

오디 및 블루베리 추출물을 이용한 과립제조 및 품질특성

박혜미¹, 양수진¹, 강은지¹, 이대훈², 김대익³, 홍주현^{1†}

¹대구가톨릭대학교 식품가공학전공, ²(주)소리소, ³(재)대구테크노파크 한방산업지원센터

Quality Characteristics and Granule Manufacture of Mulberry and Blueberry Fruit Extracts

Hye-Mi Park¹, Su-Jin Yang¹, Eun-Ji Kang¹, Dae-Hoon Lee²,
Dae-Ik Kim³ and Joo-Heon Hong^{1†}

¹Department of Food Science and Technology, Catholic University of Daegu, Gyeongsansi 712-702, Korea

²Soriso Co., Daegu Technopark, Gyeongsansi 712-260, Korea

³Oriental Medicine Industry Support Center, Daegu Technopark, Daegu 706-827, Korea

Abstract

The quality characteristics of granules prepared from water and 50% ethanol extracts of mulberry and blueberry were investigated. The total polyphenol and total flavonoid contents of mulberry and blueberry were higher in the 50% ethanol extract than those in the water extract. Total anthocyanin content was highest in the 50% mulberry ethanol extract (470.91 mg/100 g). Oxygen radical absorbance capacity (ORAC) of the mulberry and blueberry extracts was 335.37 μ moles TE/g and 238.14 μ moles TE/g, respectively. Superoxide radical scavenging activity of the mulberry and blueberry extracts increased with an increase in extract concentration. Total polyphenol and flavonoid contents of granules from the mulberry extract were 4.83 mg/mL and 3.49 mg/mL, respectively. Total anthocyanin content of granules from the mulberry and blueberry extracts was 76.26 mg/100 g and 75.26 mg/100 g, respectively. Electron donating ability and ORAC of granules from the mulberry and blueberry extracts were 45.09% and 24.10%, 87.65 μ moles TE/g and 57.59 μ moles TE/g, respectively. Granules that were stored for 7 weeks at room temperature had low anthocyanin content degradation and Hunter color values (L, a, and b).

Key words : mulberry, blueberry, granule, antioxidant, quality characteristics

1. 서론

인체는 산화촉진물질(prooxidant)과 산화억제물질(antioxidant)이 균형을 이루고 있으나 산화촉진 쪽으로 기울게 되면 산화적 스트레스가 유발되어 잠재적인 세포손상 및 병리적 질환을 일으키게 된다(Halliwell B와 Aruoma OJ 1991, Koh YJ 등 2008). 이러한 산화적 스트레스의 직접적인 원인이 되는 활성

산소종(ROS, reactive oxygen species)은 불안정하고 반응성이 높아 여러 생체 물질과 쉽게 반응하고, 체내 고분자들을 공격하여 세포와 조직에 비가역적인 손상을 일으키거나 돌연변이, 세포독성 및 발암 등을 초래하게 된다. 이런 관계로 활성산소를 소거하기 위한 항산화성 물질을 과일, 채소, 자생식물 등 천연물에서 찾고자 하는 노력이 많이 시도되고 있다(Fridovich I 1989). 최근 뛰어난 항산화효과로 주목받고 있는 베리류에는 여러 가지 생리활성 성분 즉, 안토시아닌, 카로티노이드 및 플라보노이드와 같은 페놀 화합물과 비타민C가 다량 함유되어 있는 것으로 알려지고 있어 질병 예방과 감소에 크게 기여한다고 보고되고 있다(Yu OK 등 2008, Lee HR 등 2008). 오디는 뽕나무과(Moraceae), 뽕나무속(Morus)에 속하는 교목성 낙엽수인 뽕나무의 열매로서 온대에서 아열대에 이르기까지 널리 분포하며, 분포밀도가 가장 높은 곳은 동아시아

[†]Corresponding author : Joo-Heon Hong, Department of Food Science and Technology, Catholic University of Daegu, Geumnakro 5, Gyeongsansi, Gyeongbuk, 712-702, Korea
Tel: 82-53-850-3218
Fax: 82-53-850-3217
E-mail: jhhong@cu.ac.kr

의 한국, 중국대륙 및 일본 열도이다(Ju MJ 등 2009). 오디는 다양한 기능성 성분 및 효능이 알려지면서 기능성 식품 및 국민건강 증진에 기여할 수 있는 천연식품으로 보고되고 있는데 특히, 레스베라트롤이라는 폴리페놀 성분이 함유되어 있어 항산화, 항암 및 항염증 효능 등 다양한 생리활성이 밝혀져 의약품 및 기능성 식품 소재로 주목받고 있는 물질이다(Lee EJ와 Bae JH 2011). 블루베리는 진달래과(Ericaceae), 산앵두나무속(*Vaccinium*)에 속하는 관목성 식물로서 400여종이 있으며, 주로 동남아시아에 분포하고 있다. 북미에서는 하이부스 블루베리(*V. corymbosum*), 로우부시 블루베리(*V. angustifolium*) 및 래빗아이 블루베리(*V. ashei*) 등 세 종류가 상업적으로 중요한 과실로서 재배되고 있다(Jeong CH 등 2008). 블루베리가 함유하고 있는 안토시아닌(Anthocyanin), 플라보노이드(Flavonoid), 라이코펜(Lycopene)은 항산화능, 시력강화, 면역시스템 증진 및 뇌졸중 방지에 효과가 뛰어난 것으로 알려져 있으며 뉴욕타임지에서 선정한 세계 10대 슈퍼푸드로 선정되어 많은 관심을 받고 있다(Hwang SH와 Ko SH 2010).

