pISSN 1225-4339 eISSN 2287-4992
Korean J. Food Nutr. Vol. 28. No. 2, 328~334 (2015)
http://dx.doi.org/10.9799/ksfan.2015.28.2.328

THE KOREAN JOURNAL OF
한국식품영양학회지
FOOD AND NUTRITION

베리류 열매 착즙액의 항산화 및 항균 활성

†남진식 · 한영진* · 여수민*
수원여자대학교 식품영양과, *수원여자대학교 식품분석연구센터

Antioxidant and Antimicrobial Activities of Various Berry Juices

†Jin-Sik Nam, Young-Jin Han* and Soo-Min Yeo*
Dept. of Food and Nutrition, Suwon Women's University, Suwon 445-895, Korea
**Food Analysis Research Center, Suwon Women's University, Suwon 445-895, Korea*

Abstract

This study was performed to evaluate and compare the antioxidant and antimicrobial activities of various berry juices (cherry, grape, blueberry, aronia, cranberry, and raspberry). The cherry, aronia, and cranberry juices included higher levels of total polyphenol than the other berry juices. The DPPH radical scavenging activity of various berry juices increased according to the juices concentration. The scavenging activity of DPPH radicals by the aronia, cranberry, and raspberry juices was higher than those of other samples and was in the following order: aronia > cranberry > raspberry. The FRAP values of 100% aronia juice was the highest among the samples, which was more than five times higher than grape juice at a concentration of 25%. The cranberry and raspberry juices exhibited a strong inhibitory effect against important food-borne bacteria, and in general, the berry juices inhibited the growth of Gram-negative bacteria more than that of Gram-positive bacteria. The cranberry and raspberry juices exhibited high antimicrobial activities against important food-borne bacteria at a concentration of 100% and 75%, however, they did not affect food-borne bacteria at a concentration below 10%. These results suggest that aronia, cranberry, and raspberry may be used effectively as natural additives and as functional foods due to their high antioxidant and antimicrobial activities.

Key words: berry, berry juice, polyphenol, antioxidant activity, antimicrobial activity

서 론

베리(berry) 즉, 나무딸기류는 작은 열매가 모여 하나의 과실 형태를 유지하는 장과류를 총칭하는 것으로(Hakkinen 등 1999) 딸기(strawberry), 산딸기(raspberry), 포도(grape), 체리(cherry), 블루베리(blueberry), 크랜베리(cranberry), 아사이베리(acaiberry), 아로니아(black chokeberry), 오디(mulberry) 등이 이에 속한다. 특히 산딸기는 장미과에 속하는 관목의 열매로 높은 항산화능을 가지고 있으며(Lee 등 2014), 블루베리 및 크랜베리 역시 항산화, 항당뇨 및 항암 효과 등 다양한 생리활성을 지니고 있다(Martineau 등 2006; Seeram 등 2006; Su & Silva 2006; Jeong 등 2008). 포도와 체리는 주로 생과로 소비되고 있으나 풍부하게 함유되어 있는 안토시아닌 색소의 기능성이 알려지면서 가공식품 및 기능성 식품에 널리 이용되고 있으며, 최근 아로니아는 다수의 연구 결과로 높은 항산화, 항노화, 항암 등의 효과가 입증되어 슈퍼푸드라고 불리고 있다(Jeong JM 2008). 이러한 베리류의 생리활성은 플라보노이드계 색소인 안토시아닌과 깊은 관련이 있으며, 이에 대한 다양한 연구가 진행 중이다.

안토시아닌은 단순히 식품이 갖는 영양소 공급의 1차 기능을 넘어 천연색소로써 아름다운 색에 의한 기호뿐만 아니라 식품의 안전성을 제공하며, 생체방어의 면역기능 향상 및

† Corresponding author: Jin-Sik Nam, Dept. of Food and Nutrition, Suwon Women's University, Suwon 445-895, Korea. Tel: +82-31-290-8216, Fax: +82-31-290-8267, E-mail: jsnam@swc.ac.kr

노화 억제 등의 우수한 생체조절기능을 가진다. 또한, 현재까지 알려진 연구결과에 의하면 자색고구마, 적양배추, 백년초 등에서 분리된 안토시아닌이 뛰어난 항산화 및 항균 효과를 보였다고 보고되어 있다(Boo 등 2012). 그러나 대부분 에탄올 및 메탄올 추출물의 항산화, 항암 효과 및 항균 효과에 관한 연구가 주를 이루고 있으며, 소비자들이 직접 섭취하는 생과 자체의 항산화 작용이나 항균 작용 및 균 생육 억제에 관한 연구는 미비한 실정이다. 또한 이러한 생리활성 효과는 식물의 종류와 재배지에 따라 다르며, 동일 품종 내에서도 함량차가 크고 추출법 및 분석방법에 따라서도 상이하기 때문에, 이에 대한 연구가 필요하다(Puupponen-Pimia 등 2001; Burdulis 등 2009; Krisch 등 2009).

