

추출방법에 따른 아로니아 추출물의 주름 개선 효능 비교

김남영* · 김정환** · 최근표*** · 이현용****†

*강원대학교 생물의소재공학과, **호서대학교 한방화장품과학과,
강원도립대학 식품가공 제과제빵과, *서원대학교 식품공학과

Comparison of Anti-Skin Wrinkle Activities of *Aronia melanocarpa* Extracts by Extraction Methods

Nam Young Kim*, Jeung Hoan Kim**, Geun Pyo Choi*** and Hyeon Yong Lee****†

*Department of Medical Biomaterials Engineering, Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea.

**Department of Herbal Cosmetic Science, Hoseo University, Asan 336-795, Korea.

***Department of Food Processing and Bakery, Gangwon Provincial Collage, Gangneung 210-804, Korea.

****Department of Food Science and Engineering, Seowon University, Cheongju 361-742, Korea.

ABSTRACT : This study was to investigate anti-skin wrinkle effect of aronia extracts by extraction processes. The 70% ethanol extract by ultrasonification process (UEE) showed highest DPPH scavenging activity of 90.4% in order water extract (WE), 70% ethanol extract (EE) was measured 84.2%, 84.3%. collagen production measured 245 ng/ml from UEE. WE was measured 53.5 ng/ml and EE was measured 224.4 ng/ml. MMP-1 production was observed lowest 22.5 pg/ml at UEE. MMP-1 production of EE was 34.6 pg/ml and WE was 102.3 pg/ml. These results were found the highest antioxidant and anti-wrinkle effect at UEE among three processes. It was also confirmed that anti-skin wrinkle activities of the aronia extract was strongly correlated with anti-oxidant activities due to high amounts of antocyanins in the extract.

Key Words : Antioxidant, Anti-Skin Wrinkle Effect, *Aronia melanocarpa*, Collagen, MMP-1, Ultrasonification

서 언

나이가 들어감에 따라 피부에 노화가 찾아온다. 하지만 그 외에 외적인 스트레스에 의하여 피부가 노화되는 경우가 있다. 주로 태양광에 의해 피부가 자외선에 과량 노출이 되면서 기미나 주근깨가 생기는 것은 물론 피부에 탄력이 감소하여 주름이 증가하는 등 급격한 노화가 오는데 여기에는 활성산소가 큰 영향을 미친다 (Cho *et al.*, 2011). 피부에 자외선을 받게 되면 활성산소가 생성되어 피부를 구성하는 단백질인 collagen의 생성을 저해하여 피부의 주름이 증가하는 것으로 알려져 있다 (Jang *et al.*, 2013). Collagen의 경우 피부조직의 유연성과 신축성을 유지하며, 외적인 스트레스로부터 피부를 보호하는 역할을 하는 것을 보았을 때 collagen 단백질의 저해는 피부의 탄력을 감소시켜 주름증가에 큰 영향을 끼친다 (Davies

et al., 1987; Fantone and Ward, 1982). 또한 활성산소로 인한 피부노화는 collagen 단백질을 분해하는 효소인 MMP-1 (Matrix metalloproteinase-1)의 생성을 촉진하여 피부의 탄력을 잃게 한다 (Park *et al.*, 2010; Pentland *et al.*, 1995). 이와 관련하여 주름개선에는 항산화능이 큰 영향을 끼친다는 것에 착안하여, 항산화능이 뛰어난 것으로 잘 알려진 아로니아 추출물을 이용하여 주름개선 실험을 진행하였다.

아로니아 (*Aronia melanocarpa*)는 장미과에 속하는 베리류로 북아메리카가 주 원산지 이다 (Wu *et al.*, 2004). 아로니아는 항산화활성이 뛰어나다고 잘 알려진 안토시아닌의 함량이 우수한 대표적인 물질이며, 안토시아닌 함량은 1g 당 7±1 mg 함유하고 있다 (Jeppsson and Johansson, 2000). 그 밖에도 생리활성 물질의 함량이 우수하여 (Slimestad *et al.*, 2005; Jakobek *et al.*, 2012) 항산화 및 항암, 심혈관계 질환,

†Corresponding author: (Phone) +82-43-299-8471 (E-mail) hyeonl@seowon.ac.kr

Received 2014 March 20 / 1st Revised 2014 April 4 / 2nd Revised 2014 May 12 / 3rd Revised 2014 May 27 / Accepted 2014 May 27

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

항염증, 면역효능, 항 당뇨 효과에 대한 연구가 보고되었다.

