

아로니아(*Aronia melanocarpa*)로부터 유래한 추출물의 항산화 및 항알레르기 효능

정 종 문
수원대학교 생명과학과

Antioxidative and Antiallergic Effects of Aronia (*Aronia melanocarpa*) Extract

Jong-Moon Jeong

Dept. of Life Science, The University of Suwon, Gyeonggi 445-743, Korea

Abstract

The purpose of this study was to investigate the antioxidative and antiallergic effects of aronia extract. The aronia extract was tested for various antioxidative potentials (scavenging activity of 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) radical and superoxide anion radical) and inhibitory effect of 5-lipoxygenase (5-LO) and cyclooxygenase (COX). In aronia extract, polyphenol content was 81.6 ± 3.3 mg/g and flavonoid content was 5.15 ± 0.16 mg/g. DPPH radical-scavenging activity (SC_{50}) of aronia extract was 6.15 ± 0.343 ppm. SC_{50} value of aronia extract against superoxide anion radical was 6.99 ± 1.28 ppm. In addition, IC_{50} values of aronia extract against 5-LO, COX-1, and COX-2 were 42.07 ± 0.15 ppm, 24 ± 4.29 ppm, and 24.3 ± 3.5 ppm, respectively. These results suggest that aronia extract may be useful for the prevention or treatment of allergic disease.

Key words: aronia, DPPH, superoxide anion radical, 5-lipoxygenase, cyclooxygenase

서 론

블랙 초크베리(black chokeberry)라고 불리는 아로니아(*Aronia melanocarpa*)는 장미과(Rosaceae)에 속하는 베리류의 식물열매로 원래는 북부 아메리카 지역에서 자생한다(1). 18세기에 유럽에 소개되어 재배된 아로니아는 맛과 색과 향이 좋아 잼, 와인, 주스, 차로 사용하는 등 다양한 식재료로서의 이용 가치가 높다(2). 아로니아 열매에 함유되어 있는 다량의 안토시아닌과 그밖에 다른 플라보노이드류 성분은 항산화효과, 위보호효과(3), 항염증효과(4), 항당뇨효과(5), 면역조절기능활성(6) 등 다양한 생리적 기능이 있는 것으로 알려져 있다. 아로니아는 일반적으로 수분 84.36%, 단백질 0.7%, 지질 0.14%, 탄수화물 14.37%, 회분 0.44%를 함유하고 있다(1).

자유라디칼은 미토콘드리아, 식세포 또는 세포질 중 xanthine oxidase나 glutathion reductase에 의한 정상적인 대사과정 중 여러 가지 생물학적 반응에 의해 형성된다. 그중에서도 superoxide 음이온 라디칼은 전자 환원으로 반응성과 파괴성이 매우 크며 세포와 조직에 해로운 독성을 일으켜 질병을 유발시키며 노화와 밀접한 관련이 있는 것으로 알려져 있다(7). 아로니아는 이러한 자유라디칼을 제거하는 성분

으로 알려진 안토시아닌을 kg당 7.2~8 g 정도 함유하고 있으며, 다른 베리류 식물보다 비교적 많은 안토시아닌을 함유하고 있다(8). 성인 남녀 26명을 대상으로 하루 300 mg씩 아로니아를 투여한 임상 연구 결과에 따르면 아로니아에서 유래한 안토시아닌은 자유라디칼의 한 종류인 활성산소류(reactive oxygen species, ROS)에 의한 산화적 스트레스를 억제하는 효과를 갖는다고 보고하고 있다(9).

최근 합성물질의 범람과 환경오염이 가속화되면서 식품의 부적절한 섭취로 인하여 생체에 부적합한 반응이 발생되기도 하는데 이러한 부작용의 예가 알레르기 반응이다(10). 알레르기성 비염과 아토피와 같은 제 I 형 알레르기 반응(type I allergic reaction)은 생체 내 결합조직, 피부, 호흡기 등에 분포하는 비만세포가 면역글로불린 E(IgE)에 의해 탈과립이 유도되면서 나타난다(11). 비만세포 내에 있는 5-리폭시게나제(5-lipoxygenase, 5-LO)와 사이클로옥시게나제(cyclooxygenase, COX)는 arachidonic acid를 변형하여 염증 유발하는 류코트리엔류(leukotrienes)와 프로스타글란딘류(prostaglandins)를 생성한다(12). 따라서 이러한 물질들이 기도 내로 유입되면 염증세포를 활성화시키고 기도 점막에서 점액분비를 촉진시켜 알레르기 반응이 일어나게 된다(13).

