of small red bean percolate. *Korean J Food Sci Technol* 37:189-193
- Im JG, Kim YH. 1999. Effect of green tea addition on the quality of white bread. *Korean J Soc Food Sci* 15:395-400
- Jang SJ, Jo YJ, Seo JH, Kim OM, Jeong YJ. 2014. Enzyme treatment for clarification of spoiled oriental melon juice. *Korean J Food Preserv* 21:506-511
- Joo SH, Park JD, Choi YS, Sung JM. 2018. A study of the optimization of white pan bread added with wheat sprout powder. *Culin Sci Hosp Res* 24:1-14
- Jung JY. 2007. The textural and physicochemical properties of tofu-residue (*Biji*) cookies treated with and without proteolytic enzyme. Ph.D. Thesis, Seoul National Univ. Seoul. Korea
- Jung KO, Seol CH, Moon KH, Kim DG, Im SY, Lee JH. 2019. Physicochemical properties and antioxidant activity of *Arctium lappa* L. fermented with lactic acid bacteria. *J Chitin Chitosan* 24:8-15
- Kang H, Kim CJ. 2010. Effect of single or mixed culture of *Lactobacillus bulgaricus* and *Streptococcus thermophilus* on fermentation characteristics of buckwheat sprout-added yoghurt. *J Korean Soc Food Cult* 25:76-81
- Kang SH. 2019. Effects of enzyme-treated *Triticum aestivum* sprout extracts on the activity of whitening and anti-wrinkle. Ph.D. Thesis, Wonkwang Univ. Iksan. Korea
- Ki MR, Kim RY, Chun SS. 2005. Effects of *Kimchi* powder on the quality of white bread dough. *J East Asian Soc Diet Life* 15:334-339
- Kim CS. 2010. Rheological properties of bread dough made from *Cordyceps militaris* powder. *Korean J Food Nutr* 23:8-14
- Kim DH, Yeon SJ, Jang KI. 2016b. Quality characteristics and antioxidant activity of espresso coffee prepared with green bean fermented by lactic acid bacteria. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 45:1799-1807
- Kim H. 2009. The manufacturing of fermented tea by the treatment of enzyme and *Lactobacillus*. Master's Thesis, Korea Polytechnic Univ. Siheung. Korea
- Kim HJ. 2016. Antioxidant and physiological activities of Korean wheat sprouts. Master's Thesis, Gwangju Women's Univ. Gwangju. Korea
- Kim JG, Choi HS, Kim WJ, Oh HI. 1999. Physical and sensory characteristics of persimmon jam prepared with enzyme treated persimmon juice. *Korean J Soc Food*

- Sci* 15:50-54
- Kim JK, Kim YH, Oh JC, Yu HH. 2013a. Optimization of white pan bread preparation by addition of black barley flour and olive oil using response surface methodology. *Korean J Food Sci Technol* 45:180-190
- Kim MH, Kwak HJ, Yoo BH, Kim DJ, Youn SJ. 2013c. Quality characteristics and antioxidant effects of grape juice obtained with different extraction methods. *Korean J Food Preserv* 20:784-790
- Kim MS, Park JD, Lee HY, Kum JS. 2013b. Effect of rice flour prepared with enzyme treatment on quality characteristics of rice cookies. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 42:1439-1445
- Kim SG, Cho NJ, Kim YH. 2009. Baking Science. pp.28-131. B&C World
- Kim SH. 2010. Physicochemical properties of *Dioscorea opposita* Thunb. fermented by lactic acid bacteria and its gastroprotective effect, and application into yogurt. Ph.D. Thesis, Sejong Univ. Seoul. Korea
- Kim WM, Lee GH. 2015. Comparison of imported wheat flour bread making properties and Korean wheat flour bread making properties made by various bread making methods. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 44:434-441
- Kim WM, Oh ST, Song MR, Kim KH, Lee GH. 2017. Physical properties of pan bread made with various amounts of squeezed *Danggui* leaf (*Angelica acutiloba* Kitagawa) juice. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 46:971-978
- Kim YA. 2005. Effects of *Lycium chinense* powders on the quality characteristics of yellow layer cake. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 34:403-407
- Kim YJ, Jeong JS, Kim EH, Son BG, Go GB. 2016a. Quality of white bread containing *Aster yomena* powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 45:91-99
- Kim YS, Kim MY, Chun SS. 2008. Quality characteristics of domestic wheat white bread with substituted *Nelumbo nucifera* G. tea powder. *Korean J Food Nutr* 21:448-456
- 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* 42:766-773
- Ko YR, Shon MY, Kim YG, Chung KS, Wang SB, Park SK. 2009. Changes in quality properties of fermented waxy rice paste of *Yakchobugak* as affected by lactic acid bacteria and waxy rice powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38:201-210
- Lee BK. 2015. Quality characteristics of sponge cake with added powdered wheat and barley sprout. Master's Thesis, Seoul National Univ. Seoul. Korea
- Lee C. 2013. Effect of lactic-fermentation on the n-hexanal content of peanut milk. *Korean J Food Nutr* 26:146-149
- Lee DH, Jang JH, Hong JH. 2017b. Spray-dried powder preparation of pumpkin sweet potato hydrolysates and its physicochemical properties. *Korean J Food Preserv* 24:246-253
- Lee HC, Park CO, Shin DH. 1988. Lactic fermentation of steamed barley with an enzyme and a *Lactobacillus*. *Korean J Food Nutr* 1:43-49
- Lee HP, Shen XL, Guan P, Wang YH, Wang B, Wei JC. 2017a. Development of fermented wheatgrass beverage. *China Brew* 36:191-196
- Lee JS. 2016. Antioxidant activity and quality characteristics of noodles with wheatgrass. Ph.D. Thesis, Sejong Univ. Seoul. Korea
- Lee KS. 2012. Development of baking technology and analysis of domestic and international bakery market and trends. *Food Sci Ind* 45:16-20
- Lee MH. 2018. Quality characteristics of white pan bread added mate (*Ilex paraguariensis*) leaf powder. *Culin Sci Hosp Res* 24:145-155
- Lee SH, Lee YM, Lee HS, Kim DK. 2009. Anti-oxidative and anti-hyperglycemia effects of *Triticum aestivum* wheat sprout water extracts on the streptozotocin-induced diabetic mice. *Korean J Pharmacogn* 40:408-414
- Lee SH. 2015. Quality and antioxidant properties of white breads enhanced with broccoli (*Brassica oleracea* L.) powder. *Korean J Food Cookery Sci* 31:614-622
- Lee YS, Hong GJ, Kim WM, Shin MK. 2010. Quality characteristics of bread with added saltwort powder (*Salicornia herbacea* L.). *J East Asian Soc Diet Life* 20:706-712
- Nepali S. 2017. Hepatoprotective effect of polysaccharide isolated from *Triticum aestivum* sprouts. Ph.D. Thesis, Chonbuk National Univ. Jeonju. Korea
- No J, Yoon H, Park S, Yoo SJ, Shin M. 2016. Color stability of chlorophyll in young barley leaf. *J East*

