

## 아로니아 분말 첨가 파운드케이크의 품질 특성 및 항산화 활성

임은정 · \*이유현\*

한양여자대학교 식품영양과, 수원대학교 식품영양학과\*

### Quality Characteristics and Antioxidant Activities of Pound Cake with *Aronia melanocarpa* Powder

Eun-Jeong Lim and \*Yoo-Hyun Lee\*

Dept. of Food and Nutrition, Hanyang Women's University

\*Dept. of Food and Nutrition, The University of Suwon

#### Abstract

We examined the quality characteristics of pound cake with prepared *Aronia melanocarpa* powder, which included the physical characteristics, antioxidant activity and sensory evaluation in this study. Pound cakes were prepared with various ratios of Aronia powder (0, 5, 10, 15, 20%). No significant difference in loss rate or weight was found from increased Aronia powder concentration. The color of pound cake was darker and reddish with the addition of Aronia powder. Lightness (L) and yellowness (b) significantly decreased with the addition of Aronia powder, whereas redness (a) increased ( $p < 0.05$ ). The qualities of hardness, cohesiveness, gumminess and chewiness of the pound cake prepared with the addition of Aronia powder were significantly increased when compared to control ( $p < 0.05$ ), with exception of 20% addition. Total phenolic contents and DPPH radical scavenging activity was significantly elevated by the addition of Aronia powder ( $p < 0.05$ ). The pound cake with 10% Aronia powder showed the strongest positive sensory properties with regard to taste and overall palatability. These results suggest that the addition of 10% Aronia to pound cake batter could well serve to improve the overall quality, texture and taste of the final product.

Key words: pound cake, *Aronia melanocarpa*, physical characteristics, antioxidant, sensory evaluation

#### 서론

아로니아(*Aronia melanocarpa*)는 북아메리카 동부를 원산지로서 하는 장미과(Rosaceae)의 낙엽관목으로 블랙초크베리라고도 불리우며(Hwang & Lee 2013), 토양적응성이 우수하고, 영농법이 까다롭지 않아(Hwang & Nhuan 2014), 최근에는 우리나라를 비롯한 세계 여러 지역에서 재배되고 있다(Jurikova 등 2017).

아로니아는 예로부터 식용뿐 아니라, 약용으로 이용되어 왔는데, 최근 들어 항암, 항염, 항당뇨 및 항산화 활성 등 다양한 기능성이 보고되었다(Kokotriewicz 등 2010). 아로니아

에는 풍부한 폴리페놀화합물, 플라보노이드, 안토시아닌 등이 함유되어 있으며(Hwang & Nhuan 2014), 특히 안토시아닌의 함량이 높아 식품착색제나 천연염료로 이용했을 뿐 아니라(Lee & Choi 2016), 여러 생리 활성의 과학적 근거로 조명되고 있다(Kokotkiewicz 등 2010). 안토시아닌은 cyanidin과 결합한 배당체로 존재하며, 그 외에 epicatechin 등의 플라바놀(flavanols), quercetin과 glycoside 등의 플라보놀(flavonols) 등도 부수적으로 존재한다(Jurikova 등 2017).

식생활에서 편리성과 기능성을 추구함에 따라 제과제빵산업의 규모는 빠르게 증가되고 있으며(Lim EJ 2017), 단순한 기호성 개선에 관한 연구뿐 아니라, 영양적, 기능적 효과가 기

\* Corresponding author: Yoo-Hyun Lee, Dept. of Food and Nutrition, The University of Suwon, Suwon 18323, Korea, Tel: +82-31-229-8194, Fax: +82-31-229-8151, E-mail: creamut@suwon.ac.kr

대되는 여러 부재료를 첨가하여 소비자의 증대된 욕구에 부응하고 있다(Lee & Lee 2013). 특히 파운드케이크는 밀가루, 달걀, 버터와 설탕을 1 파운드(454 g)씩 넣어 만든 반죽을 구운 버터케이크로 고소하고, 그 특유의 질감을 선호하는 사람들에게 각광받는 제품이다(Kim 등 2009).

아로니아는 그 자체로 섭취하기도 하지만, 특유의 신맛과 짠맛이 강하고(Hwang & Lee 2013), 단맛이 적어(Yoon 등 2014), 주스, 잼, 와인 등으로 가공하여 섭취하며(Jurikova 등 2017), 국내에서 재배되는 아로니아는 생과로 이용할 수 있는 기간이 짧기 때문에(Hwang & Nhuan 2014), 다양한 가공방법의 개발이 요구되고 있다. 따라서 본 연구는 다양한 기능성으로 주목받고 있는 아로니아의 이용도를 높이고자, 아로니아 분말을 첨가한 파운드케이크를 제조하고, 그 물성과 향산화성, 관능적 특성을 평가하여 아로니아 파운드케이크 개발의 기초자료로 삼고자 한다.

## 재료 및 방법

### 1. 실험 재료

본 실험에 사용한 아로니아 분말은 꼭지를 제거한 후, 저온 미세 분말화한 (주)삼원푸드(Seoul, Korea) 제품을 사용하였고, 실험에 사용된 밀가루는 (주)대한제분(Seoul, Korea)의 박력분 1급품을, 우유는 서울우유(Seoul, Korea) 제품을, 버터는 서울우유(Seoul, Korea)의 무염버터를, 설탕은 대한제당(Seoul, Korea) 제품을 사용하였으며, 계란은 풀무원(Seoul, Korea), 식염은 (주)한주(Ulsan, Korea)에서 생산되는 정제염 제품을 사용하였다.

