한국식생활문화학회지 33(1): 55-61, 2018
J. Korean Soc. Food Cult. 33(1): 55-61, 2018
본 논문의 저작권은 한국식생활문화학회에 있음.
Copyright © The Korean Society of Food Culture

ISSN 1225-7060(Print)
ISSN 2288-7148(Online)
https://doi.org/10.7318/KJFC/2018.33.1.55

야생당근 분말을 첨가한 귀리식빵의 품질특성

박선예[1] · 김애정[1] · 한명륜[2,*]
[1]경기대학교 대체의학대학원, [2]혜전대학교 식품영양과

Quality Characteristics of Oat Bread with Wild Carrot (*Daucus carota* L.) Powder

Sun-Ye Park[1], Ae-Jung Kim[1], Myung-Ryun Han[2,*]
[1]*Graduate School of Alternative Medicine, Kyonggi University, Korea*
[2]*Department of Food and Nutrition, Hyejeon University, Korea*

Abstract

This study examined the quality of bread made from a wheat flour, oat powder, and wild carrot powder mixture. The lightness and redness values decreased with increasing amount of wild carrot powder addition, while the yellowness was increased significantly. In a sample of wild carrot powder addition, the total volume was lower than the control. The texture profile analysis of oat bread, such as hardness, gumminess and cohesiveness decreased significantly with increasing amount of wild carrot powder addition. In the case of springiness, the value was not significant. The sensory evaluation of oat bread was significantly different in all analyses. Oat bread (BCB2.0) containing 2.0% (w/w) wild carrot powder showed the highest value in the four sensory evaluation items. Therefore, the 2.0% (w/w) addition of wild carrot powder addition was appropriate. An analysis of the physicochemical active component and DPPH scavenging activity of oat bread revealed a higher total flavonoid and total polyphenol content than normal bread. The DPPH scavenging activity was also 20.3% compared to the wild carrot powder. The availability of wild carrot powder in oat bread could be identified.

Key Words: Wild carrot, oat bread, quality characteristic, antioxidative activity

I. 서 론

야생당근(Wild carrot, *Daucus carota* L.)은 중앙아시아에서 재배되기 시작하였으며 고산지대의 척박한 곳에서 잘 자라는 뿌리 식물로 알려져 있다(Arscott et al. 2010). 당근은 뿌리의 단면색에 따라 orange, rainbow, purple, black carrot 등으로 분류되며 이중 black 색상을 띄는 야생당근은 소비량 증가에 따라 아시아와 유럽으로 경작이 점차 확대되고 있다. 국내에서 주로 소비되는 당근은 주황색의 일반 당근(orange carrot)이나 야생당근은 최근 들어 국내에서도 재배되기 시작했다(Park et al. 2015). 야생당근은 일반 당근에 비해 조섬유와 조회분의 함량이 높으며 lycopene, lutein, 안토시아닌, 카로티노이드, 플라보노이드의 함량이 일반 당근보다 11배 이상 높다고 한다(Metzger et al. 2008). 또한 야생당근은 강력한 산화제 색소인 cyanidin-3-glucoside (C3G)을 포함하고 C3G가 sinapic acid, ferulic acid, coumaric acid와 아세틸기에 결합되어 있어 다른 안토시아닌보다 pH, 고온 및 광선에 안정적이며 장관에서의 소화흡수가 용이하다(Hassellund et al. 2013). 안토시아닌은 flavonoid계의 수용성 색소 배당체(glucoside)로 검정콩, 자색 과일 또는 꽃, 줄기, 잎, 뿌리 등에 존재하는 폴리페놀 구조 화합물 중 하나로, 약간의 독성을 가지고 있고, 결합된 당의 종류, 아실기의 종류, 결합 위치에 따라 cyanidin, pelarhonidin, peonidin, petuntdin, malvidin등 다양하게 존재하며, 생리활성도의 차이가 있는 것으로 알려져 있다(Lila 2004). 야생당근 속의 폴리페놀 화합물은 강력한 항산화 활성을 통해 체내 자유라디칼을 제거하고 세포막, 핵산의 과산화 작용을 억제하여 심혈관계질환 예방 및 노화방지에 효과가 있다고 보고되고 있다(Nicoue et al. 2007). 뿐만 아니라 암세포에서 세포사멸(apoptosis) 유전자의 활성 개선, 면역력 향상, 암 예방, 항염증, 해독, 돌연변이성 억제 및 폐에서 급성염증을 개선하는 등 활성산소로 인한 질병의 발병을 억제해주는 것으로 알려져 있다(Lila 2004).

