

Influence of the addition of aronia powder on the quality and antioxidant activity of muffins

Hyo-Jung Park, Hai-Jung Chung*

Department of Food Science and Nutrition, Daejin University, Pocheon 487-711, Korea

아로니아 분말 첨가가 머핀의 품질 및 항산화능에 미치는 영향

박효정 · 정해정*

대진대학교 식품영양학과

Abstract

This study investigated the quality characteristics and antioxidant activity of muffins prepared with different amounts (0%, 5%, 10%, and 15%) of aronia powder. The moisture content was higher in the groups that contained aronia powder than in the control muffin. The specific volume of the muffins was lowest in the group with 15% aronia powder added. The lightness and yellowness values decreased, while the redness values increased with increasing amounts of the aronia powder. The hardness of the control group was lower than that of the 10% and 15% treatment groups. The consumer acceptance test revealed no significant differences in the taste and texture of the muffin samples, but the overall acceptability scores were lowest for the muffins with 15% aronia powder added. The substitution of wheat flour for the aronia powder yielded muffins with a higher polyphenol content and total flavonoid content. The antioxidant activity measured via the DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) radical scavenging activity, metal chelating effect, and reducing power increased as the concentration of the aronia powder increased. The results showed that up to 10% aronia powder can be incorporated into muffins to meet the sensory quality and functional needs of consumers.

Key words : muffin, aronia powder, quality, antioxidant activity

서론

우리의 식생활이 서구화로 전환되어감에 따라 주식의 패턴이 바뀌고 간편하게 식사를 해결하려는 사람들이 증가하면서 다양한 형태의 제과 제빵 소비가 증가하게 되었다. 그 중에서도 머핀(muffin)은 우리나라 사람들의 기호에도 잘 맞아 식사대용 또는 간식으로 많이 이용되고 있는데 주성분인 밀가루에 우유, 달걀, 버터, 설탕, 베이킹파우더 등을 혼합하여 구워내는 빵의 일종이다(1,2). 머핀은 영양가가 우수하고 제조 시 식빵만큼 글루텐 함량에 영향을 받지 않으며 다른 부재료의 첨가가 용이하기 때문에 다양하게 변화시킬 수 있는 장점이 있다(1). 최근 건강에 대한 소비자들의 관심이 증가하고 있고 제과 제빵류에도 식품영양학적 가치 외에 기능성을 요구하는 수요가 높아지면서

다양한 천연 기능성 소재를 첨가한 제품개발 연구가 활발히 진행되고 있다. 머핀에 관한 국내의 연구로는 보리순가루(3), 메밀가루(4), 살구분말(5), 쌀겨(6), 들깨잎분말(7), 미나리가루(8), 빵잎가루(9), 자색고구마가루(10)를 첨가한 머핀 등이 보고되고 있으며 이들 연구의 대부분은 품질특성에 관한 내용으로 항산화활성 등의 기능성을 보고한 연구는 그리 많지 않은 실정이다.

아로니아(*Aronia melanocarpa*)는 장미과(Rosaceae)에 속하는 베리류의 열매로 북아메리카가 원산지이며 블랙초크베리(black chokeberry)라고도 불리고 있다(11). 아로니아에는 다른 베리류에 비해 안토시아닌 색소가 다량 함유되어 있어 짙은 자주색을 나타내며 폴리페놀 및 플라보노이드 성분이 풍부하여 항산화, 항암, 항염, 시력개선 등에 효과가 있는 것으로 보고된 바 있다(12-14). 국내에서도 아로니아에 대한 관심이 높아져 6~7년 전부터 농가에 도입되어 전국적으로 재배되고 있다. 아로니아는 수분 84.36%, 조단백 0.7%, 조지방 0.14%, 회분 0.44%, 탄수화물 14.37%의 일반

*Corresponding author. E-mail : haijung@daejin.ac.kr
Phone : 82-31-539-1861, Fax : 82-31-539-1860

성분(15)과 여러 생리활성 물질을 함유하고 있으나 단맛 외에 신맛과 떫은맛을 지니고 있어 생과로 이용하는 것보다는 다양한 형태의 가공제품으로 개발하려는 연구가 학계 및 산업계에서 진행되고 있다. 실제 일본에서는 잼, 와인, 주스 등의 제조에 아로니아가 이용되고 있으나(16) 국내에서는 지속적으로 생산되는 가공제품이 거의 없는 상태이다. 이에 본 연구에서는 아로니아 분말을 첨가하여 머핀을 제조하고 품질 특성 및 항산화능을 평가함으로써 새로운 기능성 제품으로 개발하는데 필요한 기초자료를 제공하고 자 하였다.

재료 및 방법

실험재료

머핀 제조를 위한 재료 중 아로니아 분말(Aronia Original Naturprodukte GmbH, Dresden, Germany), 박력분(CJ Cheiljedang, Seoul, Korea), 백설탕(CJ Cheiljedang, Seoul, Korea), 버터(Seoulmilk, Seoul, Korea), 꽃소금(Sajohaepyo, Seoul, Korea), 베이킹파우더(Ruf, Lebensmittelwerk, Quakenbruck, Germany), 계란 등은 시중에서 구입하여 사용하였다.

