

# 기능성 바이오소재 활용을 위한 아로니아 비가식 부위 추출물의 생리활성 평가

김혜림<sup>1</sup>, 이은지<sup>2</sup>, 채희정<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>인코스 주식회사 연구원, <sup>2</sup>호서대학교 식품공학과 학생, <sup>3</sup>호서대학교 식품제약공학부 교수

## Bioefficacy Evaluation of Non-edible Parts of *Aronia melanocarpa* for the Use of Functional Biomaterials

Hye Rim Kim<sup>1</sup>, Eun Ji Lee<sup>2</sup>, Hee Jeong Chae<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>Researcher, Inkos Ltd

<sup>2</sup>Student, Food Science and Technology, Hoseo University

<sup>3</sup>Professor, School of Food and Pharmaceutical Engineering, Hoseo University

**요약** 아로니아 비가식 부위(잎, 송이가지, 가지)를 바이오 기능성 소재로 활용하기 위하여 부위별, 용매별 추출물의 총 폴리페놀 함량과 생리활성을 분석하였다. 잎과 가지 추출물의 폴리페놀 함량은 열매와 송이가지 추출물보다 더 높은 값을 나타냈고, 아로니아의 부위별 항산화능(DPPH 래디컬과 ABTS 래디컬 소거능)을 분석한 결과, 열수추출물과 메탄올추출물 두 경우에서 가지, 잎, 열매, 송이가지의 순으로 활성을 나타냈다. Tyrosinase 저해활성을 평가한 결과, 열수추출물은 열매, 잎, 가지, 송이가지의 순으로 높은 저해활성을 보였으며, 메탄올추출물의 경우 가지, 잎, 열매, 송이가지의 순으로 저해활성을 갖는 것으로 나타났다. Nitric oxide 저해활성은 열수추출물과 메탄올추출물 두 경우에서 열매, 잎, 가지, 송이가지의 순으로 높았다. 결론적으로 아로니아 가지와 잎은 항산화, 미백 및 항염증 활성을 갖고 있는 것으로 확인하였고, 추가적인 연구를 통하여 화장품 등의 바이오 헬스케어 제품의 기능성 바이오소재로 개발할 수 있을 것으로 기대된다.

**주제어** : 아로니아, 추출물, 비가식 부위, 폴리페놀, 생리활성

**Abstract** Total polyphenol content and biological activities of water and methanol extract from *Aronia melanocarpa* berry, leaf, stem and twig were analyzed to investigate the potential for a bio-functional material. The polyphenol content of leaf and twig extracts were higher than those of berry and stem extracts. DPPH radical and ABTS radical scavenging activities of both extracts, were measured in order of twig, leaf, berry and stem. Tyrosinase inhibitory activities of water extract were measured in order of berry, leaf, twig and stem. Those of methanol extract were measured in order of twig, leaf, berry and stem. The nitrite-scavenging ability of water and methanol extract were measured in order of berry, leaf, twig and stem. Consequently it was shown that the non-edible parts of aronia, leaf and twig, had antioxidant activities and nitric oxide scavenging activities. It is expected that these materials could be used as functional bio-materials in bio-health care products including cosmetic products.

**Key Words** : Aronia, Extract, Non-edible part, Polyphenol, Biological activities

\*이 논문은 제 1저자의 석사학위논문 "아로니아 열매 및 미식용 부위의 폴리페놀 추출공정 최적화 및 생리활성 평가"를 재구성하여 제출한 것임.