최근 발생하는 식중독 사고는 대부분 세균에 의한 것이며, 원인 식품은 점차 다양해지고 규모가 대형화되고 있어 이에 관한 관심이 급증하고 있다(Lee 등 2003). 이에 따라 식품산업분야에서는 미생물에 의한 부패와 변질을 막기 위해 합성보존료를 사용하고 있으나 안전성이 문제시되면서 천연보존료의 필요성이 대두되고 있다. 이에 따라, 본 연구에서는 다양한 종류의 베리 열매의 항산화, 항균 작용 및 균 생육억제 효과를 비교·조사함으로써 유기용매 추출물이 아닌 베리 열매 자체의 생리활성에 관한 정보를 제공하고, 천연보존료 및 건강기능식품 개발의 가능성을 모색하는데 기초자료로 제공하고자 한다.

재료 및 방법

1. 실험재료 및 시약

본 실험에서는 냉동상태로 보관된 베리류 즉, 체리, 포도, 블루베리, 아로니아, 크랜베리 및 라즈베리를 경기도 수원에 위치한 대형마트에서 구입하였으며, 원액기(NNJ-1415JM, NUC Co., Daegu, Korea)로 착즙하고, 4℃, 8,000 rpm에서 30분간 2회 원심분리(Avanti J-26 XPI, Beckman Coulter, Fullerton, CA, USA)하여 얻은 상등액을 0.45 μm membrane filter(Millipore Co., Bedford, MA, USA)로 여과한 다음, 실험에 사용하였다. 실험에서 사용된 Folin-Ciocalteu's reagent, 1,1-diphenyl-2-picryl hydrazyl(DPPH), 2,4,6-tris(2-pyridyl)-1,3,5-triazine(TPTZ) 및 gallic acid는 Sigma Chemical Co.(St. Louis, MO, USA)로부터 구입하여 사용하였으며, 그 외 시약은 분석용 특급시약(Samchun Co., Pyeongtaek, Korea)을 사용하였다.

2. 사용균주 및 배지

베리 열매 착즙액의 항균력 실험에 사용한 균주는 수원여자대학교 식품분석연구센터에 보관 중인 식중독균 미생물을 사용하였다. Gram 음성균은 *Cronobacter sakazakii* KCTC 2949, *Escherichia coli* O157:H7 KCCM 40406, *Salmonella typhimurium* KCCM 11862, *Vibrio parahaemolyticus* KCTC 2471 4종의 균주를 사용하였으며, Gram 양성균은 *Bacillus cereus* KCCM 40935, *Listeria monocytogenes* KCTC 3569, *Staphylococcus aureus* KCTC 1621 3종의 균주를 사용하였다. 균 활성 및 생육에 사용한 배지는 Difco laboratory(Detroit, MI, USA)사의 nutrient broth(NB)와 tryptic soy broth(TSB) 및 agar를 사용하였다.

3. 총 폴리페놀 함량

총 폴리페놀 함량은 Folin-Ciocalteau's 방법(Sato 등 1996)을 약간 변형하여 측정하였다. 즉, 시료 50 μL에 2 N Folin-Ciocalteau's 시약 25 μL를 가하고, 20% Na_2CO_3 150 μL를 가하여 실온에서 15분간 방치한 다음 ELISA plate reader(VersaMax Molecular Devices, Sunnyvale, CA, USA)를 사용하여 725 nm에서 흡광도를 측정하였다. Gallic acid를 사용하여 작성한 표준 검량곡선을 통해 착즙액의 총 폴리페놀 함량을 계산하였으며, 착즙액 1 mL에 대한 μg 함량으로 나타내었다.