본 연구에서는 아로니아의 항산화 효과와 항알레르기 효능을 확인하기 위하여 아로니아의 추출물에 대한 DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) 라디칼, superoxide 음이온 라디칼 소거능을 측정하고, 알레르기 관련 염증매개 물질인 류코트리엔류와 프로스타글란딘류를 생성하는 5-LO와 COX의 억제능을 측정하였다. 이전에 보고된 아로니아의 항산화 효과(3)는 아로니아에서 안토시아닌(antocyanin)을 분리하여 측정된 반면 본 연구에서는 아로니아의 추출물 자체의 항산화 효과를 확인하였다. 또한 LPS(lipopolysaccharide)로 염증을 유도시킨 동물모델에서 확인된 항염증효과(4)를 본 연구에서는 in vitro test로서 항 알레르기 효능과 밀접하게 관련된 5-LO와 COX의 억제능을 통해 항 알레르기 효능을 확인하였다.

재료 및 방법

시약 및 기기

1,1-Diphenyl-2-picrylhydrazyl(DPPH), 5-lipoxygenase (5-LO), arachidonic acid, N,N,N',N'-tetramethyl-p-phenylenediamine(TMPD), butylated hydroxyanisole(BHA), nordihydroguaiaretic acid(NDGA), quercetin, hematin, 그리고 epigallocatechin gallate(EGCG)는 Sigma사(USA)에서 구입하였다. Cyclooxygenase-1, cyclooxygenase-2는 Cayman사(USA)에서 구입하였다. UV-VIS 흡광계는 Spectronic Genesys 5(Miton Roy사, USA)모델, ELISA autoreader는 VERSA max(Molecular devices사, USA) 모델을 사용하였다. 아로니아 추출분말은 아로니아를 주성으로 추출한 추출분말을 (주)진용내츄럴사(수원시 팔달구)에서 구입하였다. 그 이외의 시약은 1급 또는 특급을 사용하였다.

총 페놀성 화합물 함량

총 페놀성 화합물의 함량은 Gutfinger(14)의 방법을 변형하여 측정하였다. 즉, 시료 1 mL에 2%(w/v) Na₂CO₃ 용액 1 mL를 가하여 3분간 상온에서 반응시킨 후, 50% Folin-Ciocalteu 시약 0.2 mL를 첨가하여 30분간 상온에서 반응시켰다. 이 혼합물을 10분간 13,400×g에서 원심분리한 후, 상등액 1 mL를 취하여 750 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이때 표준곡선은 EGCG(epigallocatechin gallate)를 이용하여 작성하였다.

총 플라보노이드 함량

총 플라보노이드 함량은 다음과 같은 방법으로 측정하였다(15). 시료 0.5 mL에 95% 에탄올 1.5 mL, 10%(w/v) 염화알루미늄용액 0.1 mL, 1 M 초산칼륨용액 0.1 mL, 증류수 2.8 mL를 가하여 충분히 교반을 하고 실온에서 30분간 방치한다. 그 후 증류수를 대조액으로 하여 여과액을 415 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이때 표준곡선은 quercetin을 이용하여 작성하였다.

