

아로니아 부산물 분말 첨가 쌀 영양바의 품질 특성

류혜숙 · 최해연* · †주신윤**

상지대학교 식품영양학과, *공주대학교 식품과학부 외식상품학과, **대진대학교 식품영양학과

Quality Characteristics of Rice Nutritional Bar added with Aronia Byproducts Powder

Hye-Sook Ryu, Hae-Yeon Choi* and †Shin-Youn Joo**

Dept. of Food Science and Nutrition, Sangji University, Wonju 26339, Korea

**Dept. of Food Service Management and Nutrition, Kongju National University, Yesan 32439, Korea*

***Dept. of Food Science and Nutrition, Daejin University, Pocheon 11159, Korea*

Abstract

The quality characteristics, total phenolic content, anthocyanin content, and DPPH radical scavenging activity of rice nutritional bar with added powder of aronia byproducts were investigated in this study. The rice nutritional bar was prepared by adding aronia byproducts powder at concentrations of 0%, 2%, 4%, and 6%. The pH of the rice nutritional bar batter was lowered for the control and 2% aronia byproducts powder was added. The moisture content, baking loss rate, leavening rate and specific volume of the rice nutritional bar decreased with as the aronia byproducts powder content increased. In relation to measurements of the colors of the rice nutritional bar crust and crumbs, as the content of aronia byproducts powder increased, the L and b values decreased while the a value increased. From texture analysis, the hardness and chewiness increased according to the level of added aronia byproducts powder, but the springiness and cohesiveness decreased. The total phenolic content, anthocyanin content, and DPPH radical scavenging activity showed the highest values in the rice bar with 6% aronia byproducts powder added. According to a sensory evaluation, overall preference was highest for the rice bar with 4% added aronia byproducts powder, whereas the color and taste was rated higher for the rice bar added with 4% and 6% aronia byproducts powder.

Key words: rice nutritional bar, aronia byproducts, quality characteristics, DPPH radical scavenging activity

서 론

최근 소비자들의 경제적 수준이 향상되고, 건강에 대한 관심이 증가하면서 식생활에 변화를 가져와, 건강 지향적 식품에 대한 소비자의 욕구가 높아지고 있다(Park 등 2014). 또한 식품문화의 단순화, 간편화, 외식화가 이루어지면서 제과 및 제빵제품이 우리 식생활에서 차지하는 비율이 점점 커지고 있는 추세이다(Jeong 등 2014). 이에 밀가루만을 이용한 기존의 베이커리 제품보다는 기능성 성분을 함유한 건강 기능성 제품들의 수요가 증가하고 있으며(Lee KS 2008), 밀 단백질

인 글루텐이 알레르기나 셀리악병 등을 유발한다고 알려져, 최근 글루텐이 없는 식품을 개발하려는 연구가 이루어지고 있다(Song & Shin 2007; Lazaridou 등 2007). 영양적으로 우수하다고 알려진 쌀은 밀을 대체할 수 있는 좋은 원료로 알려지면서 글루텐 프리 베이커리 제품을 개발하는데 이용되고 있다(Shin 등 2010; Renzetti 등 2008). 소비자의 베이커리 제품에 대한 선호도가 높아지고, 소비가 증가하고 있는 추세를 고려하여, 소비자의 기호성을 충족할 수 있는 다양한 쌀 베이커리 제품의 개발이 필요한 실정이다(Kim & Shin 2009). 최근 쌀을 이용한 베이커리 제품에 기능성 소재를 첨가한 연구로

† Corresponding author: Shin-Youn Joo, Dept. of Food Science and Nutrition, Daejin University, Pocheon 11159, Korea. Tel: +82-31-539-1865, Fax: +82-31-539-1860, E-mail: jsysy0506@daejin.ac.kr

는 머루 분말 첨가 쌀 시폰 케이크(Bing & Chun 2015), 숙지황 첨가 쌀 쿠키(Shin 등 2015), 솔잎분말과 생즙 첨가 쌀 마들렌(Kim 등 2014b), 블루베리 가루 첨가 쌀 파운드케이크(Lee & Lee 2013) 등이 있다.

아로니아(*Aronia melanocarpa*)는 장미과(Rosaceae)에 속하는 베리류의 식물열매로, 안토시아닌이 풍부하다(Wu X 2004). 아로니아의 생리적 기능으로는 항산화 및 항알레르기 효과(Jeong JM 2008), 항염증(Ohgami 등 2005), 위 보호 효과(Niedworok 등 1997), 면역조절기능 활성화(Gasiorowski 등 2000) 등이 보고되고 있다. 최근 아로니아를 첨가한 식빵, 머핀, 청포묵 등의 제품개발 연구들이 이루어지고 있지만, 아로니아 특유의 떫고 쓴맛으로 인해 다양한 식품 적용에 한계가 있어 실제 판매되고 있는 제품으로는 아로니아 착즙액, 아로니아 엑기스, 아로니아 분말 등의 단순가공품으로 국한되어 있다(Park 등 2014; Yoon 등 2014; Park & Chung 2014; Hwang & Thi 2014). 아로니아의 착즙 수율은 일반적으로 60~70% 수준으로 높지 않으며(Yoon 등 2013), 단순가공품으로 판매되고 있는 착즙액의 부산물은 폐기되고 있는 실정이다. 아로니아 착즙액의 부산물은 대부분 과육 및 씨, 껍질로 이루어져 있으며, 아로니아의 안토시아닌은 과육과 씨를 보호하는 껍질에 다량으로 포함하고 있다(Xianli 등 2004)고 알려져 있어 버려지는 부산물의 활용방안이 필요하다.

이에 본 연구에서는 아로니아 착즙액 제조 시 발생하는 부산물을 활용하기 위해 아로니아의 쓴맛과 떫은맛을 감소시킬 수 있는 우유, 버터, 설탕 등을 첨가한 쌀 영양바를 개발하여 품질 특성 및 기호성을 측정하였고, 아로니아 부산물 분말 첨가 영양바의 항산화 물질 및 DPPH 라디칼 소거능을 측정하여 건강 지향적 식품에 대한 소비자의 욕구를 충족할 수 있는 글루텐 프리 베이커리 제품으로서의 응용 가능성이 있는지 살펴보고자 하였다.

