

국내산 복분자 열매에 대한 화학적 조성 및 생리활성 비교

신공식* · 박필재^{1,4)} · 부희옥²⁾ · 고정연³⁾ · 한성수⁴⁾

*농촌진흥청 농업생명공학연구원 · ^{1,4)}고창군 농업기술센터,

²⁾동신대학교 생물산업센터 · ³⁾KAIST 생물과학과 · ⁴⁾원광대학교 농화학과

Chemical Components and Comparison of Biological Activities on the Fruit of Natural Bogbunja (*Rubus coreanus* Miquel)

Kong Sik Shin*, Pill Jae Park^{1,4)}, Hee Ock Boo²⁾, Jung Youn Ko³⁾, Seong Soo Han⁴⁾

*National Institute of Agricultural Biotechnology, RDA, Suwon, 441-744, Korea

¹⁾Agricultural technology and extension center, Kochanggun, 585-943, Korea

²⁾Biotechnology Industrialization Center, Dongshin University, Naju, 520-714, Korea

³⁾Departure of Biological Sciences, KAIST, Taejon, 305-701, Korea

⁴⁾Department of Agricultural Chemistry, Wonkwang University, Iksan, 570-749, Korea

ABSTRACT

This study was carried out to investigate biological and antioxidative activities on the fruit of bogbunja (*Rubus coreanus* Miquel). Total contents of phenolic compounds contents in cultivars ripened fruit and immatured wild-type fruit were 222 and 190mg/g, respectively. Polysaccharide contents of immatured wild-type fruit were the highest value of 320U. For EDA analysis, immatured wild-type fruit showed over 95% in 100 μ g/mL of sample concentration, which is the the most effective. Levels of SOD-like activities in immatured and cultivar ripened fruits were 81% and 77%, respectively. For the inhibitory effect on lipid peroxidation, all of bogbunja prepared were similar with those of α -tocopherol as control. The inhibition of ACE activities on the water extracts of bogbunja fruit showed over 98%, especially, in immature wild-type and cultivar bogbunja.

Key words : *Rubus coreanus* Miquel, electron donating ability, SOD-like activity, ACE inhibition

*교신저자 : E-mail : shinkong_sik@hotmail.com

서언

생약재는 우리나라를 비롯한 동양권에서 오랜 동안 질병치료와 예방 목적으로 사용되어 왔다. 최근 경제성장과 국민소득의 증대로 건강식품 및 무공해 식품에 대한 국민의 관심이 급증하고 있다. 이와 더불어 천연재료가 다양한 생리활성 기능을 갖는 것으로 밝혀짐에 따라 이들 자원으로부터 생리활성 물질을 탐색하여 기능성식품 및 신의약품으로 개발하고자 하는 연구에 대한 관심이 집중되고 있다(Lee와 Do, 2000).

복분자(*Rubus coreanum* Miq.)는 장미과의 낙엽관목(落葉灌木)으로 중국이 원산지이고 일본과 우리나라에도 널리 분포한다. 우리나라에서는 제주도를 포함한 남부지방 및 중부지방의 해발 50~1,000 m의 산기슭의 양지에 자생하며, 5~6월에 흰꽃이 피고 7~8월에 열매가 성숙되는데 장과(漿果)는 둥글고 붉은색으로 익은 후 검붉은색으로 완숙되어 달고 신맛과 독특한 향을 갖는다. 산딸기의 종류에는 줄딸기, 섬딸기, 곰딸기, 장딸기 등이 있는데 나무딸기를 복분자라 한다. 복분자 열매의 용도는 식용 및 약용으로 사용되고 있으며, 식용으로는 청량음료와 차 등으로 이용되고, 최근에는 주류 제조에 크게 이용하고 있다. 민간에서는 열매를 생식하면 강장제가 되고 보혈, 청량, 이뇨, 호흡질환, 천식 등에 효과가 있다고 알려져 있고, 한방에서는 보허(補虛), 강음(強陰), 명목(明目), 온중(溫中), 보간신(補肝腎) 등에 사용하고 있다(김, 1998; 최, 2001; Cha 등, 2001).

복분자의 생리활성과 관련한 연구로는 줄기로부터 2종의 flavan-3-ol과 1종의 proanthocyanidin 및 1종의 ellagitannin의 분리(Lee, 1995)와 잎으로부터 4종의 가수분해성 tannin과 4종의 flavonoid 등의 phenolic 화합물의 분리(Kim, 1996)가 있었으며, 열매의 생리활성에 대하여(Cha 등, 2001) 보고된 바 있다. 가공식품에 관한 연구로는 복분자를 이용한 주류의 개발(홍 등, 1995), 복분자 분말을 이용한 건면의 제조(Lee 등, 2000) 등의 연구가 있었다.