4. 항산화 활성 측정

DPPH 라디칼 소거능은 Blois MS(1958)의 방법에 따라 안정한 유리 라디칼인 DPPH에 대한 착즙액과의 전자공여 효과로써 이 반응에 의해 DPPH 라디칼이 감소하는 정도를 측정하였다. 각 착즙액을 농도별로 희석한 시료 100 μL에 100 μM의 농도로 제조된 DPPH 용액 900 μL를 넣어 10초간 강하게 혼합하고, 암실에서 30분간 방치한 다음 ELISA plate reader를 사용하여 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. DPPH 라디칼 소거능은 (대조구 흡광도－시료첨가구 흡광도)/대조구 흡광도 ×100으로 계산하여 백분율로 나타내었다. FRAP(ferric reducing antioxidant power) 활성은 Benzie & Strain(1996)의 방법을 변형하여 측정하였다. Acetate buffer(pH 3.6, 30 mM)와 10 mM TPTZ 및 20 mM $FeCl_3 \cdot 6H_2O$를 10:1:1의 비율로 혼합한 반응용액 700 μL에 농도별로 희석한 시료 100 μL를 혼합하여 암실에서 30분간 방치한 다음, ELISA plate reader를 사용하여 590 nm에서 흡광도를 측정하였다.

5. 항균활성 측정

베리 열매 착즙액의 항균활성은 paper disc diffusion 법(McFarland J 1907; Collins 등 1989)을 사용하였다. 각각의 균주를 액체배지에 접종하여 37℃에서 18시간씩 2회 계대 배양한 후, 균액의 농도를 McFarland 0.5의 탁도로 조정하고, 균액 0.1 mL를 5 mL의 중층용 배지에 접종하여 평판배지에 분주한 다음 응고시켰다. 멸균된 paper disc(Advantec, 8 mm, Toyo Roshi Kaisha Ltd., Japan)에 각각의 베리 열매 착즙액 80 μL를 완전히 흡수

시킨 것을 평판배지 위에 일정한 간격으로 올려놓고, 37℃ 배양기(IB-25G, Jeio-Tech Co., Seoul, Korea)에서 18시간 배양하였다. 대조구 disc에는 생리식염수를 동량으로 완전히 흡수시켜 사용하였으며, disc 주위의 생육저해환(clear zone)의 크기(mm)를 비교하였다. 베리 열매 착즙액의 농도별 항균 효과를 측정하기 위해서는 항균활성을 나타낸 베리 열매 착즙액을 멸균생리식염수를 이용하여 희석하였으며(100%, 75%, 50%, 25%, 10%, 5%), paper disc diffusion 법으로 disc 주위의 생육저해환(clear zone)의 크기(mm)를 측정하여 나타내었다.

6. 통계처리

본 실험의 결과는 3회 이상 반복된 실험으로 얻어진 값의 평균과 표준편차로 나타내었으며, 각 실험 결과에 대한 통계분석은 SPSS 통계 프로그램(Statistics Package for the Social Science, Ver. 21.0, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하여 나타내었다. 즉, one-way ANOVA(analysis of variation)로 분석한 뒤 $p<0.05$ 수준에서 Duncan's multiple range test로 실험군 평균치 간의 유의적 차이를 검증하였다.

결과 및 고찰

1. 총 폴리페놀 함량

식물에 널리 존재하는 phytochemical 중 폴리페놀 화합물은 천연항산화제로의 작용이 우수하며, 각종 질병의 치료 및 예방에 효과가 있어 건강기능식품의 소재로 각광받고 있다(Jang & Yoon 2012). 이에 따라 6가지 베리류의 총 폴리페놀 함량을 측정하였으며, 그 결과는 Fig. 1과 같다. 체리, 아로니아 및 크랜베리의 총 폴리페놀 함량은 착즙액 1 mL 당 369.56 μg GAE에서부터 365.19 μg GAE까지로 높은 수준을 보였으며, 체리, 아로니아 및 크랜베리와 유의적인 차이는 있었으나, 라즈베리 또한 350.86 μg GAE/mL로 높은 함량을 나타내었다. 그러나 블루베리의 총 폴리페놀 함량은 231.49 μg GAE/mL로 316.59 μg GAE/mL의 포도보다 낮은 함량을 보였다. 시판 과일주스의 기능성을 비교한 Chung HJ(2012)의 연구에 따르면 블루베리주스가 포도주스에 비해 더 높은 폴리페놀 함량을 나타내었다고 보고하였다. 이는 같은 종류의 베리라고 하더라도 원산지나 재배환경에 따라 함량 차이가 크며, 특히 시판되고 있는 과일주스는 첨가물의 종류와 열처리 등의 살균과정으로 인해 제조공정이 각 회사별로 상이하여 얻어진 결과로 판단된다. 또한, 베리 와인 및 리큐르의 항산화 활성을 측정한 Marina Heinonen 등(1998)은 체리와인의 총 폴리페놀 함량을 680 μg GAE/mL로 보고하였으며, 체리와 크랜베리 리큐르의 총 폴리페놀 함량을 각각 1,080 μg GAE/mL, 500 μg GAE/mL로 보고하여 본 연구결과보다 높은 것으로 확인되었다. 이는 와인이나 리큐르 제조 시 숙성과정에서 생성된 생리활성 물질 중 폴리페놀 화합물의 양이 증가하여 이와 같은 결과를 보인 것으로 생각된다. Nam & Joo(2004)는 과일즙의 폴리페놀 함량을 측정한 결과, 포도는 약 500~800 μg GAE/g, 체리는 약 600 μg GAE/g으로 본 연구결과에 비해 약 2배 정도 높은 것으로 조사되었다. 다양한 붉은색의 과일즙의 항산화 활성을 측정한 결과, 아로니아의 총 폴리페놀 함량은 라즈베리, 체리, 딸기 등에 비해 작게는 2배에서 크게는 15배 정도 높은 것으로 조사되었다(Jakobek 등 2007). 이상에서 각 연구에 따라 베리류의 총 폴리페놀 함량이 다른 것은 품종과 재배지역 및 재배환경, 시판 주스의 제조사에 따른 차이에 기인한 것으로 판단되나, 대부분의 연구에서 아로니아의 폴리페놀 함량이 다른 베리류에 비해 높게 나타난 것은 일치하였다.

