

## 아로니아 분말을 첨가한 스펀지케이크의 품질특성

장낙훈 · 노현수 · 강성태\*  
서울과학기술대학교 식품공학과

### Quality characteristics of sponge cake made with aronia powder

NakHoon Jang, HyeonSu Roh, and SungTae Kang\*

Department of Food Science and Technology, Seoul National University of Science and Technology

**Abstract** This study was performed to examine the quality characteristics and antioxidant activities of the sponge cakes containing different concentrations (2-10% (w/w)) of aronia powder (AP). The specific gravity of the dough and the baking loss rate were significantly increased with higher AP content. The specific volume, height, volume index, and pH were significantly decreased with the increase in AP. The lightness and redness values increased, while the yellowness values decreased with increasing amounts of AP. Textural characteristics, such as hardness, gumminess, and chewiness significantly increased on addition of AP. The DPPH radical scavenging activities of the cakes increased significantly with the increase in concentration of AP. In sensory evaluation, the group with cakes containing AP at a 2% concentration was ranked higher than other cakes with respect to all parameters, except color. Therefore, the results of this study suggest that sponge cakes prepared with 2% AP is the most suitable product, based on its sensory characteristics and antioxidant activities.

**Keywords:** sponge cake, aronia powder, quality, antioxidant, consumer acceptability

### 서 론

최근 건강에 대한 관심이 증대됨에 따라 영양분 섭취와 질병 예방차원에서 각종 과실을 이용한 여러 가지 가공품에 대한 소비 및 제품개발에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다(1,2). 각종 과실에 대한 다양한 생리활성물질 효과의 탐색 및 규명이 활발히 진행되고 있으며, 특히 붉은 색을 함유한 식품에 대한 관심이 증대되고 있다(3). 아로니아(*Aronia melanocarpa*)는 검은 자색을 갖는 열매로 낙엽활엽관목 장미과(*Rosaceae*)에 속하는 베리류 열매이다. 동유럽과 북아프리카 등에서 18세기경에 재배되었고 블랙 초크베리(black chokeberry), 블랙 베리(black berry), 아로니아 베리(aronia berry) 등으로 불려 지고 있다. 아로니아는 안토시아닌 성분이 건물 중량 당 약 1%를 함유하고 있고, 주요 성분은 시아니딘(cyanidins)과 펠라고니딘(pelargonidins)으로 구성되어 있다(4). 자연에 존재하는 폴리페놀계 화합물(anthocyanin, catechine, flavone, isoflavone, flavonone 등)은 라디칼 소거능과 강력한 항산화 능력을 포함한 다양한 생리활성을 갖는다고 알려져 있다(5,6). 아로니아에 함유된 성분들은 항암(7), 항 돌연변이(8), 항 당뇨병(9), 간 보호(10), 심장보호(11), 항 알레르기(12) 등에도 효과가 있는 것으로 보고되어 있다. 최근 국내 아로니아 재배면적이 늘어나

고(13) 건강 기능식품에 대한 소비자의 관심도가 증가함에 따라 아로니아를 적용한 다양한 연구가 진행되고 있으며, 아로니아 분말첨가 머핀(14), 아로니아 과즙첨가 요구르트(15), 아로니아 분말첨가 쿠키(16), 아로니아 과즙첨가 젤리(17) 등 다양한 제품의 품질특성이 보고되었다.

현대사회에는 1인가구화, 여성의 사회활동 증가 그리고 서구형태의 식습관변화로 인해 쌀의 소비는 감소하고 베이커리 제품의 소비가 증가하여 제빵 공정을 개발하거나 기존 제품보다 품질이 뛰어난 빵 제품을 만드는 등 산업분야 발전을 추진하고 있다(18,19). 스펀지케이크는 다른 종류의 케이크를 제조하기 위한 기본적인 형태로 제빵분야에서 많이 생산되고 있는 대표적인 종류이다. 주재료는 밀가루, 계란, 설탕 및 소금이며, 부재료로 분유, 베이킹파우더, 물 및 우유 등을 사용한다(20). 제빵 분야에서 스펀지케이크는 높은 당 배합비율로 노화가 지연되어 글루텐의 점탄성에 적은 영향을 주고 저장성 또한 우수한 특성이 있다(21,22). 건강기능성 식품, 천연재료, 부재료를 첨가하여 품질과 건강기능적인 측면까지 고려한 제품에 대한 소비자의 선호도가 증가하는 추세이며 기본재료가 되는 밀가루 외에 기능성 물질을 첨가하여 품질을 향상시키기 위한 연구들이 진행되고 있다. Jeong 등(23)은 스펀지케이크에 검은콩 분말을 첨가한 후 관능적 특성을 고려하였을 때 20% 첨가군이 적합하다고 보고 하였으며 이 밖에도 기능성물질을 첨가하여 품질을 향상시키기 위한 연구로는 구기자 분말(24), 대나무 잎 가루(25), 바나나 분말(26), 나문재(27)를 첨가한 스펀지케이크의 품질특성이 연구되었다.

본 연구는 아로니아의 활용도를 다양화하기 위하여 아로니아 동결건조 분말을 첨가한 스펀지케이크를 제조하였다. 아로니아 동결건조 분말대체 비율에 따른 물리 화학적(pH, 수분함량, 색도, 물성 등) 및 관능적 품질 특성을 비교함으로써 아로니아 분말의

\*Corresponding author: Sung Tae Kang, Department of Food Science and Technology, Seoul National University of Science and Technology, Seoul 01811, Korea  
Tel: +82-2-970-6736  
Fax: +82-2-970-6460  
E-mail: kst@seoultech.ac.kr  
Received August 14, 2017; revised October 27, 2017;  
accepted November 7, 2017



### 항산화활성(DPPH 라디칼 소거능) 측정

DPPH 라디칼(radical) 소거능은 Blois의 방법(31)에 따라 DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl)에 대한 수소공여 효과로 측정하였다. 시료 1 g에 methanol을 9 mL를 가하여 실온에서 2시간 추출한 후 3,000 rpm에서 20분간 원심분리 하여 얻은 상등액을 시료 용액으로 사용하였다. DPPH 용액은 100 mL 에탄올에 DPPH  $1.5 \times 10^{-4}$  M을 녹인 후 증류수와 혼합하여 Whatman No. 2 filter paper (Whatman, Maidstone, England)로 여과하여 만들었다. 96 well plate에 시료와 DPPH 용액을 1:4 비율로 혼합하여 37°C에서 30분간 반응시킨 후, ELISA reader (VeraMaxMicroplate Reader, Molecular Device, Los Angeles, CA, USA)를 이용하여 520 nm에서 흡광도를 측정하였다. 전자공여능(electron donating ability; EDA)은 시료 첨가구와 대조군의 흡광도 차이를 백분율(%)로 나타내었다.