복분자 열매가 가공식품 및 주류산업에 크게 이용되면서 농가의 재배 면적이 점차 늘어나 새로운

농가소득을 향상시키는 자원식물로서 유망 시 되고 있다. 한편 농산물의 수입개방에 따라 농산자원이 국제 경쟁력에서 우위를 차지할 수 있도록 하기 위해서는 생약자원을 단순 가공처리로 이용하기보다는 이들이 함유하고 있는 생리활성물질을 개발하고 기능성화 시킨다면 그 이용 가치는 더욱 높아지게 될 것이다.

따라서 본 연구는 복분자 열매의 기능성 및 생리활성 물질 개발 연구의 일환으로 페놀성 화합물 함량, DPPH에 의한 전자공여역제능, 과산화지질의 생성억제능 및 고혈압 억제 등에 대한 재배종과 야생종의 완숙과 및 미숙과의 효과를 조사하였다.

재료 및 방법

1. 재료 및 시료조제

본 실험에 사용한 복분자(*Rubus coreanus* Miquel) 열매는 고창군에서 재배한 완숙과(재배복분자 완숙과, B)와 고창군 부안면 일대에서 수집한 완숙과(야생복분자 완숙과, wild-type bogbunja, WB) 및 미숙과(야생복분자 미숙과, immatured wild-type bogbunja, WIB)를 실험재료로 하였다. 수집한 열매는 꼬투리를 제거하여 동결건조하고 가정용 분쇄기로 분쇄한 후 종자를 제거한 과육 분말을 시료로 사용하였다.

2. 화학적 성분 및 생리활성 분석

안토시아닌 함량 측정

복분자 열매의 안토시아닌 함량은 분말 시료 1 g에 0.1N HCl-methanol 용액을 가하고 냉암소에서 24시간 추출하여 532 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질로 cyanidin을 사용하여 총안토시아닌 함량을 구하였다(Boo와 Lee, 1999).

총페놀성 화합물 함량

복분자 열매를 80% 에탄올로 추출하고 여과하여 Folin-Denis 법(Gutfinger, 1958)에 따라 총페놀성 화합물 함량을 측정하였다. 즉 각 복분자 분말 1 g에 80% 에탄올을 가하여 80℃에서 2시간 추출한 뒤 여

과하여, 시료 1 mL와 2배 희석한 folin 시약 1 mL을 혼합하고 실온에서 3분간 정치한 뒤 10% Na₂CO₃를 1 mL 가하여 1시간 실온에서 반응시키고 725 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질은 gallic acid를 이용하여 페놀성 화합물을 구하였다.

다당체 함량

복분자 열매의 다당체 함량은 Han 등(1992)의 방법으로 측정하였다. 먼저 시료는 일정량의 증류수를 가하여 100℃ 온탕기에서 3시간 동안 추출하여 사용하였다. 열수 추출액 0.5 mL를 취하여 원심분리용 플라스틱 시험관에 넣고 0.1% alcian blue 완충액(50 mM ammonium biphosphate 수용액에 녹인 후 여과하여 사용) 5 mL를 가하여 혼합하고 실온에서 2시간동안 반응시킨 후 형성된 침전을 3,500 rpm에서 20분간 원심분리하였다. 상등액을 조심스럽게 버린 후 alcian blue로 염색, 침전된 잔사에 0.1N HCl 5 mL를 가하여 잘 녹이고 620 nm에서 흡광도를 측정하였다. Alcian blue 색소의 흡광도가 1.0일 때 다당체의 양을 1.0 unit로 하였다.

DPPH에 의한 전자공여역제능

DPPH (α, α' -diphenyl- β -picrylhydrazyl)에 대한 전자공여능(electron donating ability, EDA)은 열수 추출액을 여과하고 동결건조하여 시료로 사용하였다. 동결 건조분말을 각 농도로 조정하고 각각 0.2 mL에 4×10^{-4} M DPPH 용액(DPPH를 100 mL 에탄올에 완전히 용해시킨 후 100 mL 증류수를 가한 후 여과한 액) 0.8 mL를 가한 후 실온에서 20분간 반응시키고 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 전자공여역제 효과는 시료 첨가구(A)와 비첨가구(B)의 흡광도를 아래 식에 따라 백분율로 나타내었다.

$$EDA (\%) = (1-A/B) \times 100$$

과산화지질 형성억제능 측정

복분자의 열수 추출물의 과산화지질 형성억제능은 기질로서 리놀레산을 이용하여 측정하였다. 0.08% sodium lauryl sulfate 용액에 0.1%가 되도록 리놀레산을 첨가하여 반응기질로 하고, 기질용액에서