\*Corresponding Author : Hee Jeong Chae(hjchae@hoseo.edu)

Received January 3, 2020

Revised January 30, 2020

Accepted February 20, 2020

Published February 28, 2020

## 1. 서론

아로니아(*Aronia melanocarpa*)는 다년생 식물로 전국적으로 재배 중인 장미과 작물로서 아로니아는 영하의 추위에서도 잘 자라며, 가을에 열매를 수확할 수 있다[1]. 아로니아는 레드 초크베리, 블랙 초크베리, 퍼플 초크베리로 구분된다[2]. 아로니아 열매는 수분 이외에 탄수화물이 주성분이고, 소량의 조단백, 조지방, 회분을 함유하고 있으며[3], 폴리페놀, 플라보노이드, 안토시아닌 등의 기능성 물질을 다량 함유하고 있다. 아로니아는 항산화, 항염증, 항당뇨, 심혈관계 질환 예방 효과와 미백활성, 자궁경부암세포 생육 저해활성, 위 보호효과, 항알레르기 등을 갖고 있는 것으로 알려져 있다[1,4-6]. 아로니아의 비가식 부위에 대한 연구로는 아로니아 잎에 항산화 및 미백 효과, 항염증 효과, 콜라겐 합성능, 세포보호 효과가 있다고 보고되었다[7-8].

아로니아는 열매(berry)만을 식용으로 이용하고 있으며, 잎(leaf), 송이가지(stem), 가지(twig) 등의 비가식 부위는 버려지고 있는 실정이다. 아로니아를 이용한 가공식품에 대한 연구로는 차즙주스, 과자, 떡, 빵 등으로 개발한 사례[9-13]가 많다. 아로니아에 함유되어 있는 주요 기능성분은 anthocyanin과 proanthocyanidin 이다[14-15]. 그 외에도 quercetin, chlorogenic acid, neochlorogenic acid, epicatechin 등이 있다. 아로니아와 다른 베리류의 폴리페놀 함량을 비교한 연구 결과에 의하면, 아로니아는 블랙커런트와 블루베리, 포도에 비하여 약 5-25배 가량 많은 폴리페놀을 함유하고 있다고 알려져 있다[16]. 식물체의 부위에 따라, 추출용매에 따라 폴리페놀의 추출률이 달라질 수 있다. 본 연구에서는 물과 메탄올을 용매로 아로니아의 열매, 잎, 송이가지, 가지 추출물을 제조하여 폴리페놀 함량과 생리활성을 분석하여 아로니아의 화장품 소재 등의 기능성 소재로서의 잠재적 이용 가능성을 검토하고자 하였다.

## 2. 재료 및 방법

### 2.1 실험재료 및 시약

아로니아(*Aronia melanocarpa*)의 열매, 잎, 송이가지, 가지는 충남 아산의 아로니아 농장에서 블랙 초크베리를 제공받아 사용하였다. 열매, 송이가지, 잎과 가지를 분리하여 흐르는 물에 세척한 후 동결건조기를 사용하여 건조하였다. 2,2-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline

-6-sulfonic acid) diammonium salt(ABTS), Sodium nitroprosside(SNP), chlorogenic acid, 1,1-dipheyl-2-picrylhydeazyl(DPPH), kojic acid, ascorbic acid 모두 Sigma사(St. Louis, MO, USA)의 제품으로 1급 이상의 것을 사용하였다.

### 2.2 시료의 추출

동결건조한 시료와 추출용매(물과 에탄올)를 1 대 50의 비율(w/v)로 혼합한 후 80℃, 60℃, 55℃의 항온 수조에서 6 hr 동안 진탕추출하였다. 추출물은 원심분리를 이용하여 10분간 원심분리(1,600 x g)하고 그 상등액을 취해 Whatman여과지(No. 1)로 여과하였다. 여과액을 감압농축기를 사용하여 농축한 다음 1%의 농도로 조정하여 사용하였다.

### 2.3 생리활성 분석

총 폴리페놀 함량은 표준품으로 chlorogenic acid를 사용한 Folin-Denis assay법[17]으로 측정하였다. 시료 0.1 mL에 Folin-Ciocalteu reagent(50  $\mu$ l)를 혼합하여 실온에서 4분 동안 반응시키고 sodium carbonate anhydrous 포화용액(20%) 1.5 mL를 첨가하여 2분 동안 반응시킨 다음 흡광도(760 nm)를 측정하였다.