머핀의 제조

아로니아 머핀은 Table 1과 같이 배합비율을 정하여 박력분 100 g을 기준으로 아로니아 분말을 0, 5, 10, 15%로 각각 첨가하여 제조하였다(17). 먼저 밀가루, 베이킹파우더, 소금, 아로니아 분말을 체질하여 넣고 mixing bowl에 설탕, 계란, 우유, 중탕한 버터를 넣어 크림상이 되도록 2분간 mixing한 후 체질한 재료들을 넣고 다시 30초간 mixing하였다. 완성된 반죽을 머핀 컵에 30 g씩 담아 예열된 오븐(FDO 71-3, Daeyoung Co., Seoul, Korea)에 넣고 윗불 190°C, 아랫불 190°C에서 20분간 구운 후 꺼내어 실온에서 1시간 방냉한 다음 시료로 사용하였다.

Table 1. Formula for muffin added with aronia powder

Ingredients (g)	Aronia powder (%)			
	A-0 ¹⁾	A-5	A-10	A-15
Flour	100	95	90	85
Aronia powder	0	5	10	15
Sugar	80	72	56	40
Butter	80	80	80	80
Salt	0.4	0.4	0.4	0.4
Egg	80	80	80	80
Baking powder	3	3	3	3
Milk	18	18	18	18

¹⁾A-0 : aronia-0%, A-5 : aronia-5%, A-10 : aronia-10%, A-15 : aronia-15%

머핀의 일반성분 분석

머핀의 일반성분은 AOAC법(18)에 준하여 실시하였는데 수분은 105°C 상압가열건조법, 조단백질은 micro Kjeldahl법, 조지방은 Soxhlet 추출법, 조회분은 550°C 직접 회화법으로 분석하였다.

머핀의 높이, 무게, 부피, 비체적 측정

머핀의 높이는 머핀의 정중앙을 세로로 절단한 후 단면의 높이를 측정하였고 무게는 전자저울을 이용하였으며 부피는 종자치환법(19)으로 각 처리군당 4개의 시료를 사용하여 각각 2회 반복 측정하여 평균값으로 나타내었다. 비체적은 머핀의 부피(mL)를 무게(g)로 나누어 계산하였다.

머핀의 색도 측정

머핀의 내부 색도는 색차계(JX 777, Juki, Tokyo, Japan)를 이용하여 명도(lightness, L), 적색도(redness, a), 황색도(yellowness, b)값을 측정하였고, 각 처리군당 3개의 시료를 각각 4회 반복 측정한 평균값을 이용하였다. 이때 사용되는 표준 백색판의 L값은 97.71, a값은 -0.07, b값은 -0.18 이었다.

머핀의 기계적 조직감(texture) 측정

기계적 조직감은 머핀을 일정한 크기로 잘라(직경 40 mm, 높이 20 mm) Rheometer(Compac-100, Sun Scientific Co., Tokyo, Japan)를 사용하여 경도(hardness), 탄력성(springiness), 응집성(cohesiveness), 씹힘성(chewiness)을 각 처리군당 4개의 시료를 사용하여 각각 2회 반복 측정하여 평균값으로 나타내었다. 측정 시 사용된 조건은 test type: mastication, load cell: 10 kg, adaptor type: round(diameter 10 mm), distance: 50%, table speed: 120 mm/min 이었다.

관능검사

머핀의 관능검사는 기호도 조사를 실시하였으며, 관능검사 경험이 있는 식품영양학과 학생 34명을 대상으로 본 실험의 목적과 평가방법 및 평가항목에 대해 설명한 후 실시하였다. 평가방법은 7점 척도법(1점: 매우 싫다, 2점: 보통으로 싫다, 3점: 약간 싫다, 4점: 좋지도 싫지도 않다, 5점: 약간 좋다, 6점: 보통으로 좋다, 7점: 매우 좋다)을 사용하였고, 평가항목은 머핀의 외관(appearance), 냄새(smell), 맛(taste), 조직감(texture), 전반적인 기호도(overall acceptability) 등 이었다.

총 폴리페놀 함량 및 총 플라보노이드 함량 측정

머핀의 총 폴리페놀 함량 및 총 플라보노이드 함량 측정을 위하여 분쇄한 머핀 10 g에 methanol 30 mL를 가하여 실온에서 2시간 추출한 다음 5,000 rpm에서 30분간 원심분리하여 얻은 상등액을 시료로 사용하였다. 총 폴리페놀 함량은 Dewanto 등(20)의 방법에 따라 시료용액 0.1 mL에 증류수 1.9 mL와 Folin-ciocalteau's phenol reagent 0.2 mL를

가하여 실온에서 3분간 반응시키고, 포화 Na_2CO_3 용액 0.4 mL, 증류수 1.9 mL를 가하여 실온에서 1시간 반응시킨 후, 725 nm(Smart Plus SP-1900PC, Seoul, Korea)에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질은 tannic acid를 이용하여 농도별 표준곡선을 작성한 후 총 폴리페놀 함량을 구하였다. 총 플라보노이드 함량은 Lee 등(21)의 방법에 준하여 시료 용액 0.2 mL에 1 N NaOH 0.5 mL와 diethylene glycol 4 mL를 가하여 37°C에서 1시간 반응시킨 후 420 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질로 naringin의 표준검량곡선을 작성하여 총 플라보노이드 함량을 구하였다.

