Vol.34, No.1, pp.61-72, 2022

Journal of Agricultural, Life and Environmental Sciences

RESEARCH ARTICLE

pISSN 2233-8322, eISSN 2508-870X
https://doi.org/10.22698/jales.20220007

곤드레 분말을 첨가한 식빵의 제조 및 특성

이선호*
호남대학교 외식조리학과 교수

Preparation and Characterization of White Bread with added *Cirsium setidens* Nakai Powder

Sun-Ho Lee*
Professor, Dept. of Foodservice and Culinary Art, Honam University, Gwangju 62399, Korea

***Corresponding author:** Sun-Ho Lee (E-mail: shlee@honam.ac.kr)

Received: 8 February 2022
Revised: 12 March 2022
Accepted: 14 March 2022

A B S T R A C T

This study aimed to investigate the quality, characteristics, and antioxidant activity of bread with added *Cirsium setidens* Nakai powder (CSP). CSP was added to bread prepared with concentrations of 0, 5, 10, 15, and 20% wheat flour. Results of the study show that the moisture content and pH of the bread decreased with increasing CSP content. Increasing the amount of CSP in the bread crumb decreased lightness (L) and redness (a), while yellowness (b) increased. Additionally, increasing the amount of CSP in the bread crust decreased lightness (L), while the redness (a) and yellowness (b) values increased. Texture analysis showed that the hardness, springiness, and gumminess of the bread increased with the addition of CSP, while the cohesiveness and chewiness decreased. Total phenol content and 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl radical scavenging activity increased with an increase in the amount of CSP.

Keywords: Antioxidant activity, *Cirsium setidens* Nakai powder, Physicochemical property, Quality characteristics, White bread

서 론

웰빙 및 건강에 대한 관심이 높아지면서 식물체에 포함되어 있는 여러 가지 기능성 성분과 항산화 물질 특성을 연구하여 고부가가치 식품소재로서의 이용을 위한 연구가 활발히 이루어지고 있다(Oh et al., 2015; Lee et al., 2018). 식생활의 간편식화 도입, HMR시장의 급성장, 친환경 식품의 관심 및 소비 증가, 건강 지향적 소비 트렌트로 음식문화가 급속하게 바뀌고 있다. 이러한 음식문화 트렌드와 더불어 빵의 소비량은 매우 급속히 증가하고 있다(Jung et al., 2006). 서양의 주식으로 오래된 역사를 가지고 있는 식빵은 밀가루, 이스트, 소금, 물 등의 주재료에 설탕, 유지, 유제품, 달걀 등의 부재료를 혼합한 후, 발효시켜 구운 담백한 맛의 빵이다(Shin et al., 2005). 일반적으로 식빵은 여러 기능성 재료를 첨가하여 배합하여도 품질 및 특성유지에 적당하고 다양한 제품의 개발이 가능하다(Baik et al., 2008).

© Journal of Agricultural, Life and Environmental Sciences. This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

또한, 소득증가와 소비 수준의 향상과 더불어 고령화 사회로의 변화에 따라 심혈관계 질환, 고혈압, 암 등의 질환이 증가하며, 건강에 대한 관심이 높아지면서 기능성 식품에 대한 선호도가 높아지고 있는 추세이다(Yoo and Lee, 2020). 이에 따라, 최근에는 빵에 기능성을 부여하기 위하여 더덕분말(Lee, 2020), 모링가 잎(Jeong, 2021), 쇠비름(Lee et al., 2015), 귤피가루(Lee et al., 2016b), 브로컬리(Lee, 2015), 겨우살이(Kim et al., 2017), 마른 김(Baek et al., 2018), 가시파래(Kim et al., 2019) 등을 첨가한 건강을 생각하는 여러 가지 빵에 대한 연구가 이루어지고 있다. 고려엉겅퀴라고도 불리우는 곤드레(*Cirsium setidens*)는 국화과의 다년생 초본으로, 요리에 사용되는 식재료 및 한방에서 여러 증상 즉, 고혈압, 부종 등을 예방하는 약재로도 사용되어 왔다(Lee et al., 2002). 곤드레 잎에는 많은 양의 탄수화물과 필수지방산이 함유되어 있으며, 칼륨 등 무기질이 함유되어 있다(Lee et al., 2006). 뿐만 아니라, 플라보노이드의 일종인 pectolinarin(Park et al., 2020)을 비롯하여 luteolin, hispidulin, apigenin 등 여러 종류를 함유하고 있는 것으로 알려져 있으며(Thao et al., 2011), 기능적 특성의 활성연구가 활발히 이루어지고 있다(Lee et al., 2016a; Chung et al., 2016; Ahn et al., 2014; Noh et al., 2013). 이와 같은 곤드레의 다양한 활성이 알려지면서 기능성식품 소재로의 이용이 증가되고 있다(Park et al., 2020; Lee et al., 2017). 이에 본 연구에서는 곤드레 분말 첨가비율에 따라 식빵에 첨가하여 이화학적, 물리적 특성을 분석·연구하여 가장 섭취하기 좋은 제품을 도출하고자 하였다. 또한, 곤드레가 가지고 있는 항산화 활성을 연구하여 곤드레의 영양성 뿐만 아니라 기능성 식빵으로서의 기초 자료를 제시하고자 하였다.

재료 및 방법

실험재료

곤드레 분말을 이용한 식빵을 제조하기 위하여 밀가루는 대한제분(Seoul, South Korea), 설탕, 소금은 ㈜제일제당(Seoul, South Korea), 버터는 ㈜롯데(Cheonan, South Korea), 이스트(Jenico Yeast Co., Ltd., Pyeongtaek, South Korea)를 구입하여 사용하였으며, 곤드레는 2020년 6월 강원도 정선군에서 재배된 것을 구입하여 세척·건조한 후, 제분기(MF Co., basis Ika-Werke, Germany)로 분쇄한 후 40 mesh와 100 mesh 체에 내려 고운 분말형태로 만들어 식빵 제조에 사용하였다. 항산화 활성 측정을 위한 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl(DPPH), Folin- Ciocalteu's phenol reagent, sodium carbonate, gallic acid 등은 Sigma-Aldrich Co.(St. Louis,MO, USA)로부터 구입하여 사용하였다.