DPPH 라디칼 포착 효능 측정

DPPH 라디칼 포착능을 확인하기 위하여 Yasushi 등(16)의 문헌을 변형하여 실험하였다. 2.0×10⁻⁴ M 농도가 되도록 에탄올에 용해한 DPPH를 1.5 mL, 시료 0.15 mL, 증류수 1.35 mL를 첨가하여 30분 동안 25°C에서 반응시킨 후, 520 nm에서 흡광도를 측정하였다. DPPH 라디칼 포착능(%)은 100-[(시료를 첨가한 반응군의 흡광도/시료를 첨가하지 않은 대조군의 흡광도)×100] 식으로부터 구하였다. 그 결과는 50% 라디칼 포착능을 나타낼 때의 반응농도 즉, 50% scavenging activity concentration(SC₅₀) 값으로 나타내었다. 양성대조군으로 EGCG와 항산화제로 알려진 비타민 C를 사용하였다.

Superoxide 음이온 라디칼 포착 효능 측정

아로니아 추출물로부터 superoxide 음이온 라디칼 포착 효능 측정은 SOD 활성 검출 키트를 사용하였다. 시료 0.05 mL, 발색액(0.4 mM xanthine, 0.24 mM nitro blue tetrazolium in 0.1 M sodium phosphate buffer, pH 8.0) 0.5 mL, 효소액(0.048 unit/mL xanthine oxidase in 0.1 M sodium phosphate buffer, pH 8.0) 0.5 mL를 첨가하고 잘 혼합하여 37°C에서 20분 동안 반응시킨 후, 반응정지액(70 mM sodium dodecyl sulfate) 1 mL를 첨가하여 효소 반응을 정지시킨 다음 560 nm에서 흡광도를 측정하였다. Superoxide 음이온 라디칼 포착능(%)은 100-[(시료를 첨가한 반응군의 흡광도/시료를 첨가하지 않은 대조군의 흡광도)×100] 식으로부터 구하였다. 그 결과는 SC₅₀ 값으로 나타내었고, 양성대조군으로 EGCG와 항산화제로 알려진 비타민 C를 사용하였다.

5-LO 억제 효능 측정

아로니아에 대한 5-LO 억제효능측정은 Block 등(17)의 문헌을 변형하여 수행하였다. 0.1 M Tris-HCl buffer(pH 8.5) 1 mL에 시료 20 µL와 soybean lipoxygenase(type V, 200 units/final concentration) 20 µL를 넣고 25°C에서 2분간 전 반응시킨 후 최종농도가 110 µM이 되도록 30 µL의 linoleic acid를 넣고 이것이 첨가된 시간을 기점으로 25°C에서 3분간 20초 간격으로 234 nm에서 흡광도를 측정하여 초기 반응 속도를 구하였다. 그 결과는 50% inhibitory concentration(IC₅₀) 값으로 나타내었고 양성대조군으로 녹차카테킨인 EGCG를 사용하였다. 5-LO 억제율(%)=[(대조군의 초기반응속도-실험군의 초기반응속도)/대조군의 초기반응속도]×100

COX 억제효능 측정

아로니아에 대한 COX 억제효능은 Reddy 등(18)의 방법을 변형하여 수행하였다. 96 well plate에 한 well당 60 units/mL의 COX-1이나 30 units/mL의 COX-2를 40 µL씩 넣고, 100 mM Tris-HCl buffer(pH 8.0) 90 µL, 30 µM EDTA 20 µL, 150 µM hematin 20 µL 그리고 시료 20 µL를

혼합하여 25°C에서 5분간 반응시키고 5 mM TMPD 5 µL와 20 mM 아라키돈산 5 µL를 첨가하여 25°C에서 5분간 반응시킨 후 ELISA autoreader를 사용하여 590 nm에서 흡광도를 측정하였다. COX 억제율(%)은 다음과 같은 식을 이용하여 IC₅₀ 값으로 나타내었으며 양성대조군으로 EGCG를 사용하였다. COX 억제율(%)=[(대조군의 흡광도-실험군의 흡광도)/대조군의 흡광도]×100

통계분석

실험결과는 3회 반복하여 평균±표준오차로 나타냈으며, Student's t-test에 의해 유의성을 검정하여 p<0.05인 결과를 얻었을 때 유의성이 있는 것으로 판단하였다.

