

가지의 품종별, 부위별 추출물의 항산화 효과

백경연¹ · 이상일² · 김정숙² · 이도영³ · 오승희⁴ · 김순동^{1*}

¹대구가톨릭대학교 식품의식산업학부, ²계명문화대학 식품영양조리학부, ³경상북도 환경보건연구원, ⁴포항1대학 영양조리산업계열

Antioxidative Effects of Extracts of Various Cultivars and Different Plant Parts of Eggplant

Kyung-Yean Beik¹, Sang-Il Lee², Jeong-Sook Kim², Doo-Young Lee³, Seung-Hee Oh⁴ and Soon-Dong Kim^{1*}

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

²Department of Food, Nutrition and Cookery, Keimyung College, Daegu 704-703, Korea

³GyeongSangBukdo Government Public Institute of Health & Environment, Yeongcheon 770-701, Korea

⁴Department of Nutrition and Cookery, Pohang College, Pohang 791-711, Korea

Abstract

The antioxidative activities of two varieties of egg plant (*Chunyang No 2: Dangaji, Jinju Janggaji: Janggaji*) extracts were investigated. The total polyphenol contents of *Dangaji* peel hot water extract and the *Janggaji* flesh and fruit hot water extracts were higher than those of the other samples. However, the DPPH radical scavenging activities (electron donating activity) of *Dangaji* flesh-ethanol, peel-cold water, and fruit- ethanol extracts, as well as the *Janggaji* peel cold water extract, were higher than those of the other samples. Furthermore, the *in vitro* inhibitory effects of the *Dangaji* peel cold water and hot water extracts on rat hepatic xanthine oxidase were highest among the samples, and were exhibited in a dose dependant manners. Although there were marked changes in the xanthine oxidase Km values for xanthine as a substrate, the Vmax value changes by the addition of the *Dangaji* water extracts were minor compared with the control. This result suggests that *Dangaji* water extracts may regulate the activity of xanthine oxidase-via the inhibition of binding affinity between the enzyme and substrate. The present study provides experimental evidence that constituents of egg plant extracts may ameliorate reactive oxygen species(ROS)-induced oxidative stress via hepatic xanthine oxidase activity, but further studies to identify the active antioxidants and compounds and inhibitors of xanthine oxidase are required.

Key words : Antioxidant, egg plant extract, xanthine oxidase.

서 론

전통적으로 우리나라 식생활에서 채소는 중요한 위치를 차지해왔다. 그러나 경제적 발전과 함께 식생활이 서구화되면서 육식 위주의 식사를 선호하게 됨으로써 최근 비만, 당뇨와 같은 생활습관병의 급속한 증가로 건강에 대한 관심이 높아지면서 건강 유지를 위한 채소의 중요성이 재인식되고 있다.

가지(*Solarum melongena* L.)는 가지과에 속하는 식물로 인도 동부에 자생하고 있는 *Solarum insarum* L.이 그 원종으로 추정되고 있으며(Yook CS 1990), 우리나라에서는 신라시대에 이미 가지의 재배와 성상에 관한 기록이 있는 것으로 보아 매우 오래 전부터 우리 식단의 주요한 채소로 취급되어 온 것으로 생각된다.