### 2. 케이크의 제조

아로니아 분말 첨가 파운드케이크의 제조 배합비는 Table

**Table 1. Formula for the sponge cake made with *Aronia melanocarpa* powder**

Ingredients	<i>Aronia melanocarpa</i> powder content (%)				
	0	5	10	15	20
Wheat flour	100	95	90	85	80
<i>Aronia melanocarpa</i> powder	0	5	10	15	20
Sugar	80	80	80	80	80
Butter	80	80	80	80	80
Egg	70	70	70	70	70
Salt	1	1	1	1	1
Baking powder	2	2	2	2	2
Milk	20	20	20	20	20

1과 같이 아로니아 분말을 제과 백분율(baker's percentage)로 밀가루 100 g 기준에 5, 10, 15 및 20%로 첨가량을 달리하여 제조하였다. 이는 예비 실험 결과에서 5% 미만 첨가구는 대조구와 비교해서 물리적, 관능적 특성의 차이가 거의 없었고, 20% 초과 첨가구에서는 파운드케이크로서의 물리적, 관능적 특성이 손상되어 실험에서는 아로니아 분말 첨가 비율을 5%에서 20%로 하였다. 이 실험은 아로니아 분말 첨가량을 달리하여 파운드케이크를 제조하여 그 물성, 향산화성과 관능적 특성을 평가하여 아로니아 파운드케이크 개발의 기초 자료로 사용하고 하는 연구이기에 아로니아 분말 첨가량을 달리하는 것 외에, 다른 재료의 첨가 비율, 반죽 조건과 굽기 온도 등은 동일 조건에서 실험하였다. 제조 방법은 유지의 크림성을 이용하는 방식인 크림법으로 하였다. 반죽기(K5SS, Kitchen Aid Co., Joseph, MI, USA)의 믹싱 볼에 버터를 넣고, 최저속도인 1단에서 버터가 풀어지도록 믹싱한 후, 설탕과 소금을 넣고 최고속도인 3단에서 3분간 믹싱하였다. 유지와 달걀의 분리가 없도록 유의하면서 달걀을 4회에 나누어 투입하고, 설탕이 다 녹고 유지의 크림화가 최대가 될 수 있도록 10분간 믹싱하였다. 믹싱된 반죽에 아로니아 분말과 베이킹 파우더를 넣고, 체질한 밀가루와 우유를 넣고 반죽을 완성한다. 반죽은 파운드케이크 팬에 400 g씩 넣고, 오븐은 윗불 180°C, 아랫불 160°C로 예열한 오븐(Daeyung Co., Seoul, Korea)에서 35분간 구워낸 후, 상온에서 1시간 방냉시켜 폴리에틸렌 팩에 밀봉하여 시료로 사용하였다.

### 3. 반죽의 굽기 손실 및 무게

파운드케이크 반죽의 굽기 전의 중량과 구운 후의 중량의 차이를 이용하여 굽기 손실률(%)은 아래의 식에 의해 산출하였다. 파운드케이크의 무게는 제조한 케이크를 실온에 1시간 방냉하고, 전자저울(SW-1S, CAS, Korea)을 이용하여 3회 반복 측정하여 그 평균값을 사용하였다.

$$\text{Backing loss rate}(\%) = \frac{\text{Weight of dough} - \text{Weight of cake}}{\text{Weight of dough}} \times 100$$

### 4. 수분 함량

파운드케이크의 수분 측정은 케이크를 1 mm 크기로 한 케이크 가루 3 g을 적외선 수분측정기(MB45, Ohaus, Switzerland)를 이용하여 110°C에서 6회 반복 측정하여 그 평균값으로 나타내었다.

### 5. 색도 측정

파운드케이크의 색도는 색차계(CR-300, Minolta Co., Osaka, Japan)를 사용하여 Hunter scale에 의한 L값(명도, Lightness), a값(적색도, redness), b값(황색도, yellowness)을 3회 반복 측

정하고, 표준색은 L값, a값, b값의 백색의 calibration plate를 사용하였다. 이때 L, a, b 값은 각각 97.10, 0.06, 1.78이었다.

## 6. Texture 측정

파운드케이크의 조직감은 brookfield texture analyzer(TA-CT3, Brookfield, WI, USA)를 사용하였으며, texture profile analysis(TPA)분석을 통하여 각 시료의 경도(hardness), 탄력성(springiness), 응집성(cohesiveness), 점착성(gumminess), 씹힘성(chewiness)을 측정하였으며, 각 실험군 별로 3회 반복하여 측정된 값의 평균±표준편차로 나타내었다. 분석 조건으로 probe는 TA4/1000 75 mm D, sample size 30×30×30 mm, test speed 2.0 mm/sec, pre test speed 2.0 mm/s, post test speed 2.0 mm/s, trigger load 5 g, distance 10 mm, deformation 75%로 하였다.

## 7. 총 폴리페놀 함량

총 폴리페놀 화합물의 함량을 측정하기 위하여 Folin-Denis 법(Folin & Denis, 1912)을 일부 변형하여 비색정량을 실시하였다. 본 정량을 위하여 아로니아 파운드케이크는 다음과 같이 추출하여 사용하였다. 시료 2 g에 99% 에탄올 10 mL를 넣은 후, 6 시간동안 정치하여 3,000 rpm으로 10분간 원심분리하여 얻어진 상층액을 시료로 이용하였다. 각 추출용액 20 µL에 증류수 80 µL를 첨가하여 혼합하고, 20 µL의 Folin-Ciocalteu reagent(Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA)를 첨가하여 그 혼합액을 5분간 방치하였다. 반응시간 후, 7% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 140 µL를 첨가하여 다시 암실에서 1시간동안 실온 반응하여 750 nm에서 흡광도를 측정하였다(Epoch, BioTek Instruments, Inc., Winooski, VT, USA). 표준물질로는 갈산(gallic acid, Sigma)을 0 µg/mL부터 100 µg/mL 농도로 표준검량선을 작성하여 Gallic acid 당량(gallic acid equivalent, GAE, µg/mL)으로 환산하여 표기하였다.