약용 및 기호성 식물체로부터 유효성분을 섭취하기 위한 수단으로는 열수에 우리거나 타서 마시는 분말차의 형태가 널리 이용되고 있으나 근래에 들어서는 과립, 타블렛, 캡슐 등과 같은 섭취 편리성이 강조된 제품들이 시장에서 많이 판매되고 있다. 과립 제품은 분말제품보다 흐름성이 좋으며 물리적, 화학적으로 안정하며 미세한 분말의 경우 용해 시 용매 표면에 부유하여 용해성에 문제가 있으나 과립으로 제조하면 이러한 문제점을 보완 할 수 있다. 또한 제조 공정이 간단하고 자동충전기 개발로 대량 생산이 가능할 뿐만 아니라 휴대가 용이하여 건강식품 제형에 많이 사용되고 있다(Chung HS 등 2005). 식품산업에서는 식품 유용 물질을 캡슐화 및 과립화함으로써 식품 소재의 산화방지 및 보존성 향상, 변화하기 쉬운 소재의 안정화, 불필요한 냄새의 차단, 액상식품의 고형화, 식품소재의 방출속도 조절, 제조공정의 개선 및 물성향상 등을 목적으로 많이 이용되고 있다(Hwang SH 등 2005).

따라서 본 연구에서는 다양한 생리활성 물질을 함유하고 있는 오디 및 블루베리 추출물의 이화학적 특성을 분석하였으며 이를 이용하여 과립을 제조하였고 과립의 품질특성에 대해 조사하였다.

II. 재료 및 방법

1. 실험재료

본 실험에 사용된 오디 및 블루베리는 선운산 농업협동조합(전북, 고창군)으로부터 냉동상태로 구입하여 -20℃ 이하에서 보관하면서 추출용 시료로 사용하였다.

2. 추출물 및 과립 제조

100 g의 시료에 1% citric acid 및 0.5% HCl을 함유하는 증류수와 50% 에탄올을 각각 2 L 첨가하여 shaking incubator를

이용하여 160 rpm으로 25℃에서 48시간동안 교반 추출하였다. 불순물을 제거하기 위해 Whatman No.2 여과지를 이용하여 여과하고 감압농축기(Model N-1200A, EYELA Co., Tokyo, Japan)로 농축한 다음, 동결건조(Freezezone 2.5., Labconco Co., Kansas City, MO, USA)하여 -70℃ 이하의 암소에 보관하면서 분석용 시료로 사용하였다. 또한 과립제조는 상기와 같은 방법으로 추출, 농축한 다음 30Brix 농축액 20%에 무수정제포도당 25%, 함수결정 45%, 유당분말 4.97%, 말토덱스트린 5%, 우가와향 0.03% 비율로 혼합한 후 과립기를 통과시켜 제조하였다.

3. 총 폴리페놀 및 총 플라보노이드함량 측정

총 폴리페놀함량은 Folin-Denis법(Singleton VL과 Rossi JA 1965)에 따라 추출조건에 따른 추출액 0.5 mL에 2 N Folin-Ciocalteu reagent 0.1 mL를 첨가하고 충분히 혼합한 다음 8.4 mL의 멸균 증류수를 가하여 실온에서 3분간 반응시킨 후 20% Na₂CO₃ 1 mL를 첨가하고 실온에서 1시간 반응시키고 spectrophotometer(Ultaspec 2100pro, Amersham Co., Sweden)를 이용하여 725 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이때 총 폴리페놀 함량은 tannic acid(Sigma, St, Louis, MO, USA)를 정량하여 작성한 표준곡선으로부터 계산하였다.

총 플라보노이드함량 측정은 Davis법(Davis WB 1947)에 따라 추출액 100 μL에 1 mL diethyl glycol을 혼합하여 실온에서 5분간 반응 시킨 후 1N NaOH 100 μL와 혼합하여 37℃에서 30분간 반응 시키고 420 nm에서 spectrophotometer(Ultaspec 2100pro, Amersham Co., Uppsala, Sweden)로 흡광도를 측정하였다. 총 플라보노이드 함량은 quercetin(Sigma, St, Louis, MO, USA)을 정량하여 작성한 표준곡선으로부터 계산하였다.

4. 총 안토시아닌함량 측정

총 안토시아닌함량 측정은 Lee J 등(2005)의 방법에 의해 다음과 같이 측정하였다. 건조분말 0.2 g을 증류수 3 mL에 녹여 분석용 시료로 사용하였다. 안토시아닌 분석용 시료 100 μL에 1,900 μL의 pH 1.0 buffer(0.2M KCl + 0.2M HCl) 또는 pH 4.5 buffer(0.2M potassium phosphate + 0.1M citric acid)를 각각 혼합한 후 520 nm와 700 nm에서 흡광도를 측정하였다. 총 안토시아닌 함량은 cyanidin-3-glucoside의 몰흡광계수(ε = 26,900 L/cm · mol)를 이용하여 아래의 식에 의해 계산하였다.