재료 및 방법

1. 실험재료

본 실험에서 사용한 아로니아는 충남 서천에서 2014년 8월에 수확한 것으로 현지 농장에서 구매하여 사용하였다. 세척한 아로니아를 착즙(He-DBF04, Hurom, Kimhae, Korea)한 후 남은 과육을 동결건조(TD5508 Freeze dryer, Inshin Lab. Co., LTD, Seoul, Korea)하여 분쇄하고, 40 mesh의 표준망체에 내려 시료로 이용하였다. 쌀 영양바 제조에 사용된 쌀가루(Nabigolnonghyup, Jeonnam, Korea), 설탕(Cheiljedang Corporation, Seoul, Korea), 달걀(Moguchon, Seoul, Korea), 버터(Seoulmilk, Yangju, Korea), 우유(Seoulmilk, Yangju, Korea), 소금(Haepyo, Seoul, Korea), 베이킹파우더(Poongjeon, Jecheon, Korea), 레몬

즙(Polenghi Las, Milano, Italy)은 대형마트에서 구입하여 사용하였다.

2. 쌀 영양바 제조

아로니아 쌀 영양바는 Cho 등(2013)의 제조방법을 참고하여 Table 1과 같은 재료와 분량으로 제조하였다. 안토시아닌 색소는 pH가 낮은 산성용액에서 안정한 적색을 나타내지만, 중성 또는 알칼리에서는 불안정한 청색을 나타내는 성질(Markakis P 1974)이 있어, 아로니아 쌀 영양바 제조 시 레몬즙을 첨가하여 아로니아 쌀 영양바의 적색을 유지하였다. 또한 레몬즙의 첨가량은 예비실험을 통해 결정하였다. 아로니아 쌀 영양바의 제조는 먼저 반죽기(5K5SS, Kitchenaid, Michigan, USA)의 믹싱볼에 버터를 넣고, 1분간 부드럽게 풀어준 후 설탕을 넣고 4분 동안 크림화하였다. 여기에 달걀을 3회 나누어 넣으며, 2분간 섞어준 후 체친 쌀가루, 아로니아 부산물 분말, 소금 및 베이킹파우더를 넣어 가볍게 혼합하면서 우유를 넣고 섞어주었다. 마지막으로 레몬즙을 섞어 반죽을 완성한 후, 팬(가로 8 cm×세로 4 cm×높이 2 cm)에 25 g씩 취하여 180°C로 예열된 오븐(FDO-7102, Daeyoung, Daejeon, Korea)에서 13분간 구웠다. 완성된 쌀 영양바는 실온에서 1시간 냉각 후 시료로 사용하였다.

3. pH 및 수분 함량 측정

아로니아 쌀 영양바의 pH는 시료 10 g에 증류수 90 mL를 가하고, 10,000 rpm에서 30초간 균질기(Polytron PT-MR 2100, Kinematica, Luzern, Switzerland)로 균질화 시킨 후 여과(Whatman NO. 2, Whatman International Ltd, Maidstone, UK)하여 pH meter(Corning 340, Mettler Toledo, Leicester, UK)로 측정하였다. 수분 함량은 시료 1 g을 사용하여 적외선 수분측정기(MB45 Moisture Analyzer, Ohaus Corporation, Zurich, Switzerland)로

Table 1. Formulations of rice nutritional bar added with aronia byproducts powder

Ingredients (g)	Aronia byproducts powder levels (%)			
	0	2	4	6
Aronia powder	0	4	8	12
Rice powder	200	196	192	188
Sugar	100	100	100	100
Egg	80	80	80	80
Butter	75	75	75	75
Milk	90	90	90	90
Salt	2	2	2	2
Baking powder	4	4	4	4
Lemon juice	20	20	20	20

측정하였으며, pH와 수분 함량의 실험결과는 5회 반복하여 얻은 평균값과 표준편차로 나타내었다.

4. 굽기 손실률, 팽창률 및 비용적 측정

아로니아 쌀 영양바의 굽기 손실률(baking loss rate)과 팽창률(leavening rate)은 쌀 영양바를 굽기 전과 후의 무게를 이용하여 다음의 식에 의하여 계산하였다(Joo & Choi 2012).

$$\text{Baking loss rate(\%)} = \frac{\text{굽기 전} \cdot \text{후 영양바 한 개의 중량 차(g)}}{\text{굽기 전 영양바 한 개의 중량(g)}} \times 100$$

$$\text{Leavening rate(\%)} = \frac{\text{굽기 전} \cdot \text{후의 실험군 영양바의 중량 차(g)}}{\text{굽기 전} \cdot \text{후의 대조군 영양바의 중량 차(g)}} \times 100$$

비용적(specific volume)은 종자치환법을 이용하여 부피를 측정한 후 다음의 식에 의하여 계산하였다(AACC 1995).

$$\text{Specific volume(mL/g)} = \frac{\text{굽기 후 영양바 한 개의 부피(mL)}}{\text{굽기 전 영양바 한 개의 중량(g)}} \times 100$$

5. 색도 측정

쌀 영양바를 일정한 크기(가로 30 mm×세로 30 mm×높이 15 mm)로 잘라, 윗면의 색도와 내부의 색을 각각 측정하였다(Cho 등 2013). 색도는 색도계(CR-300, Minolta Co., Osaka, Japan)를 이용하여 L값(lightness), a값(+red/ - green), b값(+yellow/ - blue)으로 나타내었고, 이때 사용한 표준 백색판(standard plate)은 L값 97.26, a값 -0.07, b값 +1.86이었다. 각 실험은 10회 반복 측정하여 평균값과 표준편차로 나타내었다.

6. 조직감 측정

조직감은 texture analyzer(TA-XT2, Stable Micro System Ltd., Haslemerd, UK)를 사용하여 texture profile analyzer를 실시하였다. 시료는 가로, 세로, 높이를 각각 15 mm, 15 mm, 15 mm로 하여 측정하였고, round probe(75 mm diameter)를 사용하였다. 측정조건은 pre-test speed 2.0 mm/sec, test speed 1.0 mm/sec, post-test speed 5.0 mm/sec, test distance 7.0 mm, trigger force 5 g이었다. 경도(hardness), 부착성(adhesiveness), 탄성(springiness), 응집성(cohesiveness), 검성(gumminess), 씹힘성(chewiness)을 측정하였고, 실험결과는 10회 반복 측정하여 평균값과 표준편차로 나타내었다.

