J Korean Soc Food Sci Nutr
36(1), 14~19(2007)

성숙에 따른 뜰보리수(*Elaeagnus multiflora* Thunb.) 열수추출물의 항산화 활성과 Xanthine Oxidase 저해효과

윤경영[1] · 홍주연[2] · 남학식[2] · 문용선[3] · 신승렬[2†]

[1]영남대학교 식품영양학과
[2]대구한의대학교 한방식품조리영양학부
[3]영남대학교 원예학과

Antioxidant Activities and Xanthine Oxidase Inhibitory Effects of Hot-water Extracts from Fruits of *Elaeagnus multiflora* Thunb. in Maturity

Kyung-Young Yoon[1], Ju-Yeon Hong[2], Hak-Sik Nam[2], Yong-Sun Moon[3] and Seung-Ryeul Shin[2†]

[1]*Dept. of Food and Nutrition, Yeungnam University, Gyeongbuk 712-749, Korea*
[2]*Faculty of Herbal Cuisine and Nutrition, Deagu Hanny University, Gyeongbuk 712-715, Korea*
[3]*Dept. of Horticulture, Yeungnam University, Gyeongbuk 712-749, Korea*

Abstract

This study was conducted to analyze the antioxidant activity and xanthine oxidase inhibitory effect of hot-water extracts from *Elaeagnus multiflora* Thunb. to provide fundamental data for the development of functional materials. The antioxidative activities of hot-water extracts from *E. multiflora* Thunb. were analyzed by electron donating ability (EDA) using 1,1-diphenyl-2-picryl hydrazyl (DPPH), superoxide dismutase (SOD)-like activity by pyrogallol and nitrite scavenging ability. EDA of extracts from unripe, ripe, and overripe fruits were 77.7%, 36.0%, and 23.7% at 100 μg/mL, respectively, and EDA of extract in unripe fruits was higher than those of others. At 1,000 μg/mL, the SOD-like activities were 32.8%, 11.2% and 5.0% for unripe, ripe, and overripe fruits, respectively. The SOD-like activity was increased along with the increase of unripe and ripe extract concentrations. The nitrite scavenging ability of unripe fruit extracts in 100, 300, 500 μg/mL of extraction solution in pH 1.2 and 3.0 was higher than those of others. The nitrate scavenging ability of all extracts was decreased according to the increase of pH. Xanthine oxidase inhibitory activities of unripe, ripe and overripe fruits were 30.0%, 28.2%, and 18.2% at 1,000 μg/mL, respectively.

Key words: *Elaeagnus multiflora* Thunb., fruit, antioxidant activity, maturity, extracts

서 론

산업의 발달과 더불어 의약품, 농약, 식품첨가물 등과 같이 각종 환경성 화학물질의 다양화와 사용량의 증가로 인하여 암 및 노화 등 퇴행성 질환의 발생 빈도가 높아지고 있다. 환경성 화학물질에 의한 세포막의 손상은 세포의 기능을 원활하지 못하게 할 뿐 아니라 DNA 및 단백질을 손상시킴으로써 노화, 암 및 각종 성인병을 유발한다(1). 노화 및 암 발병의 주된 요인 중 하나로 알려진 자유라디칼은 superoxide anion radical, hydroxy radical, 과산화수소와 같은 활성산소종의 산화적 대사산물로, 생체막의 지질을 과산화시켜 생체막을 변질시킴으로써 효소 불활성, 세포노화, 동맥경화, 당뇨병, 뇌졸중, 암 등의 질병을 유발한다(2). 그러므로 생체내 자유라디칼의 생성을 억제하는 것이 질병예방을 위한 중요한 과제로 되고 있다. 천연물질 중에는 여러 가지 산화방지 작용을 가진 물질이 많이 존재하며, 특히 식물성 물질에 대한 항산화 연구가 많이 진행되고 있다(3,4). 식물체는 자외선에 의한 산화나 자동산화로부터 자신을 보호하기 위하여 폴리페놀류와 같은 항산화 물질을 세포내에 함유하고 있으며, 이들의 항산화 활성은 지질 과산화 저해활성을 갖는다. 각종 과채류에 다양하게 존재하는 천연물로부터 항산화성 생리활성물질을 검색하고 분리한 결과, 탄닌류, 플라보노이드류 또는 스테로이드성 알칼로이드 화합물 등이 주요 성분임을 구명하였다(5,6). 또한 이러한 물질들은 항산화 효과뿐만 아니라 항알러지성, 항암성 등 다양한 생리활성기능을 갖고 있는 것으로 밝혀져 이에 대한 검색이 활발히 진행되고 있다. 이러한 항산화 효과는 천연물의 종류에 따라 다르며, 추출방법에 따라서 차이가 난다(7,8).