항산화능 측정

머핀의 항산화능은 총 폴리페놀 함량 실험에서와 동일한 방법으로 추출된 시료용액을 사용하여 DPPH 라디칼 소거능, 금속 킬레이트 효과, 환원력 등으로 측정하였다. DPPH 라디칼 소거능은 Blois의 방법(22)에 따라 시료용액 0.1 mL에 DPPH solution(1.0×10^{-4} M) 2 mL를 가하여 혼합하고 실온에서 30분간 반응시킨 후 517 nm에서 흡광도를 측정하였으며, 시료 첨가군과 무첨가군의 흡광도를 이용하여 백분율로 나타내었다. 금속 킬레이트 효과(metal chelating effect)는 Gulcin의 방법(23)을 약간 변형하여 각 시료용액 0.3 mL에 2 mM FeCl_2 0.1 mL를 가하고, 5 mM ferrozine 0.1 mL와 ethanol 2.8 mL를 가한 후, 실온에서 10분간 방치한 다음 562 nm에서 흡광도를 측정하여 시료용액 첨가군과 무첨가군 간의 흡광도 비(%)로 나타내었다. 환원력(reducing power)은 Wong과 Chye의 방법(24)을 일부 변형하여 각 시료용액 0.3 mL에 0.2 M phosphate buffer(pH 6.6) 1.1 mL와 1% potassium ferricyanide 0.6 mL를 가하여 50°C에서 20분간 반응시킨 다음 실온으로 냉각시켜 10% TCA 용액 1 mL를 가하고 혼합하였다. 이 중 1 mL를 취해 증류수 1 mL와 0.1% FeCl_3 0.5 mL를 가하고, 실온에서 10분간 방치한 다음 700 nm에서 흡광도를 측정하였다.

통계분석

모든 실험은 3회 이상 반복 측정하였고, 자료의 통계처리는 SPSS 12.0(Statistical Package for Social Sciences, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)를 이용하여 분산분석(ANOVA)을 실시하였으며, 유의적 차이가 있는 항목에 대해서는 Duncan's multiple range test로 $p < 0.05$ 수준에서 유의차를 검정하였다. 총 폴리페놀 함량 및 총 플라보노이드 함량과 항산화능 간의 연관성을 알아보기 위하여 Pearson 상관분석을 실시하여 상관계수(r , correlation coefficient)를 비교하였다.

결과 및 고찰

일반성분

아로니아 분말 첨가량을 달리하여 제조한 머핀의 수분

함량측정 결과는 Table 2와 같다. 대조군이 18.05%로 가장 낮았고, 아로니아 분말 첨가량이 증가할수록 증가하여 5% 첨가군 19.28%, 10% 첨가군 21.98%, 15% 첨가군 22.04%로 나타났으며 10% 첨가군과 15% 첨가군 간에는 유의적인 차이가 없었다. 이러한 결과는 Lee와 Chung(5)의 동결건조 살구분말 첨가 머핀 연구에서 대조군의 수분함량이 가장 낮았고, 살구분말 첨가량이 증가할수록 증가하였다는 보고와 유사한 경향을 보였다. Ko와 Hong(25)은 복분자 분말 첨가 머핀의 경우 복분자 분말 첨가에 의해 수분 결합력이 높아졌다고 보고하였는데, 이는 수분 손실이 저하됨으로써 보수성이 증가되었기 때문인 것으로 분석하였다. 반면에 Kim과 Lee(26)의 대추분말 첨가 머핀과 Ko와 Seo(10)의 자색 고구마 첨가 머핀의 경우에는 부재료의 첨가량이 증가할수록 머핀의 수분함량이 감소하였다고 보고하여 본 실험과 차이를 보였다. 조단백질 함량은 9.02~0.66%로 모든 시료 간에 유의적인 차이가 없었으며, 조지방 함량의 경우도 시료 간에 유의적인 차이없이 22.38~23.55%로 나타났는데, 이러한 결과는 머핀의 재료 중 버터와 계란의 배합 비율이 상대적으로 높고 모든 시료 간에 동일하게 첨가되어 결과에 큰 영향을 미치지 않은 것으로 추측된다. 조회분 함량은 대조군이 1.04%, 첨가군이 1.02~1.04%로 시료 간에 유의적인 차이는 없었다.

Table 2. Proximate composition of muffin added with aronia powder

	(Unit : %)			
	Moisture	Crude protein	Crude fat	Ash
A-0 ¹⁾	18.05±0.01 ^{2(a3)}	9.02±1.05	23.28±0.17	1.04±0.01
A-5	19.28±0.11 ^b	9.02±1.16	23.55±0.22	1.03±0.01
A-10	21.98±0.04 ^c	10.25±0.57	22.82±0.01	1.02±0.01
A-15	22.04±0.06 ^c	10.66±1.15	22.38±0.11	1.02±0.02

¹⁾A-0 : aronia-0%, A-5 : aronia-5%, A-10 : aronia-10%, A-15 : aronia-15%

²⁾Each value is mean±standard deviation (SD).

³⁾Means with different letters within a column(a-c) are significantly different from each other at $p < 0.05$ as determined by Duncan's multiple range test.

머핀의 높이, 무게, 부피, 비체적

아로니아 분말 첨가량을 달리하여 제조한 머핀의 높이, 무게, 부피 및 비체적을 측정된 결과는 Table 3과 같다. 머핀의 높이는 대조군이 4.00 cm, 첨가군이 3.63~3.86 cm로 시료 간에 유의적인 차이가 없었으며, 이러한 결과는 Seo와 Ko(27)의 비트가루 첨가 머핀의 연구에서도 유사하게 보고되었다. 머핀의 무게는 대조군이 29.29 g으로 5% 첨가군의 29.43g과 유의적인 차이가 없었으나, 10% 첨가군과 15% 첨가군은 각각 29.92 g과 30.15 g으로 대조군보다 유의적으로 높게 나타났다($p < 0.05$). 머핀의 부피는 대조군이 63.00 mL로 가장 큰 수치를 보였고 첨가군은 58.33~59.33 mL로 아로니아 분말 첨가량에 따른 유의적

