

ISSN 1229-8565 (print)

한국지역사회생활과학회지

Korean J Community Living Sci

<http://dx.doi.org/10.7856/kjcls.2017.28.1.81>

ISSN 2287-5190 (on-line)

28(1): 81~91, 2017

28(1): 81~91, 2017

겨우살이 분말 첨가 식빵의 품질특성 및 항산화 활성

김수현[†] · 유수정 · 유동진 · 김창은

구운식품 기업부설 연구소

Quality Characteristics and Antioxidant Activities of White Bread Added with Mistletoe (*Viscum album* var.) Powder

Soohyun Kim[†] · Sujung Yoo · Dongjin Yoo · Changeun Kim

Guwoon Food & Research Institute, Hoengseong, Korea

ABSTRACT

This study was carried out to investigate the quality characteristics and antioxidant activities of bread containing mistletoe (*Viscum album* var.) powder (at ratios of 0, 3, 5, 7, and 10% of total flour quantity). As mistletoe powder (MP) content increased, the pH levels of dough and bread and lightness decreased, whereas total titratable acidity increased. The fermentation power of the dough expansion by fermentation decreased with an increase in MP content added. Although bread weight decreased, there were no significant differences in baking loss as MP content increased. Volume and specific volume significantly decreased as MP content increased. Moisture content was highest at a substitution level of 10% and increased with increasing MP content. Lightness of crumbs significantly decreased with increasing MP content, whereas redness and yellowness showed the reverse effect. As MP content increased, changes in hardness, gumminess, and brittleness were all significant. In the sensory evaluation, color, flavor, softness, and overall acceptability were highest at MP 3% and were lowest at MP 10%. Total polyphenol contents and DPPH radical scavenging activity of bread significantly increased with increasing MP content. In conclusion, addition of MP 3% showed the best performance in terms of the nutritional and functional aspects of the bread.

Key words: mistletoe powder, bread, quality characteristics, antioxidant activities

This research was supported by "Establishment of economic technology for the cultivation of mistletoe and development of strategic export products using its functional compounds (Project No.:313011-3)," funded by the Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs, South Korea.

Received: 9 November, 2016 Revised: 3 January, 2017 Accepted: 23 February, 2017

[†]**Corresponding Author:** Soohyun Kim Tel: +82-33-345-9322 E-mail: soo7735@naver.com

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

I. 서론

최근 우리의 식생활이 간편해지고 경제발전과 소득 수준이 향상되면서 서구화로 인한 식생활의 변화로 주식 대용으로서 빵의 소비가 증가하고 있다. 이러한 변화로 식생활은 간편화, 서구화되어 쌀 소비량은 감소하고 빵의 수요는 증가하고 있는 실정이다(Ji & Jeong 2013). 국민들의 건강에 대한 관심이 증가함에 따라 영양을 고루 갖춘 식품에 대한 관심이 모아지고 있어 자연 건강식의 개발과 기능성 식품에 대한 요구가 증대하고 있다(Choi et al. 2012).

겨우살이(mistletoe)는 유럽과 동양에서 오랜 세월동안 고향압, 당뇨, 류마티즘, 종양 등을 다스리기 위해 민간요법으로 사용되어져 왔으며, 유럽에서는 건강과 축복을 가져다주는 신비의 식물로 추앙받고 있다(Hwang et al. 2003). 또한 전 세계적으로 추출물에 대한 여러 병증에 대한 활성 및 그 활성 성분에 대한 연구가 진행되어 많은 연구 논문이 발표되고 있다(Kang et al. 2001). 한편 우리나라에서도 한방에서 겨우살이를 사용하고 있으며 특히 Lyu et al.(2000)의 연구 결과에 의하면 겨우살이의 항암 성분인 lectin이 유럽산에 비해 한국산이 우수하거나 유사한 효능을 보였다고 보고하였다. 이러한 겨우살이를 기능성 식품으로 응용하기 위한 연구로 한국산 겨우살이 추출물의 안전성 평가(Kim et al. 2013), 유산균 발효 추출물의 독성 및 면역증강 효과(Yoon et al. 2009) 및 겨우살이 추출용매에 따른 생리 활성 효과(Ju et al. 2009) 등이 있다. 그러나 겨우살이에 대한 연구는 약리작용에 관한 연구가 대부분으로 겨우살이를 첨가한 식품에 관한 연구는 미비한 편이다.

따라서 본 연구에서는 식빵 제조 시 겨우살이 분말을 대체분으로 첨가한 식빵의 품질변화와 관능적 특성을 실험하여 겨우살이 이용 확대 및 기능성 식빵 개발을 위한 자료로 제시하고자 하였다. 또한 품질특성을 확인하고자 식빵의 pH, 총산도, 비용적, 굽기손실률, 수분함량, 색도, 조직감, 표면관찰, 항산화 측정 및 관능검사 등의 분석으로 적절한 첨가량을 도출하여 기능성 식빵을 제조하였다.

II. 연구방법

1. 실험재료

겨우살이는 원주에 소재한 영진약업사에서 구입하였으며 겨우살이 분말 제조는 강원웰빙특산물산업화RIC센터에서 분쇄기(성창기계, 커터밀, 100mesh)로 분쇄 후 실험에 사용하였다. 식빵재료는 강력분(백설, 강력밀가루), 갈색설탕(TS대한제당, 푸드림), 소금(백설 오천년의 신비 명품 꽃소금), 인스턴트 이스트(제니코식품회사), 퓨어 크리머리 버터(폰테라 리미티드), 탈지분유(서울우유)를 사용하였다.