식빵의 제조

곤드레 분말을 첨가한 식빵의 기본 재료 및 분량은 Table 1과 같으며 제빵 공정은 직접 반죽법(Straight dough method)에 따라 제조하였다. 곤드레 분말은 밀가루 중량에 대해 각각 5%, 10%, 15%, 20%의 양을 대체하여 첨가하였으며, 그 외 물, 이스트, 소금, 설탕 등은 대조군과 동일하게 첨가하여 식빵을 제조하였다. 제조공정은 반죽기(Model HL200, Hobart Co. Ltd., USA)에 버터를 제외한 모든 재료를 넣고 믹싱하여 클린업 단계에서 버터를 넣고 반죽을 완성하였다. 완성된 반죽은 온도 27°C, 습도 75%에서 60분간 1차 발효기(EP-20, Daeyoung Co., Korea)에서 1차 발효한 후 160 g씩 분할하여 둥글리기 하고 15분 동안 중간발효를 거쳐 가스빼기를 한 후 성형 후 식빵 팬에 삼봉형으로 넣은 다음 온도 38°C, 습도 85% 조건에서 40분간 2차 발효를 하였다. 2차 발효 후 윗불 190°C, 아랫불 180°C의 오븐(FDO-7103, Daeyoung Co., Korea)에서 30분간 구워 1시간 냉각시켜 실험 재료로 사용하였다.

Table 1. Formulas for the bread with different concentrations of *Cirsium setidens* Nakai powder

Powder (%)	Ingredients (g)							
	Flour	CSP[1)]	Butter	Sugar	Yeast	Salt	Skim milk	Water
CSP 0	100	0	4	5	1.8	2	3	65
CSP 5	95	5	4	5	1.8	2	3	65
CSP 10	90	10	4	5	1.8	2	3	65
CSP 15	85	15	4	5	1.8	2	3	65
CSP 20	80	20	4	5	1.8	2	3	65

[1)]CSP : *Cirsium setidens* Nakai powder (%)
CSP 0 : Flour 100%
CSP 5 : Flour 95% + *Cirsium setidens* Nakai powder 5%
CSP 10 : Flour 90% + *Cirsium setidens* Nakai powder 10%
CSP 15 : Flour 85% + *Cirsium setidens* Nakai powder 15%
CSP 20 : Flour 80% + *Cirsium setidens* Nakai powder 20%

반죽 및 제품의 pH

반죽과 제품의 pH는 AOAC법(AOAC, 1995)에 따라 Stomarker(Bag Mixer 400W, Interscience, France)에 시료 5 g을 취한 후에 증류수(시료의 10배)를 첨가하여 균질화하였다. 3,000 rpm에서 20분간 원심분리한 후 상등액을 취하고 pH meter(TOA HM-7E, TOA Electrocin Ltd, Japan)로 5회 반복 측정하여 평균값으로 나타내었다.

제품의 수분함량

수분함량 측정은 식빵을 1 g 덜어낸 후 수분측정기(MB-45, Ohaus, Bradford, MA, USA)를 사용하여 5회 반복 측정한 후 평균값을 구하였다.

식빵의 부피 및 비용적, 무게 및 굽기 손실률 측정

각각의 곤드레 분말 첨가군 비율로 제조한 식빵을 냉각, 포장하여 25°C에서 12시간 보존 후 빵의 무게를 전자저울(HS-2100A, Yousheng, Shanghai, China)로 측정하였고 실험은 5회 반복 측정하였다. 식빵의 부피는 종자치환법(Seed displacement)에 의해 부피를 측정하였다(AACC, 2000). 식빵 틀(W × L × H = 130 × 140 × 140mm)에 조를 채운 후 이를 1,000 mL의 메스실린더에 부어 부피를 측정하고, 냉각한 식빵을 상기 틀에 넣고, 다시 조를 채워서 빵을 꺼낸 후 채워진 조를 메스실린더에 부어 부피를 측정하여 그 차이를 식빵의 부피로 5개씩 측정하였다. 비용적은 식빵의 부피를 식빵의 중량으로 나눈 값을 비용적(specific volume)으로 나타내었다. 굽기 손실률은 반죽 무게와 제품 무게의 차이로 식빵을 굽는 동안에 손실된 무게의 비율을 구한 것으로 다음의 식에 의해 값을 구하였다.

$$Baking\ loss\ (\%) = \frac{Weight\ of\ dough - Weight\ of\ bread}{Weight\ of\ dough} \times 100$$

식빵의 색도 측정

식빵의 색도는 식빵의 껍질색과 내부색을 colormeter(CM-3600d, Minolta, Tokyo, Japan)를 사용하여 측정하여,

이것을 Hunter 값 즉, 명도(L, lightness), 적색도(a, redness), 황색도(b, yellowness)로 나타내었다. 이때 사용한 표준 백색판(standard plate)은 기기의 사용법에 따라 값을 5회 반복 측정하였으며 평균값으로 나타내었으며, 표준 백색판은 L값 97.50, a값 0.34, b값 1.56으로 보정한 후 사용하였다.

식빵의 조직감 측정

식빵의 조직감은 texture analyzer(Sun Compac-100, Sun Scientific Co., Tokyo, Japan)를 사용하여 5회 반복 측정하였다. 가로 30 mm, 세로 30 mm, 두께 30 mm로 제조된 시료를 force time curve로부터 경도(hardness), 탄력성(springiness), 응집성(cohesiveness), 점착성(gumminess), 씹힘성(chewiness)과 같은 TPA(texture profile analysis) parameter를 측정하였다. 측정 조건은 pre-test speed: 1.0 mm/sec, test speed: 1.0 mm/sec, strain 50%, trigger force 5 g_f로 하였다.