7. 총 페놀 함량 측정

총 페놀 함량은 선행연구(Lin & Tang 2007)의 방법을 참고하여 측정하였다. 시료 10 g에 ethanol 90 mL를 넣고, 15,000

rpm에서 30초 동안 균질화(Polytron PT-MR 2100, Kinematica, Luzern, Switzerland)시켰다. 균질화된 용액을 20°C의 shaking incubator(SI-900R, Jeio Tech, Kimpo, Korea)에서 150 rpm으로 하루 동안 추출하였고, 그 추출액을 여과(Whatman NO. 2, Whatman International Ltd, Maidstone, UK)하여 희석한 후 시료액으로 사용하였다. 증류수 2 mL에 시료액 0.1 mL를 넣고, 2 N Folin-Ciocalteu reagent 0.2 mL를 가하여 혼합한 후 3분간 정치하였다. 여기에 10% sodium carbonate(Na₂CO₃) 2 mL를 넣고 암실에서 1시간 방치한 다음, 분광광도계(Jasco V-530, Jasco Co., Ltd., Kyoto, Japan)를 사용하여 765 nm에서 흡광도를 측정하였다. Gallic acid(Sigma Aldrich Chemical Co. St. Louis, MO, USA)를 사용하여 작성한 표준 검량선을 이용하여 총 페놀 함량을 계산하였고, 시료 100 g 중의 mg gallic acid(mg GAE/100 g)로 나타내었다.

8. 안토시아닌 함량 측정

안토시아닌 함량은 Jang 등(2006)의 방법에 따라 측정하였다. 시료 3 g에 추출용매(EtOH:H₂O:HCl=85:13:2) 60 mL를 넣고, 15,000 rpm에서 30초간 균질화하였다. 균질액을 20°C, 150 rpm에서 1시간 동안 진탕하고 그 여과액을 희석한 후 530 nm에서 흡광도를 측정하여 계산식, antocyanin content(mg/mL) = O.D.×희석배수/65.1에 의하여 안토시아닌 함량을 산출하였다. 실험은 3회 반복하여 평균값과 표준편차로 나타내었다.

9. DPPH 라디칼 소거능 측정

DPPH 라디칼 소거활성은 Lee 등(2007)의 방법에 따라 측정하였다. 시료 10 g에 ethanol 90 mL를 넣고 균질화시킨 후, 20°C에서 진탕(150 rpm, 24시간)하여 그 여과액을 사용하였다. DPPH 용액(1.5×10⁻⁴ M) 1 mL에 시료액 4 mL를 가하여 교반한 후, 암실에서 30분간 정치하였다. 반응물의 흡광도는 517 nm에서 측정하였고, 시료액 대신 ethanol을 가한 대조군의 흡광도를 함께 측정하였다. 계산식, scavenging activity(%) = 100 - [(O.D. of sample/O.D. of control)×100]에 의하여 라디칼 소거능을 산출하였다. 실험결과는 3회 반복하여 평균값과 표준편차로 나타내었다.

10. 관능검사

아로니아 부산물 분말을 첨가한 쌀 영양바의 관능검사는 공주대학교 외식상품학과 학생 20명을 대상으로 평가기준, 평가용어 등에 대해 숙지시킨 후 실시하였다. 시료는 물과 함께 흰색 접시에 담아 동시에 제공하였고, 한 개의 시료를 먹은 후 다음 시료를 평가하기 전에는 입 안을 물로 헹군 뒤 시행하도록 하였다. 기호도 및 특성강도는 7점 척도법(1점: 아주 나쁘다 또는 아주 약하다, 7점: 아주 좋다 또는 아주 강

하다)으로 나타냈다. 기호도 평가항목으로 전반적인 기호도 (overall preference), 외관(appearance), 색(color), 향미(flavor), 맛(taste), 조직감(texture)을 측정하였고, 특성강도의 평가항목으로는 자주색(purple color), 신맛(sour taste), 부드러움(softness), 후미(after taste)을 측정하였다.

11. 통계처리

본 실험의 결과는 SPSS 21.0(Statistical Package for Social Sciences, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하여 평균과 표준편차로 나타냈다. 유의성검증을 위하여 분산분석(ANOVA)을 시행한 후, 시료 간 차이의 유무를 Duncan's multiple range test로 비교 분석하였다($p < 0.05$).

결과 및 고찰

1. pH 및 수분 함량

아로니아 쌀 영양바의 pH와 수분 함량 측정 결과는 Table 2와 같다. 대조군과 아로니아 부산물 분말 2% 첨가군의 pH는 아로니아 부산물 분말 4%와 6% 첨가군의 pH에 비해 유의적으로 낮았다($p < 0.05$). 이는 아로니아 부산물 분말(pH 3.75)이 쌀가루(pH 5.97)에 비해 낮은 pH를 가지고 있어, 시료 대체량이 많아질수록 pH가 낮아진 것으로 생각된다. Cho 등(2013)은 인삼씨박 분말 첨가 영양바의 pH 측정결과, 인삼씨박 분말 첨가군의 pH가 대조군보다 낮게 나타났으며, 이는 인삼씨박 분말의 pH가 낮아서 반죽의 pH가 낮아졌다고 보고한바 있다.

아로니아 쌀 영양바의 수분 함량은 대조군이 30.42%, 시료 2~6% 첨가군이 28.20~29.66%를 나타내어 시료 첨가량이 증가할수록 쌀 영양바의 수분 함량이 감소하는 것을 알 수 있었다($p < 0.05$). 쌀가루를 대체하여 첨가한 아로니아 부산물 분말이 쌀 영양바의 수분 함량에 미치는 영향을 살펴보기 위해 쌀가루와 시료의 수분 함량을 측정한 결과, 아로니아 부산물 분말은 5.88%, 쌀가루는 8.76%를 나타내었다. 따라서 시료

첨가량이 증가할수록 쌀 영양바의 수분 함량이 감소하는 것은 아로니아 부산물 분말의 수분 함량이 쌀가루에 비해 낮아서 나타난 결과라 사료된다.

