

## 품종 및 숙도 단계에 따른 아로니아의 이화학적 품질 및 항산화 활성 연구

박지현 · 김경미 · 조용식 · 김하윤\*  
농촌진흥청 국립농업과학원 농식품자원부

### Effects of Different Ripening Stage and Varieties on Quality Characteristics and Antioxidant Activity of Aronia (*Aronia Melaocarpa*)

Ji Hyun Park, Kyung Mi Kim, Yong Sik Cho, and Ha Yun Kim\*

Department of AgroFood Resources, National Institute of Agricultural Science, Rural Development Administration

#### Abstract

Aronia has low preference because of astringent and bitter taste. Appropriate processing is essential for eating aronia. For the processing of aronia, the aim of this study is to provide basic information on the cultivar and ripening stages. Three varieties (Viking, Nero and McKenzie) were studied. We divided the stages of maturity into four levels based on color. The physicochemical properties were analyzed. In the case of hardness, the first stage of maturity was the highest, and there was no difference between varieties. As maturation progressed, brightness and yellowness gradually decreased, and redness was highest at the second stage. The sugar content was the lowest in the Viking and significantly increased with the maturity stage. The acidity was highest in the Viking. Nero showed the highest radical scavenging ability. Total polyphenols and flavonoids were the highest in Nero. The highest level was shown at the first stage by the ripening stage.

**Key words:** ripening stage, varieties, aronia, quality characteristics

#### 서 론

아로니아(*Aronia Melaocarpa*)는 블랙초크베리라 불리는 베리류의 열매로 낙엽성 과수에서 장미과에 속하는 식물이다(Wu et al., 2004). 아로니아는 *A. melanocarpa* (black chokeberry)와 *A. arbutifolia* (red chokeberry), *A. prunifolia* (purple chokeberry)로 분류되며, 재배종은 *A. melanocarpa*이다(Kokotkiewicz et al., 2010). 아로니아는 2006년부터 국내에서 재배되기 시작하였으며, 산성토양이나 중성토양에서 재배가 용이하며 환경에 적응력이 뛰어난 작물이다. 국내에서 주로 재배하는 품종은 Viking, Nero, Aron, Mckenzie 품종이며 2013년 이후로 아로니아를 재배하는 면적은 점차 증가하고 있다(Brand, 2010). 아로니아의 과실은 짙은 보라색으로 cyanidins, pelargonidins과 같은 안토시아닌 함량이 높으며, 다른 베리류와 비교하였을 때 건물

무게의 1%가 안토시아닌으로 함량이 높다(Wu et al., 2004). 아로니아에 존재하는 안토시아닌은 시아니딘과 결합한 배당체로 존재하며, cyaniding-3-galactosied, cyaniding-3-glucosied, cyaniding-3-arabinoside, cyaniding-3-xyloside 등 4가지 물질이 존재하는 것으로 되었다(Hwang & Thi, 2014). 아로니아에 함유된 성분에는 플라보노이드, 폴리페놀, 안토시아닌 등이 존재하는데, 이러한 성분들은 생리활성 물질로 면역력을 증진시키며 항산화작용 및 암을 예방하는 효과가 있는 것으로 사료되고 있다(Han et al., 2005; Lala et al., 2006; Lee et al., 2013). 현재까지 아로니아에 대한 주된 연구는 아로니아의 생리활성 물질(폴리페놀 및 플라보노이드, 항산화 활성)에 대한 연구(Choi et al., 2015), 원산지에 따른 품질특성의 차이(Jeong et al., 2016; Jang et al., 2018) 가공 방법에 따른 품질특성의 비교(Park & Jeong, 2014; Yoon et al., 2014;), 아로니아의 생리활성 물질 추출조건의 최적화(Hong & Hong, 2015), 추출 용매에 따른 생리활성 물질 함량에 대한 비교 등에 대한 다양한 연구에 대한 내용이 보고되고 있으나(Park & Hong, 2014), 숙도 단계에 따른 연구에 대한 내용은 부족한 상황이다. 따라서 본 실험은 숙도 단계와 품종에 따른 아로니아의 이화학적 및 폴리페놀류 물질에 대한 품질 특성을 제시하여 추후 아로니아 가공제품을 생산하기 위한 기초자료

\*Corresponding author: Ha Yun Kim, Department of AgroFood Resources, National Institute of Agricultural Science, Rural Development Administration, 166, Nonsaengmyeong-ro, Iseo-myeon, Wanju-gun, Jeollabuk-do, 55365, Republic of Korea  
Tel: +82-63-238-3565; Fax: +82-63-238-3842  
E-mail : khy0617@korea.kr  
Received September 7, 2018; revised September 7, 2018; accepted November 15, 2018

를 제공하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 실험재료

실험에 사용된 아로니아는 Viking, Nero, Mckenzie 총 3 품종으로 속도 단계에 따라 2017년 전북 고창에서 수확하여 사용하였다. 각 시료는 이물질을 제거한 후 균일한 크기의 아로니아를 선별하였고 색깔에 따라 1<sup>st</sup> stage (녹색), 2<sup>nd</sup> stage (붉은색), 3<sup>rd</sup> stage (검붉은색), 4<sup>th</sup> stage (검은색)로 속도 단계를 구분하여 실험에 사용하였다.