- Asian Soc Diet Life* 26:314-324
- Oh ST, Kim KH, Kim WM, Lee GH, Lee GH. 2017. Physicochemical and sensory properties of pan bread made with various amounts of *Squeezed perilla* leaf juice. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 46:833-840
- Park CH, Kim KH, Kim NY, Kim SH, Yook HS. 2014. Antioxidative capacity and quality characteristics of *Yanggaeng* with fermented aged black giant garlic (*Allium ampeloprasum* L. var. *ampeloprasum* Auct.) paste. *Korean J Food Nutr* 27:1014-1021
- Park LY. 2015. Quality characteristics of muffins containing wheat sprout powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 44:784-789
- Park SA. 2017. Effect of wheat sprout extract on proliferation and hair growth-related signal pathway in human hair dermal papilla cell and fibroblast. Ph.D. Thesis, Wonkwang Univ. Iksan. Korea
- Park SY, Yoon KY. 2015. Production of enzymatic hydrolysate including water-soluble fiber from hemicellulose fraction of Chinese cabbage waste. *Korean J Food Sci Technol* 47:6-12
- Park SY, Yun YH, Kim HU. 1980. Studies on the effects of several spices on the growth of *Lactobacillus casei* YIT9018. *Korean J Anim Sci* 22:301-308
- Ryu CH, Koo JG. 2015. Effect of enzymatic hydrolysate of laver pyropia on the dough and bread making properties of wheat flour. *J Fish Mar Sci Educ* 27:467-475
- Ryu CH. 1999. Study on bread-making quality with mixture of waxy barley-wheat flour 1. Rheological properties of dough made with waxy barley-wheat flour mixture. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 28:1034-1043
- Ryu EM, Choi HS, Shin HJ. 2014. Effect of coffee grounds' residue on the growth and chlorophyll content of Korean wheat sprout. *Korean Soc Biotechnol Bioeng J* 29:106-111
- Ryu IH, Kwon TO. 2013. Functional quality characteristics of extracts by sugar-leaching and lactic acid fermentation of mulberry leaves (*Morus alba* L.). *J Seric Entomol Sci* 51:164-172
- Shin GM, Kim DY. 2008. Quality characteristics of white pan bread by *Angelica gigas nakai* powder. *Korean J Food Preserv* 15:497-504
- Son JY. 2017. Improvement effects on obesity by hydrolysis and mixed fermentation of sea tangle (*Laminaria japonica*) extract. Master's Thesis, Silla Univ. Busan. Korea
- Song HN, Jung KS. 2006. Quality characteristics and physiological activities of fermented soybean by lactic acid bacteria. *Korean J Food Sci Technol* 38:475-482
- Steve M. 2006. Wheatgrass Nature'S Finest Medicine. pp.11-103. Sproutman Publications
- Yang SM, Shin JH, Kang MJ, Kim SH, Sung NJ. 2010. Quality characteristics of bread with added black garlic extract. *Korean J Food Cookery Sci* 26:503-510
- Yeom KH, Kim MY, Chun SS. 2010. Quality characteristics of white bread with barley leaves tea powder. *Korean J Food Cookery Sci* 26:398-405
- You SH, Moon JS. 2016. Study on the whitening effect and deterrent effect on gene expression of MMP-1 in wheat sprout extracts. *J Korean Oil Chem Soc* 33:13-22
- You SH, Pyo YH. 2015. Antioxidant and anti-inflammatory activities of ethanol extracts from wheat sprout. *J Invest Cosmetol* 11:231-238

---

Received 10 July, 2020  
 Revised 12 October, 2020  
 Accepted 27 October, 2020