결과 및 고찰

총 페놀성화합물 함량 및 플라보노이드 함량 측정 결과

페놀성화합물은 식물계에 널리 분포되어 있는 2차대사산물의 하나로써 분자 내 phenolic hydroxyl기가 효소 단백질과 같은 거대 분자들과 결합하는 성질이 있기 때문에 항 돌연변이, 콜레스테롤 저하작용, 항암 및 항산화작용 등의 다양한 생리활성 기능을 가진다(19,20). 또한, 플라보노이드는 항산화작용, 순환기계 질환의 예방, 항염증, 항알레르기, 항균, 항바이러스, 지질저하작용, 면역증강작용, 모세혈관강화작용 등이 보고된 바 있다(21,22).

페놀성화합물의 측정과 플라보노이드 함량 측정에는 각각 단일물질인 epigallocatechin gallate(EGCG)와 quercetin을 사용하여 표준곡선을 작성하였다. EGCG는 면역글로블린 E가 결합된 면역글로블린 E 수용체(FcεR1)에 의해 활성화되는 티로신키나아제(tyrosine kinase)의 인산화반응을 저해하여 비만세포의 탈과립화를 억제한다. 또한 EGCG는 알레르기성 반응에 관여하는 히스타민(histamine), 류코트리엔류(leukotrienes), 사이토카인(cytokine)의 생성을 억제한다고 보고되었다(23,24). 따라서 이후에 이루어진 항산화 및 항알레르기 실험에서도 EGCG를 양성대조군으로 사용하였다.

아로니아 추출물로부터 총 페놀성 화합물과 플라보노이드 함량을 측정하였다. 측정결과 Table 1에서와 같이 아로니아 추출물은 745.4±3.7 mg/g의 페놀성 화합물과 74.63±2.2 mg/g의 플라보노이드를 함유하는 것으로 나타났다.

베리류 식물의 페놀화합물의 함량을 측정한 이전의 연구 결과에 따르면, 1 g당 blueberry가 약 400 mg, cloudberry

가 약 250 mg, rowanberry가 약 200 mg정도 페놀화합물을 함유하고 있는 것으로 보고되었다(25). 따라서 아로니아 추출물은 다른 베리류 식물의 페놀화합물 함량보다 적게는 약 1.8배 많게는 약 3.5배 더 높은 함량을 갖고 있는 것으로 보인다.

DPPH 라디칼 포착 효능 측정 결과

DPPH법은 안정한 자유라디칼인 DPPH가 수소공여체(H-donor)와 반응하는 능력을 원리로 측정하는 것이다. DPPH는 가시광선영역(520nm)에서 매우 강한 빛의 흡수를 보여주기 때문에 UV-Vis 흡광계로 쉽게 측정할 수 있었다(26). DPPH는 비교적 안정한 자유라디칼로써, 항산화 물질에 의해 환원되어 탈색되므로 항산화 물질의 항산화능을 측정할 때 DPPH 라디칼 포착능 측정법이 많이 이용된다(27). DPPH 라디칼 포착 효능 측정결과를 Fig. 1에 나타내었다. 아로니아 추출물의 SC₅₀값은 6.15±0.343 ppm이며, 양성대조군으로 사용된 녹차 카테킨 EGCG와 항산화제인 비타민 C의 SC₅₀값은 각각 3.66±0.074 ppm, 9.75±1.23 ppm으로 나타났다. 따라서 아로니아 추출물은 EGCG보다는 약 1.6배 낮은 DPPH 라디칼 포착효능을 나타냈지만, 비타민 C보다는 약 1.5배 우수한 DPPH 라디칼 포착효능을 나타냈다.