### 경도 측정

경도(Hardness)는 Texture-Analyxer (TA-XT Plus, Stable Micro Systems®, Surrey, UK)를 이용하여 분석하였다. 분석조건은 Test-speed 1.0 mm/sec, Per-test speed 2.0 mm/sec, Strain 60%의 조건으로 분석하였고, 실험에 사용한 probe는 Stainless steel rod Ø 2.5 cm를 이용하였다. 실험에 대한 결과는 10회 반복하여 측정하였다.

### 색도 측정

색도는 분광색차계(Color i7, X-rite Inc, Grand Rapids, MI, USA)를 이용하여 명도(L\*-value, lightness), 적색도(a\*-value, redness), 황색도(b\*-value, yellowness)를 측정하였으며 백색판(L\*=98.42, a\*=-0.06, b\*=-0.33)을 기준으로 사용하였고, 시료의 표면을 5회 반복하여 측정된 값을 사용하였다.

### pH 및 산도

pH와 산도는 시료 5 g에 증류수 45 mL를 가한 후 여과한 후 여액을 pH meter (Orion 4 STAT, Thermo Fisher Scientific, Beverly, MA, USA)를 이용하여 3회 반복 측정하여 평균±표준편차로 나타내었다. 산도와 동일한 방법으로 시료를 처리한 후 pH meter를 이용하여 최종 pH 8.3이 될 때까지 0.1 N NaOH로 적정하여 최종 pH 8.3까지 적정하였다. 적정한 NaOH의 양을 확인하여 아래의 식에 대입하여 계산하였다.

$$\text{Acidity} = ((0.009 \times \text{mL of 0.1 N NaOH} \times F \times \text{dilution factor}) / \text{sample (g)}) \times 100$$

F: factor of 0.1 N NaOH

### 당도 측정

당도는 시료 5 g에 증류수 45 mL를 가한 후 여과 후 여액을 디지털 당도계(PR-201, Atago, Tokyo, Japan)를 이용하여 3회 반복하여 측정하였다.

### DPPH 라디칼 소거능 측정

DPPH (2,2-diphenyl-1-picryl-hydrazyl-hydrate)는 Blois (1958)의 방법을 참고하였다. 아로니아 시료를 1 mg/mL로 녹여 단계별로 희석시킨 추출액 100 µL과 150 µM DPPH solution 100 µL를 혼합하여 암소에서 30분 동안 반응 후 518 nm에서 흡광도를 측정하였다. DPPH 라디칼 소거능은 시료를 넣지 않은 대조구와 시료를 넣은 첨가구의 흡광도 차이를 구하였으며 50% DPPH radical scavenging로 나타내었다.

### ABTS<sup>+</sup> 라디칼 소거능 측정

ABTS는 Roberta et al. (1999)의 방법을 참고하였다. 아로니아의 ABTS+라디칼 소거능 측정방법을 이용하여 항산화 활성을 측정하였다. 시료에 60% ethanol을 가하여 희석한 후 ABTS용액 100 µL과 시료액 100 µL을 혼합하여 암상태로 30분 동안 반응 후 734 nm에서 흡광도를 측정하였다.

### 총 폴리페놀 함량 측정

아로니아의 총 폴리페놀 함량 분석은 Folin-Denis법의 일부를 변형하여 사용하였다. 농도를 조정된 아로니아 시료액 200 µL에 2% Sodium carbonate 2 mL를 가한 후 2분간 방치하여 1N Folin-ciocalteu's phenol reagent 200 µL를 첨가하여 30분 동안 상온에서 암상태에서 반응 후 750 nm에서 흡광도를 측정하였다. 총 폴리페놀함량은 gallic acid를 표준물질로 하여 표준곡선을 기준으로 값을 구하였다.

### 총 플라보노이드 함량 측정

플라보노이드 함량은 추출물 250 µL에 용매를 추출한 ethanol을 1 mL 가한 후 5% sodium nitrite을 75 µL을 넣고, 5분간 방치 후 10% Aluminum chloride hydrate 150 µL를 첨가하여 6분간 방치하였다. 반응 후 1 M NaOH를 500 µL를 첨가하여 11분간 방치시킨 후 510 nm에서 흡광도를 측정하였다. Quercetin을 표준물질로 하여 검량선을 작성한 후 Quercetin Equivalents (mg CE/g)으로 나타내었다.

### 통계분석

모든 실험 결과는 3반복 이상으로 측정을 하여 평균과 표준편차로 나타내었다. 실험 조건간의 차이는 SPSS (ver. 22, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)를 이용하였으며 Duncan's multiple range test로 조건간의 유의적인 차이(p<0.05)를 비교하였다.