†Corresponding author. E-mail: shinsr@dhu.ac.kr
Phone: 82-53-819-1428, Fax: 82-53-819-1272

국내에서 보고된 항산화 연구로서는 매실 과육과 과즙의 물추출물이 BHT나 ascorbic acid와 유사한 항산화성을 나타내어 천연 항산화제로 이용가능성이 있음을 보고하였으며(9), 이외 오디로부터 분리한 페놀성물질의 항산화 효과(10), 약용식물 메탄올 추출물의 항산화 효과(11) 등이 있다. 또한 생대추 과육 및 씨의 메탄올 추출물중 항산화 활성을 가지는 폴리페놀과 플라보노이드 함량이 측정되었으며, 이들 추출물은 높은 항산화 효과를 가지는 것으로 보고되었다(12). 국외에서 보고된 천연물에 관한 항산화 연구로는 카카오콩, 갈조류 haba-nori, 일본감잎차 및 커리잎의 열수 및 기타추출물이 항산화 효과를 가지고 있으며, 이들의 높은 항산화 효과는 페놀화합물 및 플라보노이드에서 유래됨을 보고하였다(13-16).

뜰보리수(*Elaeagnus multiflora* Thunb.)는 보리수나무과(*Elaeagnaceae*)의 식물로서 일반명으로는 '왕보리수'라고 하며, 주로 관상용 또는 과수로 재배되고 있다(17). 뜰보리수 열매는 점핵과이며, 긴 타원형으로 길이가 약 1.5 cm이고, 7월에 붉은색으로 숙성된다. 뜰보리수 열매의 맛은 다소 떫은맛과 단맛을 가지고 있으며 식용이 가능하다. 뜰보리수의 효능으로는 오장을 보호하고, 번열(煩熱)과 소갈(消渴)을 없앨 뿐만 아니라 설사와 출혈을 멎게 하고, 소화불량, 골수염, 부종, 생리불순 등에 효과가 있는 것으로 알려져 있다(18, 19). 뜰보리수 열매는 한방약재로 소량 사용되고 있지만 식품으로서 관심은 받지 못하고 있을 뿐만 아니라 뜰보리수의 영양성분 및 기능성에 대한 연구도 전보(20,21)를 제외하고 거의 없는 실정이다.

따라서 본 연구에서는 성숙단계별 뜰보리수 열매의 열수추출물을 이용한 DPPH에 대한 전자공여능, SOD 유사활성, 아질산염 소거능 및 xanthine oxidase 저해활성을 비교, 분석함으로써 뜰보리수 열매의 이용가치를 높이기 위한 기초자료를 제공하고자 한다.

재료 및 방법

재료

본 연구의 실험 재료인 뜰보리수 열매(*E. multiflora* Thunb.)는 경산지역 농가에서 시기별로 수확하여 사용하였다. 성숙단계별 과육은 개화일로부터 40일, 45일 및 55일에 채취된 것을 각각 미숙과, 완숙과 및 과숙과로 사용하였다.

추출물 제조

열수추출물 제조를 위해 사용된 뜰보리수는 열매의 씨를 제거한 후 과육만 따로 갈아서 분석용 시료로 사용하였다. 추출은 시료 30 g에 증류수 300 mL를 첨가한 후 70°C에서 3시간동안 환류추출하였고, 이 과정을 3회 반복하여 모아진 추출액은 여과지(Whatman No. 4)로 거른 후 감압농축하였으며, 이후 동결건조하여 일정량의 농도(0.1, 0.3, 0.5, 1.0, 2.0 mg/mL)로 만들어 항산화 활성 측정에 사용하였다.

전자공여능 측정

뜰보리수의 전자공여능 측정은 Blois(22)의 방법에 준하여 열수추출물의 DPPH(1,1-diphenyl-2-picryl hydrazyl)에 대한 전자공여효과로써 시료의 환원력을 측정하였다. 즉, 농도별로 제조한 추출물 1 mL에 0.4 mM DPPH 용액 0.5 mL를 가하고, 10초간 vortex mixing 후 37°C에서 30분간 반응시킨 다음 이 반응액을 분광광도계를 사용하여 517 nm에서 흡광도를 측정한 후 시료 첨가 전·후의 흡광도 차이를 백분율로 나타내었다.

SOD 유사활성 측정

SOD 유사활성 측정은 Marklund와 Marklund의 방법(23)에 따라 각 시료 0.2 mL에 tris-HCl buffer(pH 8.5) 3 mL와 7.2 mM pyrogallol 0.2 mL를 가하고 25°C에서 10분간 반응시킨 후 1 N HCl 1 mL로 반응을 정지시킨 후 420 nm에서 흡광도를 측정하여 시료용액의 첨가구와 무첨가구 사이의 흡광도 차이를 백분율(%)로 나타내었다.