가지는 무기질과 비타민을 많이 함유하고 있으나, provita-

min A와 vitamin E의 함량은 낮지만, 항산화능을 가진 페놀 화합물과 ascorbic acid의 함량(Vinson *et al* 1998)이 매우 높을 뿐만 아니라 식이섬유소가 풍부하여 장 운동 촉진과 변비를 예방하는 작용이 있고, 치통, 각기, 혈변, 하리, 화농에 효과가 있는 것으로 알려져 있다(Yoo TJ 1976). 또, 가지는 항균, 항종양, 항돌연변이 및 항암 작용을 가지는 것으로 보고되고 있다(Blankemeyer *et al* 1998a, Kuo *et al* 2000, Yoshikawa *et al* 1996, Samaru Y 1998, Shinihara K 1992, Ohgaki *et al* 1991). 현재 국내에서 가지의 소비 형태는 부식용으로만 이루어지고 있기 때문에 가지에 대한 관심이 다른 채소류에 비해 부족한 실정이지만, 일본에서는 가지를 절임식품으로 이용하고 있으며, 근년 다량의 국내산 가지가 일본으로 수출되고 있어 농가 소득 증대를 위한 대체 작목으로서의 가능성을 평가할 수 있다. 가지에 관련된 국내·외 연구는 대부분 수확량을 증가시키기 위한 재배 방법과 포장에 관련된 것에 국한되어 있으며(Nederhoff EM 1992, Naomi *et al* 1993),

* Corresponding author : Soon-Dong Kim, Tel : +82-53-850-3216, Fax : +82-53-850-3216, E-mail : kimsd@cu.ac.kr

그 외 가지의 주요 alkaloid 성분인 solasonine과 solamargine의 간암세포에 대한 항암 작용((Blankemeyer *et al* 1998b)과 가지껍질의 anthocyanin과 nasunin의 항산화 작용((Kaneyuki *et al* 1999a, Noda *et al* 2000a) 및 조리 방법에 대한 가지의 glycoalkaloid와 ascorbic acid 함량 변화(Park *et al* 2006) 등이 있을 뿐이다.

이에 본 연구에서는 가지 두 품종을 대상으로 각 부위별 추출물의 항산화 작용을 측정, 비교함으로써 다양한 가공활용의 기초 자료를 제시하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 재료

본 실험에 사용한 가지(*Solanum melongena* L.)는 천양 2호(Dangaji)와 진주장가지(Janggaji)를 2007년 8월 전남 백양사 농협과 강원도 내촌농협을 통하여 구매하였으며, 수세한 후 표면의 물기를 제거하고 껍질과 육질로 분리하여 사용하였다.

2. 추출물의 제조

단가지 및 장가지의 추출물 제조는 Fig. 1과 같다. 각 추출물(냉각수, 70℃의 열수 및 70% ethanol 용액)은 환류 냉각관을 부착시킨 둥근 플라스크에 시료 당 10배에 해당하는 냉각수, 70℃의 열수 및 70% ethanol 용액을 넣고 water bath상에서 4시간 이상 3회 반복 추출하였다. 모아진 추출액은 filter paper(Whatman No. 2)로 여과한 다음, rotatory vacuum evaporator(N-1000, Eyela, Japan)로 감압 농축한 후에 동결 건조기(SFDSM12, Samwon, Korea)에 넣어 건조하여 시료로 사용하였다.

3. 수분 정량

단가지 및 장가지를 껍질 부분과 육질 부분으로 나누어 적외선 수분 측정기(Sartorius MA35, Germany)로 수분 함량을 측정하였다.

4. 총 폴리페놀 함량

총 폴리페놀 함량의 측정은 Dewanto *et al*(2002)의 방법을 이용하여 일정 농도로 조정된 추출액 100 μL에 2% sodium carbonate 2 mL와 50% Folin-Ciocalteu reagent 100 μL를 가한 후 720 nm에서 흡광도를 측정하였다. 총 폴리페놀 함량은 gallic acid를 표준 물질로 한 표준검량선에 의하여 산출하였다.