### 관능평가

스펀지케이크의 관능평가는 관능평가 경험이 있는 식품공학과 학생 40명을 대상으로 본 실험의 목적과 평가방법 및 평가항목에 대해 설명한 후 기호도 조사를 실시하였다. 9점 척도법(1점, 매우 싫다 4점, 좋지도 싫지도 않다 9점, 매우 좋다)을 사용하였고 평가 항목은 색(color), 향(flavor), 맛(taste), 조직감(texture), 입안에서의 느낌(mouthfeel) 및 전반적인 기호도(overall acceptability)로 나누어 모두 6가지 항목을 평가하였다. 스펀지케이크의 건조최소화를 위해 제조한 후 1시간을 방냉하여 바깥쪽 1 cm를 제거한 후 30분 이내로 사용하였다. 시료는 동일크기(3×3×3 cm)로 자르고 편견을 최소화하기 위하여 무작위로 조합된 세 자리 난수표로 구분하여 직경 25 cm 일회용 접시에 담아서 제공하였으며, 제시 순서는 패널마다 랜덤하게 제공하였다. 각 시료테스트 후 제공된 물로 입안을 헹구어 입에 남는 감각을 제거하고 다음 시료를 평가하도록 하였다.

### 통계처리

실험결과는 SPSS 22.0 (Statistical package for social science, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하여 평균값과 표준편차를 계산하고, 분산분석(ANOVA)을 이용하여  $p < 0.05$  수준에서 다중범위 검정(Duncan's multiple range test)을 실시하여 시료 간 유의적인 차이를 검증하였다.

## 결과 및 고찰

### 아로니아 분말 일반성분

아로니아 분말의 일반성분은 수분함량, 조단백질, 조지방 함량, 조회분을 측정하였다. 아로니아 분말의 수분 함량은  $4.84 \pm 0.04\%$ , 조단백질의 함량은  $0.72 \pm 0.3\%$ , 조지방 함량은  $8.96 \pm 0.1\%$ , 조회분

함량은  $2.68 \pm 0.02\%$ 으로 나타났다.

### pH와 반죽의 비중

동결 건조된 아로니아 분말을 첨가하여 제조한 스펀지케이크의 pH와 반죽의 비중은 Table 2에 나타내었다. 본 연구에서 사용된 아로니아 분말의 pH는  $3.64 \pm 0.02$ 이었으며, 아로니아 분말의 첨가량이 증가할수록 스펀지케이크의 pH가  $8.11 \pm 0.03$ 에서  $6.30 \pm 0.02$ 으로 유의적으로 감소하였다( $p < 0.05$ ). 이는 레몬그라스(31), 솔잎분말(34), 청경채(35), 야콘분말(36)을 첨가한 스펀지케이크 연구의 결과와 일치하였고, 아로니아 분말의 낮은 pH가 최종제품의 pH에 영향을 준 것으로 판단된다. 한편 Lee 등(37)은 스펀지케이크의 일반적인 pH 값의 범위가 7.3-7.6이라고 보고하였으며, 본 연구에서는 2%, 4% 첨가군이 적절한 pH범위를 나타내었다. 일반적으로 pH가 높으면 스펀지케이크의 색도가 어두워지고 기공이 커져 제품에 좋지 않은 영향을 끼친다고 알려져 있다(38). 따라서 본 실험에서 아로니아 분말첨가로 인한 pH의 저하가 최종제품에 부정적 요인이 되지 않을 것으로 판단되었다.

반죽의 비중은 대조군이  $0.45 \pm 0.01$ 으로 가장 낮았고 아로니아 분말의 첨가량이 증가할수록 유의적으로 증가하여( $p < 0.05$ ) 10% 첨가군에서는  $0.55 \pm 0.01$ 으로 가장 높게 나타났다. 스펀지케이크 비중의 일반적인 범위 0.45-0.55(40)에 포함되므로 10% 첨가가 비중에 영향을 주지 않는 것으로 판단된다.

### 수분함량과 굽기손실

아로니아 분말을 첨가하여 제조한 스펀지케이크의 수분함량과 굽기손실은 Table 2에 나타내었다. 수분함량은 8% 첨가군이  $31.93 \pm 0.77\%$ 로 가장 높았고, 대조군, 2, 4, 6 및 8% 간에는 유의적인 차이가 나타나지 않았으며 10%의 수분함량은  $29.28 \pm 0.65\%$ 로 가장 낮았다( $p < 0.05$ ). 밀가루 전분과 단백질 감소에 따른 보수력 저하인 것으로 판단된다(37). 바나나 분말(25)이나 나뭇재(26) 등을 첨가한 스펀지케이크에서도 첨가시료의 함량이 가장 높은 스펀지케이크가 가장 낮은 수분함량을 나타내었다.