료가 500 mg/L가 되도록 첨가한 후 형광등($50 \mu \text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)을 조사시키고, shaking (80 rpm)하면서 12, 24, 36시간 후 시료를 취하여 분석에 이용하였다. 반응액을 1 mL 취한 후 20% 아세트산과 0.8% TBA (2-thiobarbituric acid) 용액을 각각 1 mL씩 가하고 20분간 100℃에서 가열하였다. 냉각 후 1 mL 증류수와 n-BuOH:Pyridine (15:1)용액을 4 mL가하여 진탕하고 원심분리한 후 n-BuOH층의 흡광도를 532 nm에서 측정하였다

SOD 유사활성 측정

SOD 유사활성은 Hong 등(1998a)의 방법에 따라 측정하였다. 각 복분자 열수추출 시료를 500 mg/L로 하고 이 시료액 0.2 mL에 pH 8.5로 보정한 50 mM Tris-HCl buffer (10 mM EDTA 포함) 3 mL와 7.2 mM pyrogallol 0.2 mL를 가하여 25℃에서 10분간 반응시킨 후 1N HCl 1 mL로 반응을 정지시켜 420 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이를 $100 - [(시료첨가구의 흡광도/무첨가구의 흡광도) \times 100]$ 으로 하여 활성을 구하였다.

Angiotensin I converting enzyme (ACE) 활성 저해실험

ACE 저해실험은 Byun와 Kim (2001)의 방법에 따라 열수 추출시료 100 μL 에 효소액(0.3 M NaCl이 함유된 50 mM sodium borate buffer (pH8.3)로 ACE (Sigma Co.)가 5 mU가 되도록 희석한 용액)을 40 μL 를 가하고, 같은 buffer로 녹인 기질용액(20 mM hippuryl-L-histidyl-L-leucine, HHL)을 150 μL 첨가하여 37℃에서 60분 동안 반응시킨 후 250 μL 1 N-HCl로 반응을 중지시키고, 여기에 1.5 mL의 ethyl acetate를 가하여 생성된 hippuric acid (HA)를 추출하였다. 이것을 농축하여 1 mL의 증류수로 용해시켜 생성된 hippuric acid량을 HPLC (분석조건: $\mu\text{Bondapak C}_{18}$ column, 0.1 M ammonium phosphate buffer (pH6.8):acetonitrile (85:15)의 이동상, UV검출기 228 nm에서 검출)로 구하여 hippuric acid의 생성 억제 정도에 따라 ACE 저해 활성을 나타냈다. 또한 복분자의 상대적 활성정도를 알기 위해 혈압강화 효과가

좋은 것으로 알려진 홍삼(정관장 홍삼)을 열수 추출하고 같은 방법으로 측정하여 비교하였다.

결과 및 고찰

화학적 성분 함량

본 실험에서 시료로 사용한 복분자 열매의 안토시아닌 함량을 측정한 결과 재배복분자 완숙과가 350 mg/g으로 가장 높은 함량을 갖는 것으로 나타났다(Table 1). 재배복분자와 야생복분자의 안토시아닌 함량을 비교하였을 때 쉽게 구분할 수 있을 정도로 큰 차이를 나타냈다. 이는 재배복분자의 경우 상품성을 높이기 위해 장과가 크고, 높은 색소함량을 갖도록 품종을 개량하여 재배하기 때문에 야생과보다 높은 안토시아닌 함량으로 나타난 것이다.

복분자가 함유하고 있는 총페놀성 화합물의 함량과 다당체 함량을 측정한 결과는 Table 1과 같다. 먼저 총페놀성 화합물에 있어서 재배복분자 완숙과가 222 mg/g으로 가장 높은 함량을 나타냈으며, 야생복분자 미숙과가 190 mg/g으로 재배복분자와 비슷한 함량을 보였다. 그러나 야생복분자 완숙과의 함량은 이보다 낮은 함량을 보였다. 재배복분자 완숙과가 가장 높은 총페놀성 화합물함량을 나타낸 것은 야생복분자보다 높은 안토시아닌을 함유하고 있기 때문으로 생각된다. Cha 등(2001)은 복분자 열매 및 잎의 총페놀성 함량이 80% methanol로 추출시 3.2~5.0 g