2. 식빵 제조

겨우살이 분말 첨가량을 달리하여 제조한 식빵의 배합비는 Table 1과 같다. 겨우살이 분말은 밀가루 중량에 대해 3, 5, 7 및 10%의 비율로 첨가하였고, 반죽 시 물, 소금 등은 동일하게 첨가하여 식빵을 제조하였다. 제조 공정은 직접반죽법(optimized straight dough method)으로 강력분을 체에 내린 후 버터를 제외한 모든 재료를 hand mixer(HM320, Kenwood, Hul Yang, China)를 이용해 클린업 상태까지 믹싱하였다. 그리고 버터를 첨가하여 저속에서 1분 30초간 혼합한 후 중·고속에서 글루텐이 최적 상태로 형성 될 때까지 믹싱하여 반죽을 제조하였다. 완성된 반죽은 30℃의 발효기에 넣어 90분간 1차 발효(온도 30℃, 상대습도 80%)를 진행하였다. 1차

Table 1. Formulas for white breads with mistletoe powder

Ingredients (g)	Mistletoe powder (%)				
	0	3	5	7	10
Wheat flour	100	97	95	93	90
Mistletoe powder	0	3	5	7	10
Yeast	2	2	2	2	2
Sugar	5	5	5	5	5
Salt	2	2	2	2	2
Butter	4	4	4	4	4
Skim milk powder	3	3	3	3	3
Water	63	63	63	63	63

발효가 완성된 반죽은 무게를 측정하여 3등분을 하여 둥글리기를 하고 실온(20℃)에서 15분간 중간 발효하였다. 중간 발효가 완성된 반죽은 가스를 뺀 뒤 성형하고 틀에 넣어 발효기에서 60분간 2차 발효(온도35℃, 상대 습도 80%)를 하였다. 2차 발효가 완성된 반죽은 180℃ 전기오븐(CK9230, Convexoven, Foshan, China)에서 35분간 구웠다. 완성된 식빵은 실온(20℃)에서 1시간 방냉하여 실험의 시료로 사용하였다.

3. 겨우살이 분말을 대체한 식빵 반죽의 특성

1) pH와 산도

겨우살이 분말을 첨가하여 제조한 반죽의 pH는 시료 10 g을 증류수 100 mL에 넣어 30분간 혼합한 다음 3,000 rpm에서 20분간 원심분리 하였다. 분리된 상층액을 pH Meter(Douch-pH, Sartorius, Göttingen, Germany)를 이용하여 3회 반복 측정 후 평균값으로 나타내었고, 산도 측정(AOAC, 1995)은 pH 측정시료 10 mL에 pH 전극을 담고, 0.1 N NaOH를 이용하여 pH 8.3까지 도달하는데 필요한 NaOH 량(mL)을 젖산 함량으로 환산하여 총산 함량(%)을 나타내었다.

2) 발효 팽창력 측정

겨우살이 분말을 첨가하여 제조한 반죽 발효 팽창력은 Kim et al.(2008)의 방법을 변형하여 사용하였다. 믹싱이 끝난 반죽 20 g을 취해 100 mL의 메스실린더에 넣은 후 표면을 평평하게 한 다음 1차 발효조건에서 90분간 발효시키면서 30분 간격으로 측정한 후 다음과 같은 계산식으로 계산하였다.

$$\begin{aligned} & \text{발효 팽창력(\%)} \\ & = \{ (1\text{차 발효 후의 부피} - 1\text{차 발효 전의 부피}) / \\ & \quad 1\text{차 발효 전의 부피} \} \times 100 \end{aligned}$$

4. 겨우살이 분말을 대체한 식빵의 품질 특성

1) pH와 산도

식빵 속살의 pH와 총산도는 시료 10 g을 식빵 반죽과 동일한 방법으로 측정하였다.

2) 비용적과 굽기손실율 측정

겨우살이 분말을 첨가하여 제조한 식빵을 제조한 후 식빵의 무게를 측정하였고, 식빵의 부피는 종자치환법(Pylar 1979)에 따라 측정하였고 굽기손실율과 비용적은 다음 식으로 계산하였다.

$$\begin{aligned} \text{비용적 (mL/g)} &= \frac{\text{식빵의 부피}}{\text{식빵의 무게}} \\ \text{굽기손실율 (\%)} &= \frac{(\text{반죽무게} - \text{식빵무게})}{\text{반죽무게}} \times 100 \end{aligned}$$

3) 수분 함량 측정

식빵 속살(crumb)의 수분 함량은 시료 3 g을 취해 수분측정기(MA-35, satorius, Göttingen, Germany)를 이용하여 3회 반복 측정한 후 평균값으로 나타내었다.

4) 색도 측정

겨우살이 분말을 첨가하여 제조한 식빵의 crust와 crumb의 색도는 색차계(JS-555, Sun, Tokyo, Japan)를 이용하여 L(명도), a(+적색도/-녹색도), +b(황색도)값으로 나타내었다. 3회 반복 측정한 후 평균값으로 나타내었다.

5) 조직감 측정

겨우살이 분말의 첨가량을 달리하여 제조한 식빵의 조직감은 rheometer(COMPAC-100, Sun Scientific, Tokyo, Japan)로 분석하였다. 식빵을 제조하여 실온에서 1시간 방치한 후 식빵의 중앙부위를 20 × 20 × 15 mm로 절단한 다음 Adaptor No. 14를 사용하여 경도(hardness), 응집성(cohesiveness), 탄력성(springiness), 점착성(gumminess), 깨짐성(brittleness)을 측정하였다. Rheometer의 측정조건은 최대하중 2 kg, table speed

60 mm/min, 압착률 50%의 조건으로 측정하였으며, 모든 시료는 3회 반복하여 평균값을 나타내었다.

6) 표면관찰

겨우살이 분말을 첨가하여 제조한 식빵의 외관 관찰은 디지털 카메라를 이용하였으며, 식빵을 나란히 놓고 플래시가 터지지 않도록 하여 촬영한 후 단면을 관찰하였다.