Total Anthocyanin Content (cyanidin-3-glucoside, mg/100g)

$$= \frac{A \times MW \times DF \times 3 \times 5000}{\epsilon \times 1}$$

A : (A_{λ520} - A_{λ700})pH 1.0 - (A_{λ520} - A_{λ700})pH 4.5

MW : cyanidin-3-glucoside의 분자량 = 449.2 g/mol

DF : 희석배수 = 20

3 : 총 부피 3 mL

5000 : 시료 100 g당으로 환산하기 위하여 추출액의 시료 무게인 0.2 g으로 나눈 값

ε : 몰흡광계수 = 26,900 L/cm · mol

1 : cm

5. 전자공여능 측정

항산화능을 측정하기 위한 전자공여능(electron donating ability, EDA)은 1,1 diphenyl-2-picrylhydrazyl(DPPH)의 환원력을 이용하여 측정하였다(Son JY와 Kim TO 2011). 즉, 추출물 1 mL에 4×10^{-4} M DPPH용액(99.9% ethyl alcohol에 용해)을 1 mL 가하여 총액의 부피가 2 mL가 되도록 하였다. 이 반응액을 약 10초간 혼합하고 실온에서 30분간 방치한 후 spectrophotometer(Ultaspec 2100pro, Amersham Co., Uppsala, Sweden)를 사용하여 525 nm에서 흡광도를 측정하였다. 전자공여효과는 추출물의 첨가 전과 후의 차이를 백분율로 나타내었다.

$$EDA(\%) = \left(1 - \frac{\text{sample absorbance}}{\text{control absorbance}}\right) \times 100$$

6. ORAC(Oxygen Radical Absorbance Capacity) 측정

오디 및 블루베리 추출물 및 과립의 항산화 활성은 Talcott ST와 Lee JH(2002)가 항산화 활성 측정에 사용한 ORAC(Oxygen Radical Absorbance Capacity) 분석법을 이용하였다. 본 실험에서 검액 및 표준액의 농도별 희석과 실험용 시료의 제조에는 중성 phosphate buffer(61.6:38.9 v/v, 0.75 M K_2HPO_4 and 0.75 M NaH_2PO_4)를 사용하였다. 검량 곡선을 작성하기 위하여 항산화 활성 비교 표준액으로 Trolox(Water soluble analogue of vitamin E, 6-hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchroman-2-carboxylic acid, Aldrich Chem, Inc., USA)를 인산완충액을 가해 각각 0.0, 1.65, 3.125, 6.25, 12.5, 25.0, 50.0 μ M 농도로 희석하고 fluorescent stock(Sigma, St, Louis, MO, USA) 10 μ L를 phosphate buffer 50 mL에 용해하여 제조하였고 측정기기는 fluorescent microplate reader(Infinite M200 PRO, Tecan Co., Grodig, Austria)를 사용하여 485 nm에서 전자가 여기 되고 538 nm에서 방출되게 조절하여 본 실험에 적용되었다.

7. Superoxide radical 소거 활성 측정

Superoxide radical 소거활성은 Nishikimi M 등(1972)의 방법에 따라 측정하였다. 희석한 시료 20 μ L에 62 μ M nitro blue tetrazolium(NBT) 과 98 μ M β -nicotinamide adenine dinucleotide(NADH)를 함유한 20 mM Tris 용액 (pH 8.0) 800 μ L를 혼합한 다음, 20 mM Tris 용액 80 μ L와 33 μ M phenazine methosulfate(PMS) 100 μ L를 각각 첨가하였다. 즉, 비효소적으로 PMS/NADH로 유발된 superoxide radical은 formazan을 측정하기 위해 560 nm에서 10분 동안 반응물의 흡광도를 측정하였고 아래 식으로 계산하였다.

$$\text{Superoxide radical scavenging ability} = [(A-B)/A] \times 100$$

A : absorbance of not added sample

B : absorbance of added sample

8. 과립의 입자크기 및 입자모양 측정

과립의 평균 입자크기를 알아보기 위해서 laser particle size analyzer(LS-320, Backman Coulter Co., CA, USA)를 이용하여 isopropyl alcohol에 분산시켜 측정하였다.

과립의 입자모양은 표면 구조를 자세히 관찰하기 위해서 gold ion coating한 후 주사형 전자현미경(Scanning electron microscope 160A, Shimazu, Kyoto, Japan)을 이용하여 3.0 kV에서 50배로 관찰하였다.

9. 과립의 저장안정성 측정

오디, 블루베리 과립의 저장기간에 따른 색도변화를 측정하기 위하여 과립을 페트리디쉬에 담아 색차계(Color difference meter, model JC 801, Color techno system Co., Tokyo, Japan)를 사용하여 7일 간격으로 7주간 상온에 보관하면서 L(명도)값, a(적색도)값, b(황색도)값을 측정하였으며, 과립에 함유되어 있는 안토시아닌에 대한 저장 안정성은 과립을 페트리디쉬에 담아 7일 간격으로 7주간 상온에 보관하면서 총 안토시아닌 함량을 측정하였다.

10. 통계 처리

실험결과는 SPSS 12.0 package로 통계처리 하였으며, 각 시료에 대한 평균±표준편차로 나타내었다. 각 시료에 대한 유의성 검정은 분산분석을 한 후 $p < 0.05$ 수준에서 Duncan's multiple test에 따라 분석하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 오디 및 블루베리 추출물의 이화학적 특성

1) 총 폴리페놀, 총 플라보노이드 및 총 안토시아닌함량

폴리페놀화합물은 식물계에서 널리 분포하는 2차 대사산물로서 phenolic acid, benzoic acid, cinnamic acid, flavonoid, lignan, stilbene, anthocyanin, proanthocyanin 및 tannin 등이 있으며, 항암뿐만 아니라, 항고혈압, 항염증, 항산화 및 항노화 등 여러 생리활성을 갖고 있다(Naczka M와 Shahidi F 2003).