DPPH 라디칼 소거능은 Heo 등[18]의 방법에 따라 마이크로플레이트 리더(Molecular Devices, Sunnyvale, CA, USA)를 이용하여 측정하였다. 메탄올에 DPPH 용액(0.6 mM) 160  $\mu$ l와 40  $\mu$ l 시료를 혼합하여 암소에 30분 동안 반응시킨 다음 515 nm의 파장에서 흡광도를 측정하였다.

ABTS 라디칼 소거능은 Choi 등[19]의 방법을 부분적으로 변형하여 측정하였다. Potassium persulfate(2.4 mM)와 ABTS(7 mM)를 혼합하여 반응시키고 암소에 24시간 방치하여 ABTS 양이온을 형성시켰다. 이렇게 제조된 ABTS 용액에 대한 734 nm에서의 흡광도를 1.0이 되도록 에탄올로 희석하였다. 시료 10  $\mu$ l를 희석된 ABTS 용액 190  $\mu$ l와 혼합하여 어두운 곳에서 30분간 반응시킨 다음 흡광도(734 nm)를 측정하였다.

Tyrosinase 저해활성을 Lee 등[20]의 방법을 변형하여 측정하였다. 시료 40  $\mu$ l와 L-DOPA(10 mM) 80  $\mu$ l를 첨가한 후 tyrosinase(110 U/ml) 80  $\mu$ l를 혼합하여 25℃에서 2분 동안 반응시킨 다음 생성된

dopachrome을 측정하기 위하여 475 nm의 파장에서 흡광도를 측정하였다.

Nitric oxide 생성 저해활성은 Jang[21]의 방법을 따라 분석하였다. 시료 50  $\mu\text{l}$ 와 sodium nitroprusside(10 mM) 용액 50  $\mu\text{l}$ 을 혼합한 다음 25°C에서 2 시간 동안 명반응시켰다. 반응 후 gruess 시약 100  $\mu\text{l}$ 을 첨가하여 10분 동안 반응시킨 다음 흡광도(540 nm)를 측정하였다.

### 3. 결과 및 고찰

#### 3.1 아로니아 부위별 총 폴리페놀 함량측정

아로니아 열매, 잎, 송이가지, 가지를 물과 메탄올을 추출용매로 하여 추출한 추출물의 폴리페놀 함량을 분석한 결과 Fig. 1에서 보는 바와 같이 열수추출물의 경우 열매, 잎, 송이가지, 가지 추출물 중 잎 추출물에서 가장 높은 함량(139.4 mg/g)을 보였고, 가지(104.4 mg/g), 열매(102.3 mg/g), 송이가지(59.9 mg/g)의 순이었다. 메탄올 추출물의 경우 가지(159.2 mg/g), 잎(151.7 mg/g), 열매(80.8 mg/g), 송이가지(70.5 mg/g)의 순이었다. 열추출물이나 메탄올추출물의 두 경우, 식용으로 사용되는 열매보다 가지와 잎에서 더 높은 폴리페놀 함량을 보였다.

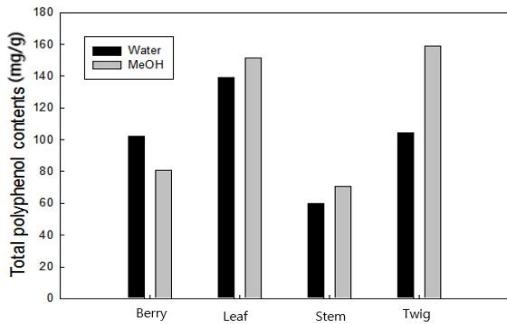


Fig. 1. Total polyphenol contents of berry, leaf, stem and twig of *Aronia melanocarpa*

추출 용매의 종류에 따라 폴리페놀의 함량이 달라지는 것은 다양한 폴리페놀류의 극성에 따라 추출되는 종류가 달라지기 때문이다. 열매의 경우 수용성 물질을 많이 함유하고 있어서 열수추출물에서 폴리페놀 함량이 높았으며, 반면에 잎, 송이가지, 가지는 비극성 폴리페놀류를 많이 함유하고 있는 것으로 유추된다. 이러한 결과는 열수추출물보다 50% 메탄올로 추출한 경우 폴

리페놀의 추출량이 높았다는 연구 결과[22]와 유사한 결과라고 판단된다.