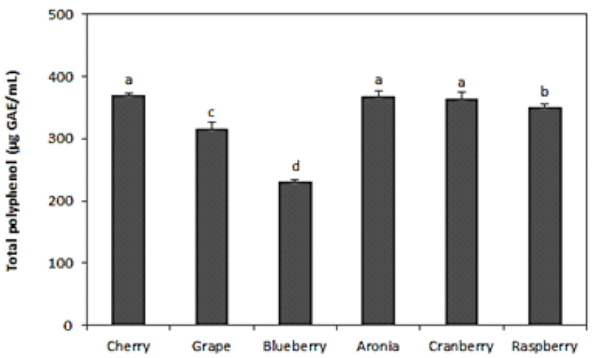

Fig. 1. Total polyphenol contents of various berry juices. The results are expressed as mean±SD of triplicates. Bars followed by the same letter are not significantly ($p<0.05$) different by Duncan's multiple range test.

2. 항산화 활성

DPPH 라디칼 소거능은 항산화 활성을 평가하기 위한 가장 간편한 방법 중 하나이며, 여러 항산화 활성 연구에서 널리 사용되고 있다. 이에 따라 6가지 베리류의 항산화 활성을 평가하기 위한 방법 중 하나로 DPPH 라디칼 소거능을 측정하였으며, 그 결과는 Fig. 2와 같다. 각 농도별로 측정한 베리 착즙액의 DPPH 라디칼 소거능은 모든 시료에서 농도에 따라 높아졌으며, 아로니아, 크랜베리 및 라즈베리의 소거능이 다른 베리류에 비해 높게 측정되었다. 특히, 아로니아는 10%의 농도에서도 약 96%의 소거능을 보여 시료 중 가장 활성이 우수하였으며, 이는 대부분의 농도에서 낮은 활성을 보인 포도 착즙액 소거능의 약 4배로 확인되었다. Jeong 등(2008)은 블루베리와 라즈베리의 DPPH 라디칼 소거능을 측정한 결과, 블루베리와 라즈베리의 활성은 농도 의존적인 결과를 보였으며, 두 시료의 활성이 유사하였다고 보고하였다. 또한, Jakobek 등(2007)은 아로니아의 DPPH 라디칼 소거능이 라즈베리에

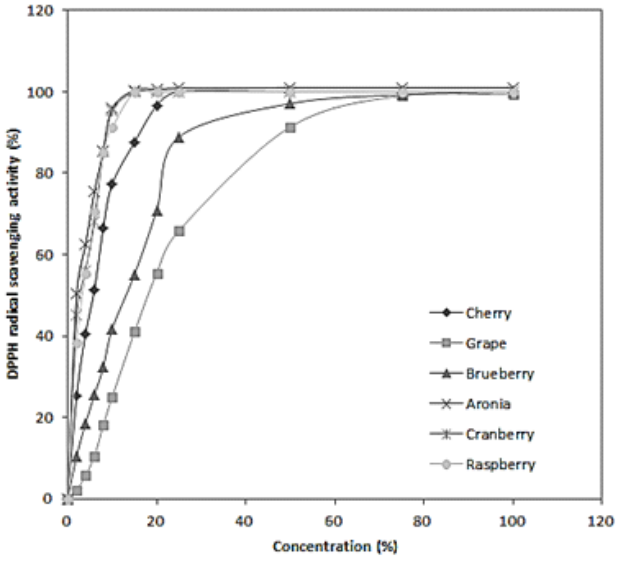

Fig. 2. DPPH radical scavenging activities of various berry juices.