## 결과 및 고찰

### 경도 측정

각 품종과 속도 단계에 따른 경도를 측정된 결과는 Table

1과 같다. 품종에 따른 경도는 1단계에서 4.03-4.30 kg<sub>f</sub>, 2 단계에서 3.14-3.38 kg<sub>f</sub>로 나타났으며, 품종에 따라서는 유의적인 차이를 보이지 않았다. 3단계 이후 품종에 따라 약간의 차이를 보였으나, 유사한 수치를 나타내었다. 속도 단계에 따른 변화는 1단계에서 가장 높은 값을 나타냈으며, 속도 단계가 진행될수록 유의적으로 감소하였다. 4단계 이후로는 1.22-1.67 kg<sub>f</sub>로 유의적인 차이를 보이지 않았다. Stavang et al. (2015)의 실험 결과에 따르면 숙성 정도에 따라 5단계로 나눈 라즈베리의 단단함을 측정 한 결과 Compression (%)이 1단계에서는 30.74, 5단계에서 38.84로 유의적으로 증가한 것으로 나타났다. 따라서 숙성단계와 열매의 색에 따라서 라즈베리의 단단함이 감소한다고 나타내고 있어 숙성 단계가 지날수록 경도가 감소하는 본 실험결과와 유사한 경향을 나타내었다. 이는 속도가 진행됨에 따라 불용성 펙틴이 수용성 펙틴으로 가수분해되어 경도가 점차 감소하기 때문이다(Roe & Joseph, 1981).

#### 색도 측정

품종 및 속도 단계별 아로니아의 색도를 측정 한 결과는 Table 2와 같다. 품종에 따라 명도값은 44.69-47.09로 Nero 품종과 Mckenzie 품종과 비교하였을 때 Viking 품종이 유의적으로 높은 값을 나타내었다. 2단계부터 4속단계까지 Viking 품종의 명도값이 Nero, Mckenzie 품종에 비해 유의

적으로 낮은 값을 보였으나, 전반적으로 품종간 명도 값이 큰 차이를 보이지 않았다. 적색도와 황색도의 경우 품종에 따라 대부분 유사한 값으로 큰 차이를 보이지 않았다. 속도 단계에 따라 비교한 결과 명도값은 1단계에서 44.69-47.09, 2단계에서 23.15-28.77로 2배 정도 크게 감소하였으며 3단계 이후로 유사한 값을 나타냈다. 적색도는 1단계에서 가장 낮게 나타났으며, 2단계에서 가장 높은 값을 보였으며, 3단계 이후로는 유의적 차이를 보이지 않았다. 황색도는 1단계부터 3단계까지 숙성기간이 지날수록 유의적으로 감소하였으며, 4단계 이후로는 유의적인 차이를 보이지 않았다. Kim & Shin (2011)의 실험 결과에 따르면 숙성 정도가 다른 토종 복분자 딸기의 색도를 측정 한 결과 미숙과의 명도가 가장 높게 나타났으며, 적색도는 붉은색의 중숙과, 황색도는 미숙과가 가장 높게 나타나 성숙도에 따라 명확하게 차이를 보여, 본 실험 결과와 유사한 경향을 보였다. 북미산 복분자의 색도를 측정 한 결과 적색도가 중숙과>완숙과>미숙과, 황색도는 미숙과>중숙과>완숙과 순서로 높게 나타나 본 실험 결과와 유사하게 나타났다(Cha et al., 2007)

#### 당도 측정

당도 측정 결과는 Table 3에 나타내었으며 품종별로 비교하였을 때 숙성 1단계와 2단계를 제외한 3단계 이후로

**Table 1. Hardness of Aronia at different ripening stages and varieties**

Unit : kg<sub>f</sub>

Varieties	Ripening degrees			
	1 <sup>st</sup> grade	2 <sup>nd</sup> grade	3 <sup>rd</sup> grade	4 <sup>th</sup> grade
Viking	<sup>NS</sup> 4.30±0.25 <sup>A</sup>	<sup>NS</sup> 3.34±0.22 <sup>B</sup>	<sup>b</sup> 2.12±0.14 <sup>C</sup>	<sup>a</sup> 1.63±0.14 <sup>D</sup>
Nero	4.20±0.28 <sup>A</sup>	3.14±0.21 <sup>B</sup>	<sup>ab</sup> 2.20±0.28 <sup>C</sup>	<sup>b</sup> 1.22±0.06 <sup>D</sup>
Mckenzie	4.03±0.32 <sup>A</sup>	3.38±0.43 <sup>B</sup>	<sup>a</sup> 2.40±0.17 <sup>C</sup>	<sup>a</sup> 1.62±0.15 <sup>D</sup>

<sup>NS</sup> not significant.