의 함량을 나타내었고, Lee와 Do (2000)는 60% ethanol로 추출시 4 g의 함량을 보여 본 실험의 경우(100 g당으로 환산하면 1.0~2.2 g의 범위)보다 높은 함량을 보였다. 그러나 이러한 차이는 본 실험이 종자 및 꼬투리를 제거한 순수 과육만을 이용했다는 점과 열매의 채취 지역 및 시기의 차이에 의한 것으로 생각된다. 최근 연구에 의하면 Polyphenol이 콜레스테롤의 저하, 고혈압이나 동맥경화의 억제, 과산화지질의 생성을 막아 노화의 예방, 혈청중 지질농도의 저하, 중성지질의 생성 억제에 의한 비만의 방지 및 모세혈관의 저항력 증진 등의 효과가 있는 것으로 보고되고 있다(Park 등, 1996). 따라서 페놀성화합물이 높다는 것은 생리활성을 갖는 성분의 존재 가능성이 높다고 할 수 있겠다.

복분자의 다당체 함량은 야생복분자 미숙과가 320 unit로 가장 높았으며, 야생 및 재배복분자 완숙과는 210~263 unit로 미숙과보다 낮은 함량을 나타내었다(Table 1). 완숙과가 미숙과보다 낮은 다당체 함량을 나타낸 것은 과육이 완숙되면서 유리당이 많이 생성되었기 때문에 상대적으로 다당체의 함량이 낮게 나타난 것으로 보인다. 다당체는 항암작용, 면역증강작용 및 항보체활성 등을 갖는 것으로 보고되고 있으며(Kweon 등, 1996; Yoon 등, 1998), 위의 결과로 미숙복분자가 높은 활성 물질을 함유할 것으로 판단되었다.

DPPH에 대한 전자공여역제능

Table 1. Anthocyanin, phenolics and polysaccharide contents of *Rubus coreanus* Miq

Samples	Anthocyanin ^a (mg/g dry wt.)	Phenolics ^b (mg/g dry wt.)	Polysaccharides ^c (units/g dry wt.)
Bogbunja (B)	325 ± 15	222.1 ± 4.2	263 ± 30*
Wild-type bogbunja (WB)	131 ± 5.0	102.4 ± 3.0	210 ± 15
Immatured wild-type Bogbunja (WIB)	18 ± 4.2	190.4 ± 2.5	320 ± 18

^aAnthocyanin was extracted by 0.1N HCl-methanol in dark-cool room.

^bPhenolics was extracted by 80% ethanol in 80 °C waterbath for 2 hours.

^cPolysaccharides was extracted by distilled water in 100 °C waterbath for 3 hours.

*Mean values ± standard deviation (3 replicates).

Superoxide anion radical, hydroxyl radical, singlet oxygen 및 H₂O₂ 등의 활성산소가 불포화 지방산이 풍부한 생체막에서 자유라디칼 반응에 관여함으로써 지질과산화물을 일으키고, 생체내 구성물질인 단백질, 아미노산, 펩티드 및 효소, 당질, DNA 등에 비특이적으로 작용하고 세포의 구조적, 기능적 손상을 야기하여 각종 염증, 암 등의 생체내 이상을 초래한다고 알려져 있다(Hong 등, 1995).

지질과산화의 연쇄반응에 관여하는 산화성 자유라디칼 전자를 공여하여 산화를 억제시키는 전자공여능을 DPPH를 사용하여 측정한 결과 Fig. 1과 같다. 미숙복분자는 50 µg/mL의 농도에서 80% 이상의 전자공여능을 보여 그 외 복분자 시료보다 훨씬 높은 환원력을 갖는 것으로 나타났으며, 대조구로 사용한 BHT 및 α-tocopherol 등과 같은 수준의 활성을 보였다. 실험에서 사용한 미숙과 시료는 crude한 상태로 다양한 성분을 함유하고 있어 실제 환원력을 나타내는 항산화 성분의 농도는 훨씬 낮은 범위 일 것이며, 활성성분만을 비교하면 BHT나 α-tocopherol 등의 항산화성보다 더 강한 자유라디칼 환원력을 나타낼 것으로 생각된다. 일반적으로 총페놀성 화합물의 함량이 증가하면 전자공여능도 증가하는 것으로 알려져(Cha 등, 2001) 있으나, 총페놀성 화합물함량이 높았던 재배복분자 완숙과가 미숙과보다 낮은 전자공여능을 나타낸(Fig. 1) 것은 재배복분자 완숙과가 대부분 안토시아닌을 포함하고 있는데 반해 미숙복분자는 안토시아닌 대신 그 외 페놀성 화합물 및 flavonoid류를 포함하고 있기 때문으로 판단된다. Cha 등(2001)은 80% methanol 추출에서 미숙과는 93%, 완숙과 82% 및 잎은 88%를, 열수 추출 시에는 미숙과가 92%, 완숙과 89% 및 잎은 86%의 전자공여효과를 나타내어 미숙과가 전자공여능이 가장 우수한 것으로 보고하여 완숙과와 미숙과의 비교에 있어서 본 실험과 같은 결과를 나타냈다.