이와 같이 아로니아는 항산화능이 뛰어나 주름개선에 효능이 있을 것으로 판단하여, 본 연구진은 아로니아가 가지는 높은 항산화능에 의한 주름개선효능에 대한 활성을 확인하기 위하여 연구를 진행하였으며, 아로니아 추출물의 주름개선을 평가 함에 있어 열수 추출, 에탄올 추출, 초음파 공정을 거친 에탄올 추출물 총 세가지의 추출방법을 비교하여 실험을 진행하였다. 열수 추출과 에탄올 추출은 고온에서 추출을 진행하므로, 아로니아의 활성물질이 온도의 영향으로 인하여 변성될 가능성이 있다 (Park *et al.*, 2004). 위 같은 단점을 보완하기 위하여 초음파 추출을 병행하였으며, 고온의 공정은 성분물질의 파괴 혹은 손실 등 열에 민감하나 초음파를 통한 공정은 보다 낮은 저온으로 추출을 진행함으로써 유효성분 물질을 보호하여 효율을 높일 수 있다 (Toma *et al.*, 2001; Vinatoru, 2001). 또한, 안토시아닌이 함량 된 라즈베리 추출물에 초음파 처리를 하여 안토시아닌의 양 및 항산화 효능의 증진에 대한 선행 연구를 바탕으로 아로니아에도 안토시아닌의 함량이 풍부하여, 초음파로 인하여 성분 추출 및 항산화 효능 증대에 영향을 미칠 것으로 사료 된다. (Amir *et al.*, 2013)

이와 같은 근거에 초점을 두어 본 연구에서 아로니아의 주름개선 효능을 평가하였으며, 열수 추출물, 에탄올 추출물, 초음파 공정을 거친 에탄올 추출물 총 세 가지 공정에 관하여 활성을 비교하였다.

재료 및 방법

1. 시료 제조

추출에 사용 된 아로니아 열매는 2013년도 산 충북 단양군 농업기술센터부터 지원받아 사용하였다. 아로니아 시료의 추출은 수직 환류냉각기가 설치되어있는 flask에, 열수추출의 경우 1 l의 증류수에 아로니아 열매를 100 g을 사용하여 100°C에서 24시간 추출하였으며, 에탄올 추출물은 같은 조건에서 용매를 70% 에탄올로 하여 60°C에서 24시간 추출하고, 초음파 추출물은 70% 에탄올을 사용하여 추출한 시료에서 초음파 추출기 (AUG-R3-900, ASIA ULTRASONIC, Korea)를 통하여, 120 kHz의 초음파에서 30분 추출을 실시하였다. 추출 한 모든 아로니아 시료는 감압여과기를 사용하여 여과하였다. 여과 후에 회전식 감압농축기 (EYELA N-1000, Tokyo Rikakikai Co., Japan)로 농축한 후, 동결건조기 (PVTF 10AT, ILSIN, Korea)에 72시간동안 동결 건조하여 분말로 만들어 실험을 진행하였다.

2. 세포 및 시약

HDF (Human dermal fibroblasts)는 CCD-986sk으로 한국 세포주은행 (KCLB, Seoul, Korea)에서 동결 된 것으로 구입

하였다. 구입한 CCD-986sk은 DMEM 배지에 10% fetal bovine serum (Gibco, Carlsbad, CA, USA)을 첨가하여 37°C, 5% CO₂ 조건하에서 배양하였다. 그 외 사용된 모든 시약들은 Sigma-Aldrich (St. Louis, MO, USA)을 통하여 구입, 사용하였다.