## 8. DPPH 라디칼 소거능

DPPH(α,α-diphenyl-β-picrylhydrazyl) 라디칼에 대한 소거활성은 블루아 등의 방법(Blois MS 1958)에 따라 시험하였다. DPPH reagent(Sigma-Aldrich)를 조제하기 위해 100% EtOH 100

mL에 3.94 g을 첨가하여 농도 0.1 mM DPPH를 만들었다. 515 nm에서 DPPH reagent 흡광도를 측정하여 1을 넘어서면 증류수를 사용하여 희석하여 사용하였다. 각 소재의 추출물은 10 mg/mL로 조제하였으며, 추출물 20 µL에 100 µL DPPH 용액 380 µL를 첨가하여 암실에서 상온으로 30분간 반응시킨 후, microplate spectrophotometer를 사용하여 515 nm에서 흡광도를 측정하였다. 대조구로는 EGCG(Epigallocatechin gallate, Sigma-Aldrich)를 사용하였으며, 전자공여능은 다음 식에 의하여 계산하였다.

$$\text{DPPH radical scavenging activity} = \left(1 - \frac{A_{\text{sample}}}{A_{\text{control}}}\right) \times 100$$

## 9. 관능검사

제품의 관능검사는 25명의 훈련된 검사원들을 대상으로 파운드케이크를 제공하여 시식하게 한 후 평가하게 하였다. 각 시료별 파운드케이크의 색(Color), 향기(Flavor), 조직감(Texture), 맛(Taste), 전반적인 기호도(Overall acceptability)에 대한 기호도를 7점 채점법으로 매우 좋다는 7점, 매우 싫다는 1점으로 평가하였다.

## 10. 통계 처리

실험결과의 통계처리는 SAS Package(Statistic Analysis System, version 8.1, SAS Institute Inc.)를 이용하여 평균값과 표준편차를 구하였으며, ANOVA, Duncan's multiple range test로 5% 유의적인 차이를 검증하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 반죽의 굽기 손실 및 무게

아로니아 분말을 첨가하여 제조한 파운드케이크의 굽기 손실 및 수율은 Table 2와 같다. 케이크 반죽은 굽는 과정에서 반죽 내부로 열이 전달되어 수증기압이 증가하고, 이때 반죽 내부의 기공이 열려 비점이 낮은 액체부터 물까지 팽창되면서 기화되어 빠져나가 굽기 손실이 발생하게 된다(An 등 2010). 이러한 굽기 손실은 케이크의 구조적인 변형에 영향을 주고, 제품의 저장 수명을 저하시키는 원인이 된다(Choi 등

Table 2. Baking loss rate and dough yield of sponge cake at varied levels of *Aronia melanocarpa* powder

Properties	<i>Aronia melanocarpa</i> powder content (%)				
	0	5	10	15	20
Loss rate (%)	8.92±0.38 <sup>a</sup>	8.75±1.09 <sup>a</sup>	8.67±1.18 <sup>a</sup>	9.42±0.58 <sup>a</sup>	9.42±0.52 <sup>a</sup>
Weight (g)	364.33±1.53 <sup>a</sup>	365.00±4.36 <sup>a</sup>	365.33±4.73 <sup>a</sup>	362.33±2.31 <sup>a</sup>	362.33±2.08 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup> Each values are mean±S.D.

<sup>2)</sup> In a column, means filled by the superscript are not significantly different at the 5% level by Duncan's multiple range test.

2007). 아로니아 분말 첨가 비율을 달리하여 구운 파운드케이크의 굽기 손실은 대조구가 8.92%였고, 5% 첨가구가 8.75%였으며, 10, 15와 20% 첨가구는 8.67, 9.42와 9.42%로 아로니아 분말 첨가량이 증가함에 따라 다소 증가하는 듯 보였으나, 대조구와 첨가구간에 유의적 차이는 없었다. 이는 기존에 보고된 오디 분말 첨가 파운드케이크의 품질 특성 연구에서 오디 분말 첨가량 증가로 밀가루 량과 더불어 글루텐의 감소에 기인하여 반죽 내 수분 보유력이 감소하여 소량이지만, 오븐에서 수분 증발을 억제하지 못하여 굽기 손실이 다소 증가하였으나, 유의적 차이를 나타내지는 않았다는 연구 결과와 경향이 같은 것으로 사료된다(Yoo & Jeong 2012).

케이크의 무게는 대조구가 364.33 g이었으며, 5% 첨가구가 365.00 g, 20% 첨가구가 362.33 g으로 대조구와 첨가구 간에 유의적인 차이는 없는 것으로 나타났다. 이는 아로니아 분말 첨가량이 증가하여도 파운드케이크의 굽기 손실에 유의적 차이를 나타내지 않은 실험 결과의 영향으로 보이며, 기존에 보고된 들깨잎 분말 첨가 파운드케이크의 연구에서도 들깨잎 분말 첨가량이 증가하여도 파운드케이크의 굽기 손실과 무게는 유의적 차이를 보이지 않았다는 결과와 같은 경향으로 사료된다(Kim NY 2011).

## 2. 수분 함량

아로니아 분말 첨가 비율을 달리하여 구운 파운드케이크의 수분 함량은 Table 3과 같다. 수분 함량은 대조구가 22.50%, 아로니아 분말 5% 첨가구는 22.61%였으며, 10, 15와 20% 첨가구는 22.55, 23.28과 22.99%로 대조구와 비교해 아로니아 분말 첨가구간 케이크 수분 함량은 유의적 차이가 없었다 ( $p < 0.05$ ).

수분은 케이크 특유의 부드럽고 촉촉한 감촉에 큰 영향을 미치는 요인으로 파운드케이크 반죽에서는 달걀이 수분의 주된 공급원이 된다(Park 등 2008). 달걀에 함유된 수분은 밀가루 전분을 호화, 팽창시키고, 글루텐 형성을 도우며, 설탕이 녹고 증기를 발생시켜 반죽이 부풀게 한다. 파운드케이크 반죽에서의 달걀 역할은 기공 형성보다 수분의 주요 공급원으로서 풍미를 증가시키고, 밀가루와 구조를 형성하는 요소가 된다(Shin 등 2005).