일반적으로 굽기손실률은 굽는 과정 중 반죽의 수분증발량에 따라 결정되며, 부 재료의 특성에 따라 기공형성이 달라져 수분증발이 억제되거나 촉진된다. 또한 구조적변형에 주원인이 되며 제품의 저장기간을 단축시킨다(40). 본 실험의 굽기 손실률은 대조군이 8.57%로 가장 낮은 값을 나타내었고 아로니아 분말의 첨가량이 증가할수록 굽기 손실률이 유의적으로 증가하였다( $p < 0.05$ ). 밀가루와 단백질이 아로니아 분말로 대체됨으로서 수분 흡수율이 감소하고, 굽는 과정에서 수분손실이 증가하기 때문에 판단되고 Fig. 1과 같이 스펀지케이크의 내부에 불균일한 기포가 형성되어 반죽이 불안정한 형태를 유지하고, 이로 인해 수분증발이 촉진되어 굽기손실률이 증가한 것으로 사료된다. 매생이 분말(41), 검은콩 분말(42)을 첨가한 스펀지케이크 연구에서도 부재료의 첨

Table 2. Moisture content, baking loss and pH of sponge cakes and dough specific gravity as affected by aronia powder

| Properties <sup>1)</sup> | Aronia powder level (%) |                    |                    |                    |                    |                    |
|--------------------------|-------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|                          | 0                       | 2                  | 4                  | 6                  | 8                  | 10                 |
| Moisture Content (%)     | $31.03 \pm 0.45^{a2)}$  | $30.83 \pm 0.72^a$ | $30.81 \pm 0.86^a$ | $31.22 \pm 0.99^a$ | $31.93 \pm 0.77^a$ | $29.28 \pm 0.65^b$ |
| Baking loss (%)          | $8.57 \pm 0.00^c$       | $11.34 \pm 0.16^d$ | $11.34 \pm 0.16^d$ | $12.76 \pm 0.16^e$ | $13.62 \pm 0.16^b$ | $13.90 \pm 0.16^c$ |
| pH                       | $8.11 \pm 0.03^a$       | $7.58 \pm 0.03^b$  | $7.33 \pm 0.04^c$  | $6.83 \pm 0.03^d$  | $6.61 \pm 0.02^e$  | $6.30 \pm 0.02^f$  |
| Specific gravity (dough) | $0.45 \pm 0.01^f$       | $0.47 \pm 0.00^e$  | $0.49 \pm 0.01^d$  | $0.51 \pm 0.00^c$  | $0.53 \pm 0.01^b$  | $0.55 \pm 0.01^a$  |

<sup>1)</sup>Mean±SD (n=5)

<sup>2)</sup>Means with different letters within a row are significantly different from each other at  $p < 0.05$  as determined by Duncan's multiple range test.

**Table 3. Specific volume, height, volume index and symmetry index of sponge cakes as affected by aronia powder**

| Properties <sup>1)</sup> | Aronia powder level (%)  |                        |                         |                         |                         |                         |
|--------------------------|--------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
|                          | 0                        | 2                      | 4                       | 6                       | 8                       | 10                      |
| Specific volume (mL/g)   | 4.15±0.00 <sup>a2)</sup> | 4.12±0.00 <sup>b</sup> | 4.10±0.01 <sup>c</sup>  | 4.09±0.01 <sup>d</sup>  | 4.07±0.01 <sup>e</sup>  | 4.05±0.01 <sup>f</sup>  |
| Height (cm)              | 7.00±0.00 <sup>a</sup>   | 6.53±0.06 <sup>b</sup> | 6.03±0.06 <sup>c</sup>  | 5.47±0.06 <sup>d</sup>  | 5.23±0.06 <sup>e</sup>  | 5.03±0.06 <sup>f</sup>  |
| Volume index (cm)        | 19.27±0.06 <sup>a</sup>  | 15.3±0.00 <sup>d</sup> | 17.07±0.06 <sup>b</sup> | 15.52±0.03 <sup>c</sup> | 14.65±0.05 <sup>e</sup> | 13.52±0.03 <sup>f</sup> |
| Symmetry index           | 1.78±0.08 <sup>b</sup>   | 2.70±0.00 <sup>a</sup> | 0.48±0.10 <sup>d</sup>  | 1.03±0.06 <sup>c</sup>  | 1.15±0.13 <sup>c</sup>  | 1.13±0.08 <sup>c</sup>  |

<sup>1)</sup>Mean±SD (n=3)<sup>2)</sup>Means with different letters within a row are significantly different from each other at  $p < 0.05$  as determined by Duncan's multiple range test.

가량이 증가할수록 굽기 손실률이 증가하여 본 실험과 유사한 경향을 나타내었다.

### 비체적 및 높이

아로니아 분말을 첨가하여 제조한 스펀지케이크의 비체적 및 높이는 Table 3에 나타내었다. 스펀지케이크의 비체적은 대조군에서 4.15 mL/g으로 가장 높은 값을 보였고, 아로니아 분말의 첨가량이 증가할수록 비체적은 유의적으로 감소하여 10% 첨가군에서는 4.05±0.01 mL/g로 가장 낮았다( $p < 0.05$ ). 아로니아 분말의 첨가량 증가로 인한 반죽의 비중 증가가 비체적을 감소시킨 것으로 판단된다(43). 조 및 수수(44), 솔잎분말(45)을 첨가한 스펀지케이크에서 부재료의 첨가량이 증가할수록 비체적이 감소하는 결과와 유사한 경향을 나타내었다. 높이는 아로니아 분말의 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하였다( $p < 0.05$ ). Gmez 등(46)은 제빵 시 식이섬유의 양이 증가할수록 글루텐과 식이섬유의 상호작용으로 가스 보유력이 감소한다고 보고하였고, 본 실험에서도 아로니아의 풍부한 식이섬유(47)로 인해 최종제품의 부피가 감소된 것으로 판단된다.