#### 3.2 DPPH 래디컬 소거능

항산화능 평가방법으로 DPPH 래디컬 소거능을 분석하였다[23] 아로니아 열매, 잎, 송이가지 및 가지를 두 추출용매로 추출하여 제조한 추출물의 항산화능을 DPPH 래디컬 소거능으로 확인하였다. 양성대조군인 ascorbic acid는 25  $\mu\text{g}/\text{ml}$ 에서 90% 이상의 소거능을 보였다. Fig. 2는 아로니아의 부위별 열수추출물과 메탄올추출물의 DPPH 래디컬 소거능을 나타낸 것이다. 아로니아 열매의 두 추출물(400  $\mu\text{g}/\text{ml}$ )은 각각 86% 및 70%의 래디칼 소거 활성을 보였다. 이는 아로니아 열매의 열수추출물과 70% 에탄올추출물의 래디컬 소거능이 1,000  $\mu\text{g}/\text{ml}$ 의 고형분 기준 농도에서 각각 84.2%와 84.3%를 나타냈다고 보고한 결과[24]에 비하여 높은 값이다.

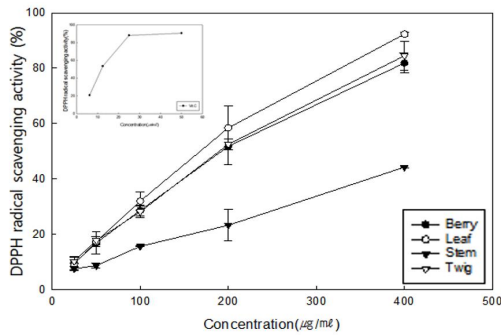
잎의 경우에는 열수추출물과 메탄올추출물이 같은 농도에서 각각 92% 및 85%의 소거활성을 보였고, 가지의 경우 각각 93%와 94%의 소거활성을 보였다. 물과 에탄올 추출물 두 경우 잎과 가지는 열매보다 높은 항산화 활성을 보였다.

송이가지의 추출물(열수추출물과 메탄올추출물)의 농도가 400  $\mu\text{g}/\text{ml}$ 일 때 각각 43%와 50%의 소거활성을 보였으며 이는 열매 추출물보다 낮은 항산화능이었다.

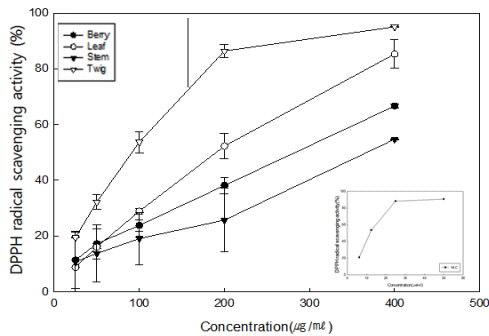
#### 3.3 ABTS 래디컬 소거능

고형분 기준 125  $\mu\text{g}/\text{ml}$ 의 농도에서 아로니아 열매, 잎, 송이가지, 가지의 물과 메탄올 추출물의 ABTS 래디컬 소거능을 분석하였다. 양성대조군으로는 ascorbic acid를 20  $\mu\text{g}/\text{ml}$ 의 농도로 사용하였을 때 90% 이상의 ABTS 래디컬 소거능을 보였다. 열매의 추출물(열수추출물과 메탄올추출물)을 125  $\mu\text{g}/\text{ml}$ 의 농도로 하였을 경우 Fig. 3에서 보는 바와 같이 각각 63%와 53%의 소거능을 나타냈다.

잎의 열수추출물과 메탄올추출물은 각각 70%와 79%의 소거능을, 가지의 열수추출물과 메탄올추출물은 각각 72%와 99%의 소거능을 보였으며, 이 값들은 모두 열매 추출물의 항산화 활성보다 높은 값이었다. 송이가지의 경우 열수추출물과 메탄올추출물은 모두 45% 정도의 활성을 보였다.