한편 미숙과의 경우 항산화활성이 높으나 떫은맛이 아주 강하며, 완숙과에 비해 상대적으로 중량이 적어 상품성이 떨어진다. 반면에 완숙과는 맛과 색상이 좋고, 독특한 향을 함유하고 있다. 따라서, 기능성 및 가공식품 등으로 활용 시 미숙과와 완숙과를

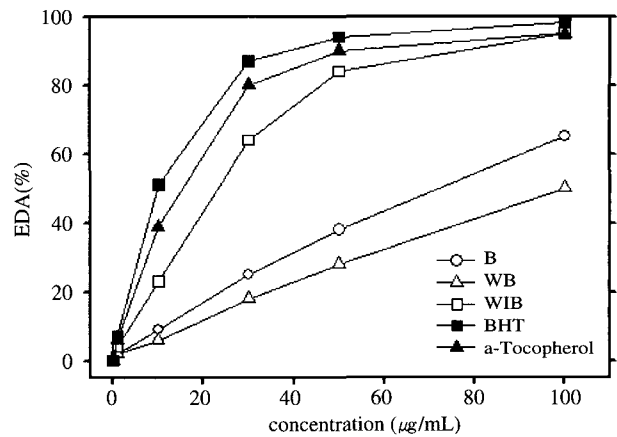


Fig. 1. Electron donating inhibition abilities from water extract of *Rubus coreanus* Miq.: B, bogbunja; WB, wild-type bogbunja; WIB, immatured wild-type bogbunja.

조절하여 활용하는 것이 바람직할 것으로 생각된다.

SOD 유사활성 측정

스트레스를 받게 되면 이를 극복하기 위해 많은 에너지를 소비하게 되며, 이 과정에서 활성산소종을 생성하게 된다. 활성산소종은 세포내에 파괴적 손상을 가하게 되는데, 이의 행동을 막기 위해 생체내에서는 SOD나 catalase 등의 효소적 방어 체계와 비효소적 방어 체계인 SOD 유사물질을 작용시킨다(Hong 등, 1998b). 복분자의 SOD 유사활성능력을 조사한 결과 Fig. 2와 같았다. SOD활성도 전자공여능과 같은 경향으로 미숙과에서 81%로 가장 높은 활성을 나타내었고, 재배복분자 완숙과가 77%로 미숙과의 뒤를 이었다. 전자공여능에 비하여 재배복분자와 야생복분자 완숙과에서도 높은 SOD 유사활성을 나타냈다. 이는 안토시아닌이 SOD 유사활성을 갖기 때문으로 생각되며, 이의 근거로 안토시아닌을 활성탄으로 제거하였을 때 SOD 유사활성 및 항산화활성이 감소한다는 것에서 알수 있다(Cha 등, 2001, Noda 등, 2000). 또한 안토시아닌의 항산화활성과 관련하여 자색고구마가 비자색 품종에 비하여 항산화성이 높다는 점(Lee 등, 1999)에서 알수 있다.

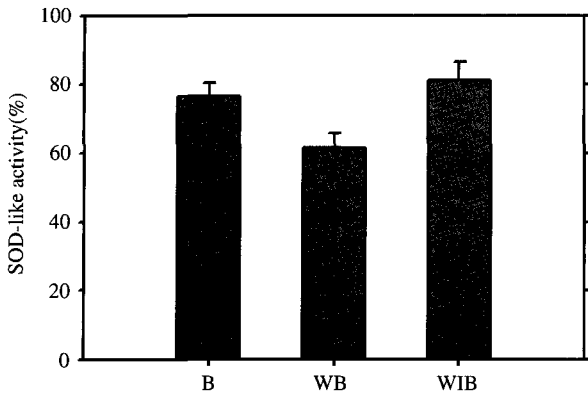


Fig. 2. SOD-like activities from water extract of *Rubus coreanus* Miq. Bars represent means \pm S.D. of three replications. B, bogbunja; WB, wild-type bogbunja; WIB, immatured wild-type bogbunja.