5. 환원력 측정

환원력 측정은 Saeedeh & Asna(2007)의 방법에 따라 일정

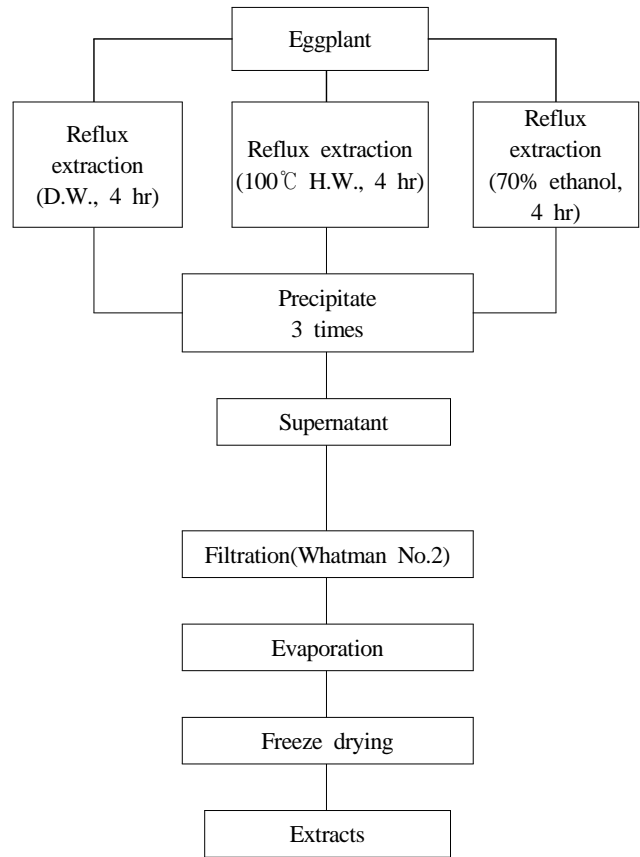


Fig. 1. Preparation procedures of eggplant extracts.

농도로 조정된 추출액 1 mL에 0.2 M phosphate buffer(pH 6.6) 2.5 mL와 1% potassium ferricyanide 용액 2.5 mL를 가한 후 50℃에서 30분간 반응시킨 다음, 10% trichloroacetic acid 용액 2.5 mL 가한 다음 1,650×g에서 10분간 원심분리하였다. 원심분리한 상정액 2.5 mL에 증류수 2.5 mL와 0.1% FeCl₃ 용액 0.5 mL를 가한 후 700 nm에서 흡광도를 측정하였다.

6. 전자공여활성

각 추출액의 전자공여능(electron donating ability, EDA)은 Blois(1958)의 방법에 따라 각 추출액의 농도를 일정하게 희석한 용액 0.2 mL에 0.4 mM DPPH(1,1 diphenyl-2-picryl-hydrazyl)용액 0.8 mL를 가하여 10초간 진탕한 후 상온에서 10분간 방치한 다음 525 nm에서 흡광도를 측정하였다. EDA 활성도는 다음 계산식 Electron donating ability(%)= {1-(시료 흡광도/대조구 흡광도)} ×100에 의하여 산출하였다.

7. 간조직 Xanthine Ooxidase의 부분 정제 및 활성 측정

Sprague-Dawley(SD)계 숫 흰쥐를 단두 도살하여 적절한 간 조직 일정량에 4배량의 0.25M sucrose 용액을 가해 마쇄 균

질액을 만든 다음 Rowe & Wyngaarden(1966)의 방법에 따라 열변성, ammonium sulfate fractionation 및 투석하여 xanthine oxidase 효소원으로 이용하였다. Xanthine oxidase(XO)의 활성은 Stirpe & Della Corte(1969)의 방법에 준하여, 0.1M phosphate buffer(pH 7.4) 일정량에 기질인 xanthine과 부분정제 효소원을 가해 37°C에서 반응시키는 동안 생성된 uric acid를 292 nm에서 측정하였다.

8. 통계 처리

실험 결과는 평균치와 표준편차로 나타내었으며, SPSS software version 13.0 package program의 Duncan's multiple range test를 이용하여 유의성을 검증하였다.

결과 및 고찰

1. 수분 함량

Table 1은 각 품종별 다른 부위의 수분 함량을 측정한 결과이다. 천양이호(단가지) 품종의 수분 함량은 각각 94.78%와 94.16%로 진주장가지 품종의 수분 함량에 비해 약간 높았다. 그리고 각 품종의 부위별에서는 두 품종 모두 육질 부위가 수분 함량이 많은 것으로 나타났다. 이와 같은 결과는 채소류의 일반적인 특징으로서 수분을 다량 함유하고 있으므로 저장성이 떨어지는 원인이기도 하다.