(a)



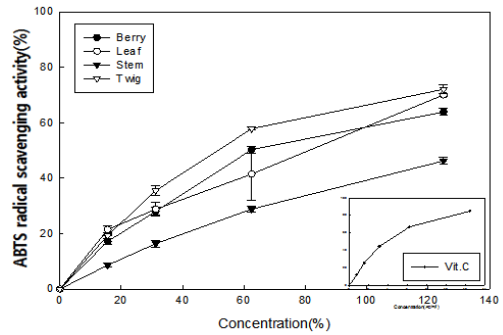
(b)

Fig. 2. DPPH free radical scavenging activities of *Aronia melanocarpa* extracts: water extract (a) and methanol extract (b) (—●—, berry; —○—, leaf; —▼—, stem; —▽—, twig)

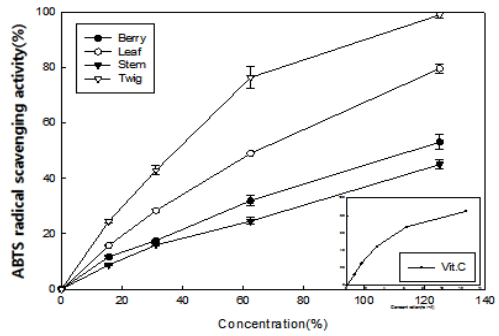
### 3.4 Tyrosinase 저해능

아로니아 열매, 잎, 송이가지, 가지의 물과 메탄올 추출물의 tyrosinase 저해활성을 측정한 결과를 Fig. 4에 나타냈다. 양성대조군인 kojic acid를 50 µg/ml의 농도에서 분석하였을 경우 72% 이상의 저해활성을 나타내었다.

아로니아 열매, 잎, 송이가지 및 가지의 tyrosinase 저해능은 Fig. 4에서 보는 바와 같이 잎의 열수추출물이 2,000 µg/ml의 농도에서 가장 높은 tyrosinase 저해활성(51.8%)을 보였고 이어서 가지(49.5%), 송이가지(34.8%)의 순이었다. 메탄올추출물의 경우 가지, 잎, 열매, 송이가지의 순으로 높았다. 아로니아 열매보다는 잎, 가지 추출물이 높은 tyrosinase 저해활성을 보이는 것으로 판단된다.



(a)



(b)

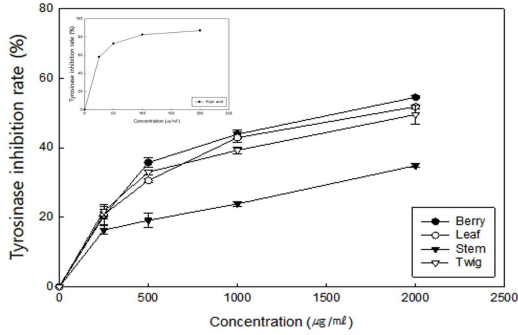
Fig. 3. ABTS free radical scavenging activities of *Aronia melanocarpa* extracts: water extract (a) and methanol extract (b) (—●—, berry; —○—, leaf; —▼—, stem; —▽—, twig)

### 3.5 Nitric oxide 생성 저해능

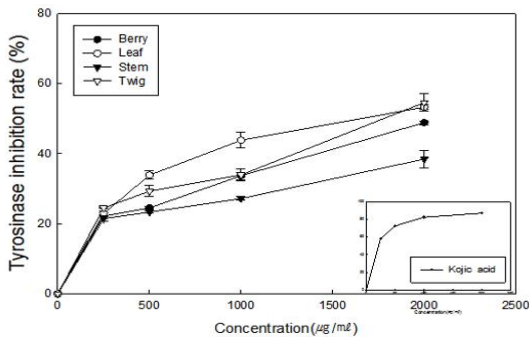
염증 반응 중에는 염증성 사이토카인 및 nitric oxide(NO)가 생성된다[24]. NO는 박테리아를 사멸하고 종양을 억제하는 등 중요한 역할을 하지만 과도하게 생성된 NO는 정상세포를 손상시켜 염증을 유발한다[25]. 아로니아의 부위별로 nitric oxide 소거 활성을 평가하였다. 양성대조군으로 chlorogenic acid를 250 µg/ml의 농도로 사용하였을 때 nitric oxide 생성 저해활성이 56%로 나타났다.