2. 굵기 손실률, 팽창률 및 비용적

아로니아 쌀 영양바의 굵기 손실률, 팽창률 및 비용적 측정 결과는 Table 2와 같다. 굵기 손실률은 대조군이 12.48%로 시료 첨가군의 10.79~12.01% 보다 높게 나타나, 아로니아 부산물 분말의 첨가가 쌀 영양바의 굵기 손실률을 감소시키는 것으로 보였다($p < 0.05$). 인삼씨박 분말을 첨가한 영양바의 연구(Cho 등 2013)에서도 시료 첨가량이 증가함에 따라 굵기 손실률이 낮아져 본 연구 결과와 일치하였다. 팽창률은 시료 첨가군이 대조군보다 감소하는 경향을 보였고, 비용적은 대조군, 2% 첨가군, 4% 첨가군, 6% 첨가군에서 각각 1.51, 1.43, 1.38, 1.37 mL/g으로 나타나 대조군이 가장 높았다($p < 0.05$). 블루베리 가루 첨가 쌀 파운드케이크 연구(Lee & Lee 2013)에서도 블루베리 가루 첨가군의 비용적은 대조군에 비해 감소하였는데, 이는 시료의 첨가량이 증가할수록 반죽에 혼입된 공기의 양이 감소되어 나타난 결과라고 보고하였다.

3. 색도

아로니아 쌀 영양바의 껍질(crust)과 내부(crumb)의 색도 측정 결과는 Table 3과 같다. 쌀 영양바 껍질의 L값은 대조군이 83.23으로 높게 측정되었고, 2%, 4%, 6% 첨가군이 각각 45.84, 36.36, 31.37로 낮게 측정되어, 아로니아 부산물 분말 첨가량에 따라 유의적으로 감소하는 경향을 보였다($p < 0.05$). 적색을 나타내는 a값은 L값과 반대로 대조군이 -4.94, 시료 첨가군이 24.98~28.02로 측정되어 시료 첨가량이 증가할수록 쌀 영양바의 a값이 높아짐을 알 수 있었다($p < 0.05$). 황색도 b값은 대조군(25.97)이 가장 높았고, 시료 첨가군(4.81~6.09)이 낮은 값을 나타내어, 시료 첨가량이 많아질수록 황색도는 감소하는 유의적인 차이를 보였다($p < 0.05$). 쌀 영양바 내부의

Table 2. The pH, moisture content, baking loss rate, leavening rate and specific volume of rice nutritional bar added with aronia byproducts powder

Parameters	Aronia byproducts powder levels (%)			
	0	2	4	6
pH	4.87±0.01 ^{1)a}	4.78±0.01 ^a	4.64±0.01 ^b	4.66±0.12 ^b
Moisture content (%)	30.42±0.41 ^a	29.66±0.89 ^{ab}	28.93±0.07 ^{bc}	28.20±0.30 ^c
Baking loss rate (%)	12.48±1.10 ^a	12.01±0.67 ^{ab}	10.79±0.71 ^{bc}	11.14±0.43 ^c
Leavening rate (%)	100	96.30±4.75 ^a	85.40±4.75 ^b	90.21±4.75 ^b
Specific volume (mL/g)	1.51±0.06 ^a	1.43±0.03 ^{ab}	1.38±0.12 ^b	1.37±0.04 ^b

¹⁾ Data are means±standard deviation

^{a-c} Different superscripts in a row indicate significant differences at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

Table 3. Color values of rice nutritional bar added with aronia byproducts powder

Parameters	Aronia byproducts powder levels (%)				
	0	2	4	6	
Hunter L	83.23±1.45 ^{1)a}	45.84±1.57 ^b	36.36±1.27 ^c	31.37±0.97 ^d	
Crust	Hunter a	-4.94±0.15 ^c	24.98±0.99 ^b	27.76±0.49 ^a	28.02±0.44 ^a
	Hunter b	25.97±0.57 ^a	6.09±0.54 ^b	4.94±0.20 ^c	4.81±0.14 ^d
Hunter L	81.73±1.03 ^a	51.64±1.59 ^b	42.67±1.66 ^c	35.33±1.80 ^d	
Crumb	Hunter a	-4.24±0.08 ^d	19.06±0.52 ^c	22.49±0.45 ^b	24.31±0.55 ^a
	Hunter b	21.49±0.73 ^a	7.87±0.22 ^b	6.83±0.25 ^c	6.12±0.4 ^d

¹⁾ Data are means±standard deviation

^{a-d} Different superscripts in a row indicate significant differences at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

색도 측정 결과는 껍질의 색도 결과와 유사한 경향을 나타냈다. 즉, 아로니아 부산물 분말의 첨가량에 비례하여 L값과 b값은 감소하였고, a값은 증가하였다($p<0.05$). Yoon 등(2014)의 연구에서도 아로니아 분말을 첨가하여 제조한 식빵의 내부 색도를 측정된 결과, 명도와 황색도는 감소하고, 적색도는 증가하는 결과를 보였으며, 이는 아로니아 분말의 색소인 안토시아닌에 기인하는 것으로 보고한 바 있다. 본 연구에 사용된 쌀가루의 색도는 L값 93.76, b값 -1.38 및 a값 4.69를 나타냈고, 아로니아 부산물 분말의 색도는 L값 35.06, b값 28.37 및 a값 9.34로 측정되었다. 따라서 아로니아 쌀 영양바의 색은 아로니아 부산물 분말의 색에 의한 결과라 사료된다.