과산화지질의 형성억제효과

기질로 사용한 리놀레산은 산화되어 과산화지질을 형성하게 되는데, 산화된 유지속에는 말론알데히드(malonaldehyde)를 비롯한 특정 카르보닐 화합물이 증가하게 된다. 특히 TBA는 말론알데히드와 반응하여 적색의 복합체를 형성하게 되고, 적색의 강도에 의해 유지의 산화도를 알 수 있다(Suh 등, 1997). 복분자의 과산화지질의 형성억제효과는 Fig. 3에 나타낸 바와 같이 야생복분자 완숙과가 α -tocopherol과 동일한 억제효과로 가장 좋았으며, 재

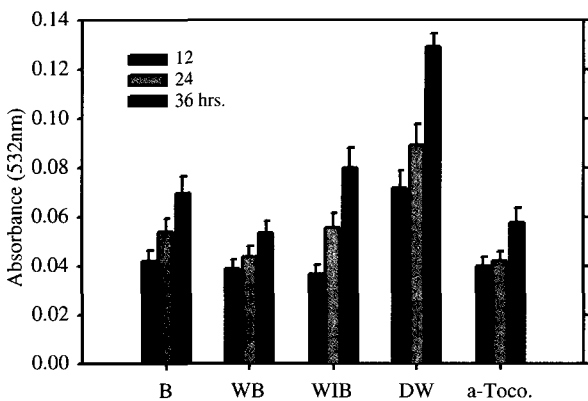


Fig. 3. Inhibitory effects of lipid peroxidation from water extract of *Rubus coreanus* Miq. Bars represent means \pm S.D. of three replications. B, bogbunja; WB, wild-type bogbunja; WIB, immatured wild-type bogbunja.

배 및 야생복분자 완숙과도 거의 비슷한 과산화지질 형성억제효과를 보였다. Kim 등(1992)은 폐놀성 화합물이 지방산화의 원인물질인 hydroperoxide기 및 지질 과산화물과 반응하여 산화를 억제시킨다고 하였다.

ACE 활성 저해효과

ACE는 angiotensin I의 C-말단의 dipeptide (His-Leu)를 절단하여 활성형인 angiotensin II로 전환시켜 혈압을 상승시킴과 동시에 생체내에서 혈압강화 작용을 갖는 bradykinin을 분해한다. ACE에 의하여 생성된 angiotensin II가 혈압을 높이는 작용을 하며, 지방산의 산화를 촉진시키거나 과산화를 증가시키므로 동맥경화의 위험율도 증가하는 것으로 알려졌다(Kim 등, 1999). 따라서 ACE의 작용을 저해시킴으로서 고혈압 발생을 막을 수 있기 때문에 복분자 추출물로부터 ACE 저해효과를 조사한 결과 Fig. 4와 같다. 모든 복분자 처리구에서 90% 이상의 높은 ACE 활성 억제율을 나타냈다. 이들 저해활성은 HPLC를 사용하여 hippuric acid (HA)의 생성량을 측정하여 얻었으며, 대조구와 비교하여 복분자 추출물 처리구에서 HA의 생성량이 현저하게 억제되는 것을 확인할 수 있었다. 특히 재배복분자 완숙과 및 야생복분자 미숙과에서 1% 농도로 처리하였을 때 99%에 가까운 높은 저해활성을 나타내었고, 또한 혈압 완화에 좋은 효과를 갖는 것으로 잘 알려진 홍삼(김, 2001)을 같은 방법으로 측정하여 복분자와 비교해본 결과 복분자가 0.5%농도에서 홍삼보다 최고 9~10배 이상의 높은 활성을 갖는 것으로 나타났다. 일반적으로 열수추출 시에 추출되는 성분은 대부분 다당체, 배당체, 단백질 및 탄닌류가 주축을 이루며(우, 1984), 열수추출에 의한 ACE 저해 물질은 대부분 2~8개 정도의 아미노산이 결합한 peptide이며, 주로 C 말단에 proline을 갖는 것으로 알려져 있다(Cho 등, 2000; Byun와 Kim, 2001). 그러나 최근 올리고당, 다당체 및 배당체도 ACE 저해 활성이 있는 것으로 밝혀지고 있다(Hong 등, 1998c).

열수추출 시료에서 ACE 저해 활성을 높게 나타낸 미숙과를 선택하여 ACE 저해활성에 대한 대략적

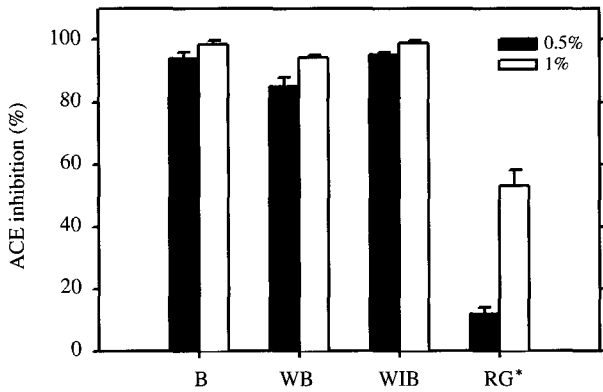


Fig. 4. Effects of ACE inhibition from water extract of *Rubus coreanus* Miq. Bars represent means \pm S.D. of three replications. B, bogbunja; WB, wild-type bogbunja; WIB, immatured wild-type bogbunja; RG, red ginseng.