총 페놀 함량 측정

총 페놀 함량은 Folin-Denis 방법(Folin and Denis, 1912)을 일부 변형하여 측정하였다. 용매로 액체화 한 시료(1 mg/mL) 200 μL에 증류수 1.8 mL를 가하고, 1N Folin-Ciocalteu's phenol reagent(SIGMA-ALDRICH, Inc., St. Louis, MO, USA) 200 μL를 가한 뒤 5분간 실온에서 방치하였다. 이 혼합액에 7% Na_2CO_3 2 mL를 가하고, 다시 실온에서 1시간 방치한 후 750 nm에서 spectrophotometer(UVIKON xl, Secomam, France)를 이용하여 흡광도를 측정하였다. 표준곡선은 gallic acid(SIGMA-ALDRICH, Inc., St. Louis, MO, USA)를 사용하여 작성하였다.

DPPH를 이용한 라디칼 소거능

DPPH 라디칼 소거활성은 Blois 방법(Blois, 1958)을 일부 변형하여 측정하였으며, 96-well micro plate에 시료 30 μL를 가하고, 1.5×10^{-4} M DPPH 용액 270 μL를 가한 뒤 잘 혼합하여 암소에서 30분간 반응시켰다. 얻어진 반응액은 570 nm에서 흡광도를 측정한 후 radical scavenging activity(%)로 나타내었다.

통계분석

모든 실험은 5회 이상 반복 실시하였으며, 그 결과는 SPSS 14.0(Statistical Package for Social Science, SPSS Inc., Chicago, IL, USA) software를 이용하여 평균과 표준편차로 나타내 비교하였으며, 평균치 간의 유의성은 Duncan's multiple range test를 이용하여 검증($p < 0.05$)하였다.

결과 및 고찰

반죽과 식빵의 pH

반죽과 식빵의 pH는 Table 2에 나타내었다. 반죽 pH는 대조구(CSP 0)에서 6.61으로 나타났으며, CSP 5 – CSP 20에서는 6.58 – 6.12으로 곤드레 분말 첨가 시 유의적으로 감소하였다($p < 0.05$). 이는 마테 분말 첨가 식빵의 품질 특성 연구(Lee, 2018), 쑥 분말 첨가량에 따른 쿠키 연구(Bang et al., 2014) 및 쑥 분말을 첨가한 식빵의 품질 특성연구

Table 2. Quality characteristics of the dough and pan bread with different concentrations of *Cirsium setidens* Nakai powder

Powder (%)	Dough pH	Pan bread pH	Moisture contents (%)
CSP[1)] 0	6.61 ± 0.02[2)] a[3)]	5.84 ± 0.02 a	41.35 ± 0.13
CSP 5	6.58 ± 0.01 b	5.78 ± 0.01 b	41.05 ± 0.09
CSP 10	6.41± 0.05 c	5.62 ± 0.03 c	40.51 ± 0.03
CSP 15	6.20 ± 0.03 d	5.42 ± 0.04 d	40.18 ± 0.01
CSP 20	6.12 ± 0.01 e	5.24 ± 0.03 e	39.98 ± 0.02
F-value	118.24**	18.64**	17.36**

[1)]CSP : *Cirsium setidens* Nakai powder (%), Abbreviation are referred Table 1.
[2)]All values are Mean ± S.D. (n = 5).
[3)]Mean ± S.D. with different superscript within a row (a – e) are significantly different ($p < 0.05$) by Duncan's multiple range test.
**$p < 0.01$.

(Woo and Lee, 2021)에서 첨가량이 증가할수록 pH가 낮아졌다는 결과와 유사한 결과를 보였다. 이러한 결과는 첨가된 곤드레 분말의 pH가 6.42로 약산성값을 가지기 때문에 반죽에 영향을 미친 것으로 판단된다. 제품 제조 후 식빵의 pH에서도 대조구(CSP 0)가 5.84로 가장 높은 값으로 측정되었으며, 반죽의 pH와 같이 곤드레 분말 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하는 경향을 나타냈다.

식빵의 수분함량

빵의 노화는 수분손실에서 먼저 나타나기 때문에 빵의 수분함량이 많을수록 노화는 느리다고 보고하였다(Maleki et al., 1980; Yeom et al., 2010). 곤드레 분말 첨가한 식빵의 수분함량은 Table 2에 나타내었다. 식빵의 대조구(CSP 0)와 CSP 5에서 거의 비슷한 수분함량을 나타내었으며, 곤드레 분말이 증가할수록 수분 함량은 유의적인 차이를 나타내었다. 이는 식빵 반죽의 부피 감소로 오븐 열과 반응하는 표면적이 감소하여 굽는 과정 중 수분 증발이 적어 수분함량이 높은 연구결과(Yeom et al., 2019)와 유사한 결과를 나타내었다.