오디, 블루베리 물 추출물 및 50% 에탄올 추출물의 총 폴리페놀, 총 플라보노이드 및 안토시아닌함량을 측정한 결과는 Table 1과 같다. 오디의 총 폴리페놀함량은 물 추출물 및 50% 에탄올 추출물이 각각 11.99 mg/mL와 22.92 mg/mL로 블루베리 추출물보다 높았으며 물 추출물보다는 50% 에탄올 추출물에서 높은 함량을 보여주었다. Cha WS 등(2004)의 에탄올 농도에 따른 오디의 phenol성 함량 분석 결과 50~60% 농도에서 함량이 높았다고 하였는데 본 연구 결과와 유사하

였다. Kim EO 등(2010)은 뽕나무 품종별 오디의 이화학적 품질특성 비교에서 품종별로 폴리페놀 함량은 건물기준으로 0.99~2.25% 함유되어 있으며 총 플라보노이드 함량은 0.13~0.34% 함유되어 있다고 보고하였다. 오디에는 항고혈압, 항산화 및 항노화성 생리활성 물질인 rutin, isoquercitrin 및 quercetin과 같은 플라보노이드 성분을 함유하고 있다(Lee HW 등 1998). 오디 물 추출물 및 50% 에탄올 추출물의 총 플라보노이드함량은 오디의 경우 각각 6.32 mg/mL와 12.19 mg/mL로 블루베리 보다 두 배 가량 함량이 높았으며 50% 에탄올 추출물이 물 추출물보다 우수하였다. 오디와 블루베리의 추출조건에 따른 안토시아닌함량은 물 추출물의 경우 오디 및 블루베리 각각 208.18 mg/100 g과 114.33 mg/100 g이었고 50% 에탄올 추출의 경우 오디가 470.91 mg/100 g으로 가장 많이 함유되어 있었다. 따라서 오디 및 블루베리 모두 물 추출보다 50% 에탄올 추출조건이 총 폴리페놀, 총 플라보노이드 및 안토시아닌 함량이 우수함을 확인하였다.

Table 1. Total polyphenol, total flavonoid and total anthocyanin contents of water and 50% ethanol extracts from mulberry and blueberry

Extraction conditions	Total polyphenol (mg/mL)	Total flavonoid (mg/mL)	Total anthocyanin content (mg/100 g)	
Mulberry	H ₂ O	11.99±0.43 ^b	6.32±0.17 ^b	208.18±5.39 ^c
	50% Et-OH	22.92±0.44 ^a	12.19±0.13 ^a	470.91±7.87 ^a
Blueberry	H ₂ O	5.76±0.28 ^c	2.97±0.09 ^c	114.33±5.16 ^d
	50% Et-OH	12.62±1.18 ^b	6.51±0.15 ^b	249.82±4.17 ^b

The values are means±SD of three experimental data.
^{a-d} Means with different superscripts in the same column are significantly different at p<0.05.

2) 전자공여능 및 ORAC(Oxygen Radical Absorbance Capacity)

전자공여능은 활성 라디칼에 전자를 공여하고 식품 중의 지방질 산화를 억제하는 목적으로 사용되며, 인체 내에서는 활성 라디칼에 의한 노화를 억제시키는 작용으로 이용되고 있으며 라디칼 소거작용은 인체의 질병과 노화를 방지하는데 대단히 중요한 역할을 한다(Koh YJ 등 2008).

오디 및 블루베리의 물 추출물 및 50% 에탄올 추출물의 전자공여능을 Table 2에 나타내었다. 50% 에탄올 추출조건에서 오디 및 블루베리 추출물의 전자공여능은 각각 94.32%와 77.42%로 오디 추출물이 우수하였으며 전반적으로 물 추출물 보다는 50% 에탄올 추출물의 전자공여능이 높음을 알 수 있었다. Jeong CH 등(2008)은 국내 시판 블루베리 항산화활성 연구에서 80% 메탄올 추출물의 DPPH 라디칼 소거활성이 92.60%라고 보고하였는데 본 연구결과와 유사한 소거능을 보였다.

본 연구에서 사용한 ORAC 방법은 radical chain reaction의 가장 핵심적인 단계인 수소전자 전달과 연관하여

AAPH(2,2'-azobis-2-methyl-propanimidamide, dihydrochloride)에 의해 생성된 자유라디칼에 대한 항산화 물질의 소거 능력, 즉 radical chain breaking antioxidant capacity를 측정함으로써 식품 내에 존재하는 hydrophobic 성분과 hydrophilic 성분 모두에 반응하기 때문에 응용범위가 넓은 장점을 가지고 있다(Prior RL 등 2003). 오디 및 블루베리 물 추출물 및 50% 에탄올 추출물의 ORAC 측정 결과는 Table 2와 같다. 오디의 경우 ORAC값은 물 추출물이 162.77 μmoles TE/g, 50% 에탄올 추출물이 335.37 μmoles TE/g이었고 블루베리는 물 추출물이 128.98 μmoles TE/g, 50% 에탄올 추출물이 238.14 μmoles TE/g로 분석되어 오디 추출물이 블루베리 추출물보다 항산화 능력이 우수함을 확인하였다.

Table 2. Electron donating ability and ORAC (oxygen radical absorbance capacity) of water and 50% ethanol extracts from mulberry and blueberry

Extraction conditions	Electron donating ability (%)	ORAC (μ moles TE/g)	
Mulberry	H ₂ O	78.12±0.53 ^b	162.77±5.05 ^c
	50% Et-OH	94.32±0.16 ^a	335.37±8.65 ^a
Blueberry	H ₂ O	50.09±0.95 ^c	128.98±3.09 ^c
	50% Et-OH	77.42±0.64 ^b	238.14±5.36 ^b

The values are means±SD of three experimental data.
^{a-c} Means with different superscripts in the same column are significantly different at p<0.05.