Superoxide 음이온 라디칼 포착 효능 측정 결과

Superoxide 음이온 라디칼 포착효능 측정은 xanthine과 xanthine oxidase를 반응시킨 다음 nitroblue tetrazolium (NBT)으로 발색하여 측정하였다. 이 실험의 원리는 xanthine에 xanthine oxidase가 작용하면 ·O₂⁻가 생성되고 생성된 ·O₂⁻는 공존하는 NBT를 환원시켜 발색반응을 나타내지만 생성된 ·O₂⁻의 제거능을 가진 물질로 인하여 그 발색은 저해된다(18). Fig. 2에서 정리한 바와 같이 아로니아 추출물의 superoxide 음이온 라디칼 포착능을 측정한 결과 SC₅₀값은 6.99±1.26 ppm이며, 양성대조군으로 사용한 녹차 카테킨 EGCG와 비타민C의 SC₅₀값은 각각 3.01±0.1 ppm, 8.84

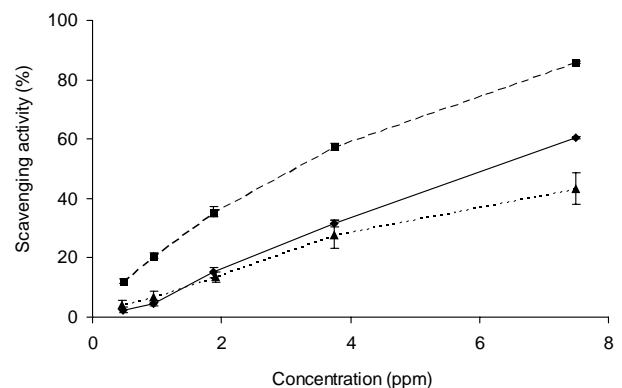


Fig. 1. Scavenging activity of aronia extract against DPPH radical.

◆: aronia, ■: EGCG, ▲: vitamin C. EGCG means epigallocatechin gallate. All values are mean±SD (n=3).

Table 1. Contents of total phenolics and flavonoid in aronia extract (mg/g)

	Total phenolics ¹⁾	Total flavonoid ²⁾
<i>Aronia melanocarpa</i>	745.4±3.7	74.63±2.2

¹⁾A standard compound was epigallocatechin gallate (EGCG) for total phenolics assay.

²⁾A standard compound was quercetin for total flavonoid assay.

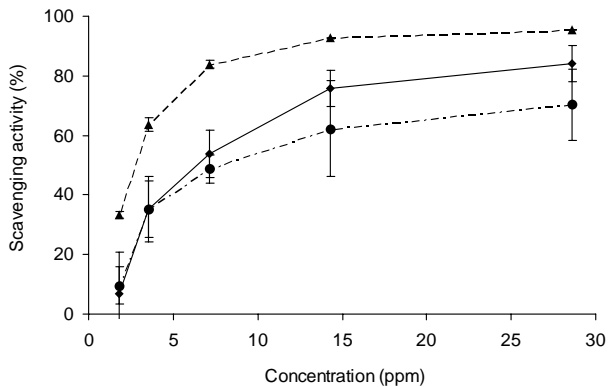


Fig. 2. Scavenging activity of aronia extract against superoxide anion radical.
 ◆: aronia, ▲: EGCG, ●: vitamin C. EGCG means epigallocatechin gallate. All values are mean \pm SD (n=3).

± 1.4 ppm으로 나타났다. 따라서 아로니아 추출물은 EGCG보다 약 2.2배 낮은 superoxide 음이온 라디칼 포착효능을 나타냈지만, 비타민 C보다는 약 1.22배 우수한 superoxide 음이온 라디칼 포착효능을 나타냈다.

5-LO 억제 효능 측정 결과

5-LO는 arachidonic acid를 기질로 하여 류코트리엔류를 생성하는데, 류코트리엔이 과도하게 생성될 경우 아토피, 알레르기성 비염, 천식과 같은 다양한 염증 및 알레르기 질환의 원인이 된다(28). 아로니아에 대하여 5-LO억제효능을 측정된 결과 Table 2와 같이 아로니아 추출물의 IC₅₀값은 42.07 ± 0.15 ppm이며, 양성대조군으로 사용한 EGCG의 경우 15.83 ± 0.98 ppm으로 나타났다.