식빵의 무게, 부피, 비용적

제조한 곤드레 분말 첨가 식빵의 무게, 부피 및 비용적을 측정한 결과는 Table 3에 나타내었다. 제빵 후 무게측정 결과, CSP 20에서 504.12 g으로 가장 높았고, 대조구(CSP 0)가 486.31 g으로 가장 낮았으며, 곤드레 분말 첨가량이 증가할수록 유의적으로 증가하는 경향을 보였다($p < 0.05$). 이는 곤드레 분말 첨가로 인한 발효 저하 및 수분의 증발 억제로 인해 무게가 증가한 것으로 사료된다. 효모(yeast)의 발효에 의해 생긴 가스를 포집하는 글루텐에 의해 결정되는 부피는 단백질의 함량과 그 품질에 의해 영향 받는다(Færgestad et al., 2000). 대조구(CSP 0)의 부피는 1,941.98 mL로 가장 큰 부피를 나타내었고, CSP 20에서는 1,541.43 mL로 가장 낮은 결과를 보여, 곤드레 분말 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하였다($p < 0.05$). 무게 대비 용적, 무게 대비 부피를 나타내는 비용적은 빵 1 g이 차지하는 부피를 의미하며, 일반적으로 비용적(specific volume)은 반죽에 혼입된 공기의 양과 구울 때 골격을 형성시켜주는 글루텐의 양이 영향요인으로 작용한다고 하였으며(Kim, 2005), 비용적의 경우 3.2 – 4.0 범위라고 알려져 있으며(Bae et al., 2008), 본 연구 결과 대조구(CSP 0)의 경우 3.99 mL/g으로 가장 높은 값을 나타냈고, 곤드레 분말 첨가구는 5%, 10%, 15%, 및 20% 농도별로 각각 3.87, 3.64, 3.33 및 3.05 mL/g로 첨가량이 증가할수록 비용적은 감소하였다($p < 0.05$).

Table 3. Loaf volume and specific volume of the bread with different concentrations of the added *Cirsium setidens* Nakai powder

Group	Volume (mL)	Weight (g)	Specific volume (mL/g)
CSP[1)] 0	1,941.98 ± 15.31[2)] a[3)]	486.31 ± 0.02 e	3.99 ± 0.04 a
CSP 5	1,904.31 ± 17.83 b	491.32 ± 0.10 d	3.87 ± 0.01 b
CSP 10	1,810.24 ± 10.24 c	497.12 ± 0.03 c	3.64 ± 0.02 c
CSP 15	1,674.12 ± 10.05 d	501.32 ± 0.01 b	3.33 ± 0.03 d
CSP 20	1,541.43 ± 9.24 e	504.12 ± 0.04 a	3.05 ± 0.01 e
F-value	45.39**	78.31**	134.21**

[1)]CSP : *Cirsium setidens* Nakai powder (%), Abbreviation are referred Table 1.
[2)]All values are Mean ± S.D. (n = 5).
[3)]Mean ± S.D. with different superscript within a row (a – e) are significantly different ($p < 0.05$) by Duncan's multiple range test.
**$p < 0.01$.

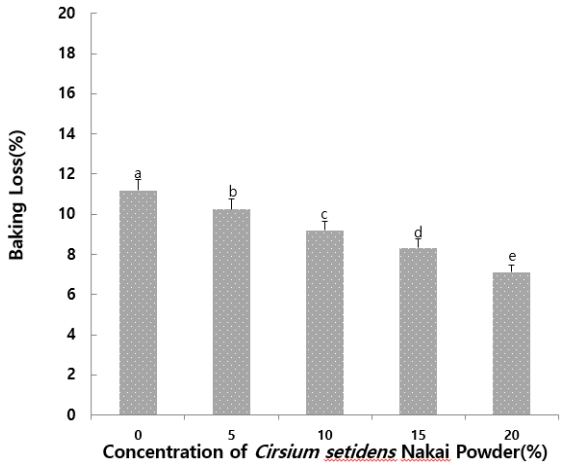

Fig. 1. Baking loss of *Cirsium setidens* Nakai powder. Different superscripts (a-e) indicate significant differences at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

곤드레 분말 첨가구의 경우에는 밀가루 함량의 감소에 따라 반죽의 글루텐 구조를 약하여 빵의 부피가 감소한 것으로 판단되며, 양파 분말 첨가하여 제조한 빵의 특성연구(Chun et al., 2001)와 유사한 결과를 나타내었다.

식빵의 굽기 손실률

식빵의 굽기 손실률은 7 – 13% 범위로 첨가 시료에 따라 굽기손실 범위가 달라질 수 있다(Bae et al., 2008). 본 연구에서 굽기 손실은 대조군(CSP 0)에서 11.18%의 굽기 손실률을 보였고, 20% 첨가군이 7.13%로 가장 높은 굽기 손실률을 나타내어, 첨가량이 증가함에 따라 유의적으로 감소하는 결과를 보였다($p < 0.05$)(Fig. 1). 이는 곤드레 분말 첨가군이 대조군에 비해 밀가루의 함량이 낮아지면서 글루텐 생성의 감소와 반죽의 pH 감소로 인해 효소활성도가 낮아짐에 따라 부피, 비용적, 굽기 손실률이 감소한 것에 영향을 미친 것으로 판단된다.

식빵의 색도 측정

곤드레 분말 첨가량을 달리하여 제조한 식빵의 Crumb부위과 Crust부위의 색도를 측정한 결과는 Table 4에 나타내

Table 4. Hunter's color value of the bread with different concentrations of *Cirsium setidens* Nakai powder

Group		CSP[1)] 0	CSP 5	CSP 10	CSP 15	CSP 20	*F*-value
Crumb	L[4)]	61.32 ± 0.02[2)] a[3)]	60.10 ± 0.03 b	59.47 ± 0.24 c	54.13 ± 0.32 d	50.69 ± 0.83 e	94.31**
	a	− 0.49 ± 0.09 a	− 3.08 ± 0.11 b	− 5.59 ± 0.24 c	− 6.97 ± 0.83 d	− 8.31 ± 0.12 e	65.27**
	b	10.25 ± 0.25 e	15.69 ± 0.15 d	24.31 ± 0.31 c	26.77 ± 0.33 b	29.11 ± 0.28 a	54.21**
Crust	L	79.21 ± 0.11 a	70.88 ± 0.08 b	61.20 ± 0.87 c	52.69 ± 0.78 d	45.59 ± 0.09 e	48.26**
	a	0.19 ± 0.23 e	5.69 ± 0.53 d	12.61 ± 0.11 c	16.28 ± 0.23 b	19.31 ± 0.42 a	30.25**
	b	15.36 ± 0.02 e	16.28 ± 0.11 b	20.21 ± 0.12 c	22.15 ± 0.09 b	23.21 ± 0.01 a	28.36**