3. DPPH 자유 라디칼 소거능을 이용한 항산화능 측정

DPPH (α, α -diphenyl- β -picrylhydrazyl) 자유 라디칼 소거활성은 Dietz (Dietz *et al.*, 2005)의 방법을 사용하되 실험방법을 변형하여 실험하였다. 용매를 methanol로 제조한 0.1 mM DPPH용액 150 μ l을 첨가 후 각 공정 별 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0 mg/ml 농도의 아로니아 시료 150 μ l을 혼합하여 25°C에서 30분 동안 암실에 방치 한 후 517 nm의 파장에서 흡광도 측정하였다. 측정 한 값은 DPPH radical scavenging activity (%)로 나타내었다.

$$\text{DPPH radical scavenging activity (\%)} = \frac{\text{control O.D.} - \text{sample O.D.}}{\text{control O.D.}} \times 100$$

4. MTT 용액을 이용한 세포 독성평가

MTT용액은 3-(4,5-dimethylthiazol-2-yl)-2,5-diphenyl-tetrazolium bromide (MTT, Sigma-Aldrich, USA) 시약을 사용하였다. 독성 평가에는 HDF세포인 CCD-986sk를 사용하였으며, 세포를 3.0×10^6 cells/well 농도로 96-well plate에 주입한 뒤 24시간 동안 세포를 부착하였다. 24시간 뒤 배지를 제거하고 아로니아 시료를 농도별로 200 μ l만큼 투여하고 CO₂ 배양기에서 다시 한 번 24 시간 동안 반응시킨다. 24시간이 지난 다음 시료를 제거하고, 200 μ g/ml 농도의 MTT 용액을 각 well에 첨가하고 37°C의 암실에서 3시간 동안 배양한다. 그 후 PBS buffer로 2회 세척하고, DMSO를 well에 200 μ l 주입한 뒤 microplate reader (Thermo Fisher Scientific, USA)로 570 nm에서 흡광도를 측정하여 세포독성 (%)으로 나타내었다.

5. Human Dermal Fibroblast (HDF)를 이용한 Collagen 생성능 실험

HDF세포는 CCD-986sk를 이용하였으며, collagen 생성능 측정은 Procollagen Type I C-peptide (PIP) EIA Kit (Takara, Otsu, Japan) 을 사용하여 실험을 진행하였다. 키트에 준비 된 plate에 Antibody-POD Conjugate Solution을 100 μ l 넣고, 아로니아 샘플을 농도별로 20 μ l를 첨가한다. 첨가한 후 plate에 빛을 차단하기 위해 호일로 감싼 뒤 37°C에서 3시간 동안 배양한다. 3시간이 지나면 배양액을 제거한 뒤, washing buffer를 400 μ l를 주입하여 총 4회 세척한다. 세척이 끝나면 substrate solution을 각 well에 넣고 20~30°C에서 15분간 다시 배양한다. 배양이 끝나면 stop solution인 1 N

H₂SO₄을 100 μ l 넣고, plate를 흔들어진 뒤 microplate reader (Thermo Fisher Scientific, USA)로 450 nm 에서 흡광도를 측정하였으며, standard solution을 사용한 standard curve를 이용하여 정량하였다.

6. MMP-1 생성 실험

MMP-1 생성 실험은 Human MMP-1 ELISA Kit (Ray Biotech, Norcross, USA)를 사용하였다. 사용 전 모든 시약 및 샘플을 18~25°C로 맞춰놓고 실험을 진행하였다. 키트에 준비된 plate에 샘플과 standard를 100 μ l 만큼 각 well에 주입 한 뒤 커버를 덮고 상온에서 2시간 30분 동안 배양한다. 그 뒤 배양액을 버리고 wash buffer로 4회 반복하여 세척한 후 Detection Antibody MMP-1을 100 μ l 만큼 각 well에 주입하고 한 시간 동안 상온에서 배양한다. 배양이 끝나면 다시 배양액을 버리고 4회 세척한 뒤 Streptavidin solution을 넣고 45분동안 상온에서 shaking해준다. 그 뒤에 마찬가지로 배양액을 제거하고 세척하고 substrate reagent를 주입한 후 30분동안 암실에서 온도는 상온에서 배양한다. 배양이 끝나면 마지막으로 stop solution을 50 μ l 넣어 반응을 종결시키고 즉시 450 nm 파장에서 흡광도를 측정하였다.