2. 총 폴리페놀 함량

Gallic acid 표준 검량선($R^2 = 0.998$)에 의해 총 폴리페놀의 함량을 측정한 결과는 Table 2와 같다. 가지 종류별 총 폴리페놀 함량은 단가지 육질 부분과 껍질 부분의 경우 증류수, 열수 및 70% 에탄올 추출물에서 각각 157.88 mg%, 152.56 mg%, 153.47 mg%이었으며, 또한 껍질 부분에서는 각각 137.21 mg%, 276.59 mg%, 149.37 mg%로 껍질 열수 추출물에서 그 함량이 높았다. 장가지 육질 부분에서는 각각 145.57 mg%, 184.33 mg%, 140.55 mg%, 그리고 껍질 부분의 경우에는 153.32 mg%, 143.90 mg%, 162.75 mg%로 단가지의 경우와는 달리 육질 열수 추출물에서 높은 함량을 나타내었다.

Table 1. Moisture content and composition of eggplants

Cultivar	Parts	Composition(%)	Moisture(%)
Dangaji	Flesh	78.09	94.78±0.24 ¹⁾
	Peel	21.01	94.16±0.55
Janggaji	Flesh	79.36	92.84±0.25
	Peel	20.64	91.37±1.16

¹⁾ Values are mean±SD of triplicate determinations.

3. 환원력 측정

각 품종의 물, 열수 및 70% 에탄올 추출물의 환원력을 측정하여 항산화 활성도를 비교한 결과를 Fig. 2에 나타내었다. 두 품종 모두 추출물의 첨가 농도를 증가시키기에 따라 환원력이 유의적으로 증가하는 경향을 보였으며, 두 품종 중에서 진주장가지 품종이 전반적으로 환원력이 높은 경향을 보였다. 특히 껍질의 물 추출물은 첨가 농도를 증가시킬수록 유의적으로 환원력이 증가하였다.

4. 전자공여활성

전자공여작용은 활성 라디칼에 전자를 공여하여 지방질의 산화를 억제함으로써 항산화 활성의 척도로 이용되며, 특히 DPPH 라디칼 소거 활성법은 비교적 간단하면서도 대량으로 측정이 가능하여 보편적으로 많이 이용된다(Jung *et al* 2004).

두 품종 가지의 껍질과 육질 추출물의 항산화 효과를 측정 한 결과는 Table 3과 같다. 단가지에서는 육질의 에탄올 추출물이 59.15%, 껍질 부분에서 55.28%의 높은 DPPH radical

Table 2. Total phenol contents of eggplants

Cultivar	Parts	Solvents	Total polyphenol(mg%)
Dangaji	Flesh	Cold water	157.88±7.77 ^{a1)}
		Hot water	152.56±4.57 ^b
		70% Ethanol	153.47±1.47 ^b
	Peel	Cold water	137.21±1.64 ^c
		Hot water	276.59±9.13 ^a
		70% Ethanol	149.37±8.11 ^b
Janggaji	Fruit	Cold water	152.12±2.64 ^b
		Hot water	177.24±0.85 ^a
		70% Ethanol	151.22±2.30 ^c
	Flesh	Cold water	145.57±7.07 ^b
		Hot water	184.33±3.99 ^a
		70% Ethanol	140.55±4.92 ^c
Peel	Cold water	153.32±5.77 ^b	
	Hot water	143.90±1.90 ^c	
	70% Ethanol	162.75±2.54 ^a	
Fruit	Cold water	147.16±1.09 ^b	
	Hot water	175.98±1.47 ^a	
		70% Ethanol	124.49±2.84 ^c

¹⁾ Values are mean±SD of triplicate determinations. Different super-script letters within a same column are significantly different at $p < 0.05$.