아질산염 소거작용 측정

뜰보리수 열수추출물의 아질산염 소거작용은 Kato 등(24)의 방법에 따라 다음과 같이 측정하였다. 즉, 1 mM의 $NaNO_2$용액 1 mL에 1,000 ppm 농도의 시료를 첨가하고 여기에 0.1 N HCl과 0.1 M 구연산 완충용액을 사용하여 반응용액의 pH를 각각 1.2, 3.0, 6.0으로 조정한 후 반응용액의 부피를 10 mL로 하였다. 그리고 37°C에서 1시간동안 반응시켜 얻은 반응액을 1 mL씩 취하고 여기에 초산용액 5 mL를 첨가한 다음 Griess시약 0.5 mL를 가하여 혼합시켜 실온에서 15분간 방치시킨 후 흡수분광광도계를 사용하여 520 nm에서 흡광도를 측정하여 잔존하는 아질산염의 백분율로 나타내었다. 공시험은 Griess시약 대신 증류수 0.4 mL를 가하여 같은 방법으로 행하였다.

Xanthine oxidase 저해활성 측정

Xanthine oxidase 저해활성 측정은 Stirpe와 Della Corte(25)의 방법에 따라 측정하였다. 각 시료용액 0.1 mL와 0.1 M potassium phosphate buffer(pH 7.5) 0.6 mL에 xanthine(2 mM)을 녹인 기질액 0.2 mL를 첨가하고 xanthine oxidase(0.2 Unit/mL) 0.1 mL를 가하여 37°C에서 5분간 반응시킨 후, 1 N HCl 1 mL를 가하여 반응을 종료시킨 다음 반응액 중에 생성된 uric acid를 흡광도 292 nm에서 측정하였다. Xanthine oxidase 저해활성은 시료용액의 첨가구와 무첨가구의 흡광도 감소율로 나타내었다.

결과 및 고찰

전자공여능 효과

성숙단계별 뜰보리수 열수추출물의 농도별 DPPH에 대한 전자공여능을 측정하여 비교한 결과는 Fig. 1과 같았다.

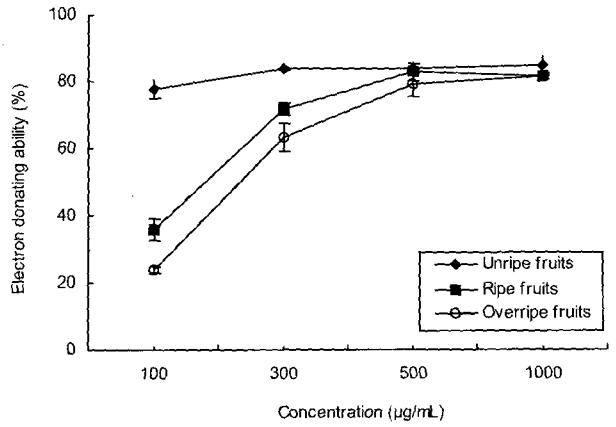

Fig. 1. Electron donating ability of hot-water extracts from fruits of *Elaeagnus multiflora* in maturity.

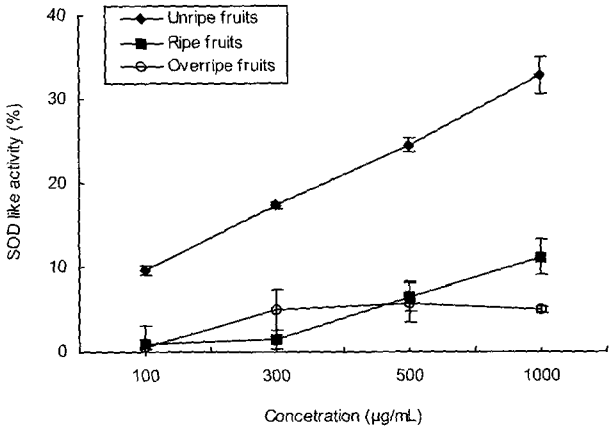

Fig. 2. SOD-like activity of hot-water extracts from fruits of *Elaeagnus multiflora* in maturity.