β-Glucan을 다량 함유한 귀리(*Avena sativa* L.)는 벼과에 해당하는 곡류로 예전에는 생산량의 대부분을 사료로 활용하였으나 페놀화합물을 비롯한 다양한 항산화 물질이 다량

*Corresponding author: Myung Ryun Han, Department of Food and Nutrition, Hyejeon University, Daehak-gil 25, Hongsung-eup, Hongsung-gun. Chungcheongnam-do, 32244, Korea Tel: 82-41-630-5249 Fax: 82-41-630-5175 E-mail: hmr6568@hanmail.net

함유되어 있다는 것이 알려지면서 그 소비량이 꾸준히 증가하고 있다. 귀리는 식품에 적용시 곡알을 그대로 곡류와 혼합하여 조리하거나 제분공정을 통하여 입자형태로 가공한 다음 빵이나 쿠키 등의 제과 및 제빵 공업에서 이용되고 있다. 귀리의 생리적 효과로는 지방 세포의 축적 억제(Anderson & Tietyen 1986), 체중감소, LDL (low density lipoprotein) 콜레스테롤 감소(Kim 2014), 지질 대사의 개선을 통한 HDL (high density lipoprotein) 콜레스테롤의 증가 및 혈압 감소 등의 우수한 기능을 가져 대사증후군 환자에 효과적이라고 보고되고 있다(Seo & Whang 1998; Park et al. 2003).

빵은 우리나라 국민이 많이 소비하는 식품 30위에 해당하는 식품으로 BC 7,000년부터 제조되기 시작했으며 바쁜 현대인들의 아침식사 대용으로 빵에 대한 지출이 매년 증가세를 나타내고 있다(Moon & Joo 2006). 2010년에는 밀소비량이 1인당 30 kg으로 과거 쌀을 주식으로 하던 한국인의 식생활에 큰 변화를 일으킨 대표적인 식품이다. 밀가루 내의 글루텐 단백질이 소화불량, 호흡기, 피부의 알러지(allergy) 반응의 주원인으로 밝혀지면서 밀가루를 대체하여 지방성분과 단맛을 줄인 고품질의 건강한 제품 매출이 증가하였으며 지속적인 관심과 판매증가가 예상되고 있다(Kim & Lee 2004). 건강에 대한 관심의 증가는 소비자의 식품 선택 시 주요 사항으로 작용하며 기능성 소재를 활용한 제품에 대한 선호도를 높이고 있다. 이에 따라 제과 및 제빵 업계에서는 양파, 영지버섯, 감잎 등의 기능성소재를 첨가하여 생리활성 기능을 강조한 다양한 제품들을 출시하고 있다(Kim & Lee 2004).

따라서 본 연구에서는 기능성 소재로 잘 알려진 야생당근을 귀리식빵 원료와 혼합을 용이하도록 분말로 가공하였으며, 이를 첨가한 귀리식빵의 제조공정을 확립하고 개발된 제품에 대한 항산화활성 효과를 규명 하고자 하였다.

II. 연구내용 및 방법

1. 실험재료

실험에 사용한 야생당근 분말은 (주)지더블유씨(Seoul, Korea)에서 제공받아 사용하였다. 귀리분말(Joyulche, Seoil, Korea), 강력밀가루(Daehan flour mills, Seoul, Korea), 설탕(CJ, Seoul, Korea), 이스트(Jenic, Seoul, Korea), 쇼트닝(Ottogi, Anyang, Korea), 탈지분유(Seoul milk, Seoul, Korea), 소금(Hanju salt, Ulsan, Korea)은 서울시 강남구에 위치한 이마트에서 구입하여 사용하였다.

2. 귀리식빵 제조

야생당근 분말이 첨가된 귀리식빵 제조는 직접반죽법을 사용하였으며 배합비는 <Table 1>과 같다. 반죽기(Hobart, A200C-2261, Seoul, Korea)에 쇼트닝을 제외한 모든 재료를 한꺼번에 넣고 잘 혼합한 다음 클린업 단계에서 쇼트닝을 투입하였으며 글루텐을 최종 단계까지 믹싱하였다. 완성된 반죽은 발효기(EP-40, Daeyung, Seoul, Korea)에서 50분 동안 1차 발효(28°C, 습도 75-80%)를 실시하였고, 1차 발효 후 반죽을 180 g씩 분할하여 반죽의 가스를 제거하였다. 가스가 제거된 반죽의 표면이 매끄럽도록 둥글리기 한 다음 표면이 마르지 않게 비닐을 덮은 상태에서 상온에서 15분간 휴지시켰다. 이후 밀대로 밀어 가스를 뺀 뒤 반죽은 21.7 cm×9.7 cm×9.5 cm(가로×세로×높이)의 크기로 패닝한 후 80-85%의 상대습도 조건에서 40분 동안 2차 발효를 진행하였다. 이를 윗불 190°C, 밑불 200°C로 예열해 둔 전기오븐(FOD-7103, Daeyung, Seoul, Korea)에서 25분간 구워 귀리식빵을 제조하였다. 구워진 빵은 틀에서 바로 꺼내 실온에서 1시간 동안 방냉 후 polyethylene 재질의 비닐팩에 담아 실온에서 보관 24시간이 지난 후 분석에 사용하였다.

3. 귀리식빵의 색도

야생당근 분말 첨가 귀리식빵의 색도 측정은 색도계(CM-3500D, Minolta, Tokyo, Japan)를 이용하여 L값(lightness), a값(redness) 및 b값(yellowness)을 측정하였다. 이때 사용한 표준 백판(standard plate)의 L값은 97.26, a값은 +0.07, b값은 +1.86이었다.