<sup>A-D</sup> Means with different superscripts within the ripening stages column are significantly different.(*p*<0.05)

<sup>a-ab</sup> Means with different superscripts within the varieties row are significantly different.(*p*<0.05)

**Table 2. Color value of Aronia at different ripening stages and varieties**

Color value	Varieties	Ripening degrees			
		1 <sup>st</sup> grade	2 <sup>nd</sup> grade	3 <sup>rd</sup> grade	4 <sup>th</sup> grade
L*	Viking	<sup>a</sup> 47.09±2.13 <sup>A</sup>	<sup>b</sup> 23.15±0.49 <sup>B</sup>	<sup>b</sup> 18.93±1.59 <sup>E</sup>	<sup>b</sup> 20.24±0.50 <sup>CD</sup>
	Nero	<sup>b</sup> 44.90±0.57 <sup>A</sup>	<sup>a</sup> 28.51±1.04 <sup>B</sup>	<sup>a</sup> 24.38±0.50 <sup>C</sup>	<sup>a</sup> 24.35±0.31
	Mckenzie	<sup>b</sup> 44.69±2.2 <sup>A</sup>	<sup>a</sup> 28.77±0.94 <sup>B</sup>	<sup>a</sup> 24.6±0.53 <sup>C</sup>	<sup>a</sup> 24.06±0.42
a*	Viking	<sup>b</sup> -3.58±1.04 <sup>D</sup>	<sup>b</sup> 14.93±1.78 <sup>A</sup>	<sup>a</sup> 8.02±1.94 <sup>B</sup>	<sup>a</sup> 1.68±0.28
	Nero	<sup>a</sup> -0.52±0.81 <sup>D</sup>	<sup>a</sup> 16.52±0.90 <sup>A</sup>	<sup>b</sup> 6.05±1.31 <sup>B</sup>	<sup>b</sup> 0.94±0.17
	Mckenzie	<sup>a</sup> -0.46±1.01 <sup>D</sup>	<sup>a</sup> 17.19±1.42 <sup>A</sup>	<sup>b</sup> 5.66±1.69 <sup>B</sup>	<sup>b</sup> 1.11±0.39
b*	Viking	<sup>a</sup> 34.72±2.10 <sup>A</sup>	<sup>b</sup> 5.14±0.47 <sup>B</sup>	<sup>NS</sup> 0.56±0.64 <sup>C</sup>	<sup>b</sup> -0.84±0.15
	Nero	<sup>b</sup> 25.82±1.47 <sup>A</sup>	<sup>a</sup> 6.19±0.63 <sup>B</sup>	1.02±0.28 <sup>C</sup>	<sup>a</sup> -0.25±0.18
	Mckenzie	<sup>b</sup> 25.94±3.06 <sup>A</sup>	<sup>a</sup> 6.74±0.99 <sup>B</sup>	0.73±0.48 <sup>C</sup>	<sup>a</sup> -0.33±0.18

<sup>NS</sup> not significant.

<sup>A-E</sup> Means with different superscripts within the ripening stages column are significantly different (*p*<0.05).

<sup>a-b</sup> Means with different superscripts within the varieties row are significantly different (*p*<0.05).

**Table 3. Sugar content of Aronia at different ripening stages and varieties**

Unit : Brix (%)

Varieties	Ripening degrees			
	1 <sup>st</sup> grade	2 <sup>nd</sup> grade	3 <sup>rd</sup> grade	4 <sup>th</sup> grade
Viking	<sup>NS</sup> 6.33±0.58	<sup>b</sup> 7.00±0.00 <sup>DE</sup>	<sup>b</sup> 7.67±0.58 <sup>CD</sup>	<sup>b</sup> 8.33±0.58 <sup>C</sup>
Nero	6.67±0.58	<sup>a</sup> 7.67±0.58 <sup>D</sup>	<sup>a</sup> 10.33±1.53 <sup>C</sup>	<sup>a</sup> 12.33±0.58 <sup>B</sup>
Mckenzie	6.67±0.58	<sup>a</sup> 8.00±0.00 <sup>D</sup>	<sup>ab</sup> 8.67±0.58 <sup>D</sup>	<sup>a</sup> 11.33±0.58 <sup>C</sup>

<sup>NS</sup> not significant.

<sup>A-E</sup> Means with different superscripts within the ripening stages column are significantly different ( $p < 0.05$ ).

<sup>a-b</sup> Means with different superscripts within the varieties row are significantly different ( $p < 0.05$ ).