100 μg/mL의 농도에서 미숙, 완숙 및 과숙 뜰보리수 추출물의 전자공여능은 각각 77.7%, 36.0% 및 23.7%이었으며, 1,000 μg/mL 농도에서는 미숙, 완숙 및 과숙 뜰보리수 추출물의 전자공여능은 각각 84.5%, 81.3% 및 81.4%로 추출물의 농도가 높아질수록 전자공여능은 증가하였다. 저농도에서는 미숙 뜰보리수 추출물이 완숙 및 과숙 뜰보리수 추출물에 비해 전자공여능이 크게 높았으나, 500 μg/mL 이상의 농도에서는 모든 추출물이 비슷한 경향을 나타내었다. 매실과육과 과즙의 추출물을 농도별로 첨가하여 DPPH에 대한 전자공여능을 측정한 결과, 첨가된 추출물의 농도가 증가할수록 항산화력의 상승효과를 나타내었다(9). Lee 등(26)은 싸리의 열수, 가압열수, 에탄올추출물의 농도가 높아질수록 DPPH에 대한 전자공여능도 증가한다고 보고하여, 본 연구 결과와 같았다. Kang 등(27)은 전자공여능이 phenolic acid와 flavonoid 및 기타 phenol성 물질에 대한 항산화작용의 지표로 작용하며, 페놀화합물의 전자공여능은 농도가 상승할수록 증가하다고 보고하였다. 또한 전보(21)에서 뜰보리수 과실의 성숙단계별 성분변화를 조사한 결과, 항산화성에 관련되는 polyphenol의 함량이 완숙 및 과숙의 과실에 비해 미숙 과실에서 현저히 높았으며, 이러한 높은 polyphenol 함량이 전자공여능 효과 증가에 크게 영향을 끼친 것임을 추측할 수 있다. 이러한 결과는 많은 양의 phenol 화합물 함유는 *Agrocybe cylindracea* 열수추출물(28) 및 코끼리사과(*Dillenia indica*) 추출물(29)의 항산화성 증가에 크게 영향을 끼친다는 보고와 일치함을 알 수 있다.

SOD 유사활성

뜰보리수 열수추출물의 농도에 따른 SOD 유사활성을 측정한 결과는 Fig. 2와 같았다. 100 μg/mL에서 미숙, 완숙 및 과숙 뜰보리수 추출물의 SOD 유사활성은 각각 9.7%, 1.0% 및 0.6%를 나타내었으며, 1,000 μg/mL에서는 미숙, 완숙 및 과숙 뜰보리수 각각 32.8%, 11.2% 및 5.0%를 나타내어 미숙 뜰보리수 추출물이 완숙 및 과숙 뜰보리수 추출물에 비해 3~10배 높게 나타났다. 또한 미숙과 완숙 뜰보리수 추출물은 농도가 증가할수록 SOD 유사활성이 증가하였다. 싸리의 물추출물과 가압열수추출물의 SOD 유사활성은 각각 16.53%~20.00%와 19.59%~29.86%로 보고(26)되어 미숙 뜰보리수 추출물을 제외한 완숙 및 과숙 뜰보리수의 활성도는 다소 낮게 측정되었다. 한과 김(30)은 국내에서 생산된 62종의 과실, 채소, 버섯의 SOD 유사활성을 측정한 결과, 과실에는 감과 키위가, 채소중에서는 딸기, 마늘, 미나리, 상추, 브로콜리의 활성도가 높았으며, 버섯류는 일반적으로 SOD 유사활성이 높은 편이라고 하였다. 수용성 화합물중에서는 ascorbic acid, ascorbic acid-6-palmitate, glutathione(reduced)이 높은 SOD활성을 가진다고 보고하였다. 이러한 결과를 미루어 보아 천연물 중 ascorbic acid의 함량이 높은 것이 항산화 효과, SOD 유사활성 및 nitrite 소거작용이 우수할 것으로 사료된다. 성숙단계별 뜰보리수의 ascorbic acid의 함량을 분석한 결과, 미숙한 뜰보리수의 총 ascorbic acid의 함량이 완숙 및 과숙 뜰보리수의 총 ascorbic acid의 함량에 비해 월등히 높았으며(21), ascorbic acid 함량 증가가 SOD 유사활성 및 항산화성 증가에 크게 미쳤음을 확인할 수 있었다.

아질산염 분해작용

뜰보리수 열수추출물의 pH변화에 따른 아질산염 분해작용을 나타낸 결과는 Fig. 3과 같았다. pH 1.2와 pH 3.0에서 미숙 뜰보리수의 아질산염 분해능이 100 μg/mL의 농도에서는 낮았으나 300 μg/mL에서는 크게 증가하였으며, 미숙>완숙>과숙의 순을 나타내었다. 300 μg/mL에서도 완숙과 과숙 추출물의 아질산염 분해능은 증가하였으나 여전히 미숙>완숙>과숙의 순을 나타내었으며, 500 μg/mL에서도 같은 경향을 나타내었다. 1,000 μg/mL 농도에서는 완숙 및 과숙 뜰보리수 추출물의 아질산염 소거능이 크게 증가하여 미숙 뜰보리수 추출물의 아질산염 소거능과 비슷한 수치를 나타내었다. 1,000 μg/mL 농도, pH 1.2에서 미숙, 완숙 및 과숙 뜰보리