인 차이가 없었다($p < 0.05$). 이러한 결과는 동결건조 연근분말 첨가 머핀(28)에서도 대조군의 부피가 가장 크게 나타났고 연근분말 첨가량에 따라서는 유의적 차이를 보이지 않았다는 보고와 유사하였다. 생강즙 첨가 머핀(29), 오디농축액 첨가 머핀(30)에서는 부재료 첨가량 증가에 따라 부피가 감소하였다고 보고한 반면, 청국장가루 첨가 머핀(31)의 연구에서는 부재료 첨가량에 따라 머핀의 부피가 증가하는 경향을 보고하였다. 머핀의 비체적은 1.93~2.15 mL/g으로 대조군과 10% 첨가군까지 유의적인 차이가 없었으며 15% 첨가군이 가장 낮게 나타났다. Hwang 등(32)의 국내산 블루베리 첨가 머핀, Ko와 Hong(25)의 복분자 분말 첨가 머핀 연구에서는 부재료 첨가량이 증가할수록 비체적이 감소한다고 보고 하였는데, 이는 밀가루의 일부가 부재료로 대체됨으로써 글루텐 형성이 약화되고 전분의 호화가 지연되어 결과적으로 단백질의 망상구조가 잘 발달하지 못했기 때문으로 보고하였다(25). 본 실험 결과 아로니아 분말 10% 첨가까지는 대조군과 비교하여 외형적으로 큰 차이가 없다는 것을 알 수 있었다.

Table 3. Height, weight, volume, and specific volume of muffin added with aronia powder

	A-0 ¹⁾	A-5	A-10	A-15
Height (cm)	4.00±0.10	3.86±0.05	3.76±0.15	3.63±0.15
Weight (g)	29.29±0.26 ^{2a3)}	29.43±0.10 ^a	29.92±0.24 ^b	30.15±0.25 ^b
Volume (mL)	63.00±3.00 ^b	59.33±1.52 ^a	58.66±1.52 ^a	58.33±0.57 ^a
Specific volume (mL/g)	2.15±0.09 ^b	2.01±0.05 ^b	1.96±0.05 ^b	1.93±0.03 ^a

¹⁾A-0 : aronia-0%, A-5 : aronia-5%, A-10 : aronia-10%, A-15 : aronia-15%

²⁾Each value is mean±SD.

³⁾Means with different letters within a row(a-b) are significantly different from each other at $p < 0.05$ as determined by Duncan's multiple range test.

머핀의 색도

아로니아 분말 첨가량을 달리하여 제조한 머핀의 색도 측정 결과는 Table 4와 같다. 명도를 나타내는 L값은 대조군이 71.17로 가장 높았고 첨가군은 21.61~30.64로 아로니아 분말 첨가량이 증가할수록 감소하여 15% 첨가군이 가장 낮게 나타났다($p < 0.05$). 적색도를 나타내는 a값은 대조군이 -2.83으로 가장 낮았고, 5% 첨가군 5.75, 10% 첨가군 7.61, 15% 첨가군 8.85로 아로니아 분말 첨가량 증가에 따라 유의적으로 증가하였다($p < 0.05$). 황색도를 나타내는 b값은 대조군이 25.29로 가장 높았고 5% 첨가군 4.24, 10% 첨가군 2.98, 15% 첨가군 1.88로 아로니아 분말 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하는 것으로 나타났다($p < 0.05$). 이러한 결과는 아로니아 분말 첨가 식빵(33), 아로니아즙 첨가 양갱(16)에서도 아로니아 첨가량이 증가함에 따라 명도와 황색도는 감소하고 적색도는 증가한 것으로 나타나 아로니아의 anthocyanin계 흑자색 색소가 제품의 색에 영향을 준 것으로 추측된다. 그 밖에 비트가루 첨가 머핀(27), 오디농축액

첨가 머핀(30), 버찌 분말 첨가 머핀(34)의 연구에서도 각각의 부재료 첨가량이 증가할수록 L값과 b값은 감소하고, a값은 증가하였다고 보고하여 본 실험의 결과와 유사한 경향을 보여 주었다.

Table 4. Hunter's color value of muffin added with aronia powder

	A-0 ¹⁾	A-5	A-10	A-15
L (lightness)	71.17±1.58 ^{2a3)}	30.64±1.21 ^c	25.39±0.83 ^b	21.61±0.7 ^a
a (redness)	-2.83±0.23 ^a	5.75±0.24 ^b	7.61±0.46 ^c	8.85±0.35 ^d
b (yellowness)	25.29±0.86 ^d	4.24±0.39 ^c	2.98±0.46 ^b	1.88±0.16 ^a

¹⁾A-0 : aronia-0%, A-5 : aronia-5%, A-10 : aronia-10%, A-15 : aronia-15%

²⁾Each value is mean±SD.

³⁾Means with different letters within a row (a-d) are significantly different from each other at $p < 0.05$ as determined by Duncan's multiple range test.