**Table 4. pH and acidity of Aronia at different ripening stages and varieties**

Varieties	Ripening degrees				
	1 <sup>st</sup> grade	2 <sup>nd</sup> grade	3 <sup>rd</sup> grade	4 <sup>th</sup> grade	
pH	Viking	<sup>b</sup> 3.56±0.02 <sup>B</sup>	<sup>c</sup> 3.52±0.01 <sup>BC</sup>	<sup>c</sup> 3.55±0.01 <sup>B</sup>	<sup>c</sup> 3.49±0.01 <sup>C</sup>
	Nero	<sup>b</sup> 3.85±0.05 <sup>B</sup>	<sup>a</sup> 3.92±0.02 <sup>A</sup>	<sup>b</sup> 3.69±0.02 <sup>C</sup>	<sup>b</sup> 3.62±0.01 <sup>D</sup>
	Mckenzie	<sup>a</sup> 4.06±0.04 <sup>A</sup>	<sup>b</sup> 3.88±0.01 <sup>C</sup>	<sup>a</sup> 3.88±0.02 <sup>C</sup>	<sup>a</sup> 3.85±0.02 <sup>C</sup>
Acidity	Viking	<sup>a</sup> 8.24±0.36 <sup>BC</sup>	<sup>a</sup> 7.82±0.49 <sup>CD</sup>	<sup>c</sup> 8.39±0.18 <sup>A</sup>	<sup>b</sup> 7.34±0.07 <sup>D</sup>
	Nero	<sup>b</sup> 7.25±0.21 <sup>AB</sup>	<sup>a</sup> 6.65±1.13 <sup>B</sup>	<sup>b</sup> 7.91±0.11 <sup>A</sup>	<sup>a</sup> 8.15±0.12 <sup>A</sup>
	Mckenzie	<sup>c</sup> 5.68±0.03 <sup>D</sup>	<sup>b</sup> 6.08±0.11 <sup>B</sup>	<sup>a</sup> 5.88±0.10 <sup>C</sup>	<sup>c</sup> 6.44±0.08 <sup>A</sup>

<sup>NS</sup> not significant.

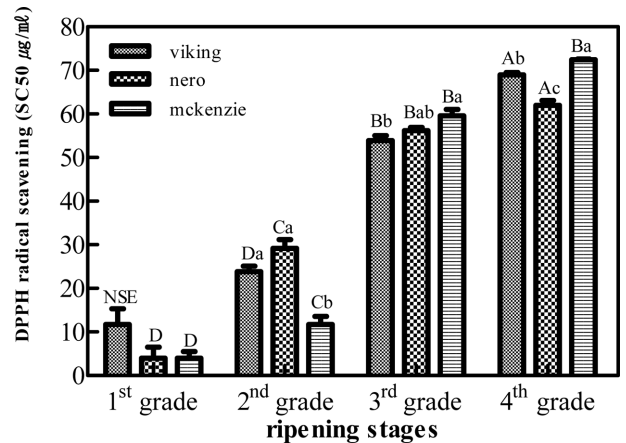
<sup>A-D</sup> Means with different superscripts within the ripening stages column are significantly different ( $p < 0.05$ ).

<sup>a-c</sup> Means with different superscripts within the varieties row are significantly different ( $p < 0.05$ ).

Viking 품종에 비해 Nero와 Mckenzie 품종의 당도가 더 높게 나타났다. 숙도 단계에 따라 비교하였을 때 숙성 단계가 높아질수록 아로니아의 당도가 유의적으로 증가하는 경향을 보였다. 국내산 복분자 딸기의 숙도 단계에 따른 총 당 함량은 건물당 12.47-56.08%로 숙도 단계가 지남에 따라 점차 증가하는 경향을 보였으며, 중간숙과와 완숙과의 경우 미숙과와 비교하였을 때 3-5배 정도 높은 당을 함유하는 것으로 나타났으며 본 실험 결과와 같이 숙성 단계가 지날수록 당 함량이 높아지는 것으로 나타났다(Kim & Shin, 2011).

**pH 및 산도**

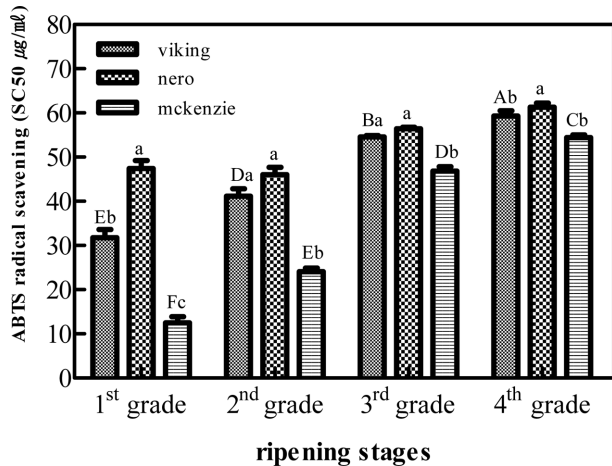
아로니아의 pH와 산도를 측정된 결과는 Table 4에 나타내었다. Viking 품종이 3.49-3.56, Nero는 3.62-3.92, Mckenzie 품종은 3.85-4.06으로 Mckenzie 품종의 pH가 가장 높게 나타났으며, 숙도 단계별 비교한 결과 전반적으로 pH의 변화가 크게 나타나지 않았다. 산도는 품종에 따라 Viking 품종의 산도가 7.34-8.39로 가장 높게 나타났으며, Mcknezig 품종은 5.68-6.58로 가장 낮게 나타났다. 숙도 단계에 따라 비교한 결과 pH와 유사한 경향을 보였으며, 숙도 단계별로 큰 차이를 보이지 않았다. 3단계(Semi-ripe, Pipe, slightly over-ripe)로 숙도 단계를 구분한 라즈베리의 산도를 측정된 결과 수확 시기에 따라 유의적인 차이를 보이지 않은 것으로 나타났으며(Erika at al., 2011), 따라서 본 실험 결과와 유사한 경향을 나타냈다.