오븐에서 굽는 제품의 수분 함량은 굽는 과정에서 부피에

영향을 주며, 제품 질감에도 영향을 미치는데 수분을 충분히 보유한 케이크 반죽은 굽는 과정 중 수증기가 팽창하여 케이크의 부피를 증가시키며, 부드러움과 촉촉한 질감을 유지하게 해준다(Shin 등 2005). 따라서 첨가된 분말의 영향으로 파운드케이크 수분 함량의 변화는 케이크 품질 특성의 변화와 관능적 특성에 주요한 영향을 초래하게 되는데, 실험 결과, 아로니아 분말을 첨가는 완성된 케이크의 수분 함량에 변화를 주지 않는 것으로 나타났다. 이는 기존에 보고된 크랜베리 분말 첨가 파운드케이크에 관한 연구에서 크랜베리 분말 첨가량 증가와 수분 함량 차이에 유의적 차이가 없는 것으로 보고하였으며, 수분이 제품의 질감에는 영향을 주지 않고 크랜베리 분말 증가에 따른 글루텐 함량 감소에 기인하여 제품의 질감 영향을 주었다고 보고와 경향이 같은 것으로 사료된다(Lee 등 2015).

## 3. 파운드케이크의 색도

아로니아 분말 첨가 파운드케이크의 색도 측정 결과는 Table 4와 같다. 제과, 제빵 제품 제조 시 밀가루 사용량의 일부를 다른 식품 분말을 할 경우, 완성된 제품은 첨가된 분말의 종류나 자체의 색 그리고 굽는 과정 중에 일어나는 아미노카르보닐 반응, 카라멜화에 의한 갈변 정도는 구워진 케이크의 색도에 결정적인 영향을 준다(Shin 등 2007a; Shin 등 2007b). 아로니아 분말 첨가량이 증가함에 따라 파운드케이크의 색은 점차 어둡고 붉은색을 띠는 경향을 보였다. 밝은 정도를 나타내는 L값에서 대조군은 80.00이었고, 아로니아 첨가량이 증가함에 따라 어두워져 5% 첨가구는 55.49, 10% 첨가구는 47.35, 15% 첨가구는 42.47과 20% 첨가구는 39.21로 유의적으로 감소하는 경향을 보였다( $p < 0.05$ ). 적색도를 보여주는 a 값은 대조구가 -5.84였음에 비해 5, 10, 15% 첨가구는 5.06, 8.30과 10.00으로 증가하였고, 아로니아 분말 20% 첨가구는 12.00로 나와 아로니아 분말 첨가량이 증가할수록 적색도가 유의적으로 증가하는 결과를 보였다( $p < 0.05$ ). 황색도를 나타내는 b값은 대조구가 22.82였으나, 아로니아 분말 첨가량이 증가함에 따라 15.41, 14.94, 13.75와 13.93으로 유의적으로 감소하는 결과를 보였다( $p < 0.05$ ).

## 4. Texture 특성

Table 3. Moisture content of sponge cake added with *Aronia melanocarpa* powder

	<i>Aronia melanocarpa</i> powder content (%)				
	0	5	10	15	20
Moisture content (%)	22.50±0.84 <sup>a</sup>	22.61±0.99 <sup>a</sup>	22.55±3.76 <sup>a</sup>	23.28±3.11 <sup>a</sup>	22.99±0.62 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup> Each values are mean±S.D. of five replications.

<sup>2)</sup> In a column, means filled by the superscript are not significantly different at the 5% level by Duncan's multiple range test.

**Table 4. Color value of sponge cake added with *Aronia melanocarpa* powder**

Color values	<i>Aronia melanocarpa</i> powder content (%)				
	0	5	10	15	20
L <sup>1)</sup>	80.00±0.36 <sup>a</sup>	55.49±0.49 <sup>b</sup>	47.35±0.24 <sup>c</sup>	42.47±0.72 <sup>d</sup>	39.21±0.44 <sup>e</sup>
a <sup>2)</sup>	-5.84±0.10 <sup>e</sup>	5.06±0.16 <sup>d</sup>	8.30±0.18 <sup>c</sup>	10.00±0.11 <sup>b</sup>	12.00±0.20 <sup>a</sup>
b <sup>3)</sup>	22.82±0.61 <sup>a</sup>	15.41±0.27 <sup>b</sup>	14.94±0.38 <sup>b</sup>	13.75±0.22 <sup>c</sup>	13.93±0.29 <sup>c</sup>

<sup>1)</sup> Degree of whiteness ( white + 100 ↔ 0 black ).

<sup>2)</sup> Degree of redness ( red + 100 ↔ - 80 green ).

<sup>3)</sup> Degree of yellowness ( yellow + 70 ↔ - 80 blue ).

<sup>4)</sup> Each values are mean ±S.D. of three replications.

<sup>5)</sup> In a column, means filled by the superscript are not significantly different at the 5% level by Duncan's multiple range test.

케이크의 texture 특성으로는 경도(Hardness), 탄력성(Springiness), 응집성(Cohesiveness), 씹힘성(Chewiness)과 검성(Gumminess)을 측정하였으며, 결과는 Table 5와 같다.

케이크의 품질은 원재료와 부재료의 적합성과 반죽 배합비의 균형성 케이크 반죽 혼합방법 및 굽는 과정의 적정성에 의해 결정되며, 첨가되는 부재료에 의해서도 많은 영향을 받게 된다(Park 등 2009). 경도란 식품의 형태를 변화시키는데 필요한 힘을 말한다. 일반적으로는 제품에 함유된 수분량, 기공의 발달 정도, 부피와 고형분 함량 등에 영향을 받는다(Shin GM 2008). 파운드케이크 대조구의 경도는 3,558.92 g였고, 아로니아 분말 5, 10, 15 및 20% 첨가구에는 3,492.09 g, 2,730.34 g, 2,974.48 g과 2,714.58 g으로 케이크의 경도는 대조구에 비해 분말 첨가량이 증가함에 따라 감소하였으나, 유의적으로 차이가 없는 것으로 보였다. 이러한 결과는 크랜베리 분말 첨가량이 증가하여도 케이크의 수분함량에 유의적인 영향을 주지 않았고, 제품의 질감에도 영향이 없었다는 연구에서와 같은 경향을 나타내었다(Lee 등 2015). 탄력성은 외부의 힘에 영향을 받아 생긴 변형이 그 힘이 완전히 제거되면 변형 이전의 상태로 되돌아가는 성질을 말한다(Shin GM 2008). 대조구의 탄력성은 0.69였고, 5% 첨가구는 0.72, 10% 첨가구는 0.74로 유의적으로 증가한 결과를 나타냈으나, 15%

첨가구와 20% 첨가구는 0.68과 0.54로 유의적으로 감소하는 결과를 보였다.