7) 관능검사

관능검사는 오븐에서 구워낸 후 실온에서 한 시간 방치한 식빵을 시료로 하여 실시하였으며 구운식품 직원 15명을 대상으로 실험목적 및 평가 항목에 대해 설명 후 진행하였다. 소비자의 기호도 평가 항목으로는 색(color), 향미(flavor), 부드러움(softness) 및 종합적인 기호도(overall acceptability)로서 대단히 좋아한다 5점, 대단히 싫어한다 1점으로 나타내었다. 또한 특성강도의 평가항목은 쓴맛(bitterness), 떫은맛(astringency)에 대하여 대단히 좋아한다 5점, 대단히 싫어한다 1점으로 나타내었다. 시료의 준비 및 제시는 1인분 분량을 15 g으로 하여 흰 플라스틱 접시에 담아서 제공하였으며 관능검사에 참여한 소비자는 나이와 성별 등을 기록하고 각 시료는 물컵, 시료를 뺀 컵과 정수기에서 받은 물을 시료 사이에 제공하였다.

5. 식빵의 항산화 활성

1) 총 폴리페놀 함량

겨우살이 분말의 첨가량을 달리하여 제조한 식빵 10 g 메탄올 90 mL를 첨가하여 shaking incubator(ISSI-100C, JSR, Seoul, Korea)의 150 rpm과 25°C 조건에서 24시간 추출한 후 3,000 rpm에서 10분간 원심분리한 후 시료로 사용하였다. 총 폴리페놀 함량은 Dewanto et al(2002)의 방법을 일부 변형하여 각 시료 0.2 mL를 취하여 증류수 1.8 mL, Folin-Ciocalteu's phenol reagent (Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA) 0.2 mL를 첨가하여 혼합한 다음 실온에서 3분간 방치하였다. 그리고 10% Na₂CO₃(Daejung Chemical, Siheung, Korea)

포화용액 0.4 mL를 첨가하여 혼합하고 증류수 1.4 mL를 첨가한 후 실온에서 1시간 반응시켜 상등액을 725 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질은 카페인산(Caffeic acid; Sigma Aldrich Co., St. Louis, MO, USA)을 0~100 µg/mL의 농도로 제조하여 시료와 같은 방법으로 분석하였으며, 표준 검량곡선으로부터 추출물의 총 폴리페놀 함량을 계산하였다. 실험은 3회 반복하여 평균값과 표준편차로 나타내었다.

2) DPPH(2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl) 라디칼 소거능 측정

DPPH(Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA)에 대한 전자공여능은 Blois (1958)의 방법을 응용하여 측정하였으며, 각 시료 0.1 mL를 취하여 1×10⁻⁴ M DPPH 용액 1.4 mL를 첨가한 후 10분간 방치하고, 525 nm에서 흡광도를 측정하였다. DPPH 라디칼 소거능은 시료 무첨가구에 대한 첨가구의 흡광도 비로 나타내었고, 모든 실험은 3회 반복하여 평균값과 표준편차로 나타내었다.

6. 통계처리

본 실험 결과들은 SPSS(statistical package for the social science) version 12.0 프로그램(SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하여 분산분석(ANOVA)을 실시하였으며, 각 측정 평균값간의 유의성은 $P<0.05$ 수준으로 Duncan의 다중범위시험법을 사용하여 검증하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 반죽의 특성

1) pH와 총산도

겨우살이 분말을 대체하여 제조한 식빵 반죽의 pH 및 총산도는 Table 2와 같다. pH는 대조군이 5.68 ± 0.03으로 가장 높고, 겨우살이 분말 대체군들의 pH는 5.62 ± 0.05 ~ 5.35 ± 0.01이었으며, 겨우살이 분말 대체량이 증가할수록 유의적으로 감소하였다($p<0.05$). 총산도는 대조군이 0.015 ± 0.001%로 가장 낮았고, 겨우살이 분말 대체량이 증가할수록 산도는 유의적으로 증

Table 2. The pH levels and total titratable acidities of bread doughs and breads with mistletoe powder

		Mistletoe powder(%)				
		0	3	5	7	10
Doughs	pH	5.68 ± 0.03 ^{e1)}	5.62 ± 0.05 ^d	5.60 ± 0.01 ^c	5.46 ± 0.03 ^b	5.35 ± 0.01 ^a
	TTA ²⁾	0.015 ± 0.001 ^a	0.019 ± 0.002 ^b	0.023 ± 0.001 ^c	0.031 ± 0.001 ^d	0.034 ± 0.002 ^d
Breads	pH	5.51 ± 0.07 ^b	5.22 ± 0.06 ^a	5.20 ± 0.01 ^a	5.18 ± 0.02 ^a	5.17 ± 0.01 ^a
	TTA	0.020 ± 0.001 ^a	0.032 ± 0.001 ^b	0.036 ± 0.001 ^c	0.039 ± 0.002 ^c	0.046 ± 0.001 ^d

¹⁾Means with different letters are significantly different by Duncan's multiple range test at p<0.05.

²⁾TTA: total titratable acidity.

The values are mean ± SD(n=3).

가하였다(p<0.05).

반죽의 pH는 이스트의 활성도를 측정하는 지표로써 사용되는데, Yeom et al.(2010)의 연구에서도 보리잎차 분말 첨가량이 증가할수록 반죽의 pH는 감소하고 총산도는 증가한다고 보고하여 본 연구와 비슷하였다. 따라서 겨우살이 분말이 식빵 반죽의 pH와 총산도에 영향을 준 것으로 사료된다.

2) 발효 팽창력

겨우살이 분말을 대체하여 제조한 식빵 반죽을 90분 동안 발효시키면서 30분 간격으로 측정한 발효 팽창력은 Table 3과 같다. 발효시간에 따른 반죽의 팽창력은 대조군과 겨우살이 분말 대체군들 모두 발효시간이 길어질수록 유의적으로 증가하였다(p<0.05). 대조군의 경우 발효 30분 후에는 부피가 90.73 ± 3.21%, 60분에 187.03 ± 6.41%, 90분에 203.70 ± 5.24%로 증가하였으

며, 겨우살이 분말 3% 대체군에서도 각각 92.59 ± 3.39%, 186.11 ± 7.78% 및 202.62 ± 6.31%로 대조군과 유사한 발효팽창력을 나타내었다. 그러나 겨우살이 분말을 5%, 7% 및 10%로 대체하여 제조한 반죽의 경우에는 발효팽창력이 대조군에 비해 유의적으로 감소하였다(p<0.05).