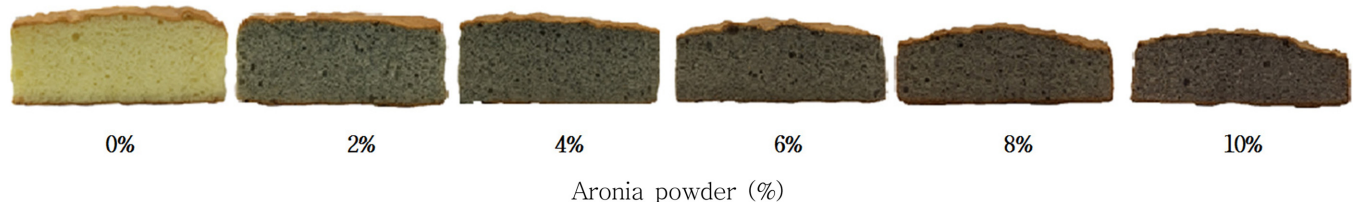
### 부피지수와 대칭성지수

아로니아 분말을 첨가하여 제조한 스펀지케이크의 부피지수(volume index) 및 대칭성지수(symmetry index)는 Table 3에 나타내었다. 스펀지케이크의 부피지수는 대조군이 19.27±0.06 cm로 가장 높은 값을 보였고, 아로니아 분말을 4% 이상 첨가한 이후로 유의적으로 감소하였다( $p < 0.05$ ). 아로니아 분말의 함량이 늘어날수록 밀가루 함량이 감소하여 반죽의 글루텐이 감소하고 기공형

성에 부정적인 영향을 주었기 때문에 판단된다(48). Park 등(26)의 연구에서 부재료인 바나나분말을 첨가할수록 스펀지케이크의 부피지수가 유의적으로 감소하여 본 실험과 유사한 경향을 나타내었다. 본 실험에서는 2% 첨가군의 대칭성 지수가 2.70±0.00로 가장 높게 나타났으며, 4% 첨가군이 0.48±0.10로 가장 낮은 값으로 나타났다. 6% 이상을 첨가한 첨가군에서는 유의적 차이가 나타나지 않았다( $p < 0.05$ ).

### 색도 및 외관촬영

아로니아 분말을 첨가하여 제조한 스펀지케이크의 외관촬영 사진은 Fig. 1에, 색도는 Table 4에 나타내었다. 아로니아 분말의 첨가량이 증가할수록 기공의 크기가 작아짐으로 인해 스펀지케이크의 높이와 부피가 감소하고 표면이 거칠게 나타나 단단한 느낌을 주었다. 같은 중량의 스펀지케이크에서 부피의 증가로 인한 상대적 밀도의 증가 때문인 것으로 판단된다. 스펀지케이크 표면의 색은 첨가량이 많아질수록 겉 표면과 내부의 색이 짙어지는 것을 관찰할 수 있었다. Hwang 등(49)은 아로니아의 색소는 가열온도가 높아지고 가열시간이 길어질수록 안정성이 감소하여 안토시아닌 색소가 감소하는 경향을 나타냈다고 보고하였다. 스펀지케이크의 crumb의 색도에서 명암을 나타내는 L값은 대조군이 73.37±0.55로 가장 높았고 아로니아 분말의 첨가량이 증가할수록 52.30±0.26-42.17±1.08으로 유의적으로 감소하였다( $p < 0.05$ ). 구운 검은콩 분말(50), 아스파라거스 분말(51), 로즈마리 분말(52)을 첨가한 스펀지케이크에서도 본 실험과 유사한 결과가 보고되었다. 적색도를 나타내는 a값은 2% 첨가군이 -1.60±0.10로 가장 낮은 값을 보였고, 아로니아 분말을 4%이상 첨가한 첨가군에서 첨가

**Fig 1. Visual comparison of sponge cakes incorporated with different levels of aronia powder.****Table 4. Color characteristics of sponge cake as affected by aronia powder**

| Properties <sup>1)</sup> | Aronia powder level (%)   |                         |                         |                         |                         |                         |
|--------------------------|---------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
|                          | 0                         | 2                       | 4                       | 6                       | 8                       | 10                      |
| L                        | 73.37±0.55 <sup>a2)</sup> | 52.30±0.26 <sup>b</sup> | 47.87±0.35 <sup>c</sup> | 47.07±0.42 <sup>c</sup> | 45.00±0.17 <sup>d</sup> | 42.17±1.08 <sup>e</sup> |
| a                        | 0.87±0.16 <sup>c</sup>    | -1.60±0.10 <sup>e</sup> | -0.80±0.00 <sup>d</sup> | 1.03±0.06 <sup>c</sup>  | 2.23±0.12 <sup>b</sup>  | 3.23±0.15 <sup>a</sup>  |
| b                        | 25.93±0.42 <sup>a</sup>   | 7.067±0.12 <sup>b</sup> | 5.67±0.12 <sup>d</sup>  | 6.27±0.21 <sup>c</sup>  | 5.63±0.06 <sup>d</sup>  | 4.67±0.06 <sup>e</sup>  |

<sup>1)</sup>Mean±SD (n=3)<sup>2)</sup>Means with different letters within a row are significantly different from each other at  $p < 0.05$  as determined by Duncan's multiple range test.

**Table 5. Textural properties of sponge cakes added with aronia powder**

| TPA parameters <sup>1)</sup>  | Aronia powder level (%)   |                            |                             |                            |                            |                           |
|-------------------------------|---------------------------|----------------------------|-----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------|
|                               | 0                         | 2                          | 4                           | 6                          | 8                          | 10                        |
| Hardness (g/cm <sup>2</sup> ) | 93.30±26.03 <sup>2)</sup> | 111.15±23.59 <sup>b</sup>  | 126.24±32.97 <sup>b</sup>   | 167.97±55.08 <sup>bc</sup> | 170.82±26.40 <sup>c</sup>  | 220.63±29.52 <sup>c</sup> |
| Springiness                   | 1.71±0.37 <sup>NS)</sup>  | 1.54±0.32                  | 1.46±0.44                   | 1.43±0.44                  | 1.40±0.48                  | 1.26±0.41                 |
| Cohesiveness                  | 0.83±0.02 <sup>a</sup>    | 0.82±0.00 <sup>a</sup>     | 0.82±0.01 <sup>a</sup>      | 0.82±0.01 <sup>a</sup>     | 0.81±0.03 <sup>a</sup>     | 0.78±0.02 <sup>b</sup>    |
| Gumminess                     | 77.20±20.05 <sup>c</sup>  | 91.56±19.83 <sup>c</sup>   | 103.90±26.34 <sup>bc</sup>  | 136.53±42.66 <sup>b</sup>  | 139.00±20.18 <sup>b</sup>  | 173.19±19.08 <sup>a</sup> |
| Chewiness                     | 126.43±16.22 <sup>c</sup> | 139.23±31.68 <sup>bc</sup> | 147.22±37.56 <sup>abc</sup> | 184.01±38.16 <sup>ab</sup> | 189.53±45.89 <sup>ab</sup> | 214.37±62.58 <sup>a</sup> |
| Resilience                    | 0.47±0.05 <sup>a</sup>    | 0.47±0.01 <sup>a</sup>     | 0.47±0.01 <sup>a</sup>      | 0.45±0.01 <sup>a</sup>     | 0.45±0.03 <sup>a</sup>     | 0.42±0.03 <sup>b</sup>    |

<sup>1)</sup>Mean±SD (n=10)

<sup>2)</sup>Means with different letters within a row are significantly different from each other at p<0.05 as determined by Duncan's multiple range test.