비해 약 9배 높다고 보고하여 본 연구결과와 차이를 보였다. FRAP 활성은 산성 pH에서 항산화제와 같이 환원력을 가진 물질에 의해 ferric tripyridyltriazine(Fe^{3+}-TPTZ) 복합체가 ferrous tripyridyltriazine(Fe^{2+}-TPTZ)으로 환원되어 청색을 띄는 원리를 이용한 방법이다(Benzie & Strain 1996). 이에 따라 6가지 베리류의 FRAP 활성을 측정하였으며, 그 결과는 Fig. 3과 같다. 6가지 베리 열매 중 아로니아의 활성이 모든 농도에서 가장 높았으며, 100% 아로니아 착즙액의 FRAP 활성은 25% 포도 착즙액의 5배 이상이었다. 또한, 아로니아를 제외한 나머지 베리 중 체리의 활성이 다른 베리류에 비해 높게 측정되었으며, 포도의 활성은 모든 농도에서 낮았고, 대부분의 베리 열매 착즙액의 FRAP 활성이 농도에 따라 증가되었다. Hwang 등(2014)은 아로니아 및 블루베리 추출물의 항산화 활성을 측정한 결과, 아로니아의 FRAP 활성이 블루베리보다 더 높았다고 보고하여 본 연구결과와 일치하였으며, Pantelidis 등(2007)은 체리와 라즈베리의 FRAP 활성이 수확시기에 따른 차이는 있으나, 일반적으로 유사한 경향을 보였다고 보고하여 본 연구결과와 차이를 나타내었다. 이상의 결과, 베리 열매 착즙액의 항산화 활성은 실험방법에 따라 상이한 결과를 보였으며, 이는 두 방법 모두 높은 재현성을 가지고 있으나, 전자가 라디칼을 소거하는 활성을 측정하는데 반해, 후자는 환원력을 측정하는 원리의 차이 때문인 것으로 판단된다.

3. 항균활성

베리 열매를 착즙하여 얻은 착즙액의 식중독 원인균에 대한 항균활성 결과는 Table 1과 같다. 생리식염수를 대조군으로 하여 disc 주위의 생육저해환(clear zone)의 크기(mm)를 비교한 결과, 크랜베리의 착즙액은 *S. typhimurium* 27 mm, *S. aureus* 20 mm, *V. parahaemolyticus* 19 mm, *B. cereus* 18 mm, *C. sakazakii* 13 mm, *E. coli* O157:H7 12 mm, *L. monocytogenes* 10 mm 순으로 7종의 식중독 원인균에 대해 모두 항균활성을 나타내었고, 라즈베리 착즙액은 *L. monocytogenes*를 제외한 *S. typhimurium* 25 mm, *S. aureus* 18 mm, *V. parahaemolyticus* 17 mm, *B. cereus* 15 mm, *C. sakazakii* 11 mm, *E. coli* O157:H7 9 mm 순으로 6종의 식중독 원인균에 대해 항균활성을 보였다. 아로니아 착즙액은 그람 음성균인 *S. typhimurium*에 대해서만 11 mm의 생육저해활성을 보였으며, 포도와 체리 착즙액 또한 그람 음성균인 *V. parahaemolyticus*에 대해서만 각각 10 mm, 11 mm의 생육저해활성을 보였다. 이상의 결과, 베리의 종류에 따른 차이는 있었으나, 블루베리를 제외한 모든 베리류는 그람음성균에 대한 생육저해활성을 보였으며, 그람양성균에 대한 저해활성은 라즈베리와 크랜베리만 있는 것으