머핀의 기계적 조직감

아로니아 분말 첨가량을 달리하여 제조한 머핀의 기계적 조직감을 측정된 결과는 Table 5와 같다. 경도는 대조군이 171.95 g/cm², 5% 첨가군이 188.12 g/cm²으로 대조군과 유의적인 차이가 없었으나 그 이상의 아로니아 분말 첨가 시에는 경도가 유의적으로 증가하여 10% 첨가군 263.67 g/cm², 15% 첨가군 299.87 g/cm²로 나타났다($p < 0.05$). 이는 아로니아 분말 첨가량 증가에 따른 글루텐 망상구조의 약화로 가스포집능력이 저하되어 머핀의 비체적이 감소한 것과 관련이 있는 것으로 추측된다(3,6). 보리순가루 첨가 머핀(3), 비트가루첨가 머핀(27), 썩 분말 첨가 머핀(35)의 경우, 각기 부재료의 첨가량이 증가할수록 경도가 증가하였다고 보고하여 본 실험과 유사한 경향을 보였다. 반면, 복분자 분말 첨가 머핀(25) 연구에서는 복분자 분말 첨가량이 증가함에 따라 경도가 감소하였다고 보고하여 본 실험 결과와는 차이를 보였다. 홍국 분말 첨가 머핀(36), 쌀겨 첨가 머핀(6)에서는 부재료의 첨가량이 증가함에 따라 경도가 감소하다가 다시 증가한다고 보고함으로써 첨가되는 부재료의 고유 성분에 따라 각기 다른 경도 특성이 나타남을 알 수 있었다. 탄력성은 대조군이 82.39%, 첨가군이 72.67~79.11%로 시

Table 5. Texture characteristics of muffin added with aronia powder

	A-0 ¹⁾	A-5	A-10	A-15
Hardness (g/cm ²)	171.95±12.03 ^{2a3)}	188.12±19.84 ^a	263.67±16.68 ^b	299.87±40.86 ^c
Springiness (%)	82.39±11.31	79.11±7.31	75.99±5.47	72.67±8.12
Cohesiveness (%)	47.61±3.86 ^a	46.92±8.36 ^a	59.19±8.31 ^b	44.44±8.74 ^a
Chewiness (g)	197.81±14.08 ^a	206.13±47.64 ^a	352.82±69.06 ^c	284.94±81.26 ^b

¹⁾A-0 : aronia-0%, A-5 : aronia-5%, A-10 : aronia-10%, A-15 : aronia-15%

²⁾Each value is mean±SD.

³⁾Means with different letters within a row (a-c) are significantly different from each other at $p < 0.05$ as determined by Duncan's multiple range test.

료 간에 유의적인 차이는 없었다. 응집성은 44.44~59.19%의 범위로 10% 첨가군에서 유의적으로 높게 나타났다 ($p<0.05$). 씹힘성은 대조군이 197.81 g으로 5% 첨가군의 206.13 g과 유의적인 차이가 없었으나, 10% 첨가 시 352.82 g으로 가장 높게 나타났으며 그 이상 첨가 시에는 다시 감소함으로써 첨가량에 따른 뚜렷한 경향을 보이지 않았다.

관능검사

아로니아 분말 첨가량을 달리하여 제조한 머핀의 관능검사 결과는 Table 6과 같다. 머핀의 외관은 대조군이 6.14점으로 가장 높게 평가되었고 첨가군은 4.05~4.67점으로 대조군보다 낮게 평가되어 ($p<0.05$) 아로니아 분말이 외관에 미치는 영향은 좋지 않은 것으로 나타났다. 냄새는 대조군이 5.32점, 5% 첨가군과 10% 첨가군이 각각 5.41점과 5.29점으로 대조군과 유의적인 차이없이 평가된 반면, 15% 첨가군은 4.52점으로 가장 낮게 평가되었다. 맛은 대조군이 5.29점, 첨가군이 5.02~5.50점으로 모든 시료 간에 유의적인 차이가 없었고, 조직감도 대조군이 5.02점, 첨가군이 4.88~5.52점으로 대조군과 첨가군 사이에 유의적인 차이가 없는 것으로 나타났다. 전반적인 기호도는 대조군이 5.70점, 5% 첨가군과 10% 첨가군이 각각 5.44점과 5.47점으로 평가되어 대조군과 유의적인 차이없이 평가된 반면, 15% 첨가군은 4.70점으로 가장 낮은 점수를 받아 다른 시료보다 기호성이 떨어지는 것을 알 수 있었다. 이상의 결과를 종합하여 볼 때, 아로니아 분말을 10%까지 첨가하여 머핀을 제조한다면 관능적인 면에서 대조군과 비교하여 차이가 없을 것으로 사료된다.

Table 6. Consumer acceptance test of muffin added with aronia powder

	A-0 ¹⁾	A-5	A-10	A-15
Appearance	6.14±0.92 ^{2(b3)}	4.14±1.35 ^a	4.67±1.49 ^a	4.05±1.53 ^a
Smell	5.32±1.17 ^b	5.41±1.45 ^b	5.29±1.11 ^b	4.52±1.59 ^a
Taste	5.29±0.87	5.50±1.21	5.38±1.25	5.02±1.48
Texture	5.02±0.96	5.52±1.10	5.14±1.07	4.88±1.40
Overall acceptability	5.70±0.83 ^b	5.44±1.07 ^b	5.47±0.86 ^b	4.70±1.42 ^a

¹⁾A-0 : aronia-0%, A-5 : aronia-5%, A-10 : aronia-10%, A-15 : aronia-15%

²⁾Each value is mean±SD.

³⁾Means with different letters within a row (a-b) are significantly different from each other at $p<0.05$ as determined by Duncan's multiple range test.