3) Superoxide radical(Non-enzymatic system : NADH-PMS) 소거활성

비효소적인 방법인 PMS/NADH로 유발된 superoxide radical 생성계인 경우 NBT는 자주색의 formazan으로 환원된다. 시료 내 superoxide radical 소거 활성이 존재하는 경우, 시료첨가에 의해 formazan의 생성이 억제되며 흡광도가 감소하게 된다(Rhim TJ 등 2009). 오디, 블루베리 물 추출물 및 50% 에탄올 추출물의 농도별 superoxide radical 소거 활성은 Table 3과 같다. 오디 물 추출물의 농도별 superoxide radical 소거 활성은 46.97~92.61%였고 50% 에탄올 추출물은 56.03~95.34%로 추출물의 농도가 증가함에 따라 증가하였으며 50% 에탄올 추출물이 물 추출물보다 우수하였다. 또한 블루베리의 경우도 물 추출물 및 50% 에탄올 추출물 모두에서 농도가 증가함에 따라 증가하였으며 50% 에탄올 추출물이 물 추출물보다 superoxide radical 소거 활성이 우수함을 확인하였다. 오디와 블루베리 추출물은 대조구로 사용한 catechin과 유사한 superoxide radical 소거 활성을 보여주어 기능성 항산화 소재로 다양한 활용이 기대된다. Lee EJ와 Bae JH(2011)는 오디 추출물을 이용한 항산화 효과 연구에서 오디 60% 에탄올 추출물의 superoxide dismutase 유사활성이 26.73%라고 보고하였는데, 상이한 분석방법에 따른 결과라고 사료된다. 따라서 오디, 블루베리 물 추출물 및 50% 에탄올 추출물의 총 폴리페놀, 총 플라보노이드 함량 및 안토시아닌함량과 항산화 활

Table 3. Superoxide radical scavenging activity (%) of water and 50% ethanol extracts from mulberry and blueberry

Extraction conditions		Sample concentration (μ g/mL)			
		100	250	500	1000
Mulberry	H ₂ O	46.97±8.23 ^a	66.23±1.06 ^b	83.82±1.30 ^c	92.61±0.70 ^d
	50% Et-OH	56.03±0.66 ^a	69.39±0.70 ^b	86.55±0.70 ^c	95.34±0.81 ^d
Blueberry	H ₂ O	40.36±8.24 ^a	64.73±4.81 ^b	78.36±1.83 ^c	90.15±3.13 ^d
	50% Et-OH	51.45±10.97 ^a	68.62±2.68 ^b	81.97±0.85 ^c	93.40±0.91 ^d
Catechin		24.54±1.40 ^a	72.65±1.98 ^b	91.56±1.60 ^c	95.52±0.95 ^d

The values are means±SD of three experimental data.

^{a-d} Means with different superscripts (a-d) in the same row are significantly different at p<0.05.

성 결과를 통해 가장 우수한 추출조건인 50% 에탄올 추출물을 이용하여 과립을 제조하였으며 과립의 다양한 품질특성을 분석하였다.

2. 오디 및 블루베리 과립의 품질특성

1) 총 폴리페놀, 총 플라보노이드 및 총 안토시아닌 함량

오디, 블루베리의 50% 에탄올 추출물을 이용하여 제조된 과립의 총 폴리페놀, 총 플라보노이드 및 총 안토시아닌 함량을 측정된 결과는 Table 4와 같다. 오디 추출물 과립의 총 폴리페놀 및 총 플라보노이드 함량은 각각 4.83 mg/mL와 3.49 mg/mL로 분석되어 블루베리 과립보다 함량이 높았다. 안토시아닌 함량은 오디 과립이 76.26 mg/100 g이었고 블루베리 과립이 75.26 mg/100 g으로 유사하였다. Kim EO 등(2010)은 뽕나무 품종별 오디의 총 안토시아닌 함량은 223.20~788.26 mg/100 g이라고 하였는데 본 연구에서는 추출물을 과립으로 제조 후 분석한 관계로 첨가된 부형제의 영향으로 함량이 낮게 분석된 것으로 사료된다. Jimenez-Aguilar DM 등(2011)은 35Brix 블루베리 농축액에 메스키프 검으로 분무건조한 분말의 안토시아닌 함량이 분무건조 조건에 따라 11.98~16.52 mg/100 g이라고 보고하였다.

Table 4. Total polyphenol, total flavonoid and total anthocyanin contents of granulated 50% ethanol extracts from mulberry and blueberry

Granulated sample	Total polyphenol (mg/mL)	Total flavonoid (mg/mL)	Anthocyanin content (mg/100 g)
Mulberry	4.83±0.02	3.49±0.07	76.26±1.44
Blueberry	2.64±0.03	1.45±0.08	75.26±1.86

The values are means±SD of three experimental data.

2) 전자공여능, ORAC 및 superoxide radical 소거활성

오디, 블루베리의 50% 에탄올 추출물을 이용하여 제조된 과립의 전자공여능, ORAC 및 superoxide radical 소거활성을 측정된 결과는 Table 5, 6과 같다. 오디 및 블루베리 과립의 전자공여능은 오디가 45.09%로 블루베리 24.10%보다 우수하였으며 ORAC 값의 경우도 오디가 87.65 μ moles TE/g였고 블루베리는 57.59 μ moles TE/g값을 보여주어 오디의 항산화 활성이 우수함을 확인하였다. 본 연구에서 오디 및 블루베리 50% 에탄올 추출물의 전자공여능은 각각 94.32%와 77.42%였는데 과립 제조를 위해 첨가된 부형제의 영향으로 감소되었다고 사료된다. Qi Y 등(2011)은 유기농과 일반 블루베리의 항산화 연구에서 유기농 및 일반 블루베리 생과의 메탄올 추출물의 ORAC값이 각각 48.9 μ moles TE/g와 44.4 μ moles TE/g였다고 보고하였다. Superoxide radical 소거활성은 오디, 블루베리 과립 모두 시료의 농도가 증가함에 따라 증가하였는데 오디 및 블루베리 과립을 100 μ g/mL에서 1,000 μ g/mL로 농도를 증가시키기에 따라 각각 23.38%~65.74%, 16.03%~63.45%로 증가하였으며, 블루베리 과립보다 오디 추출물을 이용한 과립의 superoxide radical 소거활성이 높음을 알 수 있었다.