4. 조직감

아로니아 부산물 분말 첨가량을 달리하여 제조한 쌀 영양바의 조직감을 측정된 결과는 Table 4와 같다. 쌀 영양바의 경도는 시료 첨가군(820.70~1326.29)이 대조군(641.60)에 비해 높은 경향을 보였다($p<0.05$). 부착성, 탄성 및 응집성은 대조군과 아로니아 부산물 분말 2% 첨가군에서 높게 나타났고, 이들에 비해 4%와 6%의 첨가군이 낮은 수치를 나타냈다($p<0.05$). 검성은 대조군(338.60)이 가장 낮았고, 시료 5% 첨

가군(573.01)과 6% 첨가군(633.64)이 높게 나타났다($p<0.05$). 씹힘성의 경우, 검성과 유사한 경향을 보여 아로니아 부산물 분말 첨가량이 증가할수록 씹힘성이 증가하는 경향을 나타냈다($p<0.05$). Cho 등(2013)은 인삼씨박 분말 첨가 영양바의 조직감 측정 결과, 시료 첨가량이 증가하면 경도와 씹힘성이 증가하고, 탄성과 응집성이 감소한다고 보고하여 본 연구와 같은 결과를 보여주었다. Kim 등(2014a)은 돼지감자 첨가 쌀 스펀지케이크의 조직감 측정 결과, 시료의 수분 보유력이 제품에 촉촉함을 부여하여 낮은 경도, 낮은 검성, 낮은 씹힘성을 나타낸다고 하였다. 본 연구에서는 쌀 영양바의 아로니아 부산물 분말 대체량이 증가할수록 반죽의 수분 함량이 감소하여 쌀 영양바의 물성에 영향을 준 것으로 생각된다.

5. 총 페놀 및 안토시아닌 함량

아로니아 쌀 영양바의 총 페놀 함량 측정에 대한 결과는 Fig. 1에 제시하였다. 대조군의 총 페놀 함량은 23.41 mg GAE/100 g으로 측정되었고, 아로니아 부산물 분말 2%, 4%, 6% 첨가군은 각각 66.75, 106.68, 144.48 mg GAE/100 g으로 대조군에 비해 약 3~6배의 높은 함량을 나타냈다($p<0.05$). 이는 아로니아 부산물 분말(66.73 mg GAE/g)의 총 페놀 함량이 쌀가루

Table 4. Texture analysis of rice nutritional bar added with aronia byproducts powder

Parameters	Aronia byproducts powder levels (%)			
	0	2	4	6
Hardness	641.60±212.58 ^{1)b}	820.70±134.60 ^b	1,182.35±198.25 ^a	1,326.29±332.58 ^a
Adhesiveness	1.05±0.70 ^a	2.04±1.62 ^a	3.41±0.94 ^b	3.41±1.63 ^b
Springiness	0.82±0.04 ^a	0.79±0.2 ^a	0.72±0.04 ^b	0.73±0.05 ^b
Cohesiveness	0.54±0.05 ^a	0.58±0.04 ^a	0.49±0.04 ^b	0.49±0.05 ^b
Gumminess	338.60±73.72 ^c	471.05±59.19 ^b	573.01±64.63 ^a	633.64±117.17 ^a
Chewiness	277.91±45.22 ^c	375.98±46.01 ^b	412.59±35.73 ^b	457.89±72.76 ^a

¹⁾ Data are means±standard deviation

^{a-c} Different superscripts in a row indicate significant differences at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

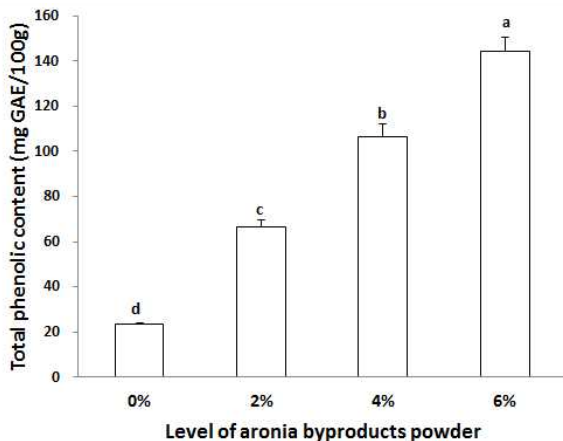


Fig. 1. Total phenolic content of rice nutritional bar added with aronia byproducts powder. Different superscripts (a-d) indicate significant differences at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

(0.14 mg GAE/g)보다 높아, 시료 대체량이 증가할수록 아로니아 쌀 영양바의 총 페놀 함량이 증가한 것으로 생각된다. 아로니아 분말을 첨가한 식빵의 연구(Yoon 등 2014)에서 아로니아 식빵의 총 페놀 함량은 시료 첨가량에 따라 유의적으로 증가하였다고 보고하였고, 머루 분말을 대체한 쌀 시폰 케이크의 연구(Bing & Chun 2015)에서도 머루 분말 대체량이 증가할수록 총 페놀 함량이 유의적으로 높아졌다고 보고하여 본 연구와 유사한 결과를 나타냈다.

아로니아 쌀 영양바의 안토시아닌 함량은 Fig. 2와 같다. 대조군, 아로니아 부산물 분말 2%, 4%, 6% 첨가군의 안토시아닌 함량은 각각 0.16, 21.48, 44.39, 66.69 mg/100 g으로 나타났다. 시료 6% 첨가한 쌀 영양바의 경우, 대조군에 비해 약 6배의 총 페놀과 약 400배의 안토시아닌을 함유하고 있었다. 이는 아로니아 부산물 분말에 함유된 안토시아닌(12.67 mg/g)에서 기인한 것으로 생각된다.

Kim 등(2011)의 연구에서 페놀 화합물은 phenolic hydroxyl기를 가지고 있는 방향족 화합물들의 총칭으로, 항암 및 항산화, 항균작용 등 다양한 활성을 나타낸다고 보고하였다. 또한 아로니아 부산물 분말의 색소인 안토시아닌은 식물의 과실, 꽃, 잎, 줄기 등에 함유되어 있는 수용성 플라보노이드 색소로, 식품의 저장성을 높이고 다양한 생리활성을 부여하며, 식품 자체가 지닌 색을 보완하여 식품의 가치를 증진시키는 효과가 있다고 알려져 있다(Kim 등 1996; Son 등 2001). 본 연구에 사용된 아로니아 부산물 분말은 총 페놀 및 안토시아닌 함량이 높게 나타났고, 이를 기능성 식품 소재로서 쌀 영양바에 첨가하여 그들의 함량을 높이는 것은 기능성 영양바를 개발하는데 매우 바람직한 방법이라 생각된다.