7. 통계처리

모든 실험의 데이터 통계처리는 3회 반복하였으며, 실험값의 통계는 SAS (Statistical Analysis System) 프로그램을 통하여 two-way ANOVA 방법으로 처리하였다. 처리구간의 최소 유의 수준의 차는 $p < 0.05$ 로 처리 하였다.

결과 및 고찰

1. DPPH 자유라디칼 소거능

아로니아 추출물의 항산화능을 확인하기 위하여 DPPH 자유라디칼 소거능을 측정하였으며, Table 1에 측정된 결과를 표시하였다. DPPH는 517 nm에서 최대 흡광도를 나타내고, 환원을 하게 되면 517 nm에서 흡광도가 감소한다.

아로니아 시료와 대표적인 항산화물질로 알려진 ascorbic acid을 비교해 보았을 때 양성대조군인 ascorbic acid는 0.2 mg/ml의 농도에서 88.2%의 DPPH 자유라디칼 소거능을 보였으며, 아로니아 시료 1.0 mg/ml의 농도에서 열수 추출물 (WE)의 경우 84.2%의 자유라디칼 소거능을 나타내었고, 70% 에탄올 추출물 (EE)은 84.3%로 WE와 유의적인 차이가 없었다. 가장 높은 소거활성을 보인 초음파 공정을 거친 에탄올 추출물 (UEE)의 경우에는 90.4%로 기타 다른 추출법에 비해 유의적인 차이를 보였으며 농도차가 있긴 하나, 양성대조군인 ascorbic acid 보다도 높은 항산화능을 나타내었다. 농도가 증가함에 따라 DPPH 소거능이 증가하였다. 이와 같은 결과를 보았을 때, 아로니아 시료들은 전반적으로 항산화능이 높았으며 그 중에서도 초음파공정을 거친 아로니아 시료가 활성이 가장 좋았음을 알 수 있었다. 항산화능이 높으면 활성산소를 감소시켜 피부의 항 주름의 효능을 확인 한 선행연구를 바탕으로 하여 (Jang *et al.*, 2013), 아로니아 시료를 이용하여, 피부의 탄력을 유지시켜주는 단백질인 collagen 생성능에 대한 실험으로 주름개선효능에 대한 평가를 진행하였다.

2. MTT용액을 이용한 세포 독성평가

주름개선 활성 평가를 하기 전 실험으로 정상세포에 대한 독성을 알아보기 위해 섬유아세포인 CCD-986sk 세포를 이용하여 세포 독성을 확인한 결과를 Fig. 1에 나타내었다. 그 결과 아로니아 시료 중 독성이 가장 높은 추출물은 초음파 공정을 이용한 아로니아 추출물로 독성이 14.62% 인 것으로 측정되었다. 이 측정된 결과 값은 앞으로의 세포실험을 진행하는데 있어 아로니아 시료에 대한 세포독성이 실험에 큰 영향을 끼칠 만큼 높지 않은 것으로 판단하였다. 항장연구에 관련된 다른 천연물인 더덕추출물에 대한 연구와 비교하였을 때 10~20%의 세포독성을 가지는 것으로 볼 때 (Kim *et al.*, 2013), 마찬가지로 세포독성은 높지 않았다. 이를 이용하여 HDF (Human Dermal Fibroblasts)인 CCD-986sk를 통해 피부의 탄력을 유지하는 collagen 단백질 및 collagen 단백질을 저해하여 피부의 주름증가에 원인이 되는 효소 MMP-1

Table 1. DPPH free radical scavenging activity of *Aronia melanocarpa* according to different extraction processes.