파운드케이크에 있어서 밀가루는 완성된 제품을 튼튼하게 하고 형태를 부여해준다. 이는 밀가루 단백질, 전분의 호화에 기인한 것으로 달걀의 배합량 비율이 높은 스펀지 반죽과 달리 파운드케이크에서는 밀가루 자체가 케이크의 골격을 형성하는 주요 원료이므로, 밀가루의 특성을 조절하는 것이 결국 좋은 제품을 만드는데 중요한 점이다(Shin 등 2007a; Shin 등 2007b). 밀가루에 물을 넣고 반죽하면 글루텐이 형성되는데, 글리아딘과 글루테닌이 수화되어 글루텐 망상구조가 형성되는데, 이것이 기공을 둘러싸는 막이 된다. 글루텐의 망상구조가 얽혀져서 기공이 잘 형성되면 다양한 크기의 기공이 나타나지만, 반죽에 밀가루 외에 다른 분말 첨가량이 증가할 경우, 첨가된 분말 자체가 보유한 수분 흡수력에 기인하여 밀가루 반죽의 상대적 수분 보유력은 감소하게 되고, 보수력 감소는 글루텐 형성에 필수적인 수분 부족으로 이어진다. 이러한 현상은 기공을 유지하는 얇은 막을 구성하는 글루텐 층의 약화를 초래하여 케이크의 구조 형성을 어렵게 하여 골격 형성을 저해된다고 보고하고 있다(Ahn & Song 1999; Shin 등 2007a; Shin 등 2007b; Lee & Kang 2005). 아로니아 분말 10% 이상 첨가구에서 나타나는 탄력성 감소는 밀가루 외 다른 분

**Table 5. Textural properties of sponge cake at varied levels of *Aronia melanocarpa* powder**

	<i>Aronia melanocarpa</i> powder content (%)				
	0	5	10	15	20
Hardness (g/cm <sup>2</sup> )	3,558.92±321.17 <sup>a</sup>	3,492.09±497.69 <sup>a</sup>	2,730.34±384.36 <sup>a</sup>	2,974.48±658.63 <sup>a</sup>	2,714.58±134.97 <sup>a</sup>
Springiness (%)	0.69±0.03 <sup>bc</sup>	0.72±0.01 <sup>ab</sup>	0.74±0.01 <sup>a</sup>	0.68±0.02 <sup>c</sup>	0.54±0.02 <sup>d</sup>
Cohesiveness (%)	0.44±0.03 <sup>a</sup>	0.44±0.02 <sup>a</sup>	0.43±0.02 <sup>ab</sup>	0.44±0.04 <sup>a</sup>	0.38±0.00 <sup>b</sup>
Gumminess (g)	1,575.62±251.63 <sup>a</sup>	1,537.39±261.54 <sup>a</sup>	1,184.82±210.84 <sup>a</sup>	1,316.77±386.76 <sup>a</sup>	1,041.74±51.98 <sup>a</sup>
Chewiness (g)	1,078.82±143.27 <sup>a</sup>	1,109.07±175.08 <sup>a</sup>	872.11±141.29 <sup>ab</sup>	889.29±247.10 <sup>ab</sup>	567.95±46.50 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup> Each values are mean±S.D. of three replications.

<sup>2)</sup> The same superscripts in a row are not significantly different at  $p < 0.05$ .

말 시료의 첨가로 인한 글루텐 희석 효과, 전분의 호화 조직 약화로 케이크의 탄력성을 감소시킨 것으로 사료되며, 이는 기존에 보고된 썩 분말을 첨가 케이크의 연구에서 썩 분말 첨가에 영향을 받아 케이크의 탄력성이 감소한다는 연구 결과와 일치한다(Lee HJ 2010).

응집성이란 식품의 형태를 이루는 내부 결합력으로 식품을 구성하고 있는 성분들 간의 끄는 힘을 말하며, 형태가 부서지기 직전까지의 변형 정도를 말한다(Shin GM 2008). 파운드케이크 대조구의 응집성은 0.44였다. 아로니아 분말 5, 10, 15% 첨가구는 0.44, 0.43, 0.44였으나, 20% 첨가구에서 0.38로 유의적으로 감소하는 결과를 보였다. 검성이란 반고형 식품을 삼킬 수 있는 상태까지 부수는데 필요한 힘을 말하며, 정도, 응집성과 관련이 있다(Shin GM 2008). 파운드케이크의 검성은 정도 실험 결과와 같이 대조구와 아로니아 분말 첨가구간 유의적 차이가 없었다. 씹힘성은 고형의 식품을 넘길 수 있는 상태까지 씹는 데에 필요한 힘을 말하며, 정도, 응집성, 탄력성과 관계가 있다(Shin GM 2008). 씹힘성 결과는 대조구와 5% 첨가구가 1,078.82와 1,109.07로 유의적 차이가 없었고, 10% 첨가구는 872.11, 15% 첨가구는 889.29, 20% 첨가구가 567.95로 이들 간에는 유의적 감소를 보였다.