<sup>NS)</sup>Means no significant differences (p<0.05).

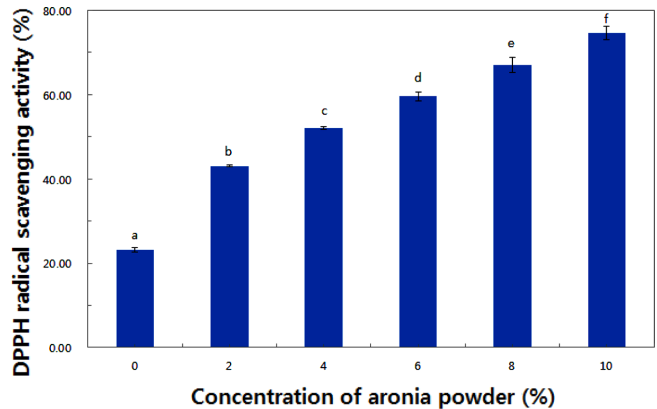
량이 증가할수록 a값이 유의적으로 증가하였다(p<0.05). 이는 아로니아의 높은 안토시아닌 함량(53)이 적색도에 영향을 준 것으로 사료된다. 황색도를 나타내는 b값은 대조군이 25.93±0.42로 가장 높았고, 10% 첨가군이 4.67±0.06로 가장 낮았다.

**기계적 조직감**

아로니아 분말을 첨가하여 제조한 스펀지케이크의 기계적 조직감은 Table 5에 나타내었다. 스펀지케이크의 경도(hardness)는 대조군이 93.30±26.03 로 나타났고 아로니아 분말을 첨가할수록 유의적으로 높아졌다(p<0.05). 아로니아 분말에 포함되어 있는 식이섬유와 밀가루 글루텐의 상호작용으로 제빵 시 가스보유력이 감소하여 아로니아 분말이 증가할수록 기공형성이 잘 되지 않아 경도가 증가한 것으로 사료된다(54). 감귤 외피(55), 청경채(35), 흑마늘(56)을 첨가한 스펀지케이크의 연구결과와 같은 경향이였다. 탄력성(springiness)은 대조군과 첨가군 사이의 통계적 유의성이 확인되지 않았다. 응집성(cohesiveness)은 대조군과 2, 4, 6, 8% 첨가군간의 유의적 차이가 나타나지 않았고, 10% 첨가군이 1.26±0.41으로 가장 낮았다. 스펀지케이크의 검성(gumminess)과 씹힘성(chewiness)은 모두 아로니아 분말의 첨가량이 증가할수록 값이 유의적으로 증가하였다(p<0.05). Gmez 등(46)은 반죽에 식이섬유의 양이 증가할수록 점성(tenacity)은 증가하고 신장성(extensibility)은 감소한다고 보고하였다, 본 연구에서 아로니아 분말 첨가량이 증가할수록 검성과 씹힘성이 증가하는 경향도 식이섬유에 따른 기공변화에 의한 결과로 사료된다. 회복탄력성(resilience)은 대조군과 2, 4, 6, 8% 첨가군 간에 유의적 차이가 나타나지 않았고, 10% 첨가군이 0.42±0.03로 가장 낮은 값을 보였다. 아로니아 분말을 첨가한 스펀지케이크의 texture특성을 분석한 결과, 아로니아 분말의 첨가량이 증가할수록 경도, 검성 및 씹힘성이 높아져 케이크의 texture로 바람직하지 않은 것으로 나타났고, 특히 10% 첨가군에서 회복탄력성이 다른 첨가군과 비교하여 유의적으로 감소하여 제품의 texture에 좋지 않은 영향을 끼친 것으로 나타났다. Zhang 등(49)은 아스파라거스 분말을 2, 4, 6, 8% 첨가한 경우, 부재료의 첨가량이 증가할수록 경도 씹힘성이 증가하는 경향을 나타내었다고 보고하여 본 결과와 일치하는 경향을 나타내었다.

**DPPH 전자공여능**

아로니아 분말을 첨가하여 제조한 스펀지케이크의 DPPH 라디칼 소거능 결과는 Fig. 2에 나타내었다. 대조군의 DPPH는 23.19% 이었고 아로니아 분말 첨가량이 증가할수록 43.19-74.55%으로 나타나 유의적으로 증가하는 경향을 보였다(p<0.05). 아로니아 분말 첨가 머핀(14), 아로니아 분말 첨가 쿠키(16) 연구에서도 부재료



**Fig. 2. DPPH radical scavenging activity of sponge cakes added with aronia powder.** Different letters on the bars indicate a significant different at p<0.05

의 첨가량이 증가할수록 DPPH 라디칼 소거능이 증가하여 본 실험과 유사한 결과를 보고하였다. 본 결과는 아로니아의 항산화작용으로부터 유래한 것으로 보여 진다(57). Free radical scavenging 활성측정은 stable radical인 DPPH를 소거하는 항산화물질의 활성을 측정하는 것으로 그 값이 클수록 높은 항산화활성을 기대할 수 있다. Nam 등(58)은 베리류 중 아로니아의 DPPH radical 소거능이 월등히 뛰어나다고 보고하였고, Yang 등(59)의 연구에서는 높은 DPPH radical 소거능이 항 혈전 효과에 영향을 준다고 보고하였다. 한편, Nabasree 등(60)이 연구한 결과에 따르면 조사한 항산화 방법에 따라 항산화 효과가 상이하며, 항산화 효과와 총 페놀함량(TPC) 및 플라보노이드 함량과는 어떤 상관성을 찾기 어렵다고 보고하였다. 따라서 기능성식품으로 개발하기 위해서는 동물실험 및 인체시험 등의 추가적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