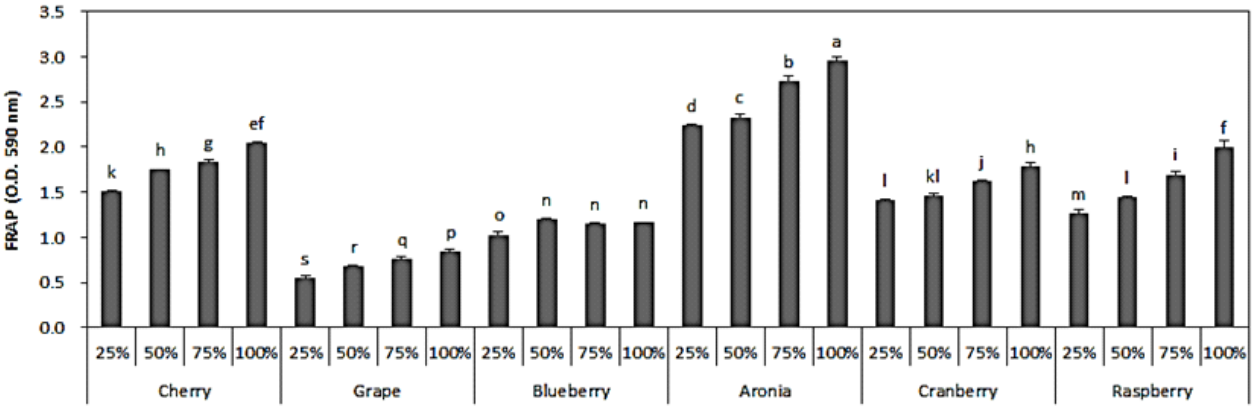

Fig. 3. FRAP values of various berry juices. The results are expressed as mean±SD of triplicates. Bars followed by the same letter are not significantly (p<0.05) different by Duncan's multiple range test.

로 확인되었다.

Puupponen-Pimia 등(2001)은 베리류로부터 추출한 페놀성 화합물의 항균활성을 측정한 결과, 대부분의 추출물이 그람음성균에 대한 생육저해만 있을 뿐, 그람양성균에 대해서는 활성을 나타내지 않았다고 보고하여 본 연구결과와 일치하였으며, 이는 그람음성균과 양성균의 세포 표면의 구조가 달라 추출물과의 반응에도 영향을 준 것으로 판단된다. 베리 열매 착즙액의 항균활성 결과를 바탕으로 크랜베리와 라즈베리 열매 착즙액의 농도별 항균활성을 측정한 결과는 Table 2 및 Table 3과 같다. 100%와 75% 크랜베리 착즙액은 모든 식중독균에 대해 항균활성을 보였으며, 50% 크랜베리 착즙액은 *E. coli* O157:H7와 *L. monocytogenes*를 제외한 나머지 식중

Table 1. Antimicrobial activities of various berry juices

	Strains	Diameter of inhibition zone (mm)					
		Cherry	Grape	Blueberry	Aronia	Cranberry	Raspberry
Gram(-) bacteria	*C. sakazakii*	ND[2)]	ND	ND	ND	13.0±0.0[1)]	11.0±0.6
	E. coli O157:H7	ND	ND	ND	ND	12.0±0.6	9.0±0.0
	S. typhimurium	ND	ND	ND	11.0±0.0	27.0±0.6	25.0±0.6
	V. parahaemolyticus	11.0±0.0	10.0±0.0	ND	ND	19.0±1.0	17.0±0.0
Gram(+) bacteria	*B. cereus*	ND	ND	ND	ND	18.0±1.5	15.0±0.0
	L. monocytogenes	ND	ND	ND	ND	10.0±0.0	ND
	S. aureus	ND	ND	ND	ND	20.0±1.7	18.0±1.0

1) The results are expressed as mean±SD of triplicates.
2) ND, not detected

Table 2. Antimicrobial activities of cranberry juice

	Strains	Diameter of inhibition zone (mm)					
		100%	75%	50%	25%	10%	5%
Gram(-) bacteria	*C. sakazakii*	13.0±0.0[1)]	11.0±0.7	9.0±0.0	ND[2)]	ND	ND
	E. coli O157:H7	12.0±0.0	10.0±0.7	ND	ND	ND	ND
	S. typhimurium	23.0±0.0	21.0±0.0	18.0±0.7	12.0±0.7	ND	ND
	V. parahaemolyticus	26.0±0.7	23.0±0.7	17.0±0.7	11.0±0.7	ND	ND
Gram(+) bacteria	*B. cereus*	18.0±0.0	15.0±0.0	13.0±0.7	9.0±0.0	ND	ND
	L. monocytogenes	11.0±0.7	9.0±0.0	ND	ND	ND	ND
	S. aureus	20.0±0.7	17.0±0.0	12.0±0.0	ND	ND	ND