아로니아 분말 첨가량 증가는 파운드케이크의 구조 형성 약화를 초래하여 탄력성, 응집성과 씹힘성이 저하되는 물성의 변화는 빵인 분말 첨가량 증가에 따라 케이크의 골격 형성에 필수적인 전분의 호화, 글루텐 형성 불충분으로 조직의 약화된 결과를 보고한 연구 결과에서도 볼 수 있었고(Kim YA 2003), 증숙 마늘과 유자 분말을 첨가한 연구 결과 보고에서도 케이크 반죽에 밀가루 외 다른 분말 첨가량을 증가시키면 분말이 가진 수분 흡수력에 영향을 받아 밀가루 반죽 형성 시 글루텐 형성이 억제되어, 결국 케이크 골격 형성이 약화되었다고 보고한다(Shin 등 2007a; Shin 등 2007b).

이상의 아로니아 분말 첨가 비율을 달리하여 제조한 파운

드케이크의 texture 특성 실험 결과, 아로니아 분말 15% 이상 첨가 시 파운드케이크로서의 texture 특성을 저하되었으나, 아로니아 분말 5%, 10% 첨가구에서는 대조구와 비교해 그 물리적 특성에 차이가 없어 파운드케이크로서의 물리적 특성에 영향을 주지 않은 첨가량임을 실험 결과 확인할 수 있었다.

## 5. 총 폴리페놀 함량 및 DPPH 라디칼 소거능

아로니아 분말 첨가량에 따른 파운드케이크의 총 폴리페놀 함량(TP)은 Fig. 1A와 같다. 총 폴리페놀함량(TP)은 대조군의 129.8±2.62 mg GAE/g에 비하여 각 아로니아 분말 첨가구 모두 유의적으로 높은 값이었으며, 첨가량이 높아질수록 증가하는 유의적 경향을 보였다( $p<0.05$ ). Fig. 1B에서 DPPH 라디칼 소거능은 대조군의 경우, 5.14±0.37 %로 나타났고, 아로니아 5% 파운드케이크가 10.83±0.75 %로 2배 증가하는 유의적인 차이를 보였으며, 아로니아 10, 15, 20% 파운드케이크가 대조군 대비 최대 6배 가량 증가하는 유의적 차이를 보였다( $p<0.05$ ).

Jurikova 등(2017)의 총설에 의하면, 아로니아의 TP 함량은 690~2,560 mg GAE/100 g fresh weight의 범위에 있으며, 이는 아로니아의 유전적 특성, 재배환경, 가공 및 저장환경에 따라 차이를 보인다고 보고하였다. 국내 연구에서 아로니아 분말을 첨가하여 제조한 식빵의 TP 변화는 대조군에 비해 5% 첨가군에서 약 2배, 10% 첨가군에서 약 3배의 증가를 보인다고 보고되었고(Yoon 등 2014), 아로니아즙 첨가 양갱에서 TP는 5% 첨가군에서 약 2배의 증가를 보였다(Hwang & Lee 2013). 본 연구와의 차이는 각 연구에 사용된 소재 및 추출법에 기인한다고 생각되며, 농도에 따른 유의적인 증가는 다른 연구와 일치한다고 보였다. DPPH 라디칼 소거능은 식품분석에서 많이 사용되는 대표적인 *in vitro* 항산화 활성 분석법으로서 총 폴리페놀 함량과 높은 상관관계가 있는 것으로 보고되었다

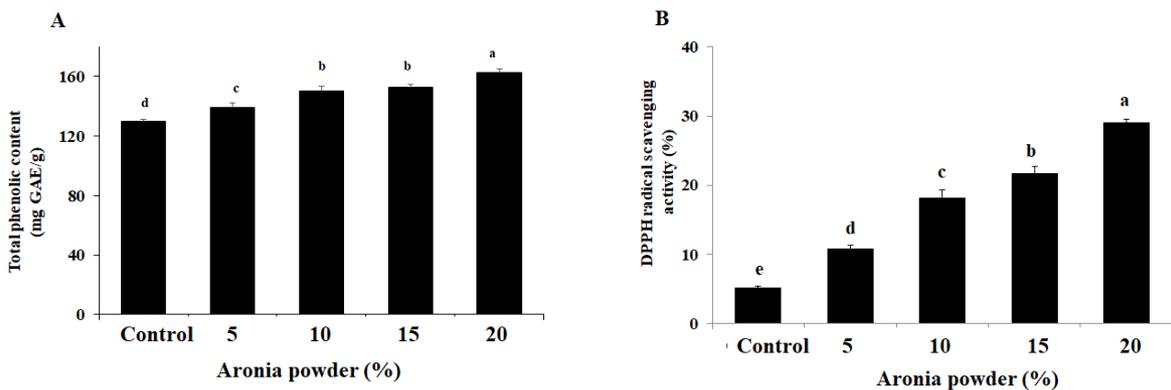


Fig. 1. Total polyphenol (A) and DPPH radical scavenging activity (B) of pound cake added with *Aronia melanocarpa* powder. Values are expressed as the mean±S.D. Bars with different letter are significantly different at  $p<0.05$ .

(Floegel 등 2011). 아로니아의 항산화능은 주로 비타민 C와 안토시아닌, 페놀산, 플라바놀, 플라보놀과 탄닌 등의 폴리페놀에서 온다고 알려져 있다(Jurikova 등 2017). 아로니아 분말 함유 설기떡에서 5% 첨가구의 경우, 대조군에 비해 약 1.8배의 라디칼 DPPH 소거능이 증가하였으며(Hwang & Hwang 2015), 아로니아 쿠키에서는 4% 첨가구에서 약 4배의 증가를 보였고(Lee & Choi 2016), 아로니아 첨가 식빵에서는 5%에서 약 18배와 10% 첨가구에서 35배의 증가를 보였다(Yoon 등 2014). 본 연구에서도 아로니아 첨가농도에 따라 유의적인 증가를 보임으로써 다른 연구와 유사한 경향이 나타났다.