Sample	Concentration (mg/ml)				
	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
WE	76.7 \pm 1.2 ^{Aa}	78.5 \pm 0.8 ^{Aa}	80.0 \pm 0.6 ^{Ba}	81.3 \pm 1.0 ^{Ba}	84.2 \pm 0.9 ^{Ca*}
EE	78.3 \pm 0.7 ^{Aa}	79.1 \pm 0.9 ^{Aa}	83.5 \pm 0.4 ^{Ba}	83.9 \pm 0.8 ^{Ba}	84.3 \pm 0.6 ^{Ba}
UEE	78.6 \pm 0.9 ^{Aa}	80.7 \pm 1.0 ^{Aa}	84.6 \pm 0.7 ^{Bb}	86.9 \pm 1.1 ^{Bb}	90.4 \pm 0.7 ^{Cb}
Ascorbic acid (0.02 mg/ml)	88.2 \pm 2.3				

*Mean value \pm SD from triplicate separated experiments are shown. Mean with difference letter (A-C) within same sample are significantly different at $p < 0.05$ and mean with difference letter (a-b) within same concentration are significantly different at $p < 0.05$. WE; *Aronia melanocarpa* water extracts, EE; *Aronia melanocarpa* 70% ethanol extracts, UEE; *Aronia melanocarpa* ultrasonification and 70% ethanol extracts.

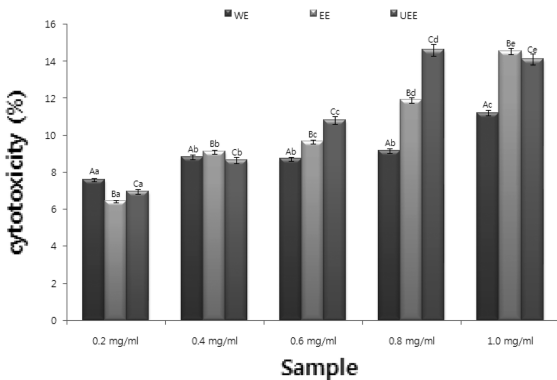


Fig. 1. Cell cytotoxicity of the *Aronia melanocarpa* extracts by different extraction process. Mean value \pm SD from triplicate separated experiments are shown. Mean with difference letter (A-C) within same concentration are significantly different at $p < 0.05$ and mean with difference letter (a-e) within same sample are significantly different at $p < 0.05$. WE; *Aronia melanocarpa* water extracts, EE; *Aronia melanocarpa* 70% ethanol extracts, UEE; *Aronia melanocarpa* ultrasonification and 70% ethanol extracts.

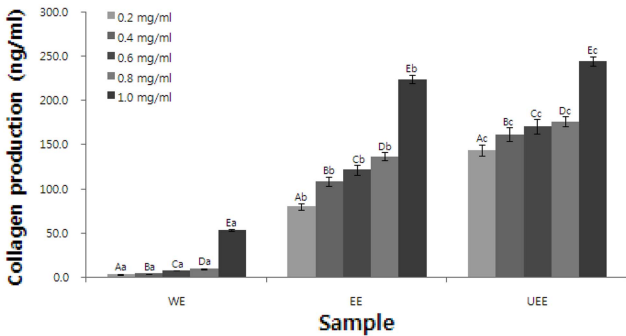


Fig. 2. Collagen production of the *Aronia melanocarpa* extracts by different extraction process. Mean value \pm SD from triplicate separated experiments are shown. Mean with difference letter (A-E) within same sample are significantly different at $p < 0.05$ and mean with difference letter (a-c) within same concentration are significantly different at $p < 0.05$. WE; *Aronia melanocarpa* water extracts, EE; *Aronia melanocarpa* 70% ethanol extracts, UEE; *Aronia melanocarpa* ultrasonification and 70% ethanol extracts.

(Matrix metalloproteinase-1)의 생성량에 대한 실험을 진행하여 아로니아 시료에 대한 주름개선효과를 확인하여 각 추출물로 결과 값을 비교하였다.