1) The results are expressed as mean±SD of triplicates.
2) ND, not detected

Table 3. Antimicrobial activities of raspberry juice

	Strains	Diameter of inhibition zone (mm)					
		100%	75%	50%	25%	10%	5%
Gram(-) bacteria	*C. sakazakii*	11.0±0.0[1)]	9.0±0.0	ND[2)]	ND	ND	ND
	E. coli O157:H7	13.0±1.4	10.0±0.0	ND	ND	ND	ND
	S. typhimurium	20.0±0.0	18.0±0.0	15.0±0.0	10.0±0.0	ND	ND
	V. parahaemolyticus	23.0±0.0	21.0±0.7	16.0±2.1	11.0±0.7	ND	ND
Gram(+) bacteria	*B. cereus*	16.0±0.0	13.0±1.4	11.0±0.0	ND	ND	ND
	S. aureus	18.0±0.0	16.0±0.7	12.0±0.7	ND	ND	ND

1) The results are expressed as mean±SD of triplicates.
2) ND, not detected

독균에 대해 저해활성을 보였다. 25% 크랜베리 착즙액은 *S. typhimurium*, *V. parahaemolyticus*, *B. cereus*에서만 항균활성을 나타내었으며, 10% 이하의 농도에서는 모든 식중독 원인균에 대해 항균활성을 보이지 않았다. 100% 및 75% 라즈베리 착즙액의 경우, 6가지 식중독 원인균에 대해 항균활성을 나타내었으며, 50% 라즈베리 착즙액은 *C. sakazakii*, *E. coli* O157:H7에서만 항균활성을 보이지 않았다. 25% 라즈베리 착즙액은 그람음성균인 *S. typhimurium*, *V. parahaemolyticus*에 대한 항균활성만 보였으며, 라즈베리 또한 크랜베리와 마찬가지로 10% 이하의 농도에서는 모든 식중독 원인균에 대해 항균활성을 보이지 않았다.

요 약

본 연구에서는 유기용매 추출물이 아닌 베리 열매 자체의 생리활성에 관한 정보와 천연보존료 및 건강기능식품 개발의 가능성을 모색하는데 기초자료를 제공하고자 다양한 종류의 베리 열매 착즙액의 항산화, 항균 작용 및 균 생육억제 효과를 비교・조사하였다. 총 폴리페놀은 체리, 아로니아 및 크랜베리가 다른 베리류에 비해 높게 함유되어 있었으며, 각 농도별로 측정한 베리 착즙액의 DPPH 라디칼 소거능은 모든 시료에서 농도에 따라 높아졌다. 특히, 아로니아, 크랜베리 및 라즈베리의 소거능이 다른 베리류에 비해 높은 것으로 확인되었다. FRAP 활성은 6가지 베리 열매 중 아로니아의 활성이 모든 농도에서 가장 높았으며, 100% 아로니아 착즙액의 FRAP 활성은 25% 포도 착즙액의 5배 이상이었다. 베리 열매 착즙액의 식중독 원인균에 대한 항균활성은 크랜베리와 라즈베리가 대부분의 식중독 균에 대해 활성을 나타내었으며, 대부분의 베리 열매 착즙액이 그람양성균보다 그람음성균에 대한 생육저해활성이 더 큰 것으로 확인되었다. 크랜베리와 라즈베리의 농도별 항균활성은 원액과 75%의 농도에서만 각각 7가지, 6가지 식중독 균에 대해 생육저해를 보였고, 50%, 25%의 농도에서는 식중독 균 중 일부만 생육저해를 나타내었으며, 10% 이하의 농도에서는 모든 식중독 원인균에 대한 항균활성을 보이지 않았다. 이상의 결과로 아로니아, 크랜베리 및 라즈베리는 다른 베리에 비해 높은 항산화 및 항균활성을 보임으로써 천연보존료 및 기능성식품 소재로써의 이용성이 높을 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 2014년도 수원여자대학교 순수연구과제 지원에 의해 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

References

Benzie IFF, Strain JJ. 1996. The ferric reducing ability of plasma as a measure of antioxidant power, the FRAP assay. *Anal Biochem* 239:70-76

Blois MS. 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature* 181:535-540

Boo HO, Shin JS, Hwang SJ, Bae CS, Park SH. 2012. Antimicrobial effects and antioxidative activities of the cosmetic composition having natural plant pigments. *Korean J Plant Res* 25:80-88