## 6. 관능적 특성

아로니아 분말을 첨가한 스펀지케이크의 색, 향기, 조직감, 맛과 전반적인 기호도에 대한 관능적 특성을 조사 결과는 Table 6에 나타내었다. 케이크의 색은 대조구와 첨가구간 유의적 차이는 관찰할 수 없었다. 향기에서는 대조구가 첨가구들에 비해 가장 낮은 선호도를 보이는 것으로 유의적인 결과를 나타냈으며, 아로니아 분말 첨가구는 10%와 15% 첨가구를 선호하였으나, 첨가구 간의 유의적 차이는 없었다. 조직감에 있어서 대조구와 비교해 20% 첨가구만 유의적으로 낮게 평가되었으며, 다른 첨가구에서는 유의적인 차이가 없는 것으로 나타났다( $p<0.05$ ). 맛에 대한 평가에서는 대조구가 4.12였고, 아로니아 5% 첨가구는 4.96으로 유의적으로 증가하여 10% 첨가구에서 5.84로 가장 높은 값을 나타냈고, 15% 첨가구도 5.44로 대조구에 비해 선호하는 것으로 유의성 있게 나타났으나, 아로니아 분말 첨가량이 가장 많았던 20% 첨가구는 대조구와 비교하여 유의성 있는 차이가 없었다. 전반적인 기호도는 아로니아 분말 첨가량이 증가함에 따라 선호도가 증가하여 대조구에 비해 유의적으로 높은 값을 보였고, 그 중 10% 첨가구의 선호도가 가장 높았다. 그러나 아로니아 분말 첨가량이 가장 많았던 20% 첨가구에서는 대조구보다 선호도가 낮아지는 결과를 보였다.

이상으로 아로니아 분말을 이용하여 제조한 파운드케이크

의 관능적 특성 측정 결과, 아로니아 분말 10%를 첨가한 첨가구에서 맛과 전반적 기호도에 대한 선호도가 다른 첨가구들에 비해 유의적으로 높게 나타나, 파운드케이크의 관능적 특성에 적합한 첨가량을 확인할 수 있었다.

## 요약 및 결론

본 연구에서는 아로니아 분말을 이용한 제품 개발의 기초 자료로 사용하고자 아로니아 분말 첨가량을 밀가루의 중량에 비해 5, 10, 15 및 20%의 비율로 달리 첨가하여 만든 파운드케이크의 물리적 특성과 관능적 특성 및 항산화 활성을 검토하였다. 실험 결과, 굽기 손실, 케이크 무게는 10% 첨가구에서 유의적 차이가 있었고, 대조구와 첨가구들 간에 유의적 차이가 없었다. 아로니아 분말 첨가량 증가에 따라 파운드케이크의 색은 점차 어두워졌고, 붉은색을 띄는 실험 결과를 나타냈다. 밝은 정도를 보여주는 L값은 대조구가 첨가구들에 비해 높게 평가되었고, 아로니아 첨가량이 증가에 따라 유의적으로 감소하는 결과가 나타났다( $p<0.05$ ). 적색도를 나타내는 a값은 첨가량이 증가할수록 유의적으로 증가하였고, 황색도의 b값은 아로니아 분말 첨가에 비례하여 유의적으로 감소하였다( $p<0.05$ ). 파운드케이크의 texture 특성 측정값은 경도(Hardness), 탄력성(Springiness), 응집성(Cohesiveness), 점착성(Gumminess)과 씹힘성(Chewiness)을 측정하였다. 경도에서는 대조구와 아로니아 분말 첨가구 간의 유의적 차이가 없었고, 탄력성은 분말 첨가량 증가에 따라 대조구 대비 유의적으로 증가하여 10% 첨가구에서 제일 높은 값을 나타냈다. 응집성은 대조구와 첨가구 간에 유의적 차이를 보이지 않았으며, 씹힘성은 대조구, 5% 첨가구간 유의적 차이가 없었고, 10% 첨가구부터 첨가량 증가에 대비하여 유의적으로 낮아지는 실험값을 나타냈다( $p<0.05$ ). 총 폴리페놀함량 및 DPPH 라디칼 소거능은 대조군 대비 아로니아 첨가량 상승에 따라 유의적으로 증가하는 경향을 보였다( $p<0.05$ ). 관능 특성 검토 결과에서는 색에 대한 선호도는 대조구와 첨가구간 유의적 차이

Table 6. Sensory evaluation scores<sup>1)</sup> on sponge cake prepared with various levels of *Aronia melanocarpa* powder

Sensory characteristics	<i>Aronia melanocarpa</i> powder content (%)				
	0	5	10	15	20
Color	5.00±1.35 <sup>a</sup>	3.76±1.33 <sup>b</sup>	5.08±0.12 <sup>a</sup>	4.84±1.25 <sup>a</sup>	5.00±1.71 <sup>a</sup>
Flavor	3.76±1.56 <sup>b</sup>	4.60±1.08 <sup>a</sup>	5.32±1.11 <sup>a</sup>	5.36±1.44 <sup>a</sup>	5.12±1.88 <sup>a</sup>
Texture	5.08±1.22 <sup>a</sup>	5.28±1.49 <sup>a</sup>	5.36±1.29 <sup>a</sup>	4.56±1.53 <sup>a</sup>	2.72±1.14 <sup>b</sup>
Taste	4.12±1.39 <sup>c</sup>	4.96±1.24 <sup>b</sup>	5.84±1.18 <sup>a</sup>	5.44±1.39 <sup>ab</sup>	3.56±1.26 <sup>c</sup>
Overall acceptability	4.36±1.32 <sup>c</sup>	4.88±1.17 <sup>bc</sup>	5.76±1.30 <sup>a</sup>	5.44±1.42 <sup>ab</sup>	3.56±1.56 <sup>d</sup>

<sup>1)</sup> Each value represents the means and standard deviation(SD) of ratio by 25 panels using 7-point scale (1: very poor, 7: very good). Means with different letters in a row are significantly different among others at  $\alpha=0.05$  determined by Duncan's multiple range test.