3. Collagen 생성능 실험

아로니아 시료의 주름개선에 대한 효능을 알아보기 위하여, collagen 생성능 실험을 진행하였으며, 결과는 Fig. 2에 나타내었다. 그 결과, 각각의 모든 시료는 5가지의 농도차에 따라 전부 유의차를 보이며 농도 의존적으로 생성량이 증가하는 양상을 보였고, 아로니아 시료의 가장 높은 농도인 1.0 mg/ml의 농도에서 열수 추출물은 53.5 ng/ml의 collagen이 생성되었으며,

70% 에탄올 초음파의 collagen 생성량은 224.4 ng/ml, 초음파 공정을 이용한 에탄올 초음파는 245 ng/ml로 다른 아로니아 시료들과 비교하였을 때 가장 높은 생성량을 확인하였다. 열수 추출물, 에탄올 추출물, 초음파 공정을 거친 에탄올 추출물 서로간의 충분한 유의차를 보였다. 주름개선에 효능이 있다고 보고 된 포도와 오이즙액을 이용한 동충하초 균사체 연구와 비교하였을 때 동충하초 균사체의 경우 150 ~ 200 ng/ml의 collagen이 생성되는 것으로 보아 아로니아 추출물의 주름개선 효능이 우수함을 확인하였으며 (Lee *et al.*, 2006), 또한 같은 용매의 추출물이라도 초음파 공정을 이용하였을 때 아로니아 시료의 주름개선 효능이 증가하였음을 알 수 있었다. 이는 앞서 실험한 항산화능을 알아보는 DPPH 실험과 비교하였을 때, 초음파 공정을 거친 시료가 항산화능이 가장 높은 결과를 나타낸 것과 같은 양상을 보였다. 지금까지의 결과를 확인하였을 때 항산화능이 높을수록 주름개선에 효능이 있음을 확인할 수 있었으며, 초음파 공정을 거친 아로니아 시료가 가장 활성이 높은 것을 알 수 있었다. 이에 더하여, 또 다른 주름개선효능을 알 수 있는 실험으로 collagen 생성을 저해하는 효소인 MMP-1의 생성 실험을 통하여 주름개선효능에 대하여 추가적으로 확인해 보기로 하였다.

4. MMP-1 (Matrix Metalloproteinase-1) 생성 실험

MMP-1은 피부에 탄력을 주는 단백질인 collagen을 분해하는 효소로 MMP-1의 생성량이 낮을수록 주름개선에 대한 효능이 좋은 것으로 판단할 수 있다. MMP-1의 생성량을 확인한 실험의 결과는 Fig. 3에 표시하였다. 모든 샘플이 농도에 따라 유의적인 차이를 보이며 MMP-1의 생성량이 감소하는 양상을 확인하였다. 아로니아 시료의 가장 높은 농도인

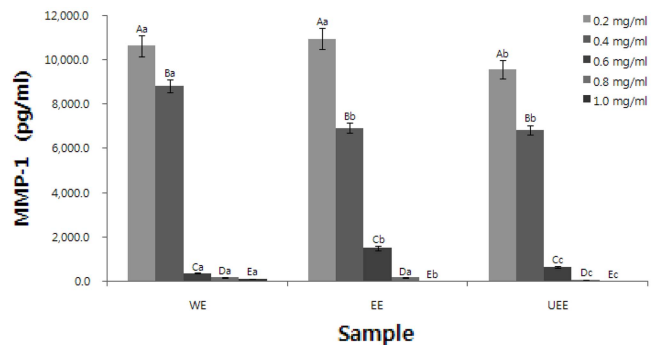


Fig. 3. MMP-1 production (pg/ml) of the *Aronia melanocarpa* extracts by different extraction process. Mean value \pm SD from triplicate separated experiments are shown. Mean with difference letter (A-E) within same sample are significantly different at $p < 0.05$ and mean with difference letter (a-c) within same concentration are significantly different at $p < 0.05$. WE; *Aronia melanocarpa* water extracts, EE; *Aronia melanocarpa* 70% ethanol extracts, UEE; *Aronia melanocarpa* ultrasonification and 70% ethanol extracts.