[1)]CSP : *Cirsium setidens* Nakai powder (%), Abbreviation are referred Table 1.
[2)]All values are Mean ± S.D. (n = 5).
[3)]Mean ± S.D. with different superscript within a row (a − e) are significantly different ($p < 0.05$) by Duncan's multiple range test.
**$p < 0.01$.
[4)]L : Degree of lightness (white +100 ↔ 0 black)
a : Degree of redness (red +100 ↔ -80 green)
b : Degree of yellowness (yellow +70 ↔ − 80 blue)

었다. Crumb의 L값은 대조구(CSP 0)에서 60.10으로 가장 높았으며, 곤드레 분말 첨가구에서 59.47 − 50.69로 대조구(CSP 0)와 비교했을 때 곤드레 분말 첨가량이 증가할수록 유의적으로 낮아지는 경향을 나타냈다($p < 0.05$). 적색도(a)의 경우, 대조구(CSP)에서 − 0.49로 가장 높았으며, 곤드레 분말의 첨가량이 증가할수록 유의적으로 낮아지는 결과를 보였다($p < 0.05$). 황색도(b)의 경우, 대조구(CSP 0)에서 10.59로 가장 낮은 수치를 나타내었으며 곤드레 분말이 증가할수록 b값이 유의적으로 높아지는 결과를 보였다($p < 0.05$). 식빵 Crust의 L값도 대조구(CSP 0)에서 79.21으로 가장 높았고, 곤드레 분말 첨가량에 증가에 따라 70.88 − 45.59로 유의적으로 낮아지는 결과로 어두운 색을 나타내었다($p < 0.05$). 이는 곤드레 분말이 갖고 있는 재료 고유의 색상에 따라 식빵의 색도 달라지는 것으로 사료된다. a값과 b값의 경우에도, CSP 20에서 19.31과 23.21로 가장 높았으며, 시료 첨가량에 따라 높아지는 결과를 나타냈다($p < 0.05$). 이는 곤드레 분말의 첨가량에 따른 곤드레개떡의 품질 특성 변화(Im et al., 2012), 곤드레 분말 첨가 설기떡의 품질 특성(Park and Rha, 2016) 연구에서 곤드레 분말을 첨가했을 때와 유사한 경향을 나타내었다. 이상의 결과에서 식빵의 색도는 곤드레에 존재하는 색소와 무기질에 의해 첨가량에 따라 내, 외부색에 영향을 보이는 것으로 판단되며, 빵의 색은 가열에 의해 전분의 덱스트린화와 카라멜화로 인해 영향을 받지만(Chevallier et al., 2000), 주로 발효 중에 단백질과 전분의 분해에 의해서 저분자가 되고, 이 때 생성된 아미노산과 당이 제빵 과정 중에 마일라드 반응(maillard reaction)을 일으키는 것으로 알려져 있다(Chung et al., 2014). 따라서 어두운 황색을 띄는 곤드레 분말을 식빵에 첨가 시 밝기가 감소하는 것은 단백질 함량이 증가했기 때문이라고 사료된다. 이러한 결과로 곤드레 분말의 첨가가 최종 제품의 색도에 영향을 끼친 것으로 판단된다.

곤드레 분말을 첨가한 식빵의 조직감

곤드레 분말 첨가에 따라 제조한 식빵의 조직감 변화는 Table 5에 나타내었다. 식품의 형태를 변형시키는데 요구되는 힘으로 나타나는 경도는 대조구가 65.94이었으며, 곤드레 분말 첨가에 따라 70.25, 83.12, 98.23으로 증가하여 시료 간에 유의적인 차이를 보였다($p < 0.05$). 쑥부쟁이 분말(Kim et al., 2016)과 오디 분말(Bae et al., 2010)을 첨가한 식빵의 특성을 알아본 연구에서도 역시 분말 첨가량이 증가할수록 식빵 속질은 더 단단한 것으로 나타났다. 일반적으로 기공이 잘 발달된 식빵은 부피가 크고 경도가 낮게 나타나며, 기능성 부재료의 첨가량이 증가할수록 식빵의 경도가

Table 5. Texture profile of the bread with different concentrations of *Cirsium setidens* Nakai powder

Properties	CSP[1)] 0	CSP 5	CSP 10	CSP 15	CSP 20	*F*-value
Hardness (gf)	65.94 ± 2.64[2)] e[3)]	70.25 ± 3.25 d	83.12 ± 3.91 c	98.23 ± 8.69 b	105.24 ± 4.35 a	97.64**
Springiness	58.32 ± 1.25 NS [4)]	58.36 ± 1.98	59.01 ± 3.48	59.98 ± 0.32	60.21 ± 2.35	4.62NS
Cohesiveness	80.31 ± 0.29 a	78.14 ± 0.07 b	72.66 ± 0.02 c	71.25 ± 0.19 d	69.26 ± 0.21 e	67.34**
Gumminess	59.22 ± 11.08 e	65.26 ± 4.29 d	71.25 ± 3.26 c	79.48 ± 0.24 b	84.11 ± 0.25 a	11.24**
Chewiness	94.21 ± 0.05 a	91.22 ± 0.21 b	86.33 ± 0.18 c	81.55 ± 0.09 d	75.31 ± 0.07 e	82.29**

[1)]CSP : *Cirsium setidens* Nakai powder (%), Abbreviation are referred Table 1.
[2)]All values are Mean ± S.D. (n = 5).
[3)]Mean ± S.D. with different superscript within a row (a – e) are significantly different ($p < 0.05$) by Duncan's multiple range test.
**$p < 0.01$
[4)]NS : Non-Significant