Table 5. Electron donating ability and ORAC (oxygen radical absorbance capacity) of granulated 50% ethanol extracts from mulberry and blueberry

Granulated Sample	Electron donating ability (%)	ORAC (μ moles TE/g)
Mulberry	45.09±0.939	87.65±2.753
Blueberry	24.10±0.154	57.59±1.013

The values are means±SD of three experimental data.

Table 6. Superoxide radical scavenging activity (%) of granulated 50% ethanol extracts from mulberry and blueberry

Granulated Sample	Sample concentration (μ g/mL)			
	100	250	500	1000
Mulberry	23.38 \pm 1.863 ^a	44.08 \pm 2.296 ^b	59.64 \pm 0.496 ^c	65.74 \pm 1.412 ^d
Blueberry	16.03 \pm 3.061 ^a	39.31 \pm 1.312 ^b	56.87 \pm 1.625 ^c	63.45 \pm 2.435 ^d
Catechin	40.74 \pm 1.594 ^a	76.43 \pm 1.157 ^b	89.03 \pm 1.005 ^c	91.13 \pm 0.286 ^d

The values are means \pm SD of three experimental data.

^{a-d} Means with different superscripts (a-d) in the same row are significantly different at p<0.05.

3) 오디, 블루베리 과립의 저장안정성

오디, 블루베리의 50% 에탄올 추출물을 이용하여 제조된 과립의 입자크기 및 모양은 Table 7과 Fig1과 같다. 과립의 입자크기는 오디 과립이 306.4 μ m였고 블루베리 과립이 451.0 μ m로 블루베리 과립이 상대적으로 입자크기가 컸으며, 입자모양은 오디, 블루베리 과립 모두 타원형의 과립체를 보여주었다.

Table 7. Particle size of granulated 50% ethanol extracts from mulberry and blueberry

Granulated Sample	Particle size (μ m)
Mulberry	306.4
Blueberry	451.0

오디, 블루베리 과립의 저장기간에 따른 색도 변화는 Table 8에 나타내었는데, 오디 과립의 L값은 저장 초기 36.0에서 7주 후 29.59로 감소하였으며, a 값은 저장 초기 7.45에서 8.57로 약간 증가하였으며, b 값은 -0.32에서 -0.02로 유사한 값을 보여주었다. 블루베리 과립의 L값은 저장 초기 37.0에서 7주 후 35.14로 비교적 미비하게 감소하였으며, a 값은 저장 초기 8.91에서 8.41로 특별한 변화가 일어나지 않았으며, b 값은 -0.15에서 -0.17로 유사한 값을 보여주었다. 따라서 오디 및 블루베리 과립은 저장기간별로 뚜렷한 색도의 변화가 관찰되지 않음을 확인하였다. 이러한 결과는 블루베리 농축액을 분무건조한 분말의 경우 저장기간에 따라 부형제의 보호작용으로 색도변화가 없이 안정하다고 보고한 연구결과와 유사하였다(Jimenez-Aguilar DM 등 2011).

오디, 블루베리 과립의 저장기간에 따른 안토시아닌 색소의 변화는 Fig. 2에 나타내었다. 오디 과립의 경우 저장초기 안토시아닌 함량이 76.26 mg/100 g에서 7주 저장 후 69.47 mg/100 g으로 약간 감소하였고 블루베리 과립 또한 저장 초기 75.24 mg/100 g에서 7주 저장 후 66.53 mg/100 g으로 미비하게 감소하여 과립의 주요 유효성분인 안토시아닌 함량이 유지됨을 확인하였다. 안토시아닌은 수용성 색소로 노화억제, 시력개선 효과, 항산화 작용 등 다양한 생리활성을 갖고 있으며 최근 건강기능성식품 및 화장품 소재로 부각되고 있다

(Nikkhah E 등 2007). 따라서 오디, 블루베리 추출물을 이용한 과립제조는 안토시아닌 색소의 안정화에 기여할 수 있으며 다양한 식품개발에 활용가능하다 사료된다.

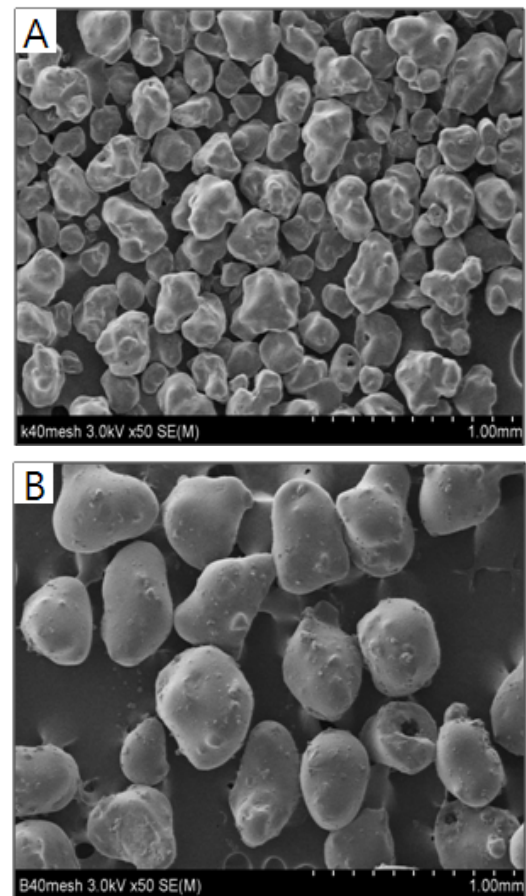


Fig. 1. Scanning electron micrographs of granulated 50% ethanol extracts from mulberry and blueberry (magnification X50).