1.0 mg/ml 에서 아로니아 열수 추출물은 102.3 pg/ml의 생성량을 확인하였으며 70% 에탄올 추출물은 34.6 pg/ml의 생성량으로 열수 추출물의 MMP-1 생성량 보다도 큰 유의적인 차이를 보였다. 초음파 공정을 거친 70% 에탄올 추출물은 22.5 pg/ml로 가장 낮은 MMP-1의 생성량을 확인하였다. MMP-1의 생성량이 열수 추출물, 에탄올 추출물, 초음파 공정을 거친 에탄올 추출물 순으로 모두 유의적인 차이를 보이며 낮게 나타났으며, 주름개선에는 역순으로 효능이 뛰어난 것을 확인하였다. 주름개선효능이 뛰어나다고 알려진 황철나무, 산수유, 구기자 등의 초임계 추출물의 연구와 비교하였을 때 (Shin *et al.*, 2013), 황철나무와 산수유, 구기자 초임계 추출물은 농도가 10배 낮은 0.1 mg/ml에서 20~35 ng/ml의 MMP-1의 생성량이 측정되었다. 아로니아 추출물의 농도가 10배가 더 높긴 하나 MMP-1의 생성량이 1000배 이상 낮은 것으로 보아 아로니아 추출물이 MMP-1의 생성량 저해에 활성이 더 좋은 것을 알 수 있었으며, 주름개선에 뛰어난 효능이 있음을 알 수 있었다. 또한, collagen 생성 실험결과와 마찬가지로 항산화능이 뛰어난 수록 MMP-1에 대한 저해활성도 좋은 것으로 판단되었으며, 초음파 공정을 이용한 추출물이 여타 공정법들보다 활성이 가장 뛰어나, 주름개선효능에 가장 좋은 것을 확인할 수 있었다.

앞서 언급한대로 활성산소는 피부탄력을 유지하는 collagen 단백질의 생성을 저해하여 탄력을 저하시켜 피부주름증가에 큰 원인이 된다. 또한 자외선에 영향을 받은 피부에서 활성산소에 의해 collagen 단백질을 분해하는 효소인 MMP-1을 분비함으로써, 피부의 주름이 증가하게 된다. 본 연구에서는 아로니아 추출물로 활성산소를 제거하는 능력인 항산화능을 평가하여, 이를 근거로 주름개선에 우수한 효능이 있음을 확인하였다. 아로니아 속에 항산화능이 뛰어나다고 잘 알려진 안토시아닌류 성분들이 주름개선효과에 지대한 영향을 끼친 것으로 사료되며, 시료들 중에서도 초음파 공정을 통한 아로니아 추출물의 효능이 여타 공정 법들 보다도 큰 효능을 보였다. 아로니아 속 성분물질인 안토시아닌 및 기타 활성물질이 저온을 통한 초음파 공정으로 인하여, 다른 공정 법보다 활성물질의 변성 및 파괴가 적어 성분물질의 보존 및 용출이 잘 되어 뛰어난 효능을 보인 것을 알 수 있었다. 이를 통하여 초음파 공정을 거친 아로니아 시료의 주름개선효능의 증진을 확인하였으며, 아로니아의 향장소재로서 가능성을 입증하였다.