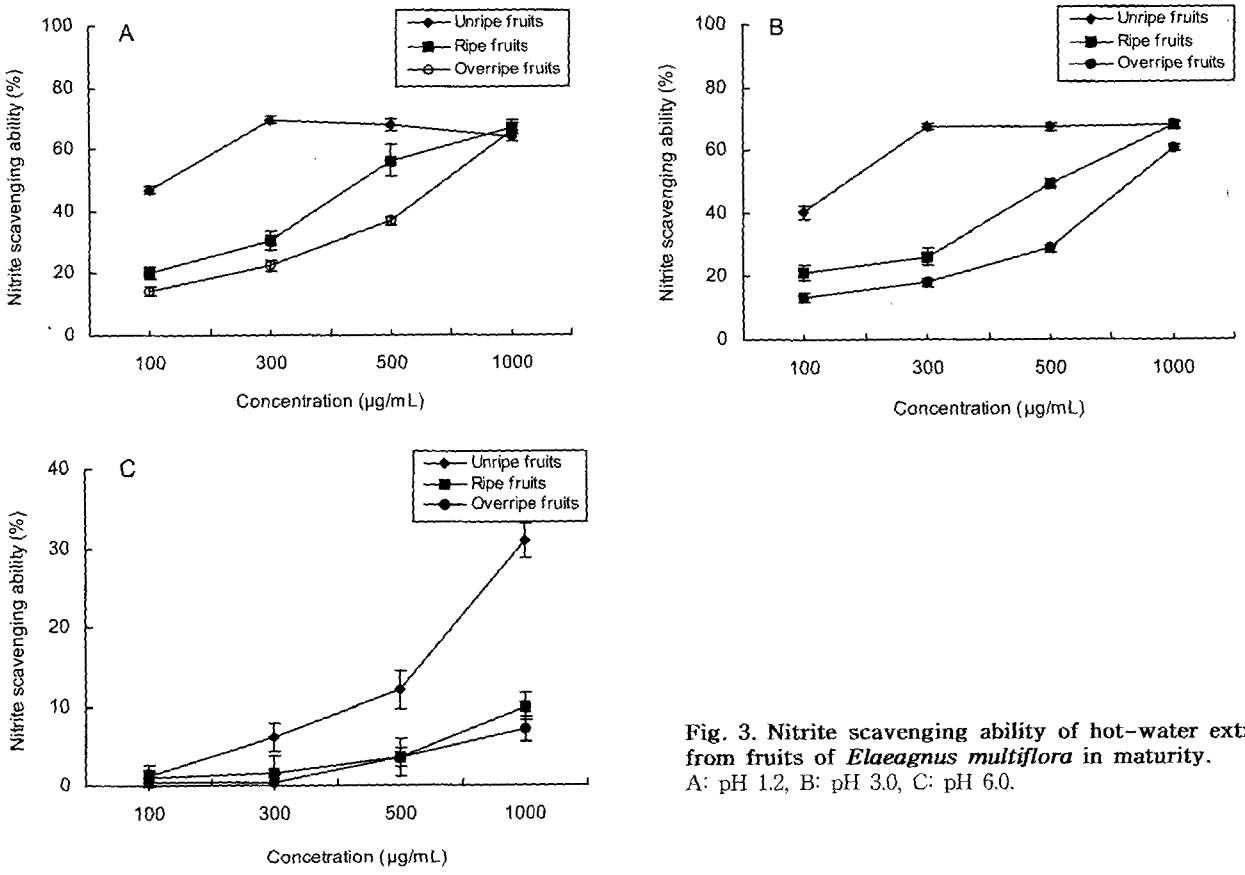

Fig. 3. Nitrite scavenging ability of hot-water extracts from fruits of *Elaeagnus multiflora* in maturity.
A: pH 1.2, B: pH 3.0, C: pH 6.0.

수 추출물이 각각 63.8%, 67.2% 및 66.0%, pH 3.0에서는 미숙, 완숙 및 과숙 뜰보리수 추출물이 각각 68.0%, 67.8% 및 60.5%로 측정되었으며, pH 6.0에서는 미숙, 완숙 및 과숙 뜰보리수 추출물의 아질산염 분해능은 각각 30.0%, 9.3% 및 6.22%로 나타나 pH가 6에서는 아질산염 분해능이 pH 1.2와 pH 3.0에 비해 크게 감소되었음을 알 수 있었다. Shin 등(31)은 각종 약리성분과 항산화성 물질을 함유하고 있을 뿐만 아니라 식품재료로 널리 이용되고 있는 감잎, 곽향 및 초피의 열수추출물 아질산염 소거능을 측정한 결과, 감잎 추출물>초피 추출물>곽향 추출물의 순으로 아질산염 소거능을 나타내었으며, pH가 높을수록 아질산염 소거능이 감소하여 본 연구결과와 일치하였다. 또한 약용식물인 천초, 적양, 녹차, 지구자목, 팔각향, 측백, 박하, 인진 그리고 상황버섯 등은 90% 이상의 아질산염 소거능을 보였다(11). Kang 등(27)은 여러 가지 페놀성 화합물의 아질산염 소거능을 측정한 결과, 대부분의 페놀류는 아질산과 반응하여 이를 분해하는 것으로 나타났으나 catechin을 제외한 flavonoid류는 소거능이 낮았다고 보고하였다. 또한 이들 물질 역시 위내의 환경과 유사한 pH 1.2에서는 강한 아질산염 소거능을 보인 반면, pH 6.0 이상에서는 아질산염 소거능이 아주 낮거나 나타나지 않았다. 질산염이 많이 함유된 식품을 다량 섭취하면 아질산염과 제2급 및 제3급아민의 nitroso화 반응이 위장내의 낮은 산성조건에서 쉽게 일어나서 발암물질인 nitrosamine을 생성한다(32). Caffeic acid, ferulic acid 등의 phenolic acids, catechol 등의 phenol류 및 ascorbic acid와 erythorbic acid와 같은 환원물질이 아질산염과 반응하게 되면 nitrosamine의 생성을 저해할 수 있다(11,33). 이로써 뜰보리수, 특히 미숙 뜰보리수는 ascorbic aicd와 dehydroascorbic acid 및 polyphenol의 함량이 높았고(21) 아질산염 소거능이 높아 우수한 nitrosamine 생성 저해제로 사용될 수 있을 것으로 판단된다.