**관능적 특성**

아로니아 분말을 첨가하여 제조한 스펀지케이크의 색(color), 맛(taste), 향(flavor), 조직감(texture), 입안에서의 느낌(mouthfeel), 전반적인 기호도(overall acceptability)에 대한 관능검사 결과는 Table 6에 나타내었다. 전반적인 기호도는 대조군과 2% 첨가군이 6.42로 가장 높은 값을 나타내었다. 스펀지케이크의 색에 대한 기호도는 대조군이 7.55점으로 가장 높았고 아로니아 분말 첨가군과 비교하여 점수에 유의적인 차이가 있었다(p<0.05). 색상을 제외한 모든 항목에서 2% 첨가군이 가장 높았으며, 대조군은 각 항목에서 두 번째로 높은 값을 보였다. 모든 항목을 종합하였을 때 색

**Table 6. Sensory characteristics of sponge cakes containing different amount of aronia powder**

| Sensory attributes <sup>1)</sup> | Aronia powder level (%) |                        |                         |                         |                        |                         |
|----------------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|
|                                  | 0                       | 2                      | 4                       | 6                       | 8                      | 10                      |
| Color                            | 7.55±1.06 <sup>2)</sup> | 5.42±1.01 <sup>b</sup> | 5.45±1.52 <sup>b</sup>  | 5.10±1.28 <sup>b</sup>  | 5.39±1.49 <sup>b</sup> | 5.39±1.15 <sup>b</sup>  |
| Taste                            | 5.90±1.61 <sup>ab</sup> | 6.64±1.22 <sup>a</sup> | 5.74±1.34 <sup>b</sup>  | 5.84±1.45 <sup>b</sup>  | 5.61±1.59 <sup>b</sup> | 5.35±1.23 <sup>b</sup>  |
| Flavor                           | 5.61±1.34 <sup>b</sup>  | 6.42±1.32 <sup>a</sup> | 5.29±1.49 <sup>b</sup>  | 5.45±1.58 <sup>b</sup>  | 5.23±1.61 <sup>b</sup> | 4.90±1.33 <sup>b</sup>  |
| Texture                          | 5.81±1.47 <sup>ab</sup> | 6.35±1.68 <sup>a</sup> | 5.68±1.15 <sup>ab</sup> | 5.68±1.33 <sup>ab</sup> | 4.84±1.58 <sup>c</sup> | 5.26±1.37 <sup>bc</sup> |
| Mouthfeel                        | 5.90±1.61 <sup>a</sup>  | 6.09±1.69 <sup>a</sup> | 5.61±1.23 <sup>ab</sup> | 5.84±1.46 <sup>ab</sup> | 5.00±1.71 <sup>b</sup> | 5.23±1.62 <sup>ab</sup> |
| Overall acceptability            | 6.42±1.76 <sup>a</sup>  | 6.42±1.19 <sup>a</sup> | 5.90±1.54 <sup>ab</sup> | 5.90±1.84 <sup>ab</sup> | 5.03±1.60 <sup>c</sup> | 5.19±1.47 <sup>bc</sup> |

<sup>1)</sup>Mean±SD (n=40)

<sup>2)</sup>Means with different letters within a row are significantly different from each other at p<0.05 as determined by Duncan's multiple range test.

항목이 대조군의 전반적인 기호도 값에 큰 영향을 준 것으로 사료되고, Table. 4에서 대조군의 높은 L값과 b값이 패널에게 긍정적으로 작용한 것으로 판단된다. 조직감에 대한 기호도는 Table 5에서 대조군 보다 경도, 감성, 씹힘성이 모두 높은 값을 나타낸 2% 첨가군이 가장 높은 값을 나타내었다. 대조군에 아로니아 분말을 첨가하여 경도, 감성, 씹힘성이 증가한 요소가 조직감과 입안에서의 느낌에 대한 기호도를 증가시킨 것으로 판단된다.

## 요 약

본 연구에서는 아로니아 분말 2, 4, 6, 8, 10% 첨가한 스펀지 케이크를 제조한 후 반죽 비중, 케이크의 pH, 수분함량, 굽기손실, 비체적 및 높이, 부피지수 및 대칭성지수, 색도, 항산화능, 기계적 조직감, 관능특성을 조사하였다. 아로니아 분말의 첨가량이 증가할수록 반죽의 비중과 스펀지케이크의 굽기손실률이 증가하였다. 수분함량은 대조군, 2, 4, 6, 8% 첨가군 간에 유의적 차이가 나타나지 않았다. 비체적, 높이, 부피지수, pH는 아로니아 분말 첨가량이 증가할수록 감소하였다. 대칭성지수는 6% 이상을 첨가한 첨가군에서는 유의적 차이가 나타나지 않았다. 아로니아 분말 첨가 스펀지케이크의 외관은 아로니아 분말의 첨가량이 증가할수록 색이 점점 짙어지고 부피와 높이가 감소하는 것을 관찰할 수 있었다. 아로니아 분말을 대체한 스펀지케이크의 crumb의 색도의 경우 L값과 a값은 아로니아 분말의 첨가량이 증가할수록 증가하는 경향을 보였으나, b값은 아로니아 첨가량이 증가할수록 감소하는 경향을 보였다. 스펀지케이크의 기계적 조직감은 아로니아 분말 첨가량이 증가할수록 경도와 감성, 씹힘성이 증가하였고, 탄력성은 각 시료간에 유의적 차이가 나타나지 않았다. 회복탄력성은 10% 첨가군에서 가장 낮은 값을 나타내었다. DPPH radical 소거능에 대한 항산화활성은 대조군이 가장 낮았고, 아로니아 분말의 첨가량이 많을수록 유의적으로 증가하였다. 관능특성에서는 색을 제외한 모든 항목에서 2% 첨가군이 가장 높은 점수를 받았다. 이상의 결과를 종합하여 볼 때 아로니아 분말을 2% 첨가할 경우, 아로니아의 생리활성기능을 향상시키고, 기존 스펀지케이크와 비교하여 품질변화를 최소화 할 수 있을 것으로 판단된다.