Lee et al.(2009)은 새송이버섯 분말의 첨가량이 증가할수록 반죽의 발효팽창력은 대조군에 비해 감소한다고 보고하여 본 연구와 비슷한 결과를 나타내었다. Min & Lee(2008)는 황기분말 첨가량을 달리하여 반죽을 제조한 후 30분, 60분, 90분에서 발효팽창력을 측정한 결과 대조군과 황기분말 첨가군에서 유의적인 차이를 보이지 않았다고 보고하였다. 본 연구에서 겨우살이 분말을 5% 이상 대체하여 제조한 반죽의 발효팽창력이 감소한 이유는 겨우살이 분말 첨가량이 증가함에 따라 글루텐 생성량이 감소되고, 이스트 세포의 삼투압 및 반죽의 pH에 영향을 미쳐 이스트 활성이 저해되었기 때문이라 사료된다.

Table 3. Fermentation powder of dough expansion of breads with mistletoe powder

Mistletoe powder(%)	Incubation time(min)		
	30	60	90
0	90.73 ± 3.21 ^{NS}	187.03 ± 6.41 ^b	203.70 ± 5.24 ^b
3	92.59 ± 3.39	186.11 ± 7.78 ^b	202.62 ± 6.31 ^b
5	85.03 ± 6.41	154.37 ± 6.21 ^a	196.29 ± 6.42 ^a
7	85.77 ± 5.11	152.04 ± 7.34 ^a	194.44 ± 5.56 ^a
10	82.92 ± 6.49	150.72 ± 5.15 ^a	192.59 ± 3.21 ^a

The values are mean ± SD(n=3).

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

^{NS}Not significant

2. 식빵의 품질특성

1) pH와 총산도

겨우살이 분말의 대체량을 달리하여 제조한 식빵의 pH와 총산도는 Table 2와 같다. pH는 대조군이 5.51 ± 0.07 로 가장 높게 나타났고, 겨우살이 분말 3, 5, 7 및 10% 대체군들의 pH는 각각 5.22 ± 0.06 , 5.20 ± 0.01 , 5.18 ± 0.02 및 5.17 ± 0.01 로 나타나 겨우살이 분말 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하였다($p < 0.05$) 총산도는 대조군이 $0.020 \pm 0.001\%$ 로 가장 낮게 나타났으며, 겨우살이 분말 대체군들은 $0.032 \pm 0.001 \sim 0.046 \pm 0.001\%$ 사이로 나타나 대조군에 비해 유의적으로 증가하였다($p < 0.05$). Yeom et al.(2010)의 연구에서 대조군 식빵의 pH는 5.56 ± 0.02 로 본 연구 결과와 비슷하였으며, 또한 보리알차 분말 첨가량이 증가할수록 식빵의 pH가 감소한다는 것도 본 연구와 유사한 결과를 나타내었다. 그리고 Bing & Chun(2013)는 대조군 식빵의 pH는 5.64 ± 0.10 이고 한라봉 분말 첨가량이 증가할수록 식빵의 pH가 감소하여 본 연구와 유사한 결과를 나타내었다.

2) 비용적 및 굽기손실을

겨우살이 분말을 대체하여 제조한 식빵의 무게, 부피, 비용적 및 굽기손실률은 Table 4에 나타내었다. 대조군 식빵의 무게는 148.12 ± 2.83 g, 겨우살이 분말 3% 대체군은 154.58 ± 1.41 g, 겨우살이 분말 5% 대체군은 153.04 ± 1.21 g, 겨우살이 분말 7% 대체군은

152.50 ± 0.71 g 및 겨우살이 분말 10% 대체군은 144.57 ± 3.77 g으로 대조군에 비해서 겨우살이 분말 3%, 5% 및 7%로 대체한 식빵의 무게가 유의적으로 증가하였다. 식빵의 부피의 경우, 대조군과 겨우살이 분말 3% 대체군은 유의적인 차이를 보이지 않았으나 겨우살이 분말 5% 이상 첨가 시 식빵의 부피가 유의적으로 감소하였다. Kim et al.(2002)은 식빵의 부피는 반죽상태, 단백질의 양과 질, 수분 흡수율, 발효정도에 영향을 받는다고 하였다. 본 실험에서 겨우살이 분말 첨가량이 증가할수록 상대적으로 글루텐의 함량이 적어지므로 식빵의 부피가 감소한 것으로 사료된다. 비용적은 5.01 ± 0.07 mL/g으로 대조군이 가장 높았으며, 겨우살이 분말 대체군의 비용적은 $4.05 \sim 4.79$ mL/g으로 유의적으로 감소하였다. 굽기 손실률은 대조군이 $16.13 \pm 2.61\%$ 로 가장 높았으며 겨우살이 분말 대체군들은 $13.11 \sim 14.50\%$ 이었으며, 대조군보다 겨우살이 분말 대체군들이 유의적으로 낮게 나타났다. Choi et al.(2012)는 파프리카 분말을 대체분으로 첨가하여 식빵을 제조하였는데 파프리카 분말의 첨가량이 증가할수록 굽기 손실률이 감소하였다고 보고하였다. Bae et al.(2003)는 양파분말 첨가 비율을 달리하여 식빵 제조 시 양파분말 첨가량이 증가할수록 굽기손실률이 감소한다고 보고하여 본 연구 결과와 유사한 결과를 나타내었다.