아로니아 열매, 잎, 송이가지, 가지의 nitric oxide 생성 저해활성을 분석한 결과 Fig. 5에서 보는 바와 같이 열매, 잎, 가지, 송이가지의 열수추출물은 2,500 µg/ml의 농도에서 각각 64%, 60%, 43% 및 39%의 저해활성을 보였다. 메탄올추출물의 경우 같은 2,500 µg/ml의 농도에서 열매, 잎, 가지, 송이가지 순으로 저해활성이 높았으며 그 값은 각각 61%, 52%, 49% 및 46%

이었다. 밤나무 추출물이 이보다 낮은 500  $\mu\text{g}/\text{mL}$ 의 농도에서 분석할 경우 55%의 nitric oxide 생성을 저해하는 것[26]을 감안하면 낮은 활성이었지만 아로니아의 잎이 항염증 기능성 원료로서 열매를 대체할 수 있는 가능성을 시사하는 결과이다.

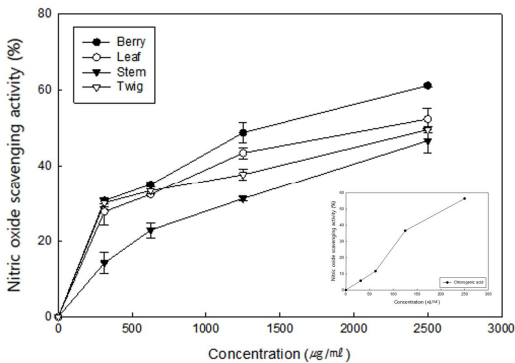


(a)

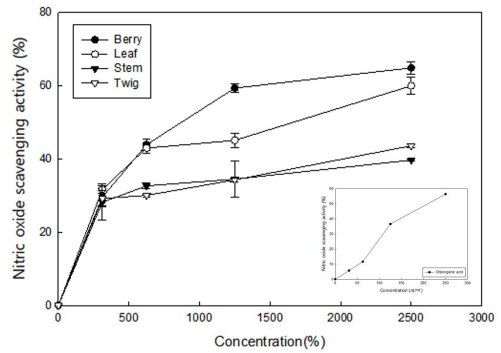


(b)

Fig. 4. Tyrosinase inhibition activities of *Aronia melanocarpa* extracts: water extract (a) and methanol extract (b) (●, berry; ○, leaf; ▼, stem; ▽, twig)



(a)



(b)

Fig. 5. Nitric oxide scavenging activities of *Aronia melanocarpa* extracts: water extract (a) and methanol extract (b) (●, berry; ○, leaf; ▼, stem; ▽, twig)

#### 4. 결론

아로니아 열매, 잎, 송이가지, 가지를 이용하고 물과 메탄올을 용매로 하여 제조한 추출물의 폴리페놀 함량을 분석한 결과, 열매보다 가지와 잎에서 더 높은 폴리페놀 함량을 보였다. 각 부위별 추출물의 항산화능을 DPPH 라디칼 소거능과 ABTS 라디칼 소거능으로 확인한 결과, 잎과 가지를 사용하였을 경우 열매를 사용했을 경우보다 높은 항산화 활성을 보였다. 또한 tyrosinase 저해활성에서도 아로니아 열매보다는 잎, 가지 추출물이 높은 활성을 보이는 것으로 나타났다. 각 부위별 추출물의 nitric oxide 생성 저해활성을 분석한 결과, 열매, 잎, 가지, 송이가지 순으로 높았다. 결론적으로 아로니아의 잎과 줄기는 항산화, 미백, 항염증 기능성 원료로서 화장품 또는 의약품 등의 바이오 헬스케어 제품의 원료로서 아로니아 열매를 대체할 수 있을 것으로 판단되었다.