증가했다는 보고(Kim, 2013; Lee et al., 2012)와 경도는 반죽의 글루텐 형성 정도 및 팽창 정도 등에 영향을 받으며, 첨가된 재료와 반죽 제조 방법 등에 의해 결정된다는 연구(Ahn, 2002)와 유사한 결과를 보였다(Lee, 2018; Jeon and Kim, 2010). 일반적으로 빵의 조직감에 미치는 요인으로 빵의 수분함량, 지방함량, 단백질 함량, 전분의 구조적 특성과 비율 등이 있으며, 빵의 수분함량이 많을수록 부드러워지기 때문에 경도가 낮아지는 반면 수분함량이 감소하면 경도가 높아지게 되며(Bae et al., 2001), 부재료의 첨가에 따라 밀가루 비율이 낮아져 반죽의 글루텐 형성이 감소되었기 때문인 것으로 보였다(Kim et al., 2013). 탄력성(springiness)과 점착성(gumminess)은 대조구(CSP 0)와 곤드레 분말 첨가구에서 첨가량 증가에 따라 증가하는 경향을 보였고, 응집성(cohesiveness)과 씹힘성(chewiness)은 대조구(CSP 0)가 가장 높게 나타났으며, 곤드레 분말 첨가량이 증가할수록 응집성과 씹힙성은 감소하는 경향을 나타냈다($p < 0.05$).

곤드레 분말 첨가 식빵의 총 페놀 및 DPPH 라디칼 소거능

곤드레 분말 첨가 식빵의 총 페놀 함량 측정 결과는 Fig. 2에 나타내었다. 대조구는 2.91 mg GAE/100 g을 나타내었으며 곤드레 분말 첨가에 따라 각각 6.21, 9.86, 18.59, 및 25.84 mg GAE/100g으로 유의적으로 증가하는 경향을 보였으며($p < 0.05$), 이는 곤드레 분말의 첨가량이 식빵의 총 페놀 함량 증가에 영향을 준 것으로 판단된다. 페놀성 화합물은 2차 대사산물의 일종으로, phenolic hydroxyl기가 단백질 등의 물질들과 작용하는 특성으로 인해 항산화 활성을 띠게 되며(Jin, 2015), 하나 이상의 수산기로 치환된 방향족환을 가지고 있는 식물성분으로 free radical을 소거하는 작용을 한다(Halliwell and Gutteridge, 1990). 곤드레 분말에는 flavonoid, 페놀 및 펙토리나린 등이 함유되어 있어(Park et al., 2021) 이러한 성분들이 식빵의 총 폴리페놀 함량에 영향을 미친 것으로 판단된다.

곤드레 분말 첨가 식빵의 DPPH 라디칼 소거능 측정 결과는 Fig. 3에 나타내었다. 대조구는 100 mg/mL의 농도에서 4.73%의 소거활성을 나타낸 반면, 첨가군에서는 각각 15.37, 32.26, 41.31 및 60.29%의 소거활성을 나타내었다. 아로니아 분말 첨가량에 따라 총 페놀함량 및 DPPH 라디칼 소거능이 유의적으로 증가하였다는 연구결과(Yoon et al., 2014), 아로니아 분말의 항산화성과 생리활성의 효과라고 보고하여 본 연구 결과와 유사하였으며, 곤드레의 총 폴리페놀함량의 증가량에 따라 항산화 활성인 DPPH radical 소거능도 증가된다는 연구보고(Park et al., 2021)와도 일치되는 결과를 나타내었다. 곤드레 분말은 천연 항산화제로서의 이용 가능성을 가지고 있으며 이를 통해 곤드레 분말을 첨가한 여러 식품군에서 높은 항산화 효능이 있을 것으로 생각된다.

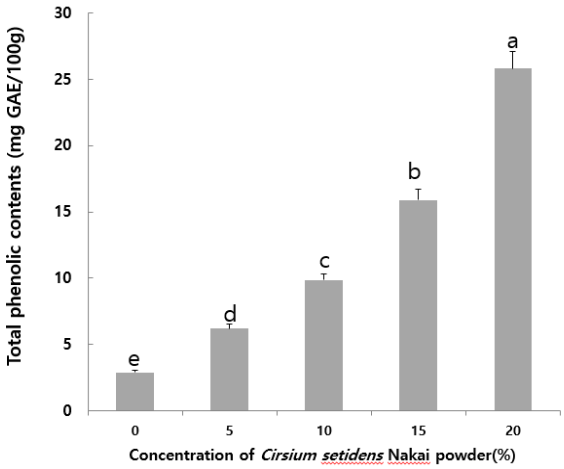

Fig. 2. Total phenolic content of the bread with different concentrations of *Cirsium setidens* Nakai powder. Different superscripts (a-e) indicate significant differences at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

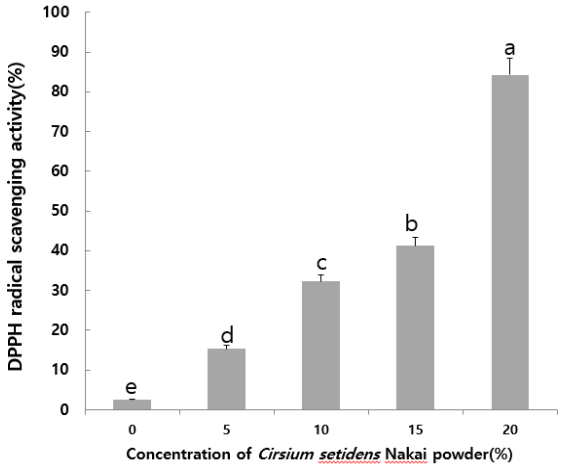

Fig. 3. DPPH radical scavenging activity of the bread with added *Cirsium setidens* Nakai powder. Different superscripts (a-e) indicate significant differences at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

요 약

본 연구에서는 기능성 소재인 곤드레의 활용도를 높이기 위해 첨가량(0%, 5%, 10%, 15%, 20%)에 따른 식빵의 특성에 대해 알아보았다. 수분함량은 41.35에서 39.98로 pH는 5.84에서 5.24로 감소하는 경향을 나타내었으며, 무게와 부피변화에서는 첨가량이 증가할수록 부피는 감소하였으며, 빵의 무게는 증가하였다. Crumb에서 명도 및 적색도는 감소하는 경향을 보였으며, 황색도는 증가하는 경향을 나타내었으며, Crust에서는 명도는 감소하였으나, 적색도와 황색도는 증가하였다. 조직감 측정 결과 경도, 탄력성, 점착성은 증가하였으나, 응집성과 씹힘성은 감소하였다. 항산화 활성 측정 결과 곤드레 분말 첨가에 따라 총 폴리페놀 및 DPPH radical scavenging activity를 증가시켜 빵 제조에 곤드레 분말의 이용은 기능성 제빵으로서의 이용 가능성이 높을 것으로 판단된다.