Xanthine oxidase 저해효과

Xanthine oxidase는 생체내 퓨린대사에 관여하여 xanthine 또는 hypoxanthine으로부터 요산을 형성하는 효소이다. 이상 퓨린대사로 인해 형성된 요산이 혈장 내에 증가되면 골절에 축적되어 통증을 유발한다. 따라서 xanthine oxidase의 저해는 통풍의 완화를 기대할 수 있다(34). 또한 xanthine oxidase는 생물 조직에 산화적 손상을 일으켜 염증, 동맥경화, 암 및 노화와 같은 여러 가지 질병을 일으킬 수 있는 superoxide radical을 생성한다(35). 따라서 본 연구에서는 뜰보리수 열수추출물의 xanthine oxidase 저해효과를 알아보기 위해 시료농도를 달리하여 효소의 저해효과를 측정하였다. Fig. 4와 같이 추출물의 농도가 증가할수록 요산의 생성량이 줄어들어 xanthine oxidase에 대한 저해효과가 높아짐을 알 수 있었다. 1,000 μg/mL 농도로 추출물을 첨가하였을 때 미숙, 완숙 및 과숙 뜰보리수의 xanthine oxi-

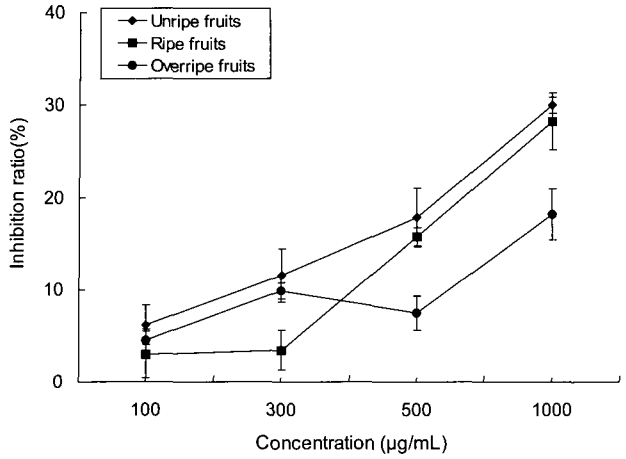

Fig. 4. Xanthine oxidase inhibition effect of hot-water extracts from fruits of *Elaeagnus multiflora* in maturity.

dase 저해효과는 각각 30.0%, 28.2%, 18.2%로 나타나, 미숙과 완숙 뜰보리수의 저해효과는 비슷하였으나 과숙 뜰보리수의 저해효과는 다소 낮게 측정되었다. Moon 등(36)은 감잎 추출물의 xanthine oxidase 저해효과를 측정한 결과, 메탄올 추출물에서는 시료 2.0 mg/mL 첨가시 78%의 높은 저해효과를 나타내었으며, 농도가 증가할수록 저해효과가 증가하였다고 보고해 본 연구 결과와 일치하였다. Xanthine oxidase 저해작용을 가지는 물질로는 flavonoide류가 대표적이며, 양파껍질에서 분리한 xanthine oxidase 저해물질은 quercetin 4′-glucoside와 quercetin으로 확인되었다(37). 또한 An 등(38)은 우롱차로부터 xanthine oxidase 저해활성을 갖는 물질을 분리한 결과 flavan-3-ol 화합물로 확인되었으며, 50 μmol 첨가에서 60.6%의 저해활성을 나타낸다고 보고하였다. 이상의 결과로 뜰보리수, 특히 미숙 뜰보리수 열매는 xanthine oxidase 저해활성을 가지고 있어 통풍 및 xanthine oxidase에 의해 유도되는 질병의 예방 또는 치료에 효과적일 것으로 기대된다.