Burdulis D, Sarkinas A, Jasutiene I, Stackevicene E, Nikolajevas L, Janulis V. 2009. Comparative study of anthocyanin composition, antimicrobial and antioxidant activity in bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.) and blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) fruits. *Acta Pol Pharm* 66:399-408

Chung HJ. 2012. Comparison of physicochemical properties and physiological activities of commercial fruit juices. *Korean J Food Preserv* 19:712-719

Collins CH, Lyne PM, Grange JM. 1989. Collins and Lyne's Microbiological Methods. 6th ed. p.161

Häkkinen S, Heinonen M, Kärenlampi S, Mykkänen H, Ruuskanen J, Törrönen R. 1999. Screening of selected flavonoids and phenolic acids in 19 berries. *Food Res Int* 32:345-353

Hwang SJ, Yoon WB, Lee OH, Cha SJ, Kim JD. 2014. Radical-scavenging-liked antioxidant activities of extracts from black chokeberry and blueberry cultivated in Korea. *Food Chem* 146:71-77

Jakobek L, Seruga M, Medvidovic-Kosanovic M, Novak I. 2007. Anthocyanin content and antioxidant activity of various red fruit juices. *Deutsche Lebensmittel-Rundschau* 103:58-64

Jang HL, Yoon KY. 2012. Biological activities and total phenolic content of ethanol extracts of white and flesh-colored *Solanum tuberosum* L. potatoes. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 41: 1035-1040

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: 1375-1381

Jeong JM. 2008. Antioxidative and antiallergic effects of aronia (*Aronia melanocarpa*) extract. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37:1109-1113

Krisch J, Ördögh L, Galgóczy L, Papp T, Vágvölgyi C. 2009. Anticandidal effect of berry juices and extracts from ribes

species. *Open Life Sciences* 4:86-89

Lee HA, Nam ES, Park SI. 2003. Antimicrobial activity of Maesil (*Prunus mume*) juice against selected pathogenic microorganisms. *Korean J Food Nutr* 16:29-34

Lee HH, Moon YS, Yun HK, Park PJ, Kwak EJ. 2014. Contents of bioactive constituents and antioxidant activities of cultivated and wild raspberries. *Kor J Hort Sci Technol* 32:115-122

Marina Heinonen I, Lehtonen PJ, Hopia AI. 1998. Antioxidant activity of berry and fruit wines and liquors. *J Agric Food Chem* 46:25-31

Martineau LC, Couture A, Spoor D, Benhaddou-Andaloussi A, Harris C, Meddah B, Leduc C, Burt A, Vuong T, Le PM, Prentki M, Bennett SA, Arnason JT, Haddad PS. 2006. Anti-diabetic properties of the canadian lowbush blueberry *Vaccinium angustifolium* Ait. *Phytomedicine* 13:612-623

McFarland J. 1907. Nephelometer: an instrument for estimating the number of bacteria in suspensions used for calculating the opsonic index and for vaccines. *J Am Med Assoc* 14: 1176-1178

Nam JH, Joo KJ. 2004. Phenolic components and antioxidant capacity of some selected fruit juices and fermented grape juices. *J East Asian Soc Dietary Life* 14:501-507

Pantelidis GE, Vasilakakis M, Manganaris GA, Diamantidis G. 2007. Antioxidant capacity, phenol, anthocyanin and ascorbic acid contents in raspberries, blackberries, red currants, gooseberries and Cornelian cherries. *Food Chem* 102:777-783

Puupponen Pimiä R, Nohynek L, Meier C, Kähkönen M, Heinonen M, Hopia A, Oksman-Caldentey K. 2001. Antimicrobial properties of phenolic compounds from berries. *J Appl Microbiol* 90:494-507

Sato M, Ramarathnam N, Suzuki Y, Ohkubo T, Takeuchi M, Ochi H. 1996. Varietal differences in the phenolic content and superoxide radical scavenging potential of wines from different sources. *J Agric Food Chem* 44:37-44

Seeram NP, Adams LS, Zhang Y, Lee R, Sand D, Scheuller HS, Heber D. 2006. Blackberry, black raspberry, blueberry, cranberry, red raspberry, and strawberry extracts inhibit growth and stimulate apoptosis of human cancer cells *in vitro*. *J Agric Food Chem* 54:9329-9339

Su M, Silva JL. 2006. Antioxidant activity, anthocyanins, and phenolics of rabbiteye blueberry (*Vaccinium ashei*) by-products as affected by fermentation. *Food Chem* 97:447-451

Received 6 April, 2015
Revised 17 April, 2015
Accepted 20 April, 2015