머핀의 총 폴리페놀 및 총 플라보노이드 함량

아로니아 분말 첨가 머핀의 총 폴리페놀 및 총 플라보노이드 함량을 측정된 결과는 Table 7과 같다. 총 폴리페놀 함량은 대조군 57.22 mg/100 mL, 첨가군 140.40~359.49 mg/100 mL로 대조군보다 2~6배 많이 함유되어 있는 것으로 나타났으며, 아로니아 분말 첨가량이 증가함에 따라 증가하여 15% 첨가군에서 가장 높게 나타났다. 총 플라보노

이드 함량도 총 폴리페놀 함량과 유사하게 대조군이 74.89 mg/100 mL로 가장 낮았고, 15% 첨가군이 208.31 mg/100 mL로 가장 높게 나타났다. Kim 등(37)은 참죽분말 첨가량이 증가함에 따라 식빵에 함유된 총 페놀화합물의 함량이 대조군은 19.36 mg/100 g, 첨가군은 47.81~73.46 mg/100 g으로 2배 이상 증가되었음을 보고하였다. 식물에 함유되어 있는 polyphenol성 물질 및 flavonoid 등은 분자 내에 phenolic hydroxyl기를 다수 가지고 있는 화합물로 항산화, 항염, 항암효과가 우수한 것으로 보고되고 있다(38,39). 본 실험에서는 아로니아 분말 첨가군의 총 폴리페놀 및 총 플라보노이드 함량이 대조군보다 더 높게 나타났기 때문에 항산화 활성도 더 높게 나타날 것으로 예측된다.

Table 7. Total polyphenol content and total flavonoid content of muffin added with aronia powder

	A-0 ¹⁾	A-5	A-10	A-15
Total polyphenol (mg/100 mL)	57.22±10.73 ^{2(a3)}	140.40±8.80 ^b	244.04±3.66 ^c	359.49±7.91 ^d
Total flavonoid (mg/100 mL)	74.89±1.488 ^a	110.15±3.714 ^b	156.47±2.23 ^c	208.31±1.11 ^d

¹⁾A-0 : aronia-0%, A-5 : aronia-5%, A-10 : aronia-10%, A-15 : aronia-15%

²⁾Each value is mean±SD.

³⁾Means with different letters within a row (a-d) are significantly different from each other at $p<0.05$ as determined by Duncan's multiple range test.

머핀의 항산화능

아로니아 분말 첨가 머핀의 항산화능에 미치는 영향을 알아보기 위하여 DPPH radical 소거능, 금속 킬레이트 효과 및 환원력 등을 측정된 결과는 Table 8과 같다. DPPH radical 소거능은 대조군이 16.81%로 가장 낮았고, 아로니아 분말 첨가량이 증가함에 따라 증가하여 5% 첨가군 58.81%, 10% 첨가군 93.68%으로 나타났으며 그 이상의 첨가농도에서는 유의적인 차이를 보이지 않았다. DPPH는 짙은 보라색을 띠는 비교적 안정한 free radical로서 식품 성분 중에 존재하는 항산화 활성 물질로부터 전자나 수소를 제공받으면 환원되면서 노란색으로 탈색되므로 항산화능 측정에 많이 이용되고 있다(40). 살구분말 첨가 머핀(5), 연근분말 첨가 머핀(28)의 연구에서 DPPH 라디칼 소거능은 각각의 부재료 농도가 증가함에 따라 유의적으로 증가하였으나 일정 농도 이상 첨가 시에는 유의적인 차이를 보이지 않았다고 보고하여 본 실험의 결과와 유사하였다. 금속 킬레이트 효과는 대조군이 29.43%로 가장 낮았고, 첨가군이 42.73~73.93%로 아로니아 분말 첨가 10%까지 점차 증가하였으며 그 이상 첨가 시에는 유의적인 차이가 없었다. 금속 킬레이트 효과는 ferrozine이 Fe²⁺와 반응하여 붉은색을 띠게 되고, 이 때 시료 중에 킬레이트 효과를 가진 성분이 존재하면 Fe²⁺-ferrozine 복합체 형성을 방해하여 발색이 저해되는 원리를 이용하여 측정하였다(40). 환원력은 대조군이 0.19로 가장 낮았고, 아로니아 분말 첨가량이 증가함에 따라 점차

증가하여 15% 첨가군이 1.43으로 대조군보다 7.5배 높은 환원력을 보였다($p < 0.05$). 시료 중에 항산화성분이 존재하면 ferric ion(Fe^{3+})을 ferrous ion(Fe^{2+})으로 환원시키면서 푸른색을 띠게 되고, 색이 진할수록 시료의 강한 환원력을 나타낸다(23). 본 실험에서 아로니아 분말 첨가군의 항산화능이 대조군보다 높게 나타난 것은 총 폴리페놀과 총 플라보노이드 함량이 더 높기 때문인 것으로 추측되며, 가열 조리과정을 거친 후에도 항산화능이 나타나는 것으로 확인되었기에 아로니아 분말 첨가는 머핀의 항산화능 향상에 도움이 될 것으로 기대된다.

Table 8. DPPH radical scavenging activity, metal chelating effect and reducing power of muffin added with aronia powder

	A-0 ¹⁾	A-5	A-10	A-15
DPPH radical scavenging activity	16.81±1.97 ^{2a3)}	58.81±0.72 ^b	93.68±1.03 ^c	96.91±0.41 ^c
Metal chelating effect	29.43±0.50 ^a	42.73±0.25 ^b	61.17±2.26 ^c	73.93±1.25 ^d
Reducing power	0.19±0.08 ^a	0.55±0.10 ^b	0.92±0.06 ^c	1.43±0.16 ^d

¹⁾A-0 : aronia-0%, A-5 : aronia-5%, A-10 : aronia-10%, A-15 : aronia-15%

²⁾Each value is mean±SD.