<Table 1> Formula of oat bread with wild carrot powder (%)

	MWO[1)]	Wild carrot powder	Sugar	Shortening	Salt	NFDM[8)]	Yeast	Water
Control[2)]	100.0	0.0	5.0	5.0	2.0	2.0	3.0	69.2
BCB0.5[3)]	99.5	0.5	5.0	5.0	2.0	2.0	3.0	69.2
BCB1.0[4)]	99.0	1.0	5.0	5.0	2.0	2.0	3.0	69.2
BCB1.5[5)]	98.5	1.5	5.0	5.0	2.0	2.0	3.0	69.2
BCB2.0[6)]	98.0	2.0	5.0	5.0	2.0	2.0	3.0	69.2
BCB2.5[7)]	97.5	2.5	5.0	5.0	2.0	2.0	3.0	69.2

[1)]MWO: Mixture powder of wheat flour (90%) and oat powder (10%) mixture, [2)]Control: MWO bread without wild carrot powder, [3)]BCB0.5: MWO bread with wild carrot powder 0.5% (w/w), [4)]BCB1.0: MWO bread with wild carrot powder 1.0% (w/w), [5)]BCB1.5: MWO bread with wild carrot powder 1.5% (w/w), [6)]BCB2.0: MWO bread with wild carrot powder 2.0% (w/w), [7)]BCB2.5: MWO bread with wild carrot powder 2.5% (w/w), [8)]NFDM: None fat dry milk.

4. 귀리식빵의 조직감

조직감 측정은 귀리식빵 중심부를 2.5 cm×2.5 cm (직경×높이)의 원통형으로 절단한 다음 texture analyzer (TA-XT_2, Stable microsystem, Godalming, England)를 이용하여 TPA (texture profile analysis) test를 실시 경도(hardness), 탄력성(springiness), 검성(gumminess), 씹힘성(chewiness) 및 응집성(cohesiveness)을 분석하였다. 이때 사용한 probe는 직경이 5 cm인 원통형이었고 deformation은 50%, test speed는 1 mm/sec이었다.

5. 귀리식빵의 관능검사

야생당근 분말 첨가량을 달리하여 제조한 귀리식빵의 관능평가는 관능검사 과목을 이수한 대학원생을 대상으로 실시하였다. 선정된 대학원생을 대상으로 검사목적을 충분히 설명한 다음 3 cm×3 cm×1 cm(가로×세로×높이) 크기로 절단한 귀리식빵을 접시에 나열하여 관능평가 시료로 제공하였다. 평가항목은 색(color), 맛(taste), 향(flavor), 조직감(texture) 및 전체적인 평가(overall quality)에 대하여 7점 기호척도법으로 평가하였다.

6. 귀리식빵의 일반성분 및 무기질

야생당근 분말이 첨가된 귀리식빵에 함유된 일반성분의 함량은 AACC법(2000)으로 수분, 지질, 단백질, 무기질을 분석하였다. 조지방의 정량은 Soxhlet 추출법, 수분함량은 105°C의 상압가열 건조법, 조단백질은 Micro Kjeldahl법, 조회분 및 조섬유는 직접회화법을 이용하여 분석하였다. 무기질은 식품공전(KFDA 2005)의 방법에 따라 시료 0.5 g에 증류수 2 μL와 nitric acid 8 mL를 첨가하여 습식 회화한 후에 증류수를 첨가하여 20 mL로 정용한 용액을 분석시료로 사용하였다. K, Ca, Na, Mg 및 P는 ICP (iCAP6500, Thermo elemental, Cambridge, England)로 분석하였다.

7. 추출물 제조

시료 중량 대비 20배 부피의 70% (v/v) 에탄올을 첨가하여 150 rpm으로 상온에서 24시간 동안 추출한 다음 여과지(No. 2, Whatman, Maidstone, England)를 이용하여 3회 여과하였다. 이 과정을 통해 얻은 여과액을 rotatory vacuum evaporator (N-1110, Eyela, Tokyo, Japan)로 용매를 증발시켜 50 mL까지 농축한 다음 동결 건조한 것을 분석에 사용하였다. 항산화 활성 실험시 추출물 농도는 1,000 μg/mL이었다.

8. 귀리식빵의 항산화 활성

Total polyphenol 함량은 Folin & Denis(1921)의 방법으로 측정하였다. 추출물 1 mL을 취하여 2% (w/v) Na_2CO_3용액 1 mL를 가한 후 3분간 혼합하였다. 그런 다음 50% (v/v)의 Folin-Ciocalteu's phenol 용액 0.2 mL를 가하여 반응시킨 후 UV spectrophotometer (UV-1601, Shimadzu, Tokyo, Japan)를 이용하여 750 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질로는 tannic acid를 이용하여 표준곡선을 작성하였고 이를 바탕으로 tannic acid를 환산하여 mg tannic acid equivalents (TAE)/100 g 으로 나타내었다.

Total flavonoid 함량은 Kang et al.(1996)의 방법에 따라 다음과 같이 측정하였다. 즉, 추출물 400 μL에 diethylene glycol 4 mL와 1 N NaOH 용액 40 μL를 첨가한 후 37°C에서 1시간 반응시킨 다음 420 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질은 rutin을 이용하였으며 total flavonoid 함량은 mg rutin equivalents (RE)/100 g으로 나타내었다.