3) 식빵의 수분함량

겨우살이 분말을 대체하여 제조한 식빵의 수분함량

Table 4. Specific volume and baking loss values of breads with mistletoe powder

Mistletoe powder(%)	Bread weight (g)	Bread volume (mL)	Specific volume (mL/g)	Baking loss (%)
0	148.12 ± 2.83^a	740.32 ± 4.24^d	5.01 ± 0.07^c	16.13 ± 2.61^c
3	154.58 ± 1.41^b	739.47 ± 5.14^d	4.79 ± 0.25^b	13.94 ± 0.47^a
5	153.04 ± 1.21^b	721.96 ± 2.07^c	4.71 ± 0.11^b	13.32 ± 0.45^a
7	152.50 ± 0.71^b	707.03 ± 4.24^b	4.64 ± 0.05^{ab}	13.11 ± 0.05^a
10	144.57 ± 3.77^a	658.57 ± 6.41^a	4.55 ± 0.13^a	14.50 ± 0.30^b

The values are mean \pm SD(n=3).

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

Table 5. Moisture contents of breads with mistletoe powder

	Mistletoe powder(%)				
	0	3	5	7	10
Moisture content (%)	32.06 ± 0.07 ^a	33.62 ± 0.02 ^b	34.93 ± 0.01 ^d	34.69 ± 0.12 ^c	34.95 ± 0.06 ^d

The values are mean ± SD(n=3).

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

은 Table 5와 같다. 수분함량은 대조군이 32.06 ± 0.07%로 가장 낮았고, 겨우살이 분말 3%, 5%, 7%, 10% 대체군은 각각 33.62 ± 0.02%, 34.93 ± 0.01%, 34.69 ± 0.12% 및 34.95 ± 0.06%로 겨우살이 분말을 대체하여 첨가할수록 유의적으로 수분함량이 증가하였다(p<0.05). 이는 겨우살이 분말 대체로 인하여 식빵 반죽의 부피 감소로 오븐열과 반응하는 표면적이 적어서 굽는 과정 중 수분증발이 낮아 식빵의 수분함량이 높은 것으로 사료된다.

4) 식빵의 색도 측정

식품의 색 측정에 널리 이용되는 색차계 중의 하나가 Hunter의 L, a, b color system이다. 겨우살이 분말을 대체하여 제조한 식빵의 색도는 Table 6에 나타내었다. Crust의 L값은 대조군이 46.17 ± 0.79로 가장 높았으며, 겨우살이 분말 대체량이 증가할수록 유의적으로 감소하였다(p<0.05). 적색도를 나타내는 a값과 황색도를 나타내는 b값도 대조군에 비해 겨우살이 분말 대체량이 증가할수록 유의적으로 감소하였다(p<0.05). Crumb의 L

값은 대조군이 66.86 ± 3.16이며 3%는 60.37 ± 2.54, 5%는 56.89 ± 0.93, 7%는 55.01 ± 0.36 및 10% 대체군은 54.45 ± 0.53를 나타내어 대체량이 증가할수록 유의적으로 감소하였다(p<0.05). a값은 대조군이 -2.01 ± 0.32이며 대체군들은 -1.56 ± 0.02 ~ 0.64 ± 0.11의 범위를 나타내어 유의적으로 증가하였다. b값은 대조군이 9.76 ± 0.49, 3%는 18.30 ± 0.80, 5%는 22.79 ± 0.05, 7%는 25.18 ± 0.16, 10%는 26.37 ± 0.09를 나타내어 겨우살이 대체량이 증가할수록 유의적으로 증가하였다(p<0.05). 빵의 색도는 물질의 본래 색, pH, 당의 종류와 양, 온도 등의 영향을 많이 받는 것으로 알려져 있는데(Bowers 1992; Owen 1996), 즉 겨우살이 분말 자체의 색도가 식빵의 제조과정 중 특유의 색도를 형성하여 식빵의 색이 어둡게 되는 것으로 사료된다.

5) 식빵의 기계적 조직감 특성

겨우살이 분말을 대체하여 제조한 식빵의 조직감 특성은 Table 7과 같다. 대조군의 경도(Hardness)는 398.85 ± 22.01이고 겨우살이 분말 대체군은 526.85 ± 24.45

Table 6. Color values of breads with mistletoe powder

Hunter value	Mistletoe powder(%)					
	0	3	5	7	10	
Crust	L	46.17 ± 0.79 ^a	47.16 ± 0.90 ^a	46.65 ± 1.15 ^a	43.20 ± 1.77 ^b	43.68 ± 0.41 ^a
	a	14.24 ± 0.19 ^d	13.51 ± 0.26 ^{cd}	12.77 ± 0.39 ^c	11.20 ± 0.31 ^a	11.42 ± 0.22 ^b
	b	29.21 ± 1.13 ^a	28.85 ± 0.40 ^a	29.08 ± 2.00 ^a	26.34 ± 0.35 ^b	26.32 ± 0.98 ^a
Crumb	L	66.86 ± 3.16 ^c	60.37 ± 2.54 ^b	56.89 ± 0.93 ^{ab}	55.01 ± 0.36 ^a	54.45 ± 0.53 ^a
	a	-2.01 ± 0.32 ^a	-1.56 ± 0.02 ^a	-0.53 ± 0.24 ^b	-0.11 ± 0.04 ^b	0.64 ± 0.11 ^c
	b	9.76 ± 0.49 ^a	18.30 ± 0.80 ^b	22.79 ± 0.05 ^c	25.18 ± 0.16 ^d	26.37 ± 0.09 ^e

The values are mean ± SD(n=3).