³⁾Means with different letters within a row (a-d) are significantly different from each other at $p < 0.05$ as determined by Duncan's multiple range test.

머핀의 총 폴리페놀 함량 및 총 플라보노이드 함량과 항산화능 간의 상관관계를 조사한 결과는 Table 9와 같다. 총 폴리페놀 함량은 금속 킬레이트 효과와 가장 높은 양(+)의 상관관계($r=0.991$)를 나타내었고, 그 다음 환원력($r=0.981$) > DPPH radical 소거능($r=0.927$) 순으로 나타났다. 총 플라보노이드 함량도 같은 경향을 나타내어 금속 킬레이트 효과($r=0.993$) > 환원력($r=0.988$) > DPPH radical 소거능($r=0.922$) 순으로 강한 상관성을 보여주었다. 이로써 아로니아 분말에 함유되어 있는 폴리페놀 및 플라보노이드가 머핀의 항산화능에 주된 성분으로 작용했음을 보여주고 있다.

Table 9. Correlation coefficient (r) between total polyphenol content, total flavonoid content and antioxidant activities of muffin added with aronia powder

	TPC ¹⁾	TFC ²⁾	DPPH ³⁾	MEC ⁴⁾	REP ⁵⁾
TPC	1	0.997 ^{**}	0.927 [*]	0.991 ^{**}	0.981 ^{**}
TFC		1	0.922 ^{**}	0.993 ^{**}	0.988 ^{**}
DPPH			1	0.954 ^{**}	0.901 ^{**}
MEC				1	0.973 ^{**}
REP					1

¹⁾TPC : Total polyphenol content

²⁾TFC : Total flavonoid content

³⁾DPPH : DPPH radical scavenging activity

⁴⁾MEC : Metal chelating effect

⁵⁾REP : Reducing power

요 약

본 연구에서는 아로니아 분말을 밀가루에 대하여 0%, 5%, 10%, 15%로 대체하여 머핀을 제조하고 품질 특성 및 항산화능을 조사하였다. 머핀의 일반성분 분석 결과 수분 함량은 대조군보다 첨가군에서 높게 나타났고, 조단백질, 조지방 및 회분 함량은 시료 간에 유의적인 차이가 없었다. 머핀의 비체적은 15% 첨가군이 유의적으로 낮게 나타났다. 머핀의 명도와 황색도는 아로니아 분말 첨가량이 증가함에 따라 감소한 반면, 적색도는 증가하였다. 조직감 측정결과, 경도는 대조군과 5% 첨가군이 낮게 나타났고, 아로니아 분말 첨가량이 증가할수록 증가하였다. 관능검사 결과, 머핀의 외관은 대조군이 가장 높은 점수로 평가되었고, 냄새는 대조군과 5%, 10% 첨가군 간에 차이가 없었으나 15% 첨가군이 가장 낮은 점수로 평가되었다. 맛과 조직감은 대조군과 첨가군 간에 유의적인 차이가 없었다. 전반적인 기호도는 대조군과 5%, 10% 첨가군 간에 유의적인 차이가 없었으나 15% 첨가군이 가장 낮은 점수로 평가되었다. 머핀의 총 폴리페놀 함량 및 총 플라보노이드 함량은 아로니아 분말 첨가량이 증가할수록 증가하는 경향을 보였고 DPPH radical 소거능, 금속 킬레이트 효과 및 환원력도 대조군보다 아로니아 분말 첨가군에서 높게 나타났으며, 아로니아 분말 첨가량이 증가할수록 대체로 증가하는 경향을 보였다. 머핀의 총 폴리페놀 함량, 총 플라보노이드 함량과 항산화능 간의 상관관계를 조사한 결과 매우 높은 양(+)의 상관성이 있음을 보여주었다. 이상의 결과를 종합하여 볼 때, 아로니아 분말을 10%까지 첨가하여 머핀을 제조한다면 대조군과 비교하여 관능적인 면에서는 차이가 없고 기능적인 면에서는 항산화활성이 향상되어 기능성 식품으로서의 가능성이 있다고 하겠다.

감사의 글

본 논문은 2014학년도 대진대학교 학술연구비 지원에 의하여 수행되었기에 이에 감사드립니다.

References

1. Jeon SY, Kim HC, Kim MR (2003) Quality characteristics of functional muffins containing hesperetin. Korean J Food Cookery Sci, 19, 324-327
2. Jung JY, Kim SA, Chung HJ (2005) Quality characteristics of low-fat muffin containing corn bran fiber. J Korean Soc Food Sci Nutr, 34, 694-699
3. Choi JS, Kim H (2014) Quality characteristics of muffins