DPPH (1,1-diphenyl1-2-picrylhydrazyl, Sigma Aldrich, St. Louis, MO, USA) 라디칼 소거능은 Blois(1958)의 방법을 변형하여 다음과 같이 실시하였다. 시료 0.1 mL에 1.5×10^{-4} mM DPPH 용액 1.4 mL를 가하여 실온의 암소에서 30분간 반응시킨 후 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 전자 공여 능력은 시료 첨가구와 비첨가구의 흡광도 차이의 백분율을 계산하였다. 표준물질로는 ascorbic acid를 사용하였다.

9. 통계분석

본 연구에서 얻어진 모든 결과는 SPSS statistics program (SPSS Institute, Chicago, IL, USA)을 이용하여 3회 반복 측정하여 Mean±SD를 구하였으며, 분산분석을 시행하여 유의차 여부를 분석하였다. 시료간의 유의성은 $p<0.05$ 수준에서 Duncan's multiple range test를 이용하여 사후검정을 실시하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 귀리식빵의 색도

야생당근 분말 첨가수준에 따른 식빵의 색도는 <Table 2>와 같다. L(lightness)값은 control이 73.77±0.61로 가장 높았으며 BCB0.5의 64.11±0.34에서 BCB2.5의 42.86±0.96으로 야생당근 분말 첨가량 증가에 따라 지속적으로 감소하였다. 적색도를 나타내는 a(redness)값의 경우 control이 −1.85±0.07로 가장 낮게 나타났으며, 야생당근 분말 첨가량 증가에 따라 유의적으로 높아졌다. b값(yellowness)의 경우에는 control이 13.25±0.47로 가장 높은 값을 나타났으며, 야생당근 분말 첨가 수준에 비례하여 유의적으로 감소하였다. a값의 상승은 붉은 색 계통의 색상이 진해진 것을 의미하며, b값의 하락은 푸른색 계통의 색상이 증가한 것을 의미하는 것으로 이는 야생당근 분말의 자색이 귀리식빵의 색상에 영향을 미쳤다는 것을 의미한다. 색상의 변화 정도를 나타내는 ⊿E 값은 색차계를 이용한 분석에서 중요하게 다뤄지는 값으로 대게의 경우 그 값이 3.0 이상이면 인체가 시각적으로 색상의 차이를 구분할 수 있다고 한다. ΔE 값은 야생당근 분말 첨가량이 2.0% (w/w) 까지는 가파른 증가를 보이다가 2.5% (w/w) 이상 첨가 시에는 증가폭이 둔화되는 양상을 나타내었다. 야생

<Table 2> Color values of oat bread with wild carrot powder

	L	a	b	ΔE[9)]
Control[1)]	73.77±0.61[7,8)a]	-1.85±0.07[f]	13.25±0.47[a]	-
BCB0.5[2)]	64.11±0.34[b]	3.61±0.30[e]	5.60±0.42[b]	118.4
BCB1.0[3)]	56.30±1.00[c]	8.35±0.50[d]	1.09±0.16[c]	324.9
BCB1.5[4)]	50.95±0.37[d]	11.19±0.05[c]	-0.50±0.09[d]	468.1
BCB2.0[5)]	45.94±1.41[e]	12.95±0.40[b]	-1.81±0.02[e]	592.7
BCB2.5[6)]	42.86±0.96[f]	13.65±0.59[a]	-1.76±0.03[e]	637.4

[1)]Control: MWO bread without wild carrot powder, [2)]BCB0.5: MWO bread with wild carrot powder 0.5% (w/w), [3)]BCB1.0: MWO bread with wild carrot powder 1.0% (w/w), [4)]BCB1.5: MWO bread with wild carrot powder 1.5% (w/w), [5)]BCB2.0: MWO bread with wild carrot powder 2.0% (w/w), [6)]BCB2.5: MWO bread with wild carrot powder 2.5% (w/w), [7)]Means±SD (n=3), [8)]Means with different superscripts (a-f) in the same column are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test, [9)]ΔE: $\sqrt{(L_0-L_1)^2+(a_0-a_1)^2+(b_0-b_1)^2}$, color different.

<Table 3> Texture profile analysis of oat bread with wild carrot powder

	Hardness (g_f)	Springiness	Chewiness (g_f)	Gumminess (g_f)	Cohesiveness
Control[1)]	310.74±35.46[8)9)a]	0.91±0.05[NS]	225.47±30.26[c]	257.91±35.58[a]	0.83±0.04[a]
BCB0.5[2)]	301.88±34.97[a]	0.93±0.06	232.85±34.03[c]	223.39±32.54[ab]	0.74±0.03[b]
BCB1.0[3)]	290.56±32.91[ab]	0.92±0.02	250.85±32.92[bc]	203.39±30.51[b]	0.70±0.04[b]
BCB1.5[4)]	286.44±30.44[b]	0.93±0.05	276.97±35.55[abc]	197.64±28.20[b]	0.69±0.03[b]
BCB2.0[5)]	273.83±28.32[bc]	0.94±0.05	312.79±41.81[ab]	191.68±27.69[b]	0.70±0.03[b]
BCB2.5[6)]	261.95±27.32[c]	0.93±0.06	324.96±45.82[a]	180.75±26.69[c]	0.69±0.03[b]

[1)]Control: MWO bread without wild carrot powder, [2)]BCB0.5: MWO bread with wild carrot powder 0.5% (w/w), [3)]BCB1.0: MWO bread with wild carrot powder 1.0% (w/w), [4)]BCB1.5: MWO bread with wild carrot powder 1.5% (w/w), [5)]BCB2.0: MWO bread with wild carrot powder 2.0% (w/w), [6)]BCB2.5: MWO bread with wild carrot powder 2.5% (w/w), [7)]Means±SD (n=3), [8)]Means with different superscripts (a-c) in the same column are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test, [NS)]NS: Not significant.