## References

1. Yu OK, Kim JE, Cha YS. The quality characteristics of jelly added with Bokbunja (*Rubus coreanus* Miquel). J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 37: 792-797 (2008)
2. Lee HR, Jung BR, Park JY, Hwang IW, Kim SK, Choi JU, Lee SH, Chung SK. Antioxidant activity and total phenolic contents

of grape juice products in the Korean market. Korean J. Food Preserv. 15: 445-449 (2008)

3. Kim AJ, Kim MW, Woo NRY, Kim MH, Lim YH. Quality characteristics of Oddipyun prepared with various levels of mulberry fruit extract. Korean J. Soc. Food Cook. Sci. 19: 708-714 (2003)
4. Wu X, Gu L, Prior RL, McKay S. Characterization of anthocyanins and proanthocyanidins in some cultivars of Ribes, Aronia and Sambucus and their antioxidant capacity. J. Agr. Food Chem. 52: 7846-7856 (2004)
5. Martin DA, Taheri R, Brand MH, Draghi IA, Sylvester FA, Bolling BW. Anti-inflammatory activity of aronia berry extracts in murine splenocytes. J. Funct. Food 8: 68-75 (2014)
6. Bolling BW, Taheri R, Pei R, Kranz S, Yu M, Durocher SN, Brand MH. Harvest date affects aronia juice polyphenols, sugars, and antioxidant activity, but not anthocyanin stability. Food Chem. 187: 189-196 (2015)
7. Lala MG, Malik C, Zhao J, He Y, Kwon MM, Giusti. Anthocyanin-rich extracts inhibit multiple biomarkers of colon cancer in rats. Nutr. Cancer 54: 84-93 (2006)
8. Gasiorowski KK, Szyba B, Brokos B, Kolaczynska M, Jankowiak-Wlodarczyk J, Oszmianski. Antimutagenic activity of anthocyanins isolated from Aronia melanocarpa fruits. Cancer Lett. 119: 37-46 (1997)
9. Valcheva-Kuzmanova S, Kuzmanov K, Tancheva S, Belcheva A. Hypoglycemic and hypolipidemic effects of Aronia melanocarpa fruit juice in streptozotocin-induced diabetic rats. Methods Find. Exp. Clin. Pharmacol. 29: 101-105 (2007)
10. Kowalczyk KE, Charyk P, Fijałkowski J, Niedworok J, Błaszczyk J, Kowalski. Protective influence of natural anthocyanins of Aronia melanocarpa on selected parameters on antioxidative status in experimental intoxication with sulphide-2-chloroethyl-3-chloropropyl. Pol. J. Environ. Stud. 13: 339-341 (2004)
11. Hellström JK, Shikov AN, Makarova MN, Pihlanto A M, Pozharitskaya ON, Ryhnen EL. Blood pressure-lowering properties of chokeberry (*Aronia mitchurinii*, var. Viking). J. Funct. Foods. 2: 163-169 (2010)
12. Jeong JM. Antioxidative and antiallergic effects of aronia (*Aronia melanocarpa*) extract. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 37: 1109-1113 (2008)
13. Jeong YJ, Lee AR, Park JH, Kim YH, Kwon YS, Hong EY, Han NS, Eom HJ. Nutritional compositions and physicochemical properties of two domestic aronia (*A. melanocarpa*) varieties. Korean J. Food Nutr. 29: 283-289 (2016)
14. Park HJ, Chung HJ. Influence of the addition of aronia powder on the quality and antioxidant activity of muffins. Korean J. Food Preserv. 21: 668-675 (2014)
15. Park KB, Kwon SY, Moon JH. Quality characteristics of aronia (*Aronia melanocarpa*) juice added yogurt dressing. Culin. Sci. Hospitality Res. 21: 206-217 (2015)
16. Lee JA, Yoon JY. The quality and antioxidant properties of cookies containing aronia powder. Culin. Sci. Hospitality Res. 22: 179-189 (2016)
17. Hwang ES, Lee YJ. Quality characteristics and antioxidant activities of Yanggaeng with Aronia juice. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 42: 1220-1226 (2013)