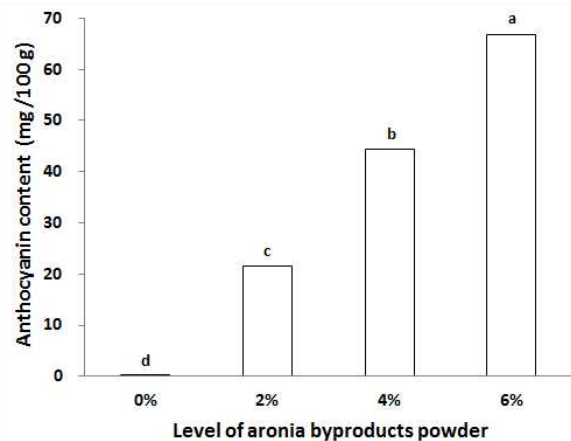


Fig. 2. Anthocyanin content of rice nutritional bar added with aronia byproducts powder. Different superscripts (a-d) indicate significant differences at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

6. DPPH 라디칼 소거능

아로니아 쌀 영양바의 DPPH 라디칼 소거능에 대한 결과는 Fig. 3에 제시하였다. 쌀 영양바의 DPPH 라디칼 소거능은 20 mg/mL의 농도에서 대조군이 12.50%, 아로니아 부산물 분말 2~6% 첨가군이 37.33~71.77%로 나타나, 시료 첨가량에 비례하여 소거활성이 증가하는 것을 알 수 있었다($p < 0.05$). Yoon 등(2014)의 연구에서 아로니아 분말을 첨가할수록 식빵의 DPPH 라디칼 소거능이 증가한다고 보고하여, 본 연구와 유사한 결과를 보여주었다. 또한 Bing & Chun(2015)은 머루 분말 첨가 쌀 시폰 케이크의 DPPH 라디칼 소거능 측정 결과, 머루 분말 대체량이 증가할수록 활성이 높아지며, 이러한 결과는 폴리페놀 함량의 증가에 기인한다고 하였다. 본 연구의 시료로 사용된 아로니아 부산물 분말과 쌀가루의 DPPH 라디칼 소거능을 측정한 결과, 2 mg/mL의 농도에서 아로니아 부산물 분말이 94.10%, 10 mg/mL의 농도에서 쌀가루가 60.04%의 활성을 나타냈다. 따라서 아로니아 부산물 분말뿐만 아니라, 쌀가루에 의한 DPPH 라디칼 소거능도 아로니아 쌀 영양바의 활성 증가에 영향을 준 것을 알 수 있었다.

인체의 산화작용은 대사과정에서 많은 양의 유리 라디칼이 발생하게 된다. 이러한 유리 라디칼은 몸에서 대부분 분해가 되지만, 방어체계의 균형이 깨지면서 유리 라디칼이 축적되어 산화 스트레스에 의해 각종 질환이 발생한다(Kim 등 2005). 이에 산화 스트레스에 의한 질환의 발생을 막기 위해 항산화능을 지닌 기능성 식품의 개발이 요구되고 있다. DPPH는 분자 내에 유리 라디칼을 함유하고 있어, 토코페롤, 비타민 C 등의 항산화능을 지닌 물질이 존재할 경우, 보라색을 환원시켜 탈색되는 성질을 가지고 있다(Blois MS 1958). 따라서 본

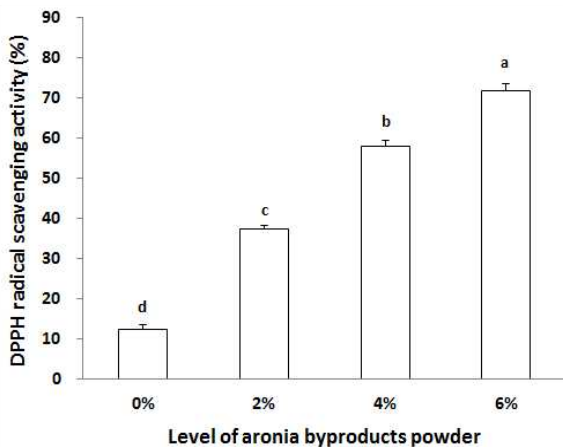


Fig. 3. DPPH radical scavenging activity of rice nutritional bar added with aronia byproducts powder. Different superscripts (a~d) indicate significant differences at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

연구에서 DPPH 라디칼 소거능으로 그 항산화능을 확인한 아로니아 부산물 분말은 기능성 식품의 소재로 적합하다고 생각되며, 이를 첨가하여 제조한 아로니아 쌀 영양바는 건강 기능성 식품으로 적용 가능성이 높다고 사료된다.

7. 관능검사

아로니아 쌀 영양바의 관능검사 결과는 Table 5와 같다. 아로니아 쌀 영양바의 기호도 측정 결과, 전반적인 기호도, 색 및 맛에서 유의적인 차이를 보였다. 전반적인 기호도의 경우, 시료 4% 첨가군이 5.05로 가장 높았고, 대조군이 3.95로 가장 낮은 기호도를 나타냈다($p < 0.05$). 색의 기호도 측정 결과, 4%

와 6% 첨가군의 기호도는 대조군에 비해 높은 반면, 2% 첨가군은 대조군보다 낮게 나타나($p < 0.05$), 적정량 이하의 시료 첨가는 색의 기호도를 감소시킬 수 있는 요인이 될 수 있음을 알 수 있었다. 맛의 기호도는 대조군이 3.91로 낮았고, 4%와 6% 첨가군이 각각 4.86, 4.87을 나타내 높은 기호도를 나타냈다($p < 0.05$). 그러나 외관, 향 및 조직감의 기호도에서는 시료 간 차이가 없었다. 특성 강도 측정 결과, 보라색과 신맛 모두 시료 대체량이 증가할수록 유의적으로 높게 나타났다($p < 0.05$). 부드러움과 후미의 강도에서는 대조군과 첨가군들이 각각 3.46~4.25, 3.70~3.80으로 나타나 차이가 없었다. Yoon 등(2014)은 아로니아 분말 첨가 식빵의 전반적인 기호도는 1%와 3% 첨가구가 가장 높았고, 첨가량이 1% 3%, 5%, 10%로 증가할수록 식빵의 기호도가 유의적으로 낮아졌으며, 이는 분말 첨가량이 증가함에 따라 식빵의 색이 진해지고, 경도가 증가하여 기호도가 감소된 것으로 보고하여, 본 연구 결과와 차이를 보였다.