아로니아의 5-LO억제 효능이 단일물질인 EGCG의 효능에 비교하면 약 2.6배 낮지만 이전의 연구결과에서 항염증 효과가 있다고 알려진 자근, 대추와 같은 천연물의 IC₅₀값이 각각 195.11 ppm, 206.89 ppm이라고 보고되었던(11) 것과 비교했을 때 아로니아가 5-LO를 상당히 효과적으로 저해한다고 할 수 있다. 이 후에 아로니아의 유효성분을 농축시키는 과정이 추가되면 EGCG만큼 효과적인 항 알레르기 효능을 기대할 수 있을 것으로 생각된다.

COX 억제효능 측정 결과

COX는 두 가지 종류로 구분되어 있다. 프로스타글란딘류는 constitutive cyclooxygenase(COX-1)와 inducible cyclooxygenase(COX-2)에 의해 arachidonic acid로부터 생성된다. COX-1은 일정하게 발현되어 위장, 신장, 혈소판 및

혈관 등의 조직에서 생리적인 항상성을 유지하는 등 정상적 생체기능을 유지하도록 하지만, COX-2는 염증 자극원에 의해 염증성 세포에서 유도되며, 염증 및 알레르기 반응을 매개하는 프로스타글란딘류를 형성한다(13). 프로스타글란딘류는 기도내의 염증세포를 활성화시키고 기도 점막에서 점액 분비를 활성화시켜 점막부종을 유발하며 또한 기도 수축을 유발한다(29). 따라서 COX-1보다는 COX-2를 선택적으로 저해하는 것이 염증 억제를 위해 중요하다.

아로니아에 대하여 COX억제 효능을 측정된 결과, Table 2와 같이 아로니아에 대한 COX-2의 IC₅₀값은 24.3 ± 3.5 ppm이며, 양성대조군인 EGCG(8.55 ± 2.9 ppm)보다 약 2.8배 낮은 활성을 갖고 있다. 아로니아에 대한 COX-1의 IC₅₀값은 24 ± 4.29 ppm을 나타내어 양성대조군인 EGCG(7.6 ± 4.38 ppm)보다 약 3배 낮은 활성을 갖고 있다. COX-2에 대한 선택적 저해능을 COX-1의 IC₅₀값과 COX-2의 IC₅₀값의 비로 나타내었을 때 COX-2의 선택적 저해능은 아로니아와 EGCG 모두 비슷한 수준으로 나타났다. COX-2를 저해하는 것이 염증억제작용과 관련을 가지며 체내 생리적인 항상성을 유지하는 COX-1을 저해하게 되면 위장관 출혈이나 신장 독성과 같은 부작용을 갖게 될 수 있다. 따라서 아로니아는 COX-2 저해능이 EGCG보다 약 3배 낮지만 COX-1을 불필요하게 억제하여 생기는 부작용발생 확률 역시 낮기 때문에 EGCG와 비슷하게 염증 및 알레르기 반응을 억제할 수 있을 것이라 생각된다.

요 약

본 연구에서는 아로니아 추출물의 항산화제와 항알레르기 치료제로서의 유효성을 알아보기 위해 페놀성 화합물 및 플라보노이드 함량과 DPPH 라디칼 포착효능, superoxide 음이온 라디칼 포착효능, 5-LO억제 효능 및 COX억제효능을 측정하였다. 측정결과 아로니아는 유효성분으로 예상되는 페놀성 화합물과 플라보노이드가 각각 745.4 ± 3.7 mg/g, 74.63 ± 2.2 mg/g으로 상당량 함유되어 있으며, 상당히 낮은 농도(6.15 ± 0.343 ppm, 6.99 ± 1.26 ppm)에서 DPPH 라디칼과 superoxide 음이온 라디칼을 50% 소거하는 것으로 나타났다. 아로니아의 항알레르기 효능에 관하여 5-LO의 IC₅₀값이 47.07 ± 0.15 ppm으로, EGCG의 IC₅₀(15.83 ± 0.98 ppm)보다는 높았지만 아로니아가 EGCG와 같은 단일물질이 아니라 천연혼합물임을 감안하여 다른 천연물들의 IC₅₀값과 비교하였을 때 5-LO를 비교적 낮은 농도에서 억제하고 있다

Table 2. Inhibitory effect of aronia extract against 5-lipoxygenase and cyclooxygenase type 1, 2