요 약

본 연구는 여러 가지 생리기능성에 비해 식품 및 약제로써의 이용성이 낮은 뜰보리수의 이용성을 향상시키기 위한 기초자료를 제공하고자 성숙단계별로 뜰보리수를 채취하여 이들 열수추출물의 항산화성 및 xanthine oxidase 저해활성을 측정하였다. 추출물의 농도가 높아질수록 추출물의 전자공여능은 증가하였으며, 미숙 뜰보리수 추출물이 완숙 및 과숙 뜰보리수 추출물에 비해 높은 전자공여 효과를 가졌다. 100 μg/mL에서 미숙, 완숙 및 과숙 뜰보리수 열수추출물의 SOD 유사활성은 각각 9.7%, 1.0% 및 0.6%를 나타내었으며, 1,000 μg/mL에서는 미숙, 완숙 및 과숙 뜰보리수 추출물의 SOD 유사활성이 각각 32.8%, 11.2% 및 5.0%를 나타내어 미숙 뜰보리수 추출물이 완숙 및 과숙 뜰보리수 추출물에 비해 3~10배 높게 나타났다. 또한 추출물의 농도가 증가할수록 SOD 유사활성이 증가하였다. 뜰보리수 추출물의 아질산염 소거능은 pH 1.2와 pH 3.0 및 100, 300 및 500 μg/mL의 농도에서 미숙>완숙>과숙의 순을 나타내었다. 반면, 1,000 μg/mL 농도에서는 완숙 및 과숙 뜰보리수 추출물의 아질산염 소거능이 크게 증가하여 미숙 뜰보리수 추출물의 아질산염 소거능과 비슷한 효과를 나타내었다. 뜰보리수 열수추출물의 xanthine oxidase 저해효과는 추출물을 1,000 μg/mL 농도로 첨가하였을 때 미숙, 완숙 및 과숙 뜰보리수.각각 30.0%, 28.2%, 18.2%로 측정되었으며, 뜰보리수 추출물의 농도가 증가할수록 xanthine oxidase의 저해효과가 높았다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 바이오그린21사업(2005년 자유공모과제 2005041034707) 지원에 의해 이루어진 것이며, 이에 감사드립니다.

문 헌

1. Ames BN. 1970. Identification of environmental chemicals causing mutation and cancer. *Science* 204: 589-592.
2. Hammond B, Kontos A, Hess ML. 1985. Oxygen radicals in the adult respiratory distress syndrome, in myocardial ischemia and reperfusion injury, and in cerebral vascular damage. *Can J Physion Pharmacol* 63: 173-187.
3. Shin DH. 1997. The study course and movement of natural antioxidants. *Food Sci Industry* 30: 14-21.
4. Pratt DE. 1992. Natural antioxidants from plant materials. In *Phenolic compounds in food and their effects on health (II)*. Huang MT, Ho ST, Lee CY, eds. Am Chem Soc, Washington DC. p 54-60.
5. Ames BN, Cahcart R, Schwiers E, Hochstein P. 1981. Uric acid provides an antioxidant defense in humans against oxidant and radical-caused aging and cancer. *Proc Natl Acad Sci USA* 78: 6858-6862.
6. Tsuda T, Watanabw M, Ohshima K, Norinobu S, Choi SW, Kawakishi S, Osawa T. 1994. Antioxidative activity of the anthocyanin pigments cyanidin 3-O-β-D-glucoside and cyanidin. *J Agric Food Chem* 42: 2407-2410.
7. Brannen AL. 1975. Toxicology and biochemistry of butyrated hydroxy toluene and bytyrated hydroxy anisole. *J Am Oil Chem Soc* 52: 59-63.
8. Halliwell B, Hoult RJ, Blake DR. 1988. Oxidants, inflammation, and anti-imflammatory drugs. *FASEB J* 2: 2867-2870.
9. Hwang JY, Ham JW, Nam SH. 2004. The antioxidant activity of Maesil (*Prunus mume*). *Korean J Food Sci Technol* 36: 461-464.
10. 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: 383-387.
11. Moon JS, KimSJ, Park YM, Hwang IS, Kim EH, Park JW, Park IB, Kim SW, Kang SG, Park YK, Jung ST. 2004. Activities of antioxidation and alcohol dehydrogenase inhibition of methanol extracts from some medicinal herbs.