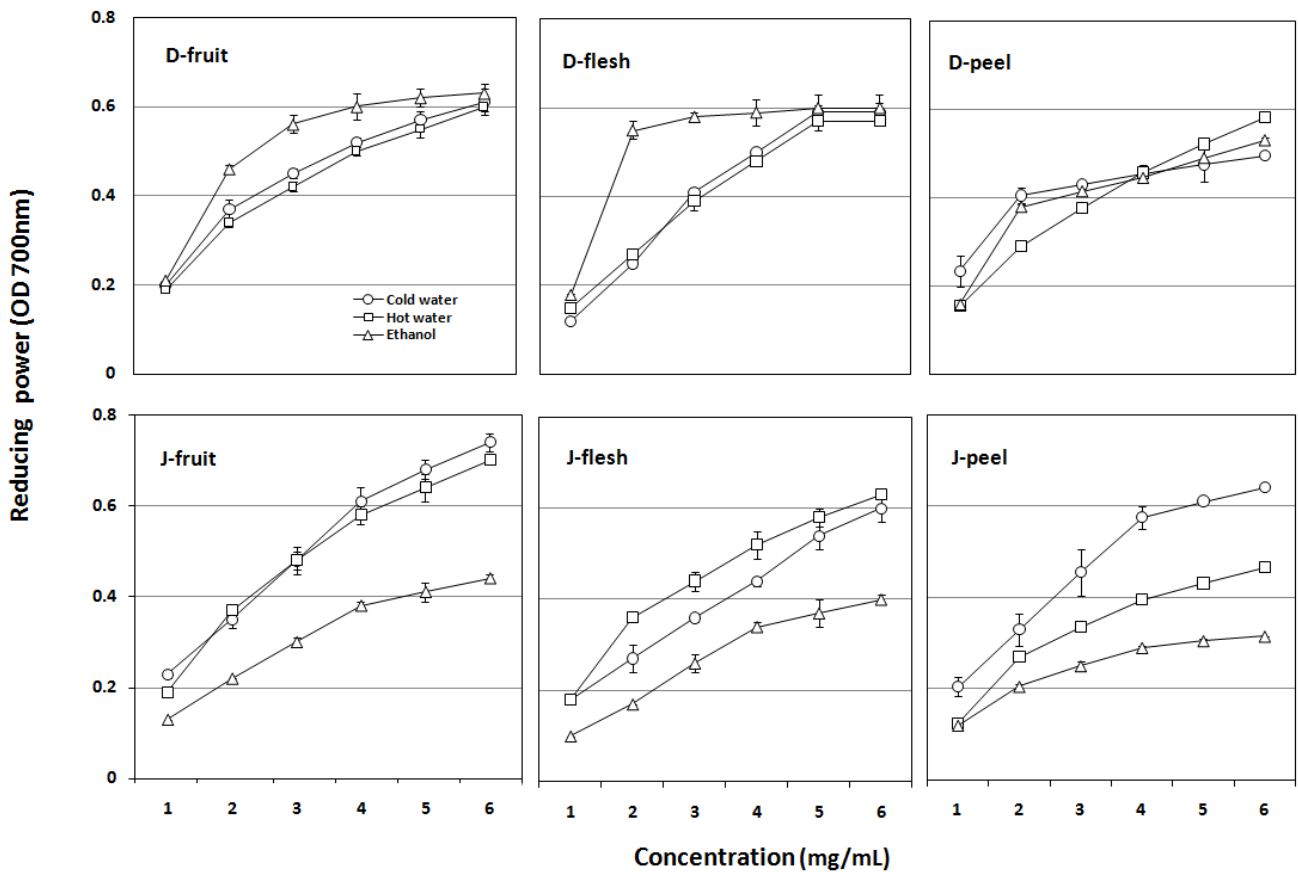


Fig. 2. Reducing power of different concentration of eggplant extracts.
 Values are mean of triplicate determinations.
 Abbreviation : D; *Dangaji* extracts, J; *Janggaji* extracts

소거 활성이 나타났으며, 장가지 육질의 증류수 추출물은 12.83%로 낮게 나타났으나, 껍질 증류수 추출물에서는 66.36%의 높은 활성을 보였다. 이와 같은 결과는 Choi *et al*(2007)의 고추 잎 메탄올 추출물과 물 추출물의 radical 소거 활성과 비슷한 경향을 나타내었다.