(A): granulated mulberry, (B) granulated blueberry.

Table 8. Changes in Hunter's color value of granulated mulberry and blueberry extract during storage (7 weeks) at room temperature.

Hunter value	Granulated Sample	Storage period (days)							
		0	7	14	21	28	35	42	49
L	Mulberry	36.9 ^a	33.3 ^b	32.9 ^c	31.3 ^d	30.9 ^c	29.9 ^f	29.1 ^g	29.6 ^h
	Blueberry	37.0 ^a	36.0 ^b	36.5 ^c	35.8 ^d	35.5 ^c	34.1 ^f	34.8 ^g	35.1 ^h
a	Mulberry	7.45 ^a	7.80 ^b	7.85 ^{bc}	8.00 ^{cd}	8.13 ^d	7.95 ^{bcd}	8.45 ^e	8.57 ^e
	Blueberry	8.91 ^a	8.94 ^a	8.81 ^{ab}	8.71 ^b	8.78 ^{ab}	8.81 ^{ab}	8.91 ^a	8.41 ^c
b	Mulberry	-0.32 ^a	-0.28 ^a	-0.26 ^a	-0.28 ^a	-0.32 ^a	-0.22 ^a	-0.02 ^b	-0.02 ^b
	Blueberry	-0.15 ^a	-0.15 ^a	-0.17 ^a	-0.16 ^a	-0.15 ^a	-0.15 ^a	-0.15 ^a	-0.15 ^a

The values are means±SD of three experimental data.

^{a-d} Means with different superscripts (a-d) in the same row are significantly different at p<0.05.

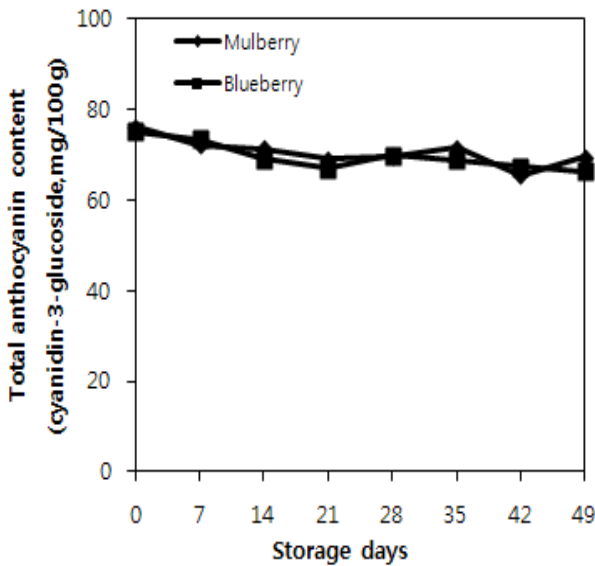


Fig 2. Changes in total anthocyanin content of granulated mulberry and blueberry extract during storage (7 weeks) at room temperature.

IV. 요약

오디 및 블루베리 추출물의 이화학적 특성을 살펴보고 추출물을 이용하여 과립을 제조하였으며 다양한 품질특성을 분석하였다. 오디, 블루베리 추출물의 추출조건에 따른 총 폴리페놀 및 플라보노이드함량은 물 추출물보다 50% 에탄올 추출물에서 높았으며 오디 추출물이 블루베리 추출물보다 높았다. 추출조건에 따른 총 안토시아닌함량은 오디 50% 에탄올 추출물이 470.91 mg/100 g으로 가장 많이 함유되어 있었다.

전자공여능은 오디 추출물이 우수하였고 전반적으로 물 추출물보다는 50% 에탄올 추출물이 높았으며 ORAC값은 50% 에탄올 추출조건에서 오디, 블루베리 각각 335.37 μ moles TE/g와 238.14 μ moles TE/g로 분석되어 오디 추출물이 블루베리 추출물보다 항산화능이 우수함을 확인하였고 추출물의 superoxide radical 소거 활성은 추출물의 농도가 증가함에 따라 증가하였으며 50% 에탄올 추출물이 물 추출물보다 높음을 알 수 있었다. 오디 추출물 과립의 총 폴리페놀 및 총 플라보노이드 함량은 각각 4.83 mg/mL와 3.49 mg/mL로 분석되어 블루베리 과립보다 함량이 높았다. 안토시아닌 함량은 오디 과립이 76.26 mg/100 g이었고 블루베리 과립이 75.26 mg/100 g으로 유사하였다. 오디 및 블루베리 과립의 전자공여능은 오디가 45.09%로 블루베리 24.10%보다 우수하였으며 ORAC 값의 경우 오디가 87.65 μ moles TE/g였고 블루베리는 57.59 μ moles TE/g값을 보여주어 오디의 항산화 활성이 우수함을 확인하였다. 오디 및 블루베리 과립은 저장기간에 따른 뚜렷한 색도의 변화가 관찰되지 않았으며 안토시아닌 함량도 미비하게 감소하여 과립의 주요 유효성분인 안토시아닌색소의 안정화에 기여할 수 있을 것으로 사료된다.