따라서 아로니아 쌀 영양바 제조 시 아로니아 부산물 분말의 첨가는 기호도를 증가시키고, 총 페놀, 안토시아닌 함량 및 DPPH 라디칼 소거능을 증가시켜 건강 지향적 식품에 대한 소비자의 욕구를 충족할 수 있는 식품으로 가능성이 있다고 사료된다. 또한 쌀 영양바 제조 시 전반적인 기호도가 가장 높고 총 페놀 및 안토시아닌 함량, DPPH 라디칼 소거능이 좋았던 4% 아로니아 부산물 분말을 첨가하는 것이 적합할 것으로 생각된다.

요약 및 결론

본 연구에서는 아로니아 부산물 분말의 활용 가능성을 살

Table 5. Sensory evaluations of rice nutritional bar added with aronia byproducts powder

Parameters	Aronia byproducts powder levels (%)			
	0	2	4	6
Overall preference	3.95±1.16 ^c	4.35±0.99 ^{bc}	5.05±0.91 ^a	4.76±1.14 ^{ab}
Appearance	4.15±1.31	4.18±0.88	4.71±1.42	4.70±1.52
Color	4.10±1.73 ^{ab}	3.58±1.12 ^b	4.52±1.40 ^a	4.95±1.36 ^a
Flavor	4.05±1.29	4.22±1.31	4.48±1.33	4.44±1.34
Taste	3.91±1.27 ^b	4.21±1.25 ^{ab}	4.86±1.25 ^a	4.87±1.46 ^a
Texture	4.14±1.24	4.32±0.99	4.26±1.63	3.96±1.40
Purple color	2.09±0.92 ^d	4.00±0.98 ^c	5.25±0.85 ^b	6.33±0.87 ^a
Sour taste	2.21±1.06 ^d	3.08±1.21 ^c	3.83±1.20 ^b	4.67±1.24 ^a
Softness	4.25±1.12	4.17±1.13	3.58±1.21	3.46±1.67
After taste	3.70±1.13	3.77±1.15	3.78±1.04	3.80±1.40

¹⁾ Data are means±standard deviation

^{a-d} Different superscripts in a row indicate significant differences at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

퍼보고자 아로니아 부산물 분말을 0, 2, 4, 6% 첨가한 쌀 영양바를 제조하여 품질특성, 총 페놀, 안토시아닌 함량 및 DPPH 라디칼 소거능을 측정하였다. 아로니아 쌀 영양바 반죽의 pH는 대조군과 시료 2% 첨가군이 낮게 나타났고, 아로니아 쌀 영양바의 수분 함량, 굽기 손실률, 팽창률 및 비용적은 시료 첨가량이 증가할수록 감소하는 경향을 나타냈다. 색도 측정 결과는 영양바 겉질과 내부의 색도가 유사한 경향을 나타내어 시료의 첨가량이 증가할수록 L값과 b값은 감소하고, a값은 증가하였다. 조직감 측정 결과, 시료 첨가량이 많아지면 경도와 씹힘성이 증가하고, 탄성과 응집성이 감소하였다. 아로니아 쌀 영양바의 총 페놀 함량, 안토시아닌 함량 및 DPPH 라디칼 소거능은 6% 첨가군이 가장 높게 나타났다. 관능검사 결과 전반적인 기호도의 경우 시료 4% 첨가군이 가장 높았고, 색과 맛의 기호도는 4%와 6% 첨가군이 높게 나타났다.

이상의 모든 결과를 종합해 보면, 아로니아 부산물 분말의 첨가는 쌀 영양바의 품질특성에서 수분 함량 및 부피를 감소시키고 경도를 증가시켜, 대조군과 차이를 보였지만 관능적 특성에서 대조군에 비해 기호도가 높아 완성 제품에 큰 영향을 미치지 않는다는 것을 알 수 있었으며, 아로니아의 쓴맛과 떫은맛에도 불구하고 대조군에 비해 높은 기호도를 나타내어 베이커리 제품에 아로니아 부산물 분말의 활용 가능성을 확인하였다. 또한 아로니아 부산물 분말의 첨가로 쌀 영양바의 총 페놀 함량과 안토시아닌 함량이 증가되고 DPPH 라디칼 소거능이 증가되는 것을 확인하였다. 이에 아로니아 쌀 영양바는 건강 지향적 식품에 대한 소비자의 욕구를 충족할 수 있는 글루텐 프리 건강 기능성 베이커리 제품으로 가능성이 있다고 사료된다.