를 보이지 않은 값을 나타냈고, 향은 첨가구들을 선호하였으나, 유의적인 차이는 없었다. 조직감은 20% 첨가구가 대조구에 비해 유의적으로 감소하였고, 다른 첨가구에서는 유의적 차이가 없어 아로니아 분말 첨가는 파운드케이크의 색, 향기, 조직감의 관능적 특성에 악영향이 없음을 확인할 수 있었다. 맛과 전반적인 기호도에서 아로니아 첨가구에서 유의적으로 높은 선호도를 보였으며, 10% 첨가구가 대조구에 비해 관능적 기호도가 제일 우수함을 확인하였다.

본 실험에서는 아로니아의 이용 확대를 위한 제과 제품의 개발 가능성 검토하고자 아로니아 분말 첨가 파운드케이크를 제조하여 물리적, 관능적 특성과 항산화 활성을 검토하였다. 실험 결과, 아로니아 분말 10% 첨가구이 파운드케이크로서의 물리적, 관능적 특성 및 항산화 활성을 모두 만족시킬 수 있는 최적의 첨가량을 확인할 수 있었다.

## 감사의 글

본 연구는 한양여자대학교 2015년도 1학기 교내연구비에 의하여 연구되었습니다.

## References

- Ahn JM, Song YS. 1999. Physico-chemical and sensory characteristics of cake added sea mustard and sea tangle powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 28:534-541
- An HK, Hang GJ, Lee EJ. 2010. Properties of sponge cake with added saltwort (*Salicornia herbacea* L.). *Korean J Food Culture* 25:47-53
- Blois MS. 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature* 181:1199-1200
- Choi GY, Bae JH, Han GJ. 2007. The quality characteristics of sponge cake containing a functional and natural product(1. mulberry leaf powder). *J East Asian Dietary Life* 175:703-709
- Floegel A, Kim DO, Chung SJ, Koo SI, Chun OK. 2011. Comparison of ABTS/DPPH assays to measure antioxidant capacity in popular antioxidant-rich US foods. *J Food Comp Anal* 24:1043-1048
- Folin O, Dennis W. 1912. On phosphotungstic-phosphomolybdic compounds as color reagents. *J Biol Chem* 12:239-243
- Hwang ES, Lee YJ. 2013. Quality characteristics and antioxidant activities of *Yanggaeng* with Aronia juice. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 42:1220-1226
- Hwang ES, Nhuan DT. 2014. Antioxidant contents and antioxidant activities of hot-water extracts of Aronia (*Aronia melanocarpa*) with different drying methods *Korean J Food Sci Technol* 46:303-308
- Hwang YR, Hwang ES, 2015. Quality characteristics and antioxidant activity of *Sulgidduk* prepared by addition of Aronia powder (*Aronia melanocarpa*). *Korean J Food Sci Technol* 47:452-459
- Jurikova T, Mlcek J, Skrovankova S, Sumczynski D, Sochor J, Hlavacova I, Snopek L, Orsavova J. 2017. Fruits of black chokeberry *Aronia melanocarpa* in the prevention of chronic diseases. *Molecules* 22:944
- Kim KH, Hwang HR, Yoon MH, Cho JE, Kim MS, Yook HS. 2009. Quality characteristics of bread containing various levels of flowering cherry (*Prunus serrulata* L. var. *spontanea* Max. Wils.) fruit powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38:926-934
- Kim NY. 2011. Quality characteristics of pound cakes added with perilla leaves (*Perilla frutescens* var. *japonica* Hara) powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40:267-273
- Kim YA. 2003. Effects of mulberry leaves powders on the quality characteristics of yellow layer cakes. *Korean J Food Sci Technol* 35:871-876
- Kokotkiewicz A, Jaremicz Z, Luczkiewicz M. 2010. Aronia plants: a review of traditional use, biological activities, and perspectives for modern medicine. *J Med Food* 13:255-269
- Lee HJ. 2010. Evaluation of the quality characteristics of sponge cake containing mugwort powder. *J East Asian Dietary Life* 20:95-102
- Lee JH, Choi JE. 2016. Quality characteristics and antioxidant activities of cookies supplemented with Aronia powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 45:1071-1076
- Lee SW, Kang CS. 2005. Effect of high molecular weight water soluble chitosan on quality attributes of sponge cake. *Korean J Food & Nutr* 18:309-315
- Lee SY, Jeong HC, Yoo SS. 2015. Quality characteristics of pound cake with cranberry powder. *J Korean Soc Food Cult* 30:750-756
- Lee WG, Lee JA, 2013. Quality characteristics of rice pound cake prepared with blueberry powder. *J East Asian Soc Dietary Life* 23:577-585
- Lim EJ. 2017. Quality characteristics of sponge cake added with *Aronia melanocarpa* powder. *Journal of the Table and Coordinate* 12:1-12
- Park JE, Jeong HD, Jang MS. 2009. Optimization of ingredient mixing ratio for preparation of sponge cake with bamboo

- (*Pseudosasa japonica* Makino) leaves powder. *Korean J Food Cookery Sci* 25:317-329
- Park YR, Han IJ, Kim MY, Choi SH, Shin DW, Chun SS. 2008. Quality characteristics of sponge cake prepared with red ginseng marc powder. *Korean J Food Cookery Sci* 24.2:236-242
- Shin GM. 2008. Cereal and Baking Science of Technology. Kimoonsa Publishing Co. pp.522
- Shin GM, Shin SR, Noh HS. 2005. Confectionery Science and Technology. Baeksan Publishing Co. pp.103-125
- Shin JH, Choi DJ, Kwon OC. 2007a. Physical and sensory characteristics of sponge cakes added steamed garlic and yuja powder. *Korean J Food & Nutr* 20:392-398
- Shin JH, Choi DJ, Kwon OC. 2007b. The quality characteristics of sponge cake with added steamed garlic powder. *Korean J Food Cookery Sci* 23:692-702
- 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 Nutri* 43:273-280
- Yoo SS, Jeong HC. 2012. Quality characteristics of pound cake with added mulberry fruit powder. *J East Asian Soc Dietary Life* 22:239-245

---

Received 30 August, 2017  
Revised 31 September, 2017  
Accepted 17 October, 2017