Korean J Food Preserv 11: 201-206.
12. Yu MH, Im G, Lee HJ, Ji YJ, Lee IS. 2006. Components and their antioxidative activities of methanol extracts from sarcocarp and seed of *Zizyphus jujuba* var. inermis Rehder. *Korean J Food Sci Technol* 38: 128-134.
13. Othman A, Ismail A, Ghani NA, Adenan I. 2007. Antioxidant capacity and phenolic content of cocoa beans. *Food Chem* 100: 1523-1530.
14. Kuda T, Hishi T, Maekawa S. 2006. Antioxidant properties of dried product of 'haba-nori', edible brown alga, *Petalonia binghamiae* (J. Agaradh) Vinogradova. *Food Chem* 98: 545-550.
15. Sakanaka S, Tachibana Y, Okada Y. 2005. Preparation and antioxidant properties of extracts of Japanese persimmon leaf tea (kakinoha-cha). *Food Chem* 89: 569-575.
16. Rao LJM, Borse RBB, Raghavan B. 2007. Antioxidant and radical-scavenging carbazole alkaloids from the oleoresin of curry leaf (*Murraya koenigii* Spreng.). *Food Chem* 100: 742-747.
17. 조무생. 1989. 원색한국수목도감. 아카데미, 서울. p 372.
18. 고경식. 1991. 한국식물검색도감. 아카데미, 서울. p 224.
19. 이창복. 1980. 대한식물도감. 향문사, 서울. p 198.
20. Kim NW, Joo EY, Kim SL. 2003. Analysis on the components of the fruit of *Elaeagnus muliflora* Thunb. *Korean J Food Preserv* 10: 534-539.
21. Hong JY, Nam HS, Lee YS, Yoon KY, Kim NW, Shin SR. 2006. Study on the antioxidant of extracts from the fruit of *Elaeagnus muliflora* Thunb. *Korean J Food Preserv* 13: 413-419.
22. Blois ML. 1958. Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature* 181: 1199-1224.
23. Marklund S, Marklund G. 1974. Involvement of the superoxide anion radical in the autoxidation of pyrogallol and a convenient assay for superoxide dismutase. *Eur J Biochem* 47: 469-474.
24. Kato H, Lee IE, Chuyen NV, Kim SB, Hayase F. 1987. Inhibitory of nitrosamine formation by nondilyzable melanoidins. *Agric Biol Chem* 51: 1333-1338.
25. Stirpe F, Della Corte E. 1969. The regulation of rat liver xanthine oxidase. Conversion *in vitro* of the enzyme activity from dehydrogenase (type D) to oxidase (type O). *J Biol Chem* 244: 3855-3863.
26. Lee YS, Joo EY, Kim NW. 2005. Antioxidant activity of extracts from the *Lespedeza bicolor*. *Korean J Food Preserv* 12: 75-79
27. Kang YH, Park YK, Lee GD. 1996. The nitrite scavenging and electron donating ability of phenolic compounds. *Korean J Food Sci Technol* 28: 232-239.
28. Tsai SY, Huang SJ, Mau JL. 2006. Antioxidant properties of hot-water extracts from *Agrocybe cylindracea*. *Food Chem* 98: 670-677.
29. Abdille MdH, Singh RP, Jayaprakasha GK, Jena BS. 2005. Antioxidant activity of the extracts from *Dillenia indica* fruits. *Food Chem* 90: 891-896.
30. 한대석, 김석중. 1994. SOD유사활성물질과 기능성식품의 개발. 식품기술 7: 41-49.
31. Shin SR, Hong JY, Nam HS, Yoon KY, Kim KW. 2006. Anti-oxidative effects of extracts of Korean herbal materials. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 35: 187-191.
32. Peter FS. 1975. The toxicology of nitrate, nitrite and N-nitrocompounds. *J Sci Food Agric* 26: 1761-1769.
33. Fiddler W, Pensabene JW, Piotrowski EG, Doerr RC, Wasserman AE. 1973. Use of sodium ascorbate or erythrobate to inhibit formation of N-nitrosodimethylamine in frankurters. *J Food Sci* 38: 1084-1091.
34. Chiang HC, Lo YJ, Lu Fj. 1994. Xanthine oxidase inhibitions from leaves of *Alsophila spinulose* (HOOK) Tryon. *J Enzyme Inhibitions* 8: 61-71.
35. Ferraz Filha ZS, Vitolo IF, Fietto LG, Lombardi JA, Saúde-Guimarães DA. 2006. Xanthine oxidase inhibitory activity of *Lychnophora* species from Brazil ("Arnica"). *J Ethnophamacology* 107: 79-82.
36. Moon SH, Lee MK, Chae KS. 2001. Inhibitory effects of the solvent fraction from persimmon leaves on xanthine oxidase activity. *Korean J Food Nutr* 14: 120-125.
37. Ra KS, Chung SH, Suh HJ, Son JY, Lee HK. 1998. Inhibitor of xanthine oxidase from onion skin. *Korean J Food Sci Technol* 30: 697-701.
38. An BJ, Bae MJ, Choi C. 1996. Inhibitory effects of flavan-3-ols isolated from Oolong tea on xanthine oxidase. *Korean J Food Sci Technol* 28: 1084-1088.

(2006년 11월 1일 접수; 2007년 1월 4일 채택)