REFERENCES

- Amir G, Gregory M, Joseph P and Caleb N. (2013). Effect of ultrasound frequency on antioxidant activity, total phenolic and anthocyanin content of red raspberry puree. *Ultrasonics Sonochemistry*. 20:1316-1323.
- Cho EA, Cho EH, Choi SJ, Park KH, Kim SY, Jeong YJ, Ku CS, Ha BJ, Jang DI and Chae HJ. (2011). Screening of anti-wrinkle resource from herbal medicinal extracts and stability test of its cosmetic products. *Korean Journal of Medicinal Crop Science*. 19:126-135.
- Davies KJA, Lin SW and Pacifici RE. (1987). Protein damage and degradation by oxygen radicals. *Journal of Biological Chemistry*. 262:9914-9920.
- Dietz BM, Kang YH, Liu G, Egger AL, Yao P, Chadwick LR, Pauli GF, Farnsworth NR, Mesecar AD and van Breemen RB. (2005). Xanthohumol isolated from *Humulus lupulus* inhibits menadione-induced DNA damage through induction of quinone reductase. *Chemical Research in Toxicology*. 18:1296-1305.
- Fantone JC and Ward PA. (1982). Role of oxygen-derived free radicals and metabolites in leukocyte-dependent inflammatory reactions. *The American Journal of Pathology*. 107:395-418.
- Hwang SY, Lee JT, Kim YU and Kim HJ. (2013). Skin whitening effects of extracts from *Angelicae gigantis* Radix and *Lycii fructus* ethanol extracts. *The Korean Journal of Oriental Medical Prescription*. 21:91-98.
- Jang MJ, Jun DH, Kim SH, Han SI and Lee JT. (2013). Anti-wrinkle effect of chestnut leaf. *Journal of Life Science*. 23:751-756.
- Jakobek L, Drenjančević M, Jukić V and Šeruga M. (2012). Phenolic acids, flavonols, anthocyanins and antiradical activity of “Nero”, “Viking”, “Galicianka” and wild chokeberries. *Scientia Horticulturae*. 147:56-63.
- Jeppsson N and Johansson R. (2000). Changes in fruit quality in black chokeberry (*Aronia melanocarpa*) during maturation. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*. 75:340-345.
- Kim JS, Choi WS, Chung JY, Chung HC and Lee HY. (2013). Enhancement of cosmeceutical activity from *Codonopsis lanceolata* extracts by stepwise steaming process. *Korean Journal of Medicinal Crop Science*. 21:204-212.
- Lee YH, Park KH, Choi YJ and Gal SW. (2006). Anti-wrinkle effect of mycelial culture broth of *Paecilomyces japonica* in the mixture of cucumber and grape extracts. *Journal of Life Science*. 16:516-521.
- Mauviel A, Halcin C, Vasiloudes P, Parks WC, Kurkinen M and Uitto J. (1994). Uncoordinate regulation of collagenase, stromelysin, and tissue inhibitor of metalloproteinases genes by prostaglandin E2: Selective enhancement of collagenase gene expression in human dermal fibroblasts in culture. *Journal of Cellular Biochemistry*. 54:465-472.
- Park JH, Lee HS, Mun HC, Kim DH, Seong NS, Jung HG, Bang JK and Lee HY. (2004). Improvement of anticancer activation of ultrasonicated extracts from *Acanthopanax senticosus* Harms, *Ephedra sinica* Stapf, *Rubus coreanus* Miq. and *Artemisia capillaris* Thunb. *Korean Journal of Medicinal Crop Science*. 12:273-278.
- Park SH, Lee KH, Han CS, Kim KH and Kim YH. (2010). Inhibitory effects of *Carex humilis* extract on elastase activity and matrix metalloproteinase-1 expression. *Journal of the Society of Cosmetic Scientists of Korea*. 36:129-136.
- Pentland AP, Shapiro SD and Welgus HG. (1995). Agonist-induced expression of tissue inhibitor of metalloproteinases and metalloproteinases by human macrophages is regulated by

- endogenous prostaglandin E₂ synthesis. *The Journal of Investigative Dermatology*. 104:52-57.
- Shin DC, Kim GC, Song SY, Kim HJ, Yang JC and Kim BA.** (2013). Antioxidant and antiaging activities of complex supercritical fluid extracts from *Dendropanax morbifera*, *Corni fructus* and *Lycii fructus*. *The Korea Journal of Herbology*. 28:95-100.
- Slimestad R, Torskangerpoll K, Nateland HS, Johannessen T and Giske NH.** (2005). Flavonoids from black chokeberries, *Aronia melanocarpa*. *Journal of Food Composition and Analysis*. 18:61-68.
- Toma M, Vinatoru M, Paniwnyk L and Mason TJ.** (2001). Investigation of the effects of ultrasound on vegetal tissues during solvent extraction. *Ultrasonics Sonochemistry*. 8:137-142.
- Vinatoru M.** (2001). An overview of the ultrasonically assisted extraction of bioactive principles from herbs. *Ultrasonics Sonochemistry*. 8:303-313.
- Wu X, Gu L, Prior RL and McKay S.** (2004). Characterization of anthocyanins and proanthocyanidins in some cultivars of *Ribes*, *Aronia*, and *Sambucus* and their antioxidant capacity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 52:7846-7856.