당근 분말은 어두운 자색을 띄는데 이는 갖는 당 및 산과 함께 배당체인 안토시아닌 이라는 플라보노이드계 색소 성분이 농축된 것으로 이 분말을 제품에 적용할 경우 전체적인 색이 어두워진 것으로 여겨진다. 야생당근 분말과 색상이 유사한 Heo(2008)의 오디분말 첨가 스폰지 케익의 특성 연구, Yoon(2013)의 자색 양배추 분말 첨가에 따른 화이트 레이어 케익과 스팀 케익의 특성 변화 연구의 색도 변화 양상이 매우 유사하였다. 안토시아닌 색소는 가공 과정에 안정성이 떨어지는 색소성분이지만 pH에 따라 색이 변하는 성질을 갖는데 식품의 산도 조절제 또는 발효제품과 혼합 사용 시 다양한 색상의 제품개발 가능성을 시사한다 하겠다.

2. 귀리식빵의 조직감

야생당근 분말이 첨가된 식빵의 조직감 분석결과는 <Table 3>에 나타내었다. 5가지의 측정항목 중 탄성(springiness)을 제외한 경도(hardness), 씹힘성(chewiness), 검성(gumminess) 및 응집성(cohesiveness)의 4가지 항목에서 유의차가 나타났다. 경도와 응집성 및 검성의 경우 야생당근 분말 첨가량이 증가함에 따라 BCB0.0에서 BCB2.5까지 유의적으로 감소하였다. 씹힘성의 경우 야생당근 분말 첨가량이 증가함에 따라 유의적으로 지속적인 증가 양상을 나타내었다. Chabot(1976)는 수분함량, 기공의 발달정도 및 부피 등이 빵의 조직감에 영향을 미치는데 기공이 잘 발달된 빵이 부피가 크고 부드러우며 경도가 낮아진다고 보고하였으며 Kim(1998)은 첨가되는 소재에 따라 달라진다고 보고한 바 있다. 섬유소가 함유된 소재를 제빵에 이용 시 효모의 발효가 저해되며 글루텐 형성을 방해하여 물성에 영향을 미친다는 연구도 보고된 바 있다(Pomeranz et al. 1977). 본 연구에서도 섬유소를 함유한 귀리 및 야생당근 분말을 첨가하여 식빵을 제조하여 분석한 결과 식빵의 전체적인 부피가 control에 비해 감소하였음을 확인할 수 있었다<Figure 1>. 이상의 결과를 종합해 볼 때 야생당근 분말에 함유된 무기질이나 식이섬유소 등의 성분이 빵의 밀가루의 글루텐 형성을 저해 또는 약화시키는 작용을 하여 식빵의 물성에 영향을 미친 것으로 판단된다. 식빵의 물성은 식빵제조에 사용되는 재료들 간의 상호작용, 수분 보수력 등에 영향을 받는데 야생당근 분말이 첨가된 식빵의 조직감 측정 결과와 관능검사 두 가지 측면을 모두 고려하였을 때 일반 소비자들은 씹힘성이 좋으면서 부드러운 식빵을 보다 선호한다는 결과라 여겨진다.

3. 귀리식빵의 관능평가

야생당근분말이 첨가된 귀리식빵에 대한 관능검사 결과는 <Table 4>와 같다. 색(color), 향미(flavor), 맛(taste), 조직감(texture) 및 전체적인 평가(overall quality)에 대한 관능평가 결과 색과 향미에서는 BCB2.5, 맛, 조직감 및 전체적인 평가에서는 BCB2.0이 유의적으로 높은 기호도 값을 나타내었

<Figure 1> Products of oat bread with wild carrot powder.

다. 색의 경우 야생당근 분말 첨가량이 증가할수록 기호도가 지속적으로 증가하였다. 향미의 경우 BCB0.5, BCB1.0 및 BCB1.5는 control에 비해 기호도가 낮았으나 BCB2.0과 BCB2.5의 경우는 control에 비해 기호도가 높았다. 맛과 조직감 및 전제적인 평가 모두 BCB2.0 즉 2.0% (w/w)까지는 첨가량이 증가함에 따라 기호도가 유의적으로 증가하였다. Park(2017)은 소비자들이 빵 선택 시 건강과 기호를 중요시하여 유색 빵에 첨가되는 재료의 기능성에 대한 관심으로 기호도가 상승하였다고 보고하였다. 본 연구에서도 야생당근 분말을 귀리식빵에 적용하여 제조한 유색의 귀리식빵이 일반 식빵에 비해 경도가 낮은 부드러운 식감을 형성한 점이 기호도에 긍정적으로 작용하였다 판단된다. BCB2.5의 경우 색과 향미를 제외한 맛, 조직감 및 전체적인 평가에서 BCB2.0에 비해 기호도가 감소한 결과를 나타내어 귀리식빵 제조 시 야생당근 분말의 첨가량은 밀가루 중량의 2.0% (w/w)가 바람직한 것으로 판단되어 이후 일반성분, 항산화 활성 및 효소활성 분석은 BCB2.0에 대하여 실시하였다.