*RG was used as the comparative sample.

인 분자량을 알아보고자 centricon YM-3 filter를 사용하여 분획하여 활성을 측정해본 결과, 분자량 3,000 이하의 분획에서 0.25% 농도는 86%, 0.5%에서는 99%로 분자량 3,000 이상보다 훨씬 높은 ACE 활성 저해율을 보였다(Table 2). 따라서 복분자 열수추출물에서 ACE 활성 저해를 갖는 물질은 분자량이 3,000 이하의 저분자인 것으로 나타났다. 이는 기존의 보고에서와 같이 저분자 peptide, 또는 올리고당일 것으로 판단된다.

이상의 결과로부터 복분자 미숙과가 완숙과보다 높은 생리활성을 갖는 것으로 나타났다. 또한 야생

미숙과와 재배복분자 완숙과가 총페놀성 화합물 함량, 전자공여능 및 SOD 유사활성 등에서 높은 활성을 나타내어 생리활성 성분들이 다량 포함되어 있을 것으로 추측되며, 고혈압 발생 관련 효소인 ACE 활성에 대한 저해효과가 뛰어나 이를 이용한 기능성 및 가공식품의 개발에 있어서 생리활성의 잇점을 살릴 수 있을 것으로 기대된다.

적요

복분자 열매의 생리활성 효과를 알아보기 위하여 재배복분자와 야생복분자를 이용하여 실험을 수행하였다. 총페놀성 화합물 함량은 재배복분자 완숙과와 야생복분자 미숙과에서 각각 222, 190mg/g 이었고, 다당체 함량은 야생복분자 미숙과가 320 unit로 가장 높은 함량을 나타내었다. 복분자 열매의 전자공여능은 야생복분자 미숙과가 100 μ g/mL 농도에서 95% 이상으로 높은 활성을 보여 미숙과가 완숙과에 비해 높은 전자공여능을 갖는 것으로 나타났다. SOD 유사활성은 야생복분자 미숙과가 81%, 재배복분자 완숙과가 77%를 나타내어, 총페놀성 화합물과 같은 추세를 보였으며, 과산화지질 형성억제능은 모든 처리구에서 대조구인 α -tocopherol과 같은 억제 수준을 나타내었다. 복분자 열매의 고혈압 완화효과로써 ACE 활성 저해율은 야생복분자 미숙과와 재배복분자 완숙과가 추출농도 1% 범위에서 98% 이상의 높은 ACE 활성 저해율을 보였다.

Table 2. Effects of ACE inhibition on the different fraction from the water extract of *Rubus coreanus* Miq

Concentration	ACE inhibition (%)		
	WIB ^a	HM ^b	LM ^c
0.25%	75.2 \pm 1.5	50.5 \pm 0.3	86.1 \pm 0.4*
0.5%	95.1 \pm 2.3	70.3 \pm 1.3	98.4 \pm 1.7

^aWIB was extracted by distilled water in 100°C waterbath for 3 hours.

^bHigh molecular weight (HM) means over 3,000 which was separated with Centricon YM-3 filter (Millipore Co., USA).

^cLow molecular weight (LM) means below 3,000.

*Mean values \pm standard deviation (3 replicates).