5. Xanthine Oxidase 활성

가지 품종별 각 추출물이 superoxide, hydroxyl radical 및 hydrogen peroxide 등과 같은 reactive oxygen species(ROS)의 생성계 효소의 일종인 XO의 활성에 어떠한 영향을 미치는지 관찰한 결과는 Fig. 3, 4 및 5와 같다.

가지 품종별 및 추출물 각각 50 µg/mL 첨가하여 반응시켰을 때, 장가지 육질 열수 추출물에서만 약 17% 정도의 XO 활성 억제 현상이 나타났으며, 단가지 껍질 냉각수 및 열수 추출물에서는 약 38% 정도의 현저한 XO 활성 저해 현상이 나타났다(Fig. 2). 가지의 껍질에는 anthocyanin 색소가 다량 함유(Kaneyuki *et al* 1999b, Noda *et al* 2000b)되어 있으며, 이미 여러 연구자들에 의해 anthocyanin 색소의 항산화 활성

에 대한 보고(Wang & Jiao 2000, Ichianagi *et al* 2004, Parry *et al* 2006, Rahman *et al* 2006)가 있다. 이러한 보고들을 종합해 볼 때, 가지 전체 추출물보다 가지의 껍질 추출물에서 XO의 활성 억제 현상이 강하게 나타난 것은 anthocyanin 색소에 기인된 것으로 생각된다. 그리고 뚜렷한 XO 활성 저해 현상을 나타낸 단가지 껍질 냉각수 및 열수 추출물의 첨가 농도를 증가시켜가면서 XO의 활성 변동을 관찰한 결과, 효소의 활성은 첨가 농도에 반비례하여 억제되었으며, 특히 껍질 냉각수 추출물의 경우에는 그 억제의 정도가 껍질 열수 추출물에서 보다 더 강하게 나타나 25 µg/mL 첨가 농도에서는 약 78% 정도의 억제 현상을 나타내었다(Fig. 3). 이러한 결과로 보아 가지의 품종별 및 추출 방법에 따라 추출물에 의한 XO의 활성 억제의 정도가 차이가 있으며 또한, 동일한 종류의 가지 열수 및 냉각수 추출물의 XO 활성 억제 현상이 냉각수 추출물에서 현저하게 나타나는 것으로 보아 단가지에 함유된 XO 활성 억제 물질은 열에 대한 안정성이 낮은 것으로 생각되며, 환원력의 결과와는 일치하지 않으나 EDA의 결과와 유사한 것으로 확인되었다. 그러나 열수 추출물에

Table 3. Electron donating ability of eggplant extracts

Cultivar	Parts	Solvents	Electron donating ability(%/mg)
Dangaji	Flesh	Cold water	1.52±0.03 ^{b1)}
		Hot water	9.34±0.51 ^c
		70% Ethanol	59.15±0.92 ^a
	Peel	Cold water	55.28±5.69 ^a
		Hot water	18.84±0.61 ^b
		70% Ethanol	36.35±1.62 ^b
	Fruit	Cold water	12.34±0.25 ^b
		Hot water	10.76±0.22 ^b
		70% Ethanol	54.15±1.05 ^a
Janggaji	Flesh	Cold water	12.83±0.53 ^a
		Hot water	8.84±0.54 ^a
		70% Ethanol	3.11±0.50 ^b
	Peel	Cold water	66.36±1.57 ^a
		Hot water	20.54±1.71 ^b
		70% Ethanol	17.13±1.19 ^b
	Fruit	Cold water	24.25±0.57 ^a
		Hot water	10.61±0.18 ^b
		70% Ethanol	5.53±0.27 ^c

¹⁾ Values are mean±SE of triplicate determinations. Different superscript letters within a same column are significantly different at $p<0.05$.