4. 귀리식빵의 일반성분 및 무기질

일반성분과 무기질 분석은 앞서의 연구 결과 중 관능적 특성에서 가장 우수한 결과를 나타낸 귀리식빵(BCB2.0)에 대하여 분석하였고 그 결과는 <Table 5 및 6>에 나타내었다. 농촌진흥청에서 발간한 식품성분표(RDA 2016)에서는 일반 밀가루를 사용하여 제조한 식빵의 일반성분 분석결과가 가식부 100 g 당 수분은 33.8 g, 탄수화물 51.1 g, 단백질 8.3 g, 지방 5.2 g, 회분은 1.6 g이었다. BCB2.0에 대한 일반성분 분석결과 수분함량은 44.00±0.52 g, 탄수화물은 42.7±0.43 g, 단백질은 8.9±0.06 g, 조지방은 3.0±0.02 g, 조회분은 1.4±0.02 g으로 나타났다. 귀리 분말과 야생당근 분말이 함유된 식빵이 일반 식빵에 비해 수분 및 단백질 함량은 상대적으로 높은 반면 탄수화물, 지방 및 회분함량은 낮은 것으로 나타났지만 그 차이는 작았다. 이는 식빵의 제조 과정에서 첨가된 귀리의 일반성분과 야생당근 분말에 첨가가 영향을 미친 것으로 본 연구에서 제조한 식빵이 일반 식빵에 비해 영양학적으로 우수한 저지방 식빵임을 의미한다 할 수 있겠다.

<Table 4> Sensory evaluations of oat bread with wild carrot powder

	Color	Flavor	Taste	Texture	Overall quality
Control1[1)]	3.00±0.67[c]	5.00±0.82[b]	4.40±1.07[c]	2.60±0.70[f]	2.90±0.74[e]
BCB0.5[2)]	2.50±0.71[c]	3.80±0.79[c]	2.20±0.79[e]	2.90±0.74[e]	2.10±0.74[f]
BCB1.0[3)]	4.70±1.16[b]	2.40±0.70[d]	3.10±0.88[d]	4.10±0.88[d]	4.60±0.84[c]
BCB1.5[4)]	4.10±1.37[b]	2.90±0.99[d]	5.10±0.88[bc]	5.00±0.67[c]	3.90±0.74[d]
BCB2.0[5)]	6.10±0.57[a]	6.60±0.52[a]	6.60±0.70[a]	6.80±0.42[a]	6.80±0.42[a]
BCB2.5[6)]	6.80±0.42[a]	6.61±0.57[a]	5.90±0.99[ab]	6.00±1.68[b]	6.10±0.57[b]

[1)]Control: MWO bread without wild carrot powder, [2)]BCB0.5: MWO bread with wild carrot powder 0.5% (w/w), [3)]BCB1.0: MWO bread with wild carrot powder 1.0% (w/w), [4)]BCB1.5: MWO bread with wild carrot powder 1.5% (w/w), [5)]BCB2.0: MWO bread with wild carrot powder 2.0% (w/w), [6)]BCB2.5: MWO bread with wild carrot powder 2.5% (w/w), [7)]Means±SD (n=3), [8)]Means with different superscripts (a-f) in the same column are significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

<Table 5> General compositions of oat bread with wild carrot powder 2.0% (w/w) (g/100 g)

Moisture	Carbohydrate	Crude protein	Crude fat	Crude ash
44.00±0.52[1)]	42.7±0.43	8.9±0.06	3.0±0.02	1.4±0.02

[1)]Mean±SD (n=3)

<Table 6> Mineral contents of oat bread with wild carrot powder 2.0% (w/w) (mg/100 g)

Ca	K	P	Mg	Na
27.75±0.34[1)]	110.11±0.75	83.91±0.09	25.81±0.18	395.19±1.53

[1)]Mean±SD (n=3)

<Table 7> The antioxidant activities comparison of the wild carrot powder, oat bread without and with wild carrot powder

Variables	WCP[1)]	Control[2)]	BCB2.0[3)]
Total flavonoid (mg TAE/100 g)	388.15±9.59[4)a5)]	32.18±2.25[b]	36.26±1.24[b]
Total polyphenol (mg RE/100 g)	131.52±6.29[a]	10.45±1.23[c]	52.12±5.28[b]
DPPH radical activity (%)	97.79±1.24[a]	2.56±0.50[c]	19.86±1.43[b]

[1)]WCP: wild carrot powder, [2)]Control: MWO bread without wild carrot powder, [3)]BCB2.0: MWO bread with wild carrot powder 2.0% (w/w), [4)]Mean±SD (n=3), [5)]Means with different superscripts (a-c) in the same column are significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

무기질 성분 분석 결과 함유량이 가장 높은 무기질은 Na으로 395.19±1.53 mg이었고, 다음으로 K이 110.11±0.75 mg, P은 83.91±0.09 mg, Ca은 27.75±0.34 mg, Mg은 25.89±0.18 mg이었다. Na과 K의 함량이 다른 무기질에 비해 상대적으로 높았다. Na과 K은 인체의 산알칼리 평형, 삼투압 조절 등의 역할을 하는 대표적인 다량 무기질로 야생당근 첨가 식빵은 이러한 Na 이나 K의 좋은 급원식품으로 역할을 할 수 있을 것으로 판단된다.