**Fig. 1. DPPH radical scavenging of Aronia at different ripening stages and varieties.** <sup>NS</sup>not significant. <sup>A-D</sup>Means with different superscripts within the ripening stages are significantly different ( $p < 0.05$ ). <sup>a-c</sup>Means with different superscripts within the varieties are significantly different ( $p < 0.05$ ).

**DPPH 및 ABTS 라디칼 소거능**

DPPH 라디칼 소거능에 의한 항산화 활성을 측정된 결과(Fig. 1) 품종에 따라 비교하였을 때 숙성 3단계 이후로 Mckenzie 품종의 라디칼 소거능이 유의적으로 높게 나타났으며, 숙도 단계에 따른 결과는 숙성 단계가 높아질수록 DPPH 라디칼 소거능이 높은 활성을 나타내었다. ABTS 라디칼 소거능은(Fig. 2) Nero 품종의 ABTS 라디칼 소거능이 가장 높게 나타났으며, 숙도 단계에 따라 비교하였을

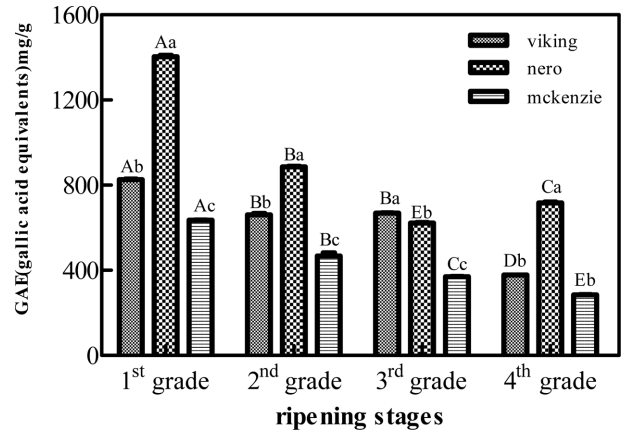


**Fig. 2. ABTS<sup>+</sup> radical scavenging of Aronia at different ripening stages and varieties.** <sup>A-F</sup>Means with different superscripts within the ripening stages are significantly different ( $p < 0.05$ ). <sup>a-c</sup>Means with different superscripts within the varieties are significantly different ( $p < 0.05$ ).

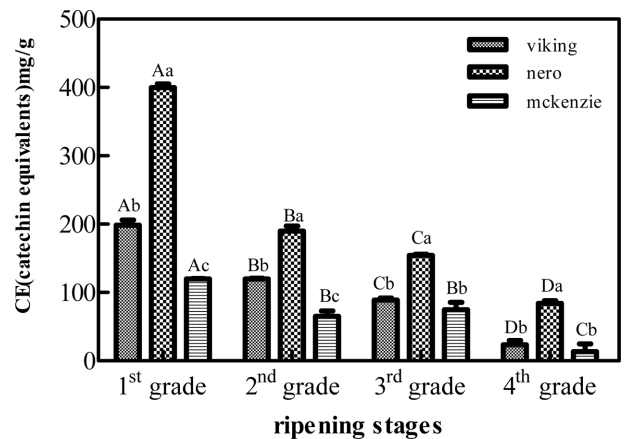
때 숙성단계가 높아질수록 유의적으로 증가하는 경향을 보였다. 숙도 단계에 따른 흑미의 DPPH 라디칼 소거능을 측정 한 결과 각각의 품종에서 숙도 단계가 진행될수록 IC<sub>50</sub>값이 높아지며 항산화 활성이 낮아지는 것으로 나타났다. ABTS 라디칼 소거능도 유사한 경향으로 흑진주 품종을 제외한 나머지 품종의 항산화 활성이 낮아지는 것으로 보고되었다(Park et al., 2015). DPPH 및 ABTS 라디칼 소거능은 숙성 정도가 증가하면서 DPPH 소거능은 증가하였지만, ABTS 소거능은 크게 변화가 없는 것으로 나타났다. 이는 DPPH는 안정한 유리 라디칼이며 ABTS는 양이온 라디칼이라는 라디칼의 차이와, DPPH는 주로 소수성 물질의 항산화능을 측정하는데 비해 ABTS는 친수성과 소수성 물질의 항산화능을 다 측정할 수 있다는 차이 등에 기인하기 때문이다(Yu et al., 2002; Floegel et al., 2011).

#### 총 폴리페놀 함량

품종 및 숙도 단계에 따른 아로니아의 총 폴리페놀 함량은 품종에 따라 비교한 결과는 Fig. 3과 같다. 모든 품종의 총 폴리페놀 함량은 1단계에서 가장 높은 함량을 나타냈으며, Nero 품종의 총 폴리페놀 함량이 가장 높게 나타났다. 수확시기에 따라서는 단계가 지날수록 감소하는 경향을 나타냈으며 3단계 이후로는 변화가 없는 것으로 나타났다. Kim et al. (2015)에 의하면 시설에서 재배한 오디의 경우 숙기가 지날수록 phenolic acid의 함량이 점점 줄어드는 것으로 나타났으며 본 실험 결과와 유사한 결과를 보였다. Coseteng & Lee (1987)에 의하면 사과와 숙성과정 중에 페놀 물질의 활성이 변화하는데, 과일이 익게 되면 전분, hemicellulose와 같은 고분자에서 저분자로 분해 되면서 페놀 함량이나 PPO의 활성이 감소되는 것으로 보고되고 있



**Fig. 3. Total polyphenol content of Aronia at different ripening stages and varieties.** <sup>A-E</sup>Means with different superscripts within the ripening stages are significantly different ( $p < 0.05$ ). <sup>a-c</sup>Means with different superscripts within the varieties are significantly different ( $p < 0.05$ ).