인용문헌

- Boo, H.O. and B.Y. Lee. 1999. Effect of light on the biosynthesis of anthocyanin in *Brassica oleracea* var. *capitata* f. *rubra* L. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 40: 322-326.
- Byun, H.G. and S.K. Kim. 2001. Purification and characterization of angiotensin I converting enzyme (ACE) inhibitory peptides from Alaska pollock (*Theragra chalcogramma*) skin. Process Biochem. 36: 1156-1162.
- Cha, H.S., M.S. Park and K.M. Park. 2001. Physiological activities of *Rubus coreanus* Miquel. Korean J. Food Sci. Technol. 33: 409-415.
- Cho, Y.J., W.S. Cha, S.K. Bok, M.U. Kim, S.S. Chum and U.K. Choi. 2000. Production and separation of anti-hypertensive peptide during Chunggugjang fermentation with *Bacillus subtilis* CH-1023. J. Korean Soc. Agric. Chem. Biotechnol. 43: 247-252.
- Gutfinger, T. 1958. Polyphenols in olive oils. J. Am. Oil Chem. Soc. 58: 966-968.
- Han, Y.N., S.Y. Kim, H.J. Lee, W.I. Hwang and B.H. Han. 1992. Analysis of Panax ginseng polysaccharide by alcian blue dye. Korean J. Ginseng Sci. 16: 105-110.
- Hong, H.D., N.K. Kang and S.S. Kim. 1998a. Superoxide dismutase-like activity of apple juice mixed with some fruits and vegetables. Korean J. Food Sci. Technol. 30: 1484-1487.
- Hong, J.I., M.H. Kweon, K.S. Ra, H.C. Sung and H.C. Yang. 1995. Free radical scavenging activities and inhibitory effects on xanthine oxidase by ethanol extract from *Capsella bursa-pastoris*. Agric. Chem. Biotechnol. 38: 590-595.
- Hong, S.G., W.S. Seo and S.M. Kang. 1998b. Protecting effects by rooibos tea against immobilization stress-induced cellular damage in rat. Korean J. Food Sci. Technol. 30: 1222-1228.
- Hong, S.P., M.H. Kim and S.W. Oh. 1998c. ACE inhibitory and antihypertensive effect of chitosan oligosaccharides in SHR. Korean J. Food Sci. Technol. 30: 1476-1479.
- Kim, M.S. 1996. Phenolic compounds from the leaves of *Rubus coreanus*. M.S. Thesis, Chung-ang Univ., Korea.
- Kim, S.H., Y.J. Lee and D.Y. Kwon. 1999. Isolation of angiotensin converting enzyme inhibitor from *Doenjang*. Korean J. Food Sci. Technol. 31: 848-854.
- Kim, S.Y., J.H. Kim and S.K. Kim. 1992. Isolation and characterization of antioxidant components in *Epimedium koreanum* NAKAI extract. Korean J. Food Sci. Technol. 24: 535-540.
- Kweon, M.H., M.K. Park, K.S. Ra, H.C. Sung and H.C. Yang. 1996. Screening of anticoagulant polysaccharides from edible plants. Agric. Chem. Biotechnol. 39: 159-164.
- Lee, H.H., S.G. Kang and J.W. Rhim. 1999. Characteristics of antioxidative and antimicrobial activities of various cultivars of sweet potatoes. Korean J. Food Sci. Technol. 31: 1090-1095.
- Lee, J.W. and J.H. Do. 2000. Determination of total phenolic compounds from the fruit of *Rubus coreanus* and antioxidative activity. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 29: 943-947.
- Lee, M.W. 1995. Phenolic compounds from the leaves of *Rubus coreanus*. Korean J. Pharmacogn., 39: 200-204.
- Lee, Y.N., Y.S. Kim and G.S. Song. 2000. Quality of dry noodle prepared with wheat flour and immature *Rubus coreanus* (Bogbunja) powder composites. J. Korean Soc. Agric. Chem. Biotechnol. 43: 271-276.
- Noda, Y., T. Kneyuki, K. Igarashi, A. Mori and L. Packer. 2000. Antioxidant activity of nasunin, an anthocyanin in eggplant peels. Toxicology, 148: 119-123.
- Park, C.O., S.H. Jin and B.H. Ryu. 1996. Antioxidant activity of green tea extracts toward human low

- density lipoprotein. *Korean J. Food Sci. Technol.* 28: 850-858.
- Suh, H.J., Y.S. Kim and J.S. Cho. 1997. Free radical scavenging activities and inhibitory effect on xanthine oxidase by acetone extract from Buckwheat. *Agricultural chemistry and biotechnology.* 40: 254-258.
- Yoon, S.H., J.H. Lim and Y.S. Kim. 1998. Pharmacological effects of proteoglycans extracted from fruiting bodies of *Fomitella fraxinea*. *Korean J. Mycol.* 26: 511-518.
- 김낙두. 2001. 홍삼의 약리작용. *J. Ginseng Res.* 25: 2-10.
- 김태정. 1998. 약이되는 한국의 산야초. *국일미디어.* 서울. pp. 364-367.
- 우원식. 1984. 천연물화학연구법. 민음사. 서울. pp. 11-43.
- 최진규. 2001. 토종약초 장수법. 태일출판사. 서울. pp. 21-24.
- 홍재식, 김인권, 김명곤, 윤숙. 1995. 복분자주 제조 기술개발. 농림부. 한국농촌경제연구원 부설 농림수산기술관리센터.
- (접수일 2003. 4. 10)
(수락일 2003. 5. 30)