5. 귀리식빵의 총 플라보노이드, 총 폴리페놀 및 항산화능

귀리식빵에 대한 항산화능 측정은 식빵의 원료인 야생당근분말(WCP), 야생당근 분말을 첨가하지 않은 귀리식빵(control) 및 야생당근 분말이 2.0% (w/w) 첨가된 귀리식빵(BCB2.0)에 대하여 분석하였으며 그 결과는 <Table 7>에 나타내었다. 총 플라보노이드, 총 폴리페놀 함량 및 DPPH 소거능 모두 야생당근 분말이 가장 높은 값을 나타내었다. DPPH 소거능과 총 폴리페놀 및 총 플라보노이드 함량은 항산화 활성과 높은 상관관계를 갖는 것으로 알려져 있다. DPPH는 자유라디칼을 지닌 물질로 전자를 반응계에 공여하여 인체 내에서 지질의 산화는 물론 활성 라디칼을 제어할 수 있기 때문에 산화억제 정도의 측정의 척도로 주로 이용된다. 폴리페놀에 함유된 hydroxy기는 DPPH 라디칼과 반응하여 free radical을 제거하기 때문에 활성이 높다고 보고된 바 있다(Chen & Ho 1997). 본 연구의 주요 소재인 야생당근 분말은 색이 자색을 띄며 함유된 성분 대부분이 폴리페놀성분으로 구성되어 있기 때문에 DPPH 활성 또한 유의적으로 높게 측정되었다. 야생당근 분말을 첨가하지 않은 귀리식빵과 관능검사결과 기호도가 가장 높았던 식빵(BCB2.0)의 비교에서는 야생당근 분말이 첨가된 식빵에서 총 플라보노이드, 총 폴리페놀함량 및 DPPH 소거능이 높았지만 총 플라보노이드 함량은 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 천연물에 대한 항산화능에 대한 연구들의 결과들은 항산화능과 총 폴리페놀함량 및 총 플라보노이드 함량의 연관성이 높으며 총플라보이드 함량 보다는 총 폴리페놀에 대한 연관관계가 더 크다고 한다(Kim et al. 2010). 본 연구 결과에서도 DPPH 소거능이 야생당근 분말이 첨가된 귀리식빵(BCB2.0)은 야생당근 분말(WCP) 대비 20.3%의 소거능을 나타내었으나 야생당근 분말이 첨가되지 않은 일반 식빵인 control은 그보다는 낮은 2.05%의 소거능을 보였다. 야생당근 분말을 첨가한 귀리식빵이 상대적으로 높은 DPPH 소거능 활성을 나타내어 Kim et al.(2010)의 연구결과를 재확인할 수 있었다. 이는 귀리식빵 제조 시 첨가되는 귀리분말과 함께 야생당근 분말에 함유된 플라보노이드 성분과 폴리페놀 성분이 복합적으로 영향을 미친 것으로 생각되며 야생당근분말이 첨가된 귀리식빵이 생리활성 효과가 우수하다는 결과를 보여준 것으로 판단된다.

IV. 요약 및 결론

본 연구에서는 기능성이 강화된 식빵을 제조하고자 야생당근 분말(0-2.5% (w/w))을 첨가하여 귀리식빵을 제조한 후 품질평가를 실시하였다. 야생당근 분말 첨가량이 증가함에 따라 야생당근 분말의 영향으로 L값과 b값은 감소하였으나 a값은 유의적으로 증가하였다. 조직감의 경우 야생당근 분말 첨가에 따라 전체적인 식빵의 부피가 감소하였고 경도, 검성 및 응집성은 감소하는 양상을 나타내었다. 탄성의 경우는 0.91-0.94의 값을 나타내었지만 시료간의 유의차는 없었다. 야생당근 분말을 0-2.5% (w/w) 첨가한 귀리식빵의 관능평가 결과는 5가지의 측정 항목 모두에서 유의차가 나타났다. 야생당근 분말을 2.0% (w/w) 첨가한 귀리식빵이 맛, 조직감 및 전체적인 평가 3가지 항목에서 가장 높은 기호도를 나타내어 귀리식빵 제조 시 야생당근 분말은 2.0% (w/w) 첨가하는 것이 바람직한 것으로 분석되었다. 관능평가 결과가 가장 좋았던 귀리식빵의 일반성분과 무기질 성분을 분석한 결과 일반식빵에 비해 야생당근 분말이 첨가된 귀리식빵이 지방 함량이 상대적으로 낮았고 무기질 중에는 나트륨과 칼륨의

함량이 높은 것으로 나타났다. 총 플라보노이드 및 총폴리페놀 함량 또한 control에 비해 야생당근 분말이 첨가된 귀리식빵(BCB20)이 높았다. 야생당근 분말이 2.0% (w/w) 첨가된 귀리식빵(BCB2.0)의 DPPH 소거능은 야생당근 분말(WCP) 대비 20.3%의 소거능을 나타내어 야생당근 분말 무첨가 귀리식빵인 control에 보다 우수한 항산화능을 보였다. 이상의 결과를 고려할 때 다소비 식품 중 하나인 식빵에 야생당근 분말을 첨가함으로써 야생당근의 이용가치와 활용도를 높였다 판단된다.