**Fig. 4. Flavonoid content of Aronia at different ripening stages and varieties.** <sup>A-D</sup>Means with different superscripts within the ripening stages are significantly different ( $p < 0.05$ ). <sup>a-c</sup>Means with different superscripts within the varieties are significantly different ( $p < 0.05$ ).

다. 페놀 물질의 경우 숙성 과정 중 어느 시기에 도달하게 되면 감소하지 않고 일정한 함량을 유지하는 것으로 보고 되는데, 위 실험 결과와 유사한 경향을 나타냈다.

#### 총 플라보노이드 함량

품종 및 숙도 단계에 따른 아로니아의 총 플라보노이드 함량에 대한 결과는 Fig. 4와 같다. 품종에 따라 비교한 결과 Nero 품종의 플라보노이드 함량이 다른 품종에 비해 높게 나타났으며 숙도 단계에 따라 비교한 결과 1단계에서 총 플라보노이드 함량이 가장 높은 것으로 나타났고, 단계가 진행될수록 아로니아의 총 플라보노이드 함량이 유의적으로 감소하는 결과를 나타냈다. Kim et al. (2015)의 실험 결과에 의하면 오디의 flavonoid 함량은 숙도 단계가 지남

에 따라 점차 유의적으로 감소하는 경향을 보였으며 노지에서 재배한 오디의 경우 모든 숙성 단계에서 감소하는 경향을 나타내어 본 실험결과와 유사한 경향성을 나타냈다. Chae et al. (2003)은 빵잎 안의 플라보노이드 성분이 생육 시기가 지날 수록 점차 감소하는 것으로 보고하였으며, Lee et al. (2002)은 어성초의 퀘세틴 함량이 생육 초기에 가장 높으며 생육 시기가 지남에 따라 감소하는 것으로 보고 되어 본 실험 결과와 유사한 것으로 나타났다. 아로니아의 총 폴리페놀 함량과 총 플라보노이드 함량이 DPPH 라디칼 소거능과 정비례하는 것으로 나타나지는 않았다. Lee et al. (2012)는 DPPH 라디칼 소거능은 비타민 C 함량에서만 양의 상관관계를 나타냈고, 총페놀과 플라보노이드 함량과는 상관관계가 성립하지 않았다고 보고하였다. DPPH 라디칼 소거능은 폴리페놀 화합물에 기인하기 보다 다른 항산화 물질과 보다 밀접한 관계임으로 반드시 총 폴리페놀 함량과 정비례하는 것은 아님을 알 수 있다.

## 요 약

본 연구에서는 품종 및 숙도에 따른 아로니아의 품질 특성 및 항산화활성을 비교하였다. 물성의 경우 숙도 단계에 따른 변화는 1단계에서 가장 높은 값을 나타냈으며, 숙도 단계가 지날수록 유의적으로 감소하였다. 색도는 품종에 따라 큰 차이를 보이지 않았고 속도별로는 명도의 경우 1단계에서 높았다가 점차 감소하는 경향을 보였고, 적색도는 1단계에서 가장 낮았고 4단계 이후 유의적 차이를 보이지 않았다. pH는 Mckenzie 품종이 가장 높았고 속도별로 비교한 결과 pH의 변화는 크지 않았다. 당도는 Viking 품종이 가장 낮았으며 속도가 높아질수록 당도는 유의적으로 증가하였다. 라디칼 소거능은 속도가 진행될수록 높은 활성을 나타내었다. 총 폴리페놀 함량 및 총 플라보노이드 함량은 속도가 진행될수록 점차 감소하는 경향을 보였다.

## 감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 연구비 지원(과제번호 PJ01277201)에 의해 수행되었으며 이에 감사드립니다.

## References

Brand M. 2010. Aronia : Native shrubs with untapped potential. *Arnoldia* 67:14-25.  
 Blois. 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical, *Nature* 181: 1199-1200.  
 Cha HS, Youn AR, Park PJ, Choi HR, Kim BS. 2007. Physiological characteristics of *Rubus coreanus* Miquel during maturation. *Korean J. Food Sci. Technol.* 39: 476-479.  
 Chae JY, Lee JY, Hoang IS, Whangbo D, Choi PW, Lee WC, Kim JW, Kim SY, Choi SW, Rhee SJ. 2003. Analysis of func-