V. 감사의 글

본 연구는 중소기업청에서 지원하는 2011년도 산학연협력 기업부설연구소 지원사업(No. 00045704)의 연구수행으로 인한 결과물임을 밝힙니다.

참고문헌

Cha WS, Shin HR, Park JH, Oh SL, Lee WY, Chun SS, Choo JW, Cho YJ. 2004. Antioxidant activity of phenol compounds from mulberry fruits. Korean J Food Preserv 11(3): 383-387

- Chung HS, Hong JH, Youn KS. 2005. Quality characteristics of granule prepare by protein-bound polysaccharide isolated from *Agaricus blazei* and selected forming agents. *Korean J Food Preserv* 12(3): 247-251
- Davis WB. 1947. Determination of flavonones in citrus fruits. *Anal Chem* 19: 476
- Fridovich I. 1989. Superoxide dismutase an adaption to paramagnetic gas. *J Biol Chem* 264: 7761-7762
- Halliwell B, Aruoma OJ. 1991. DNA damage by oxygen-derived species. *FEBS Lett* 281: 9-19
- Hwang SH, Kim SJ, Shin SR, Kim NW, Youn KS. 2005. Effect of binding agents on physicochemical quality characteristics of granule prepare by *Lentinus edodes*. *Korean J Food Preserv* 12(6): 572-577
- Hwang SH, Ko SH. 2010. Quality characteristics of muffins containing domestic blueberry (*V. corymbosum*). *J East Asian Soc Dietary Life* 20(5): 727-734
- Jeong CH, Choi SG, Heo HJ. 2008. Analysis of nutritional compositions and antioxidative activities of Korean commercial blueberry and raspberry. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37(11): 1375-1381
- Jimenez-Aguilar DM, Ortega-Regules AE, Lozada-Ramirez JD, Perez MCI, Vernon-Carter EJ, Welti-Chanes J. 2011. Color and chemical stability of spray-dried blueberry extract using mesquite gum as wall material. *J Food Comp Anal* 24: 889-894
- Ju MJ, Kwon JH, Kim HK. 2009. Physiological activities of mulberry leaf and fruit extracts with different extraction conditions. *Korean J Food Preserv* 16(3): 442-448
- Kim EO, Lee YJ, Leem HH, Seo IH, Yu MH, Kang DH, Choi SW. 2010. Comparison of nutritional and functional constituents, and physicochemical characteristics of mulberries from seven different *Morus alba* L. cultivars. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39(10): 1467-1475.
- Koh YJ, Cha DS, Choi HD, Park YK, Choi IW. 2008. Hot water extraction optimization of Dandelion leaves to increase antioxidant activity. *Korean J Food Sci Technol* 40(3): 283-289
- Lee EJ, Bae JH. 2011. Study on the alleviation of an alcohol induced hangover and the antioxidant activity by mulberry fruit. *Korean J Food Nutr* 24(2): 204-209
- Lee HR, Jung BR, Park JY, Hwang IW, Kim SK, Choi JU, Lee SH, Chung SK. 2008. Antioxidant activity and total phenolic contents of grape juice products in the Korean market. *Korean J Food Preserv* 15(3): 445-449
- Lee HW, Shin DH, Lee WC. 1998. Morphological and chemical characteristics of mulberry (*Morus*) fruit with varieties. *Korean J Seric Sci* 40: 1-7
- Lee J, Dutst RW, Wrolstad RE. 2005. Determination of total monomeric anthocyanin pigment content of fruit juices, beverages, natural colorants, and wines by the pH differential method: Collaborative Study. *J AOAC Int* 88(5): 1269-1278
- Nacz M, Shahidi F. 2003. Phenolic compounds in plant foods: chemistry and health benefits. *Nutraceutical and Food* 8: 200-218
- Nikkhah E, Khayamy M, Heidari R, Jamee R. 2007. Effect of sugar treatment on stability of anthocyanin pigments in berries. *J Biol Sci* 7(8): 1412-1417
- Nishikimi M, Rao NA, Yagi K. 1972. The occurrence of superoxide anion in the reaction of reduced phenazine methosulfate and molecular oxygen. *Biochem Biophys Res Commun* 46: 849-854.
- Prior RL, Hoang H, Gu L, Wu X, Bacchiocca M, Howard L, Hampsch-Woodill M, Huang D, Ou B, Jacob R. 2003. Assays for hydrophilic and lipophilic antioxidant capacity oxygen radical absorbance capacity (ORAC) of plasma and other biological and food samples. *J Agri Food Chem* 51:3273-3279
- Qi Y, Baowu W, Feng C, Zhiliang H, Xi W, Pengju GL. 2011. Comparison of anthocyanins and phenolics in organically and conventionally grown blueberry in selected cultivars. *Food Chem* 125: 201-208
- Rhim TJ, Jeong HS, Kim YJ, Kim DY, Han YJ, Kwon HY, Kwon KR. 2009. A study on the comparison of antioxidant effects among cultivated ginseng, and cultivated wild ginseng extracts. -Using the measurement of superoxide and hydroxy radical scavenging activities. *J Korean Institute Pharmacopuncture* 12(2): 7-12
- Singleton VL, Rossi JA. 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *Am J Enol Viticult* 16: 144-158
- Son JY, Kim TO. 2011. Antioxidative and physiological activities of traditional Korean teas. *Korean J Food Cookery Sci* 27(5): 567-575
- Talcott ST, Lee JH. 2002. Ellagic acid and flavonoid antioxidant content of mascadine wine and juice. *J Agri Food Chem* 50: 3186-3192
- Yu OK, Kim JE, Cha YS. 2008. The quality characteristics of jelly added with bokbunja (*Rubus coreanus* Miquel). *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37: 792-797