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

Table 7. Textural characteristics of breads with mistletoe powder

	Mistletoe powder(%)				
	0	3	5	7	10
Hardness	398.85 ± 22.01 ^a	526.85 ± 24.45 ^b	588.95 ± 25.29 ^b	680.12 ± 39.18 ^c	915.46 ± 18.66 ^d
Cohesiveness	84.22 ± 3.55 ^{NS}	79.93 ± 3.63	79.96 ± 3.21	80.84 ± 0.95	81.48 ± 3.31
Springiness	97.44 ± 1.11 ^{NS}	97.82 ± 0.51	97.89 ± 0.42	98.11 ± 0.66	97.96 ± 0.79
Gumminess	420.31 ± 63.94 ^a	528.71 ± 45.90 ^{ab}	583.41 ± 50.15 ^{bc}	680.58 ± 39.03 ^c	925.45 ± 54.39 ^d
Brittleness	408.74 ± 61.46 ^a	517.11 ± 42.22 ^{ab}	571.24 ± 51.10 ^{bc}	666.88 ± 35.29 ^c	906.91 ± 50.68 ^d

The values are mean ± SD(n=3).

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

^{NS}not significant

~ 915.46 ± 18.66으로 겨우살이 분말이 증가할수록 경도는 유의적으로 증가하였다(p<0.05). Min & Lee (2008)의 황기가루를 첨가한 식빵, Ji & Jeong(2013)의 들깨분말을 첨가한 식빵, Kwon et al.(2003)의 다시마가루를 첨가한 식빵에서도 대조군에 비하여 경도가 증가하였다고 보고한 바 있다. 그러나 Bae et al.(2003)의 양파분말 첨가 식빵이나 Yang et al.(2010)의 흑마늘 추출액을 첨가한 식빵은 첨가량이 증가할수록 경도가 낮아졌다고 보고하였다. 빵의 경도는 수분함량 및 부피에 따른 기공의 발달 정도에 따라 경도가 영향을 받기 때문이라고 한다(Chabot 1976). 본 실험에서 밀가루 대신 겨우살이 분말로 대체함으로써 식빵의 부피가 감소하여 기공이 작은 제품이 되었기 때문에 경도가 높게 측정된 것으로 사료된다. 응집성(Cohesiveness)은 79.93 ± 3.63 ~ 84.22 ± 3.55, 탄력성(Springiness)도 97.44 ± 1.11 ~ 98.11 ± 0.66 범위로 모든 실험군들간에 유의적 차이를 나타내지 않았다. 점착성(Gumminess)은 대조군이 420.31 ± 63.94, 겨우살이 분말 대체군은 528.71 ± 45.90 ~ 925.45 ± 54.39의 범위로 겨우살이 분말 대체군이 증가할수록 유의적으로 증가하였다(p<0.05). 또한 깨짐성(Brittleness)도 대조군에 비해서 겨우살이 분말 대체군에서 유의적으로 높게 나타났다(p<0.05). 식빵의 조직감은 첨가하는 재료와 성질에 따라 달라지는 경향이 있으므로 겨우살이를 밀가루 대신 첨가하여 식빵 제조 시에는 경도, 점착성 및 깨짐성에는 영향을 미쳤으나 응집성과 탄력성에는 영향을 미치지

않는 것으로 사료된다.

6) 표면 관찰

겨우살이 분말을 대체하여 제조한 식빵의 표면은 Fig. 1과 같다. 겨우살이 분말을 3~10%로 대체하여 식빵을 제조한 결과 겨우살이 분말이 증가할수록 대조군에 비해 식빵 내부색이 어둡고 부피가 감소하는 경향을 나타내었다. 또한 겨우살이 분말 대체량이 증가할수록 식빵의 속 기공이 크고 균일하지 않는 경향을 나타내었다. 이러한 결과는 Shin & Kim(2008)의 당귀분말을 첨가한 식빵, Kim & Lee(2008)의 흑미와 녹차 혼합분을 첨가한 식빵에서도 첨가물이 증가할수록 부피감소 및 균일하지 않은 기공을 나타낸다고 하였다. 따라서 겨우살이 분말을 첨가함으로써 글루텐 생성량이 대조군보다 감소되어 탄산가스의 유지능력이 저하되고 기공은 불규칙하게 나타나는 것으로 사료된다.

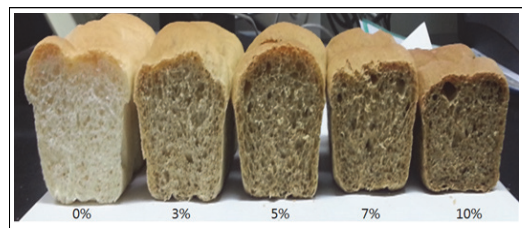


Fig. 1. Internal surface appearance of breads with mistletoe powder.

7) 관능검사

겨우살이 분말을 대체하여 제조한 식빵의 색, 향, 부드러움 및 종합적인 기호도에 대한 결과는 Table 8에 나타내었다. 색은 겨우살이 분말을 첨가하지 않은 대조군의 경우 3.87 ± 0.52 , 3% 대체군 4.13 ± 0.52 , 5% 대체군 3.67 ± 0.49 , 7% 대체군 3.27 ± 0.59 , 10% 대체군 2.73 ± 0.59 로 3% 대체군에서 유의적으로 높게 나타났다($p < 0.05$). 향은 0, 3, 5, 7 및 10% 대체하였을 때 각각 4.07 ± 0.26 , 4.33 ± 0.49 , 3.53 ± 0.52 , 2.80 ± 0.41 및 1.93 ± 0.59 로 3%로 대체하였을 때 가장 높은 점수를 나타내었지만 겨우살이를 10% 대체군 식빵은 오히려 가장 낮은 점수를 나타내었다. 부드러움 정도는 3% 대체군이 4.20 ± 0.41 로 가장 높은 점수를 나타내었으며 그 다음으로 대조군에서 4.13 ± 0.35 를 나타내었고 5%에서 10%로 첨가량을 증가할수록 부드러움 점수는 유의적으로 낮게 나타났다($p < 0.05$). 종합적인 기호도에서도 겨우살이 분말을 3%로 대체한 식빵이 4.80 ± 0.41 로 가장 높은 기호도를 나타내었으나, 5% 이상 첨가 시에는 기호도가 감소하는 것으로 나타났다. 전반적으로

무첨가군에 비해 겨우살이 3% 대체하여 제조한 식빵에서 기호도가 증가하는 경향이었으나 겨우살이 분말이 증가할수록 기호도는 오히려 감소하였다.