인용문헌(References)

AACC. (2000) Approved methods of the AACC. 10th ed. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN, USA.

AOAC. (1995) Approved Methods of the AACC 9th ed. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN, USA.

Ahn, M. J., Hur, S. J., Kim, E. H., Lee, S. H., Shin, J. S., Kim, M. K., Uchizono, J. A., Whang, W. K., Kim, D. S. (2014) Scopoletin from *Cirsium setidens* increases melanin synthesis via CREB phosphorylation in B16F10 cells. Korean J Physiol Pharmacol 18:307-311.

Ahn, M. S. (2002) Food and cooking Science. Seoul, Korea: Shin Kwang Publishing.

Bae, J. S., Lee, E. S., Hong, S. T. (2010) Quality characteristics of bread containing mulberry fruit powder. J Agricultural Science 37:249-254.

Bae, J. Y., Park, L. Y., Lee, S. H. (2008). Effect of *Salicornia herbacea* L. powder on the quality characteristics of bread. J Korean Soc Food Sci Nutr 37:1196-1201.

Bae, J. H., Woo, H. S., Choi, H. J., Choi, C. (2001) Qualities of bread added with Korean persimmon (*Diospyros kaki* L. *folium*) leaf powder. J Korean Soc Food Sci Nutr 30:882-887.

Baek, S. Y., Kim, S. B., Kim, M. R. (2018) Antioxidant activities and physicochemical property of butter morning bread added with dried laver. J Korean Soc Food Sci Nutr. 47:1242-1250.

Baik, C. S., Park, Y. S., Chang, H. G. (2008) Physicochemical properties of wheat flour supplemented with black rice flour. Food Engineering Progress 12:49-57.

Bang, B. H., Kim, K. P., Rhee, M. S., Jeon, E. J. (2014). Quality evaluations of cookies containing mugwort powder. Korean J Food Nutr 27:427-434.

Blois, M. S. (1958). Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. Nature. 181:1199-1200.

Chevallier, S., Colonna, P., Della Valle, G., Lourdin, D. (2000) Contribution of major ingredients during baking of biscuit dough systems. J cereal Sci 31:241-252.

Chung, M. J., Lee, S., Park, Y. I., Lee, J., Kwon, K. H. (2016) Neuro-protective effects of phytosterols and flavonoids from *Cirsium setidens* and *Aster scaber* in human brain neuroblastoma SK-N-SH cells. Life Sci 148:173-182

Chung, H. J., Cho, A., Lim, S. T. (2014) Utilization of germinated and heat-moisture treated brown rices in sugar-snap cookies. LWT-Food Science and Technology, 57:260-266.

Chun, S., Park, J., Cho, Y., Kim, M., Kim, R., Kim, K. (2001) Effect of onion powder addition on the quality of white bread. Korean J Food Nutri 14:346-354.

Færgestad, E., Molteberg, E., Magnus, E. (2000) Interrelationships of protein composition, protein level, baking process and the characteristics of hearth bread and pan bread. J cereal Sci 31:309-320.

Folin, O., Denis, W. (1912) On phosphotungstic-phosphomolybdic compounds as color reagents. J Biol Chem. 12:239-243.

Halliwell, B. Gutteridge, J. M. C. (1990) Role of free radicals and catalytic metal ions in human disease: An overview. Methods Enzymol 186:1-85.

Im, H. E., Yoe, H. K., Chang, S. Y., Han, M. J. (2012). Quality characteristics of Gondregaedduck by the Level of *Cirsium setidens* and storage. Korean J Food Culture 27:400-406.

Jeon, Y. S., Kim, M. W. (2010) Quality characteristics of white pan bread added with sunsik powder. J East Asian Soc Dietary Life 20:299-306.

Jeong, H. C. (2021) Quality characteristics and dough rheological properties of pan bread with Moringa oleifera leaf powder. Culinary Science and Hospitality Research 27:101-110.

Jin, S. Y. (2015) Quality characteristics of Sulgidduk added Liriope platyphylla powder. Master's thesis. Sookmyung Women's University, Seoul, Korea.

Jung, J. Y., Kim, W. J., Chung, H. J. (2006) Quality characteristics of bread added with germinated soybean powder. J Korean Soc Food Sci Nutr 35:1260-1266.

Kim, S. J., Baek, S. Y., Kim, D. H., Kim, M. R. (2019) Physicochemical properties and antioxidant activities of morning bread added with *Enteromorpha prolifera*. J Korean Soc Food Sci Nutr 48:1244-1252.

Kim, S. H., Yoo, S. J., Yoo, D. J., Kim, C G. (2017) Quality characteristics and antioxidant activities of white breads added with mistletoe (*Viscum album* var.) powder. Korean J Community Living Sci 28:81-91.

Kim, Y. J., Jeong, J. S., Kim, E. H., Son, B. G., Go, G. B. (2016) Quality of white bread containing *Aster yomena* powder. J Korean Soc Food Sci Nutr 45:91-99.

Kim, H. J, Shin, S. K., Kim, M. R. (2013) Storage quality characteristics of bread added with dried mulberry pomace. J Korean Soc Food Sci Nutr 42:1972-1980.