References

- AACC. 1995. Approved Methods of the AACC. 8th ed. American Association of Cereal Chemists, Method 02-52, 72-10, St. Paul, MN, USA
- Bing DJ, Chun SS. 2015. Quality characteristics and antioxidant properties of rice chiffon cakes with wild grape powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 44:118-127
- Blois MS. 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature* 181:1199-1200
- Cho SA, Yoo KM, Lee S, Kim KT, Hwang IK. 2013. Quality characteristics of nutrition bar substituted with defatted ginseng seed meal. *Korean J Food Cookery Sci* 29:249-256
- Gasiorowski K, Brokos B, Tabaka H. 2000. Evaluation of the immunomodulatory activity of four compounds exerting anti-mutagenic effects on human lymphocytes *in vitro*. *Cell Mol Biol Lett* 5:469-481
- Hwang ES, Thi ND. 2014. Quality characteristics and antioxidant activities of *Cheongpomook* added with aronia (*Aronia melanocarpa*) powder. *Korean J Food Cookery Sci* 30:161-169
- Jang KI, Lee JH, Kim KY, Jeong HS, Lee HB. 2006. Quality of stored grape (*Vitis labruscana*) treated with ethylene-absorbent and activated charcoal. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 35:1237-1244
- Jeong JM. 2008. Antioxidative and antiallergic effects of aronia (*Aronia melanocarpa*) extract. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37:1109-1113
- Jeong JS, Kim YJ, Choi BR, Lee JA, Go GB, Son BG, Gang SW, An SH. 2014. Quality characteristics of muffin with added *Corni fructus* powder. *Korean J Food Cookery Sci* 30:726-734
- Joo SY, Choi HY. 2012. Antioxidant activity and quality characteristics of cookies with chestnut inner shell. *Korean J Food & Nutr* 25:224-232
- Jung SJ. 2006. Plan of information service publicity through the survey on the consumer's usage and recognition of functional foods. MS Thesis. Chungang University, Seoul, Korea
- Kim JH, Yoon SJ, Lee KH, Kwon HJ, Chun SS, Kim TW, Cho YJ. 2005. Screening of biological of the extracts from basil (*Ocimum basilicum* L.). *J Korean Soc Appl Biol Chem* 48:173-177
- Kim JN, Shin WS. 2009. Physical and sensory properties of chiffon cake made with rice flour. *Korean J Food Sci Technol* 41:69-76
- Kim JS, Nam YJ, Kwon TW. 1996. Induction of quinine reductase by genistein, soybean isoflavone. *Food Sci Biotechnol* 5:70-75
- Kim MK, Lee EJ, Kim KH. 2014a. Effects of *Helianthus tuberosus* powder on the quality characteristics and antioxidant activity of rice sponge cakes. *Korean J Food Culture* 29:195-204
- Kim WJ, Kim JM, Cheong HS, Huh YR, Shin MS. 2014b. Antioxidative activity and quality characteristics of rice madeleine added with pine needle powder and extract. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 43:446-453
- Kim YS, Lee SJ, Hwang JW, Kim EH, Park PJ, Jeon BT. 2011. Antioxidant activity and protective effects of extracts from *Helianthus tuberosus* L. leaves on t-BHP induced oxidative stress in Chang cells. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40:1525-1531
- Lazaridou A, Duta D, Papageorgiou M, Bele N, Biliaderis CG.

2007. Effects of hydrocolloids on dough rheology and bread quality parameters in gluten-free formulations. *J Food Engineering* 79:1033-1047
- Lee KS. 2008. Quality characteristics of the sweet pumpkin added white bread and sponge cake. MS thesis, Uiduk University, Gyeongju, Korea
- Lee WG, Lee JA. 2013. Quality characteristics of rice pound cake prepared with blueberry powder. *J East Asian Soc Dietary Life* 23:577-585
- Lee YU, Huang GW, Liang ZC, Mau JL. 2007. Antioxidant properties of three extracts from *Pleurotus citrinopileatus*. *LWT Food Sci Technol* 40:823-833
- Lin JY, Tang CY. 2007. Determination of total phenolic and flavonoid contents in selected fruits and vegetables, as well as their stimulatory effects on mouse splenocyte proliferation. *Food Chem* 101:140-147
- Markakis P. 1974. Anthocyanins and their stability in foods. *Crit Rev Food Sci* 4:437-456
- Niedworok J, Jankowska B, Kowalczyk E, Charyk K, Kubat Z. 1997. Antiulcer activity of anthocyanin from *Aronia melanocarpa* Elliot. *Herba Polonica* 43:222-227
- Ohgami K, Ilieva I, Shiratori K, Koyoma Y, Jin X, Yoshida K, Kase S, Kitaichi N, Suzuki Y, Tanaka T, Ohno S. 2005. Anti-inflammatory effect of aronia extract on rat endotoxin-induced uveitis. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 46:275-281
- Park HJ, Chung HJ. 2014. Influence of the addition of aronia powder on the quality and antioxidant activity of muffins. *Korean J Food Preserv* 21:668-675
- Park HJ, Jeong SH, Yoon HH, Jung JH, Song JY. 2014. Optimization of the acetic acid fermentation for aronia vinegar using response surface methodology. *Korean J Food Cookery Sci* 30:792-799
- Renzetti S, Bello FD, Arendt EK. 2008. Microstructure, fundamental rheology and baking characteristics of batters and breads from different gluten-free flours treated with a microbial transglutaminase. *J Cereal Sci* 48:33-45
- Shin M, Gang DO, Song JY. 2010. Effects of protein and transglutaminase on the preparation of gluten-free rice bread. *Food Sci Biotechnol* 19:951-956
- Shin SK, Min AY, Kim HJ, Lee SJ, Sim EK, Lee KJ, Lee BD, Kim MR. 2015. Quality characteristics and antioxidative activities of rice cookies with *Rehmannia glutinosa* preparata. *Korean J Food Cook Sci* 31:136-143
- Son JH, Choung MG, Choi HJ, Jang UB, Son GM, Byun MW, Choi C. 2001. Physiological effect of Korean black soybean pigment. *Korean J Food Sci Technol* 33:746-768
- Song JY, Shin M. 2007. Effects of soaking and particle sizes on the properties of rice flour and gluten-free rice bread. *Food Sci Biotechnol* 16:759-764
- Wu X, Gu L, Prior RL, McKay S. 2004. Characterization of anthocyanins and proanthocyanidins in some cultivars of ribes, aronia and sambucus and their antioxidant capacity. *J Agr Food Chem* 52:7846-7856
- Xianli WU, Liwei GU, Ronald L. Prior, Steve MCKAY. 2004. Characterization of anthocyanins and proanthocyanidins in some cultivars of ribes, aronia, and sambucus and their antioxidant capacity. *J Agric Food Chem* 52:7846-7856
- Yoon HS, Kim JW, Kim SH, Kim YG, Eom HJ. 2014. Quality characteristics of bread added with aronia powder (*Aronia melanocarpa*). *J Korean Soc Food Sci Nutr* 43:273-280
- Yoon HS, Kim SH, Park JM, Eom HJ, Song IG. 2013. Method of preparing for aronia juice with an improved extraction yield. Korea 10-1451035

Received 22 October, 2015

Revised 20 November, 2015

Accepted 27 November, 2015