3. 겨우살이 분말을 대체한 식빵의 총 폴리페놀 함량 및 DPPH 라디칼 소거능

겨우살이 분말을 대체하여 제조한 식빵의 총 폴리페놀 함량과 DPPH 라디칼 소거능 측정결과는 Table 9와 같다. 대조군의 총폴리페놀 함량은 26.12 ± 3.01 mg/100g, 3% 대체군은 57.24 ± 3.12 mg/100g, 5% 대체군은 66.45 ± 4.24 mg/100g, 7% 대체군은 81.72 ± 5.35 mg/100g 및 10% 대체군은 106.46 ± 4.31 mg/100g을 나타내어 겨우살이 분말 대체량이 증가할수록 총 폴리페놀 함량이 유의적으로 증가하였다($p < 0.05$).

DPPH 라디칼 소거능은 대조군이 $5.40 \pm 1.62\%$ 로 가장 낮은 값을 보였으며, 겨우살이 분말을 대체할수록 3%($10.10 \pm 0.38\%$), 5%($12.62 \pm 0.07\%$), 7%($14.64 \pm 0.19\%$), 10%($21.96 \pm 0.30\%$)로 유의적으로 증가하였다. 겨우살이의 항산화성에 대한 보고를 보면 Lee et

Table 8. Sensory characteristics of breads with mistletoe powder

	Mistletoe powder(%)				
	0	3	5	7	10
Color	3.87 ± 0.42^c	4.13 ± 0.22^d	3.67 ± 0.49^c	3.27 ± 0.51^b	2.73 ± 0.59^a
Flavor	4.07 ± 0.26^d	4.33 ± 0.49^c	3.53 ± 0.52^c	2.80 ± 0.41^b	1.93 ± 0.59^a
Softness	4.13 ± 0.35^d	4.20 ± 0.41^c	3.20 ± 0.56^c	2.87 ± 0.35^b	2.20 ± 0.41^a
Overall acceptability	4.33 ± 0.49^c	4.80 ± 0.41^d	3.33 ± 0.49^b	3.13 ± 0.35^b	1.93 ± 0.59^a

The values are mean \pm SD(n=3).

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

Table 9. Total polyphenols and DPPH radical scavenging effects of breads with mistletoe powder

	Mistletoe powder(%)				
	0	3	5	7	10
Total polyphenol contents (mg/100 g)	26.12 ± 3.01^a	57.24 ± 3.12^{ab}	66.45 ± 4.24^b	81.72 ± 5.35^c	106.46 ± 4.31^c
DPPH radical scavenging (%)	5.40 ± 1.62^a	10.10 ± 0.38^b	12.62 ± 0.07^c	14.64 ± 0.19^d	21.96 ± 0.30^c

The values are mean \pm SD(n=3).

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

al.(2010)는 겨우살이의 50% ethanol 추출물에 대한 DPPH radical 소거능이 L-ascorbic acid 보다 높음을 보고하였고, Kang & Chung(2012)는 겨우살이 Ethyl ether 분획물이 84% 정도로 높은 활성을 나타낸다고 보고하였다. 또한 Song et al.(2004)의 연구결과 겨우살이를 증류수로 추출한 겨우살이 추출물의 전자공여능은 1 mg에서 19%의 소거능을 나타내었다. 따라서 겨우살이를 첨가하지 않은 대조군 식빵에 비해 겨우살이 분말을 대체한 식빵에서 페놀 함량이 유의적으로 증가하고, DPPH 라디칼 소거능이 유의적으로 증가하였기 때문에 겨우살이 원재료의 활성이 식빵으로 제품화 되었을 때 사라지지 않고 존재함을 알 수 있었다.

IV. 요약 및 결론

본 연구에서는 겨우살이 분말을 첨가한 기능성 식빵을 개발하고자 겨우살이 분말을 0%, 3%, 5%, 7% 및 10%를 첨가하여 식빵의 품질특성 및 항산화 활성을 조사하였다. 겨우살이 분말을 첨가한 반죽과 식빵의 pH는 대체량이 증가할수록 유의적으로 감소하였고, 산도는 증가하였다. 발효시간에 따른 반죽의 발효 팽창력은 대조군과 대체군들 모두 발효 시간이 길어질수록 유의적으로 증가하는 경향을 보였으나, 동일한 발효시간에서 발효 팽창력은 대조군보다 겨우살이 분말 대체량이 증가할수록 감소하였다. 식빵의 부피와 비용적은 겨우살이 분말의 대체량이 증가함에 따라 감소하였고, 단면의 기공은 크기가 커지고 불균일해졌다. 수분함량은 겨우살이 분말을 대체할수록 유의적으로 증가하였다. 색도의 경우 겨우살이 분말의 대체량이 증가함에 따라 겉질 색의 L값, a값 및 b값이 대조군에 비해 유의적으로 감소하였다. 빵 내부색의 L값은 감소하였으며, a와 b값은 겨우살이 분말 대체량과 비례하여 유의적으로 증가하였다. 조직감의 경우에는 겨우살이 분말의 대체가 정도, 점착성, 겹집성을 유의적으로 증가시켰다. 관능검사 결과 겨우살이 분말 3% 대체군에서 색, 향, 부드러움 및 종합적인 기호도에서 유의적으로 높게 평가되었으며, 대체량이 증가할수록 오히려 감소하는 경향을 나타내었

다. 총 폴리페놀 함량 및 DPPH 라디칼 소거능 측정 결과에서도 겨우살이 분말 대체량이 증가할수록 유의적으로 증가하는 경향을 나타내었다. 겨우살이 분말 10% 대체군 식빵이 높은 항산화 활성을 나타내었지만 기호도는 감소하였기 때문에 겨우살이 분말을 대체하여 식빵을 제조할 때 기능적, 품질 및 기호도 측면을 고려하여 3%로 대체하여 식빵을 제조하는 것이 바람직하다고 사료된다.