	IC ₅₀ ¹⁾ (ppm)			Ratio of COX-2 IC ₅₀ /COX-1 IC ₅₀
	5-LO	COX-1	COX-2	
<i>Aronia melanocarpa</i>	$47.07 \pm 0.15^*$	$24 \pm 4.29^*$	$24.3 \pm 3.5^*$	1.01*
EGCG ²⁾	15.83 ± 0.98	7.6 ± 4.38	8.55 ± 2.9	1.125

¹⁾IC₅₀: 50% inhibitory concentration. ²⁾EGCG: epigallocatechin gallate. *p<0.05: significantly different from the EGCG value.

고 볼 수 있다. 또한, COX-1과 COX-2의 저해 비율 비교를 통해 양성대조군으로 사용한 EGCG만큼 COX-2를 선택적으로 저해하고 있음을 확인하였다. 이상의 결과에 따르면 아로니아 추출물은 항산화 및 항알레르기 효능을 갖고 있으며, 따라서 알레르기성 비염이나 아토피와 같은 알레르기 관련 질병 치료에 유효하게 사용될 것이라 생각된다.

문 헌

1. Tsuneo T, Akira T. 2001. Chemical components and characteristics of black chokeberry. *Nippon Shokuhin Kagaku Kogaku Kaishi* 48: 606-610.
2. Sueiro L, Yousef GG, Seigler D, De Mejia EG, Grace MH, Lila MA. 2006. Chemopreventive potential of flavonoid extracts from plantation-bred and wild *Aronia melanocarpa* (black chokeberry) fruits. *J Food Science* 71: C480-C488.
3. Niedworok J, Jankowska B, Kowalczyk E, Charyk K, Kubat Z. 1997. Antiulcer activity of anthocyanin from *Aronia melanocarpa* Elliot. *Herba Polonica* 43: 222-227.
4. Ohgami K, Ilieva I, Shiratori K, Koyoma Y, Jin X, Yoshida K, Kase S, Kitaichi N, Suzuki Y, Tanaka T, Ohno S. 2005. Anti-inflammatory effect of aronia extract on rat endotoxin-induced uveitis. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 46: 275-281.
5. Jankowski A, Niedworok J, Jankowska B. 1999. The influence of aronia melanocarpa elliot on experimental diabetes in the rats. *Herba Polonica* 45: 345-353.
6. Gasiorowski K, Brokos B, Tabaka H. 2000. Evaluation of the immunomodulatory activity of four compounds exerting antimutagenic effects on human lymphocytes in vitro. *Cell Mol Biol Lett* 5: 469-481.
7. Cha HS, Youn AR, Park PJ, Choi HR, Kim BS. 2007. Comparison of physiological activities of *Rubus coreanus* Miquel during maturation. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 36: 683-688.
8. Jeppsson N, Johansson R. 2000. Changes in fruit quality in black chokeberry (*Aronia melanocarpa*) during maturation. *J Hort Sci Biotechnol* 73: 340-345.
9. Naruszewicz M, Daniewski M, Laniewska I, Piko-Pietkiewicz W, Millol B, Zapolska-Downar D. 2003. Effect of anthocyanins from chokeberry (*Aronia melanocarpa*) on blood pressure, inflammatory mediators and cell adhesion molecules in patients with a history of myocardial infarction (MI). XIIIth International Symposium on Atherosclerosis.
10. Park MH, Choi C, Son GM, An BJ, Bae MJ. 2000. Effect of polyphenol compounds from persimmon leaves (*Diospyros kaki* folium) on anti-allergy. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 29: 116-119.
11. Kim KM. 1996. Screening of anti-allergic agents using lipooxygenase assay and degranulation marker. *J Drug Research (C.N.U)* 5: 45-48.
12. Kim KB, Lee EG, Chai OH, Song CH, Jeong JM. 2007. Inhibitory effect of phyto-extract mixture (PEM381) on type 1 allergic reaction. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 36: 155-162.
13. Jew SS, Bae ON, Chung JH. 2003. Anti-inflammatory effects of asiaticoside on inducible nitric oxide synthase and cyclooxygenase-2 in RAW 264.7 cell line. *J Toxicol Pub Health* 19: 33-37.