#### REFERENCES

[1] H. M. Park & J. H. Hong. (2014). Physiological activities of *Aronia melanocarpa* extracts on extraction solvents. *Korean Journal of Food Preservation*, 21(5), 718-726. DOI : 10.11002/kjfp.2014.21.5.718

[2] S. K. Lee. (2015). *A Literature Review on the Biological Functionality of Aronia*. Master Thesis.

- Wonkwang University, Korea.
- [3] T. Tsuneo & T. Akira. (2001). Chemical components and characteristics of black chokeberry. *Nippon Shokuhin Kagaku Kogaku Kaishi*, 48(8), 606-610.  
DOI : 10.3136/nshkk.48.606
- [4] L. Jakobek, M. Drenjančević, V. Jukić & M. Šeruga. (2012). Phenolic acids, flavonols, anthocyanins and antiradical activity of “Nero”, “Viking”, “Galicianka” and wild chokeberries. *Scientia Horticulturae*, 147, 56-63.  
DOI : 10.1016/j.scienta.2012.09.006
- [5] J. Niedworok, B. Jankowska, E. Kowalczyk, K. Chary & Z. Kubat. (1997). Antiulcer activity of anthocyanin from *Aronia melanocarpa* Elliot. *Herba Polonica*, 43(3), 222-227.
- [6] J. M. Jeong. (2008). Antioxidative and antiallergic effects of aronia (*Aronia melanocarpa*) extract. *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*, 37(9), 1109-1113.  
DOI : 10.3746/jkfn.2008.37.9.1109
- [7] H. M. Lee et al. (2013). Antioxidative activities of *Aronia melanocarpa* fruit and leaf extracts. *Society of Cosmetic Scientists of Korea*, 39(4), 337-345.  
DOI : 10.15230/SCSK.2013.39.4.337
- [8] J. M. Lee & M. J. Ryu. (2018). Efficacy of Cosmetic Materials Using *Aronia melanocarpa* Leaf Extracts. *Asian Journal of Beauty and Cosmetology*, 16(2), 179-190.  
DOI : 10.20402/ajbc.2017.0166
- [9] J. H. Lee & J. E. Choi. (2016). Quality characteristics and antioxidant activities of cookies supplemented with aronia powder. *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*, 45(7), 1071-1076.  
DOI : 10.3746/jkfn.2016.45.7.1071
- [10] Y. R. Hwang & E. S. Hwang. (2015). Quality characteristics and antioxidant activity of *Sulgiddunk* prepared by addition of aronia powder (*Aronia melanocarpa*). *Korean Society of Food Science and Technology*, 47(4), 452-459.
- [11] H. J. Park & H. J. Chung. (2014). Influence of the addition of aronia powder on the quality and antioxidant activity of muffins. *Korean Journal of Food Preservation*, 21(5), 668-675.  
DOI : 10.11002/kjfp.2014.21.5.668
- [12] H. S. Yoon, J. W. Kim, S. H. Kim, Y. G. Kim & H. J. Eom. (2014). Quality characteristics of bread added with aronia powder (*Aronia melanocarpa*). *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*, 43(2), 273-280.  
DOI : 10.3746/jkfn.2014.43.2.273
- [13] M. J. Park. (2014). *Fermentation Characteristics of Makgeolli Containing Aronia(Black chokeberry)*. Master Thesis. Konkuk University, Seoul, Korea.
- [14] X. Wu et al. (2006). Concentrations of anthocyanins in common foods in the united states and estimation of normal consumption. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54(11), 4069-4075.  
DOI : 10.1021/jf0603001
- [15] J. Oszmianski & A. Wojdylo. (2005). Aronia melanocarpa phenolics and their antioxidant activity. *European Food Research and Technology*, 221(6), 809-813.  
DOI : 10.1007/s00217-005-0002-5
- [16] A. W. Strigl, E. Leitner & W. Pfannhauser. (1995). Die schwarze apfelbeers (*Aronia melanocarps*) als natuerliche Farbstoffe. *Deutscha Lebensmittel Fundschau*, 91, 177-180.
- [17] Y. H. Cho. (2008). Inhibitory effect of *Enteromorpha linza* on the melanogenesis in B16 melanoma cells. *Korean Journal of Pharmacognosy*, 39(3), 174-178.
- [18] J. C. Heo et al. (2006). Anti-oxidant and anti-tumor activities of crude extracts by *Gastrodia elata* Blume. *Korean Journal of Food Preservation*, 13(1), 83-87.
- [19] Y. M. Choi, M. H. Kim, J. J. Shin, J. M. Park & J. S. Lee. (2003). The antioxidant activities of the some commercial teas. *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*, 32(5), 723-727.  
DOI : 10.3746/jkfn.2003.32.5.723
- [20] J. K. You et al. (2009). Antioxidant and tyrosinase inhibitory effects of *Paeonia suffruticosa* water extract. *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*, 38(3), 292-296.  
DOI : 10.3746/jkfn.2009.38.3.292
- [21] H. J. Jang. (2006). *Screening for Antioxidant Activity of Jeju Native Plant*. Master Thesis. Jeju National University, Jeju, Korea.
- [22] H. M. Park & J. H. Hong. (2014). Physiological activities of *Aronia melanocarpa* extracts on extraction solvents. *Korean Journal of Food Preservation*, 21(5), 718-726.  
DOI : 10.11002/kjfp.2014.21.5.718
- [23] K. B. Kim, K. H. Yoo, H. Y. Park & J. M. Jeong. (2006). Anti-oxidative activities of commercial edible plant extracts distributed in Korea.