18. Ha TY, Lee SH. Chemical composition of pig-mented rice varieties. *Korean J. Food Sci. Technol.* 31: 336-341 (1999)
19. Han GP, Lee KR, Han JS, Nobuyuki K, Kim DS, Kim JA, Bae JH. Quality characteristics of the potato juice added functional white bread. *Korean J. Food Sci. Technol.* 36: 924-929 (2004)
20. Kim YA. Effects of mulberry leaves powder on the cooking characteristics of noodle. *Korean J. Food Cook. Sci.* 18: 632-636 (2002)
21. Park YR, Han IJ, Kim MY, Choi SH, Shin DW, Chun SS. Quality characteristics of sponge cake prepared with red ginseng marc powder. *Korean J. Food Cook. Sci.* 24: 236-242 (2008)
22. Kim MK, Lee EJ, Kim KH. Effects of *Helianthus tuberosus* powder on the quality characteristics and antioxidant activity of rice sponge cakes. *Korean J. Food Cult.* 29: 195-204 (2014)
23. Jeong HC, Yoo SS. Quality characteristics of sponge cake by black soybean powder of different ratios. *J. East Asian Soc. Diet. Life* 20: 909-915 (2010)
24. Shin GM. Quality characteristics of *Lycii fructus* powder added sponge cake. *Korean J. Culinary Res.* 21: 63-75 (2015)
25. Eun J, Jeong HD, Jang MS. Optimization of ingredient mixing ratio for preparation of sponge cake with bamboo (*Pseudosasa japonica* Makino) leaves powder. *Korean J. Food Cook. Sci.* 25: 317-329 (2009)
26. Park JS, Lee YJ, Chun SS. Quality characteristics of sponge cake added with banana powder. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 39: 1509-1515 (2010)
27. An HK, Cho SG, Hong GJ. The characteristics of sponge cake added with *Suaeda asparagoides*. *Culin. Sci. Hospitality Res.* 22: 1-10 (2016)
28. Kim CS, Lee YS. Characteristics of sponge cakes with replacement of sucrose with oligosaccharides and sugar alcohols. *Korean J. Food Cook. Sci.* 13: 204-212 (1997)
29. AOAC. Official methods of analysis. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA. p 31 (1990)
30. AACC. Approved Methods of the AACC. Method 10-15. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN, USA (2000)
31. Ju T, Oh HS, Kim MJ, Kang ST. Quality characteristics of sponge cake with lemon grass powder. *Korean J. Food Sci. Technol.* 48: 347-353 (2016)
32. AACC. Approved Methods of the AACC. Method 74-09. American Association of Cereal Chemist, St. Paul, MN, USA (1988)
33. AACC. Approved Methods of the AACC. Method 10-91. American Association of Cereal Chemist, St. Paul, MN, USA (2000)
34. Lee SE, Lee JH. Quality and antioxidant properties of sponge cakes incorporated with pine leaf powder. *Korean J. Food Sci. Technol.* 45: 53-58 (2013)
35. Chung YS, Kim DJ. Quality characteristics of sponge cake with pakchoi (*Brassica campestris* L. ssp *chinensis* Jusl.) powder. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 38: 914-919 (2009)
36. Kim SG, Kim SY, Kang KO. Quality characteristics of yellow layer cake containing yacon powder. *J. East Asian Soc. Diet. Life* 22: 378-385 (2012)
37. Lee JS, Seong YB, Jeong BY, Yoon SJ, Lee IS, Jeong YH. Quality characteristics of sponge cake with black garlic powder added. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 38: 1222-1228 (2009)
38. An HK, Hang GJ, Lee EJ. Properties of sponge cake with added saltwort (*Salicornia herbacea* L.). *Korean J. Food Cult.* 25: 47-53 (2010)
39. Kang BS, Moon SW. Effect of rosemary powder on the physico-chemical characteristics of sponge cake during storage. *Korean J. Food Preserv.* 16: 155-159 (2009)
40. Choi GY, Bae JH, Han GJ. Quality characteristics of sponge cake containing a functional and natural products (mulberry leaf powder). *J. East Asian Soc. Diet. Life* 17: 703-709 (2007)
41. Lee JH, Kwak EJ, Kim JS, Lee YS. Quality characteristics of sponge cake added with mesangi (*Capsosiphon fulvescens*) powder. *Korean J. Food Cook. Sci.* 23: 83-89 (2002)
42. Jeong HC, Yoo SS. Quality characteristics of sponge cake by black soybean powder of different ratios. *J. East Asian Soc. Diet. Life* 20: 909-915 (2010)
43. Ash DJ, Colmey JC. The role of pH in cake baking. *Bakers Dig.* 47: 36-42 (1973)
44. Kim SH. Quality characteristics of sponge cake added with citron (*Citrus junos*) powder. Dep. of Food Sci. Nutr. Graduate School Suncheon National University: 14-39 (2003)
45. Lee SE, Lee JH. Quality and antioxidant properties of sponge cakes incorporated with pine leaf powder. *Korean J. Food Sci. Technol.* 45: 53-58 (2013)
46. Gmez M, Ronda F, Blanco CA, Caballero PA, Apestegua A. Effect of dietary fibre on dough rheology and bread quality. *European Food Res. Technol.* 216: 51-56 (2003)
47. Wawer I, Wolniak M, Paradowska K. Solid state NMR study of dietary fiber powders from aronia, bilberry, black currant and apple. *Solid State Nucl. Magn. Reson.* 30: 106 - 113 (2006)
48. Pomeranz Y, Shogrem MD, Finney KF, Bechter DB. Fiber in bread making effects on functional properties. *Cereal Chem.* 54: 25-41 (1997)
49. Hwang ES, Ki KN. Stability of the anthocyanin pigment extracted from Aronia (*Aronia melanocarpa*). *Korean J. Food Sci. Technol.* 45: 416-421 (2013)
50. Jung HC. Quality characteristics of sponge cake with added baked black soybean powder. *J. East Asian Soc. Diet. Life* 22: 401-407 (2012)
51. Zhang Y, Song KY, O HB, Choi BB, Kim YS. Quality and antioxidant characteristics of sponge cake with asparagus (*Asparagus officinalis* L.) powder. *Korean J. Food Cook. Sci.* 31: 642-651 (2015)
52. Kang BS, Moo SW. Effect of rosemary powder on the sensory characteristics and color of sponge cake during storage. *Korean J. Food Preserv.* 17: 9-15 (2010)
53. Bolling BW, Taheri R, Pei R, Kranz S, Yu M, Durocher SN, Brand MH. Harvest date affects aronia juice polyphenols, sugars, and antioxidant activity, but not anthocyanin stability. *Food Chem.* 187: 189-196 (2015)
54. Lee S, Lee JH. Quality of sponge cakes supplemented with cinnamon. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 42: 650-654 (2013)
55. Shin GM. Quality characteristics of sponge cake added with Citrus peel powder. *Culin. Sci. Hospitality Res.* 21: 88-97 (2015)
56. Lee JS, Seong YB, Jeong BY, Yoon SJ, Lee IS, Jeong YH. Quality characteristics of sponge cake with black garlic powder added. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 38: 1222-1228 (2009)
57. Li H, Jeong JM. Antioxidant activities of various berries ethanolic extract. *Korean J. Medicinal Crop. Sci.* 23: 49-56 (2015)
58. Nam JS, Han YJ, Yeo SM. Antioxidant and antimicrobial activities of various berry juices. *Korean J. Food Nutr.* 28: 328-334 (2015)
59. Yang SA, Im NK, Lee IS. Effects of methanolic extract from *Salvia miltiorrhiza* Bunge on in vitro antithrombotic and antioxidative activities. *Korean J. Food Sci. Technol.* 39: 83-87 (2007)
60. Nabasree D, Bratati De. Antioxidant activity of some leafy vegetables of India. A comparative study. *Food Chem.* 101: 471-474 (2007)