Kim, O. S. (2013) Physiological and quality characteristics of bakery products added with mosi leaf powder. Ph. D. Thesis, Sejong University, Seoul, Korea.

Kim, Y. A. (2005) Effects of *Lycium chinense* powders on the quality characteristics of yellow layer cake. J Korean Soc Food Sci Nutr 34:403-407.

Lee, S. H. (2020) Antioxidant activities and quality characteristics of bread containing *Codonopsis lanceolata* powder. J Agri Life Environ Sci 32:360-370.

Lee, M. H. (2018) Quality characteristics of white pan bread added mate(*Ilex paraguariensis*) leaf powder. Culinary Science and Hospitality Research 24:145-155.

Lee, S. Y., Shon, J. Y., Kang, K. O. (2018) Nutritional components and antioxidant activities of Sea bucktorn(*Hippophae rhamnoides* L.) leaf and berry extracts. J East Asian Soc Dietary Life 28:31-39.

Lee, J. H., Moon, S. Y., Cho, B. Y., Choi, S. I., Jung, T. D., Choi, S. H., Kim, J. D., Lee, O. H. (2017) Stability of ethanolic extract from fermented *Cirsium setidens* Nakai by bioconversion during different storing conditions. Korean J Food Nutr 30:388-394.

Lee, J. H., Jung, H. K., Han, Y. S., Yoon, Y. M., Yun, C. W., Sun, H. Y., Cho, H. W., Lee, S. H. (2016a) Antioxidant effects of *Cirsium setidens* extract on oxidative stress in human mesenchymal stem cells. Mol Med Rep 14:3777-3784.

Lee, H. N., Park., T. S., Yu, O. K., Byun, M. S., Cha, Y. S. (2016b) Development of morning bread fortified citrus peels powders and its evaluation of biological activity by human trial. J Nutr Health 49:144-152.

Lee, B. D, Lee, S. J., Ram J. M., Yun, S. W., Kim, M. R. (2015) Quality characteristics and antioxidant activities of morning bread containing *Portulaca oleracea* L.. Korean J Food Cook Sci 31:524-533.

Lee, S. H. (2015) Quality antioxidant properties of white breads enhanced with broccoli(*Brassica oleracea* L.) powder. Korean J Food Cook Sci 31:614-622.

Lee, E. J., Ju, H. W., Lee, K. S. (2012) Quality characteristics of pan bread with citrus mandarin peel powder. Culinary Science and Hospitality Research 18:27-39.

Lee, S. H., Jin, Y. S., Heo, S. I., Shim, T. H., Sa, J. H., Choi, D. S., Wang, M. H. (2006) Composition analysis and antioxidative activity from different organs of *Cirsium setidens* Nakai. Korean J Food Sci Technol 38:571-576.

Lee, W. B., Kwon, H. C., Cho, O. R., Lee, K. C., Choi, S. U., Baek, N. I., Lee, K. R. (2002) Phytochemical constituents of *Cirsium setidens* Nakai and their cytotoxicity against human cancer cell lines. Arch Pharm Res 25:628-635.

Maleki, M., Hoseney, R. C., Mattern. P. J. (1980) Effects of loaf volume, moisture content and protein quality on the softness and staling rate of bread. Cereal Chem 57:138-140.

Noh, H., Lee, H., Kim, E., Mu, L., Rhee, Y. K., Cho, C. W., Chung, J. (2013) Inhibitory effect of a *Cirsium setidens*

extracts on hepatic fat accumulation in mice fed a high-fat diet via the induction of fatty acid β-oxidation. Biosci Biotechnol Biochem 77:1424-1429.

Oh, K. J., Kim, M. J., Han, J. S., Ji, E. H., Kim, A. J. (2015) Comparative biological properties of *Prunus davidiana* fruits according to harvest month. Korean J Food Nutr 28:643-649.

Park, S. J., Kim, H. D., Lee, Y. H. (2021) Antioxidant and anti-obesity properties of pectolinarin-rich *Cirsium setidens* Nakai fine powder. Korean J Food Nutr 34:69-78.

Park, S. J., Kim, H. D., Lee, Y. H. (2020) Validation of analytical method of pectolinarin for standardized *Cirsium setidens* fine powder by air-classification. J Agri Life Environ Sci 32:407-416.

Park, S. J., Rha, Y. A. (2016) Quality characteristics of Sulgidduk added with *Cirsium setidens* Nakai. Culinary Science and Hospitality Research 22:1-10

Shin, G. M., Shin, S. R., Noh, H. S. (2005) Pastry of theory and substance. Gyeonggi, Korea: Baeksan Publishing.

Thao, N. T., Cuong, T. D., Hung, T. M., Lee, J. H., Na, M., Son, J. K., Jung, H. J., Fang, Z., Woo, M. H., Choi, J. S., Min, B. S. (2011) Simultaneous determination of bioactive flavonoids in some selected Korean thistles by highperformance liquid chromatography. Arch Pharm Res 34:455-461.

Woo, S. L., Lee, M. H. (2021) Quality characteristics and antioxidant of pan bread prepared with Mugwort powder. Culinary Science and Hospitality Research 27:153-162.

Yeom, Y. J., Han, J. H., Lee, M. H., (2019) Improving properties and antioxidant activity of organic wheat flour bread added Fenugreek powder. Culinary Science and Hospitality Research 26:88-97.

Yeom, K. H., Kim, M. Y., Chun, S. S. (2010) Quality characteristics of barley leaves tea white bread with hemicellulase. Korean J Food Nutr 23:178-185.

Yoo, Y. S., Lee, M. H. (2020) Quality characteristics and antioxidant of pan-bread prepared with Cacao nibs powder. Culinary Science and Hospitality Research 26:84-96.

Yoon, H. S., Kim, J. W., Kim, S. H., Kim Y. G., Eom, H. J. (2014) Quality characteristics of bread added with aronia powder. J Korean Soc Food Sci Nutri 3:273-280.