Conflict of Interest

No potential conflict of interest relevant to this article was reported.

References

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

Anderson JW, Tietyen CJ. 1986. Dietary fiver: hyper lipidemia, hypertension, and coronary heart disease. Am. J. Gastroenterol., 81(10):907-919

Arscott SA, Simon PW, Tanumiharjo SA. 2010. Anthocyanins in purple-orange carrots (Daucus carota L.) do not influence the bioavailability of beta-carotene in toung women. J. Agric. Food Chem., 58(5):2877-2881

Blois MS. 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. Nature, 181(4617):1199-1200

Chabot JF. 1976. Preparation of food science sample for SEM. Scanning Electron Microscopy, 3(3):279-283

Chen JH, Ho CT. 1997. Antioxidant activities of caffeic acid and its related hydroxycinnamic acid compounds. J. Agric. Food Chem., 45(7):2374-2378

Folin O, Denis W. 1921. On phosphotungstic-phosphomolybdic compounds as color reagents. J. Biol. Chem., 12(2):239-243

Hassellund SS, Flaa A, Kjeldsen SE, Seljefot I, Karlsen A, Erlund I, Rostrup M. 2013. Effects of anthocyanins on cardiovascular risk factors and inflammation in pre-hypertensive men: a double-blind randomized placebo-controlled crossover study. J. Hum. Hypertension, 27(2):100-106

Heo MS. 2008. Quality characteristics of sponge cake with addition of mulberry powder. MS Thesis Sejong University, Seoul. pp 25

Kang YH, Park YK, Lee GD. 1996. The nitrite scavenging and electron donating ability of phenolic compounds. Korean J. Food Sci. Technol., 28(2):232-239

KFDA. 2005. Korean food standard codex. Korea Food and Drug Administration. Osong, Chungcheong. Korea

Kim BY, Choi HS, Ryu ES. 2014. Quality characteristics of cookies prepared with oat barley powder. J. Food Cook Sci., 30(4):428-434

Kim MH, Jo SH, Jang HD, Lee MS, Kwon YI. 2010. Antioxidant activity and α-glucosidase inhibitory potential of onion (Allium cepa L.) extracts. Food Sci. Biotechnol., 19(1):159-164

Kim WM, Lee YS. 2004. A study on the utilization state and the choice factors of the functional bakery products. Korean J. Culinary Research, 10(1):1-15

Kim YS. 1998 Quality of wet noodle prepared with wheat flour and mushroom powder. Korean J. Food Sci. Technol., 30(6):1373-1380

Lila MA. 2004. Anthocyanins and human health: An in vitro investigative approach. J. Biomes. Biotechnol., 2004(5): 316-313.

Metzger BT, Barnes DM, Reed JD. 2008. Purple carrot (Daucus carota L.) polyacetylenes decrease lipopolysaccharide-induced expression of inflammatory proteins in macrophage and endothelial cells. J. Agric. Food Chem., 56(10):3554-3560

Moon HJ, Joo NM. 2006. Effect of prefermented culture on bread quality. Korean J. Food Cookery Sci., 22(3):270-281

Nicoue EE, Savard S, Belkacemi K. 2007. Anthocyanins in wild blueberries of quebec: extraction and identification. J. Agric. Food Chem., 55(14):5626-2635

Park JK, Kang MS, Kim HI, Chung BH, Lee KH, Moon WK. 2003. Study on immuno-stimulating activity of β-glucan isolated from the cell wall of yeast mutant Saccharomyces cerevisiae IS2. Korean J. Food Sci. Technol., 35(3):488-492

Park LY. 2017. Effect of lotus leaf on the quality characteristics and antioxidant properties of bread. Korean J. Food Preserv., 24(2):266-273

Park SM, Kang SN, Jeong DY, Jeong SY, Park JJ, Yun HS. 2015. Cyanidin and malvidin in aqueous extracts of black carrots fermented with Aspergillus oryzae prevent the impairment of energy, lipid and glucose metabolism in estrogen-deficient rats by AMPK activation. Genes & Nutrition, 10(6):1-14

Pomeranz Y, Shogren MD, Finney KF, Bechtel DB. 1977. Fiber in breadmaking-effects on functional properties. Cereal Chem., 54:25-41

RDA. 2016. Korean food composition table, 9th revision. National Institute of Agricultural Science. Jeonbuk, Korea, pp 180-183

Seo YK, Whang K. 1998. In vitro cholesterol adsorption activity of oat gum. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 27(4):785-788

Yoon SB. 2013. Study on the characteristic of white layer cake and steam cake with purple cabbage powder. MS Thesis Sejong University, Seoul, Korea, pp 98

Received November 15, 2017; revised February 7, 2018; accepted February 8, 2018