- by the addition of dried barley sprout powder. Korean J Food Cook Sci, 30, 1-10
4. Bae JH, Jung IC (2013) Quality characteristics of muffin added with buckwheat powder. J East Asian Soc Dietary Life, 23, 430-436
 5. Lee YS, Chung HJ (2013) Quality characteristics of muffins supplemented with freeze-dried apricot powder. J Korean Soc Food Sci Nutr, 42, 957-963
 6. Kang HJ, Park JD, Lee HY, Kum JS (2012) Quality characteristics of muffin added with rice bran. Korean J Food Preserv, 19, 681-687
 7. Yoon MH, Kim KH, Kim NY, Byun MW, Yook HS (2011) Quality characteristics of muffin prepared with freeze dried-Perilla leaves (*Perilla frutescens* var. Japonica HARA) powder. J Korean Soc Food Sci Nutr, 40, 581-585
 8. Seo EO, Kim KO, Ko SH (2011) Quality characteristics of muffins containing domestic dropwort powder (*Oenanthe stolonifera* DC.). J East Asian Soc Dietary Life, 2, 338-344
 9. Lee HY, Jung HA, Kim DH, Kwon HJ, Lee MH, Kim AN, Park CS, Yang KM, Bae HJ (2011) Studies on functional properties of mulberry leaf extracts and quality characteristics of mulberry leaf muffins. Korean J Food Cookery Sci, 2, 737-744
 10. Ko SH, Seo EO (2010) Quality characteristics of muffins containing purple colored sweet potato powder. J East Asian Soc Dietary Life, 20, 272-278
 11. Wu X, Gu L, Prior RL, McKay S (2004) Characterization of anthocyanins and proanthocyanidins in some cultivars of rives, aronia and sambucus and their antioxidant capacity. J Agric Food Chem, 52, 7846-7856
 12. Hou DX (2003) Potential mechanisms of cancer chemoprevention by anthocyanins. Curr Mol Med, 3, 149 - 159
 13. Kalt W, Hanneken A, Milbury P, Tremblay F (2010) Recent research on polyphenolics in vision and eye health. J Agric Food Chem, 58, 4001 - 4007
 14. Kulling SE, Rawel HM (2008) Chokeberry (*Aronia melanocarpa*)-A review on the characteristic components and potential health effects. Planta Med, 74, 1625-1634
 15. Tsuneo T, Akira T (2001) Chemical components and characteristics of black chokeberry. Nippon Shokuhin Kagaku Kaishi, 48, 606-610
 16. Hwang ES, Lee YJ (2013) Quality characteristics and antioxidant activities of yanggaeng with aronia juice. J Korean Soc Food Sci Nutr, 42, 1220-1226
 17. Park HJ, Chung HJ (2014) Quality characteristics of muffin added with aronia powder. MS Thesis. Daejin University, Pocheon, Korea, p 4
 18. AOAC (1990) Official methods of analysis. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington DC. p 31
 19. Pyler EJ (1979) Physical and Chemical Test Methods. Baking science and Technology, Vol II, Sosland Pub Co, Manhattan Kansas, USA, p 891-895
 20. Dewanto V, Wu X, Liu RH (2002) Processed sweet corn has higher antioxidant activity. J Agric Food Chem, 50, 4959-4964
 21. Lee YC, Hwang KH, Han DH (1997) Compositions of *Opuntia ficus-indica*. Korean J Food Sci Technol, 29, 847-853
 22. Blois MS (1958) Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. Nature, 181, 1199-1200
 23. Gulcin I (2006) Antioxidant activity of caffeic acid (3,4-dihydroxycinnamic acid). Toxicol, 217, 213-220
 24. Wong JY, Chye FY (2009) Antioxidant properties of selected tropical wild edible mushrooms. J Food Compos Anal, 22, 269-277
 25. Ko DY, Hong HY (2011) Quality characteristics of muffins containing Bokbunja (*Rubus coreus* Miquel) powder. J East Asian Soc Dietary Life, 21, 863-870
 26. Kim EJ, Lee JH (2012) Qualities of muffins with Jujube powder. J Korean Soc Food Sci Nutr, 41, 1792-1797
 27. Seo EO, Ko SH (2014) Quality characteristics of muffins containing beet powder. Korean J Culinary Res, 20, 27-37
 28. Kim DH, kang CS (2012) Qualitative characteristics of muffins prepared with freeze dried lotus root powder. J Hotel Resort, 11, 10-15
 29. Han EJ (2012) Quality characteristics of muffins containing ginger juice. Korean J Culinary Res, 18, 256-266
 30. Lee JA, Choi SA (2011) Quality characteristics of muffins added with mulberry concentrate. Korean J Culinary Res, 17, 285-294
 31. Seo EO, Ko SH, Kim KO (2009) Quality characteristics of muffin containing Chungkukjang powder. J East Asian Soc Dietary Life, 19, 635-640
 32. Hwang SH, Ko SH (2010) Quality characteristics of muffins containing domestic blueberry (*V. corymbosum*). J East Asian Soc Dietary Life, 20, 727-734
 33. 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
34. Kim KH, Lee SY, Yook HS (2009) Quality characteristics of muffins prepared with flowering cherry (*Prunus serrulata* L. var. *spontanea* Max. wils.) fruit powder. J Korean Soc Food Sci Nutr, 38, 750-756
35. Jang SJ (2012) Quality characteristics of muffins prepared with freeze dried-mugwort powder. Korean J Food Nutr, 25, 903-910
36. Park SH, Lim SI (2007) Quality characteristics of muffin added red yeast rice flour. Korean J Food Sci Technol, 39, 272-275
37. Kim MA, Lee EJ, Jin SY (2014) Quality characteristics and antioxidant activities of bread added with *Cedrelela sinensis* powder. Korean J Food Culture, 29, 111-118
38. Lu Y, Foo LY (2000) Antioxidant and radical scavenging activities of polyphenols from apple pomace. Food Chem, 68, 81-85
39. Kim KB, Yoo KH, Park HY, Jeong JM (2006) Anti-oxidative activities of commercial edible plant extracts distributed in Korea. J Korean Soc Appl Biol Chem, 49, 328-333
40. Gulcin I, Berashvili D, Gepdiremen A (2005) Antiradical and antioxidant activity of total anthocyanins from *Perilla pankinensis decne.* J Ethmopharmacol, 101, 287-293

(접수 2014년 6월 23일 수정 2014년 7월 21일 채택 2014년 8월 13일)