tional components of leaves of different mulberry cultivars. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 32: 15-21.  
 Cho JW, Kim IS, Choi CD, Kim ID, Jang SM. 2003. Effect of ozone treatment on the quality of peach after postharvest. *Korean J. Food Preserv.* 10: 454-458.  
 Choi KH, Oh HJ, Jeong YJ, Lim EJ, Han JS, Kim JH, Kim OY, Lee HS. 2015. Physico-chemical analysis and antioxidant activities of Korea aronia *melanocarpa*. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 44: 1165-1171.  
 Coseteng MY, Lee CY. 1987. Changes in apple polyphenol-oxidase and polyphenol concentrations in relation to degree of browning. *J. Food Sci.* 52: 985-989.  
 Erika K, Helmut D, Evelin S, Sabine R, Petra K. 2011. Cultivar, storage conditions and ripening effects on physical and chemical qualities of red raspberry fruit. *Postharvest Biol. Technol.* 60: 31-37.  
 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 Compos. Anal.* 24: 1043-1048.  
 Han GL, Li CM, Mazza G, Yang XG. 2005. Effect of anthocyanin rich fruit extract on PGE2 produced by endothelial cells. *J. Hyg. Res.* 34: 581-584.  
 Hong MH, Hong CH. 2015. Functional components and antioxidant activities of extracts of aronia (*Aronia melanocarpa*). *Korean J. Food Serv. Manage.*  
 Hwang ES, Thi ND. 2014. Quality characteristics and antioxidant activities of Cheongpomook added with aronia (*Aronia melanocarpa*) powder. *Korean J. Food Cook. Sci.* 30: 161-169.  
 Jang NH, Roh HS, Kang ST. 2018. Quality characteristics of sponge cake made with aronia powder. *Korean J. Food Sci. Technol.* 50: 69-75.  
 Jeong YJ, Lee AR, Park JH, Kim YH, Kwon YS, Han NS, Eom HJ. 2016. Nutritional compositions and physicochemical properties of two domestic aronia (*A. melanocarpa*) varieties. *Korean J. Food. Nutr.* 29: 283-289.  
 Kim JM, Shin MS. 2011. Characteristics of *Rubus coreanus* Miq. fruits at different ripening stages. *Korean J. Food Sci. Technol.* 43: 341-347.  
 Kim HY, Lee JY, Hwang IG, Han HM, Park BR, Han GJ, Park JT. 2015. Analysis of functional constituents of mulberries (*Morus alba* L.) cultivated in a greenhouse and open field during maturation. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 44: 1588-1593.  
 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.  
 Lala G, Malik M, Zhao C, He J, Kwon Y, Giusti MM, Magnuson BA. 2006. Anthocyanin-rich extracts inhibit multiple biomarkers of colon cancer in rats. *Nutr. Cancer.* 54: 84-93.  
 Lee MY, Yoo MS, Whang YJ, Jin YJ, Hong MH, Pyo YH. 2012. Vitamin C, total polyphenol, flavonoid contents and antioxidant capacity of several fruit peels. *Korean J. Food Sci. Technol.* 44: 540-544.  
 Lee HM, Kong BJ, Kwon SS, Kim KJ, Kim HS, Jeon SH, Ha JH, Kim JS, Park SN. 2013. Antioxidative activities of aronia *melanocarpa* fruit and leaf extracts. *J. Soc. Cosmet. Scientists Korea.* 39: 337-345.

- Lee ST, Lee YH, Choi YJ, Shon GM, Lee HJ, Heo JS. 2002. Comparison of quercetin and souble tannin in *Houttuynia cordata* according to growth stages and plant parts. *Korean J. Med. Crop Sci.* 10: 12-16.
- Park HJ, Jeong 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 HM, Hong JH. 2014. Physiological activities of *Aronia melanocarpa* extracts on extraction. *Korean J. Food. Preserv.* 21: 718-726.
- Park JY, Han SI, Hyr YJ, Lee YY, Lee BW, Sim EY, Ham HM, Kim BJ, Lee CW, Lee SJ, Oh SH. 2015. Changes in physico-chemical properties and antioxidant activities according to different harvest times in black rice (*Oryza sativa* L.). *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 44: 1653-1659.
- Roberta RE, Nicoletta P, Anna P, Ananth P, Min Y, Catherin RE. 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Bio. Med.* 26: 1231-1237.
- Roe B, Joseph HB. 1981. Changes in pectic substances and enzymes during ripening and storage of "Keitt" mangos. *J. Food Sci.* 46: 186-189.
- Stavang JS, Freitag S, Foito A, Verrall S, Heide OM, Stewart D, Sonstebly A. 2015. Raspberry fruit quality changes during ripening and storage as assessed by colour, sensory evaluation and chemical analyses. *Sci. Hortic.* 195: 216-225.
- Wu X, Gu L, Prior RL, McKay S. 2004. Characterizatio 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.
- Yu L, Haley S, Perret J, Harris M, Wilson J, Qian M. 2002. Free radical scavenging properties of wheat extracts. *J. Agric. Food Chem.* 50: 1619-1624.