*Journal of Korean Society for Applied Biological Chemistry*, 49(4), 328-333.

- [24] N. Y. Kim, J. H. Kim, G. P. Choi & H. Y. Lee. (2014). Comparison of anti-skin wrinkle activities of *Aronia melanocarpa* extracts by extraction methods. *Korean Journal of Medicinal Crop Science*, 22(3), 217-222.  
DOI : 10.7783/KJMCS.2014.22.3.217
- [25] D. J. Stuehr, H. J. Cho, N. S. Kwon, M. F. Weise & C. F. Nathan. (1991). Purification and characterization of the cytokin-induced macrophage nitric oxide synthase: and FAD and FMN containing flavoprotein. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 88(17), 7773-7777.  
DOI : 10.1073/pnas.88.17.7773
- [26] H. J. Jang, H. J. Bu & S. J. Lee. (2015). Screening for antioxidative activity of Jeju native plants. *Korean Journal of Plant Resources*, 28(2), 158-167.  
DOI : 10.7732/kjpr.2015.28.2.158

김혜림(Hye Rim Kim)

[정회원]



- 2015년 2월 : 호서대학교 식품생물공학과(이학사)
- 2017년 2월 : 호서대학교 식품생물공학과(이학석사)
- 2017년 12월 ~ 2018년 7월 : ㈜씨에이치바이오 사원

· 2018년 7월 ~ 현재 : 인코스(주) 주임연구원

· 관심분야 : 화장품, 기능성소재

· E-Mail : syeedo@naver.com

이은지(Eun Ji Lee)

[학생회원]



- 2020년 2월 : 호서대학교 식품공학과 졸업예정(이학사)
- 관심분야 : 화장품, 기능성 소재
- E-Mail : soso1625@naver.com

채희정(Hee Jeong Chae)

[정회원]



- 1991년 2월 : 서울대학교 화학공학과(석사)
- 1995년 2월 : 서울대학교 화학공학과(박사)
- 2000년 3월 ~ 현재 : 호서대학교 식품제약공학부 교수

· 관심분야 : 생물공학, 식품가공, 기능성 소재

· E-Mail : hjchae@hoseo.edu