14. Gutfinger T. 1981. Polyphenol in olive oils. *JAOCS* 58: 966-972.
15. Kim EJ, Lee HJ, Kim HJ, Nam HS, Lee MK, Kim HY, Lee JH, Kang YS, Lee JO, Kim HY. 2005. Comparison of colorimetric methods for the determination of flavonoid in propolis extract product. *Korean J Food Sci Technol* 37: 918-921.
16. Yasushi S, Tsukase N, Keiko S, Hiroe Y, Hisashi Y. 1999. Stopped-flow and spectrophotometric study on radical scavenging by tea catechins and model compound. *Chem Pharm Bull* 47: 1369-1374.
17. Block E, Iyer R, Grisoni S, Saha C, Belman S, lossing P. 1988. Lipooxygenase inhibitors from the essential oil of galic. Markovnikov addition of the allyldithio radical to olefins. *J Am Chem Soc* 110: 7813.
18. Reddy CM, Bhat VB, Kiranmai G, Reddy MN, Reddanna P, Madyastha KM. 2000. Selective inhibition of cyclooxygenase-2 by C-phycoyanin, a biliprotein from *Spirulina platensis*. *Biochem Biophys Res Commun* 277: 599-603.
19. Lee KD, Kim JS, Bae JO, Yoon HS. 1992. Antioxidative effectiveness of water extract and ether in wormwood (*Artemisia montana* pampun). *J Korean Soc Food Nutr* 21: 17-22.
20. Jeong HJ, Park SB, Kim S, Kim HK. 2007. Total polyphenol content and antioxidative activity of wild grape (*Vitis coignetiae*) extracts depending on ethanol concentrations. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 36: 1491-1496.
21. Kawaguchi K, Mizuno T, Aida K, Uchino K. 1997. Hesperidin as an inhibitor of lipases from porcine pancreas and pseudomonas. *Biosci Biotechnol Biochem* 61: 102-104.
22. Cha JY, Kim SY, Jeong SJ, Cho SY. 1999. Effects of hesperetin and naringenin on lipid concentration in orotic acid treated mice. *Korean J Life Science* 9: 389-394.
23. Nishikawa H, Kitani S. 2008. Tea catechins have dual effect on mast cell degranulation induced by compound 48/80. *Int Immunopharmacol* 8: 1207-1215.
24. Yamamoto MM, Inagaki N, Kitaura J, Chikumoto T, Kawahara H, Kawakami Y, Sano M, Miyase T, Tachibana H, Nagai H, Kawakami T. 2004. O-Methylated catechins from tea leaves inhibit multiple protein kinases in mast cells. *J Immunol* 172: 4486-4492.
25. Hakkinen S, Heinonen M, Karenlampi S, Mykkanen H, Ruuskanen J, Torronen R. 1999. Screening of selected flavonoids and phenolic acids in 19 berries. *Food Res Int* 32: 345-353.
26. Park YK, Lee WY, Ahn JK. 2006. Current review on the study of antioxidants development from forest resources. *Trends in Agriculture & Life Sciences* 4: 1-13.
27. Ramarathnam N, Osawa T, Ochi H, Kawakishi S. 1995. The contribution of plant food antioxidants to human health trends. *Food Sci Technol* 6: 75-82.
28. Lee HJ, Ryu JH. 2000. Screening of leukotriene B4 receptor antagonist activity from the herbal drugs. *Kor J Pharmacogn* 31: 273-279.
29. Lee SY, Lee SH, Jung KH, Kim BG, Jung HC, Kim KK, Kwon YH, Kim JH, Lee JH. 2000. The effects of cyclooxygenase-2 (COX-2) inhibitor on COX-2 and prostaglandin E2 expression in ovalbumin induced early phase bronchoconstriction of rats. *Tuberculosis and Respiratory Diseases* 48: 191-202.

(2008년 7월 18일 접수; 2008년 8월 20일 채택)