References

- AOAC(1995) Official methods of analysis, 15th ed. The Association of Official Analytical Chemists, 1-26, Washington, D.C, USA
- Bae JH, Woo HS, Choi HJ, Choi C(2003) Quality characteristics of the white bread added onion powder, Korean J Food Sci Technol 35(6), 1124-1128
- Bing DJ, Chun SS(2013) Quality and consumer perception of white bread baked with hakkabong powder, J Korean Soc Food Sci Nutr 42(2), 306-312
- Blois MS(1958) Antioxidant determinations by the use of a stable free radical, Nature 181, 1199-1200
- Bower J(1992) Food theory and applications, Macmillan 2, 326
- Chabot JF(1976) Preparation of food science sample for SEM, Scan Electron Microsc 3, 279-283
- Choi SN, Kim HJ, Chung NY(2012) Quality characteristics of bread added with paprika powder, Korean J Food Cookery Sci 28(6), 839-846
- Dewanto V, Wu X, Liu RH(2002) Processed sweet corn has higher antioxidant activity, J Agric Food Chem 50, 4959-4964
- Hwang SY, Yang EY, Yeo JH, Jin Y, Kim HS, Park WB, Suh JJ(2003) Anti-tumor effect of Korean mistletoe extract intensified with mistletoe lectin against melanoma cell *in vitro* and *in vivo*, Kor J Pharmacogn 34(3), 218-222
- Ji JL, Jeong HC(2013) Quality characteristics and dough rheological properties of pan bread with perilla seed powder, Korean J Culi Res 19(3), 142-155
- Ju MJ, Do JR, Kwon JH, Kim HK(2009) Physiological activities of mistletoe extracts from *Viscum album* L, J Korean Soc Food Sci Nutr 38(5), 529-534
- Kang SJ, Chung SK(2012) Antioxidant and antimicrobial activities of Korean mistletoe (*Viscum album* var, *coloratum*) extracts against food poisoning bacteria, Korean J Food Preserv 19(6), 919-924
- Kang TB, Yoon TJ, Kim JB, Song SK, Lee KH, Kwak JH(2001) Preliminary toxicity and general pharmacology of KML-IIU, a purified pectin from Korean Mistletoe (*Viscum album coloratum*), Yachak Hoeji 45(3), 251-257
- Kim IB, Jeong JS, Yoon TJ, Kim JB(2013) Safety evaluation of Korean mistletoe extract, Korean J Food & Nutr 26(3),

- 383-390
- Kim WM, Lee YS(2008) A study on the antioxidant activity and quality characteristics of pan bread with waxy black rice flour and green tea powder. Korean J Culi Res (14)4, 1-13
- Kim YS, Jeon SS, Jung ST(2002) Effect of lotus root powder on the baking quality of white bread. Korean J Food Cookery Sci 18(4), 413-425
- Kim YS, Kim MY, Chum SS(2008) Quality characteristics of *nelumbo nucifera* G, tea white bread with hemicellulase. J Korean Soc Food Sci Nutr 37(10), 1294-1300
- Kwon EA, Jeong MJ, Kim SH(2003) Quality characteristics of bread containing *Laminaria* powder. J Korean Soc Food Sci Nutr 32(3), 406-412
- Lee HJ, Do JR, Kwon JH, Kim HK(2010) Antioxidant effects of *Viscum album* L. extracts by extraction conditions. J Korean Soc Food Sci Nutr 39(1), 14-19
- Lee JY, Lee KA, Kwak EJ(2009) Fermentation characteristics of bread added with *Pleurotus eryngii* powder. J Korean Soc Food Sci Nutr (38)6, 757-765
- Lyu SY, Park SM, Choung BY, Park WB(2000) Comparative study of Korean(*Viscum album coloratum*) and European mistletoe(*Viscum album*). Arch Pharm Res 23(6), 592-598
- Min SH, Lee BR(2008) Effect of Astragalus membranaceus powder on yeast bread baking quality. Korean J Food Culture 23(2), 228-234
- Owen RF(1996) Food Chemistry 3th ed. Dekker 3, 171-173
- Pylar EJ(1979) Physical and chemical test method. Baking science and technology Vol II. Sosland Pub Co Manhathan Kansas, 891-895
- Shin GM, Kim DY(2008) Quality characteristics of white pan bread by *Angelica gigas nakai* powder. Korean J Food Preserv (15)4, 497-504
- Song HS, Park YH, Kim SK, Moon WK, Kim DW, Moon KY(2004) Downregulatory effect of extracts from mistletoe (*Viscum album*) and pueraria root (*Pueraria radix*) on cellular NF-kB activation and their antioxidant activity. J Korean Soc Food Sci Nutr 33(10), 1594-1600
- Yang SM, Shin JH, Kang MJ, Kang MU, Kim SH, Sung NJ(2010) Quality characteristics of bread with added black garlic extract. Korean J Food Cookery Sci 26(5), 503-510
- Yeom KH, Kim MY, Chum SS(2010) Quality characteristics of white bread with barley tea powder. Korean J Food Cookery Sci 26(4), 398-405
- Yoon TJ, Yang WS, Park SM, Jung HY, Lee AN, Jung JH, Kang TB, Yoo YC, Kim JB(2009) *In vivo* toxicity and immunoadjuvant activity of Korean mistletoe (*Viscum album coloratum*) extract fermented with *Lactobacillus*. Korean J Food Sci Technol 41(5), 560-565