서도 상당히 강한 정도의 XO 활성 억제 현상이 나타나는 점을 고려해 볼 때 단시간의 가열 처리는 가지 성분의 생리활성 물질에 큰 영향은 주지 않을 것으로 사료된다.

한편, 가지 추출물에 의한 XO의 활성 억제 현상이 어떠한 기전에 의해 나타나는지를 검토하였을 때, 대조구, 열수 추출물 및 냉각수 추출물 첨가구 각각 Vmax치가 3.83, 4.12 및 5.05 nmoles/mg protein/min으로 나타나 냉각수 추출물 첨가구에서 약 32.2% 정도 증가하였으나, Km치는 각각 119.9, 171.8 및 359.7 μ M로 나타나 각각의 추출물 첨가구 모두에서 Vmax보다는 Km치가 현저히 증가되었다. 이러한 실험 결과로 보아 가지 추출물은 XO와 기질간의 affinity에 영향을 줌으로써 효소의 활성을 저하시키는 경쟁적 저해 현상을 나타내는 것으로 생각된다(Fig. 4).

XO는 생체 내에서 superoxide, hydrogen peroxide 및 hydroxyl radical과 같은 ROS를 생성(McCord JM 1985, Hirata et al 1996, Pitt et al 1991)함으로써, 고혈압, 동맥경화와 당

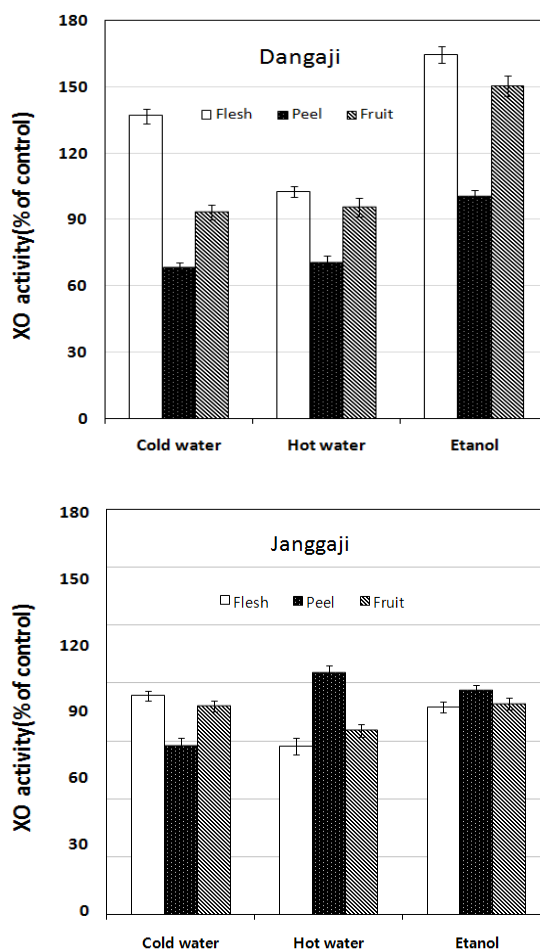


Fig. 3. Effects of eggplant extracts(50 μ g/mL) on the activity of partial purified rat hepatic cytosolic xanthine oxidase *in vitro*.

뇨 등과 같은 생활습관병과 발암과 노화의 촉진 및 염증과 조직의 손상에 관여하는 것으로 잘 알려져 있으며, allopurinol 및 tungstate와 같은 XO 억제제의 투여는 이러한 질병의 예방 및 치료 효과(Butler et al 2000, Stull et al 2004, Suzuki et al 1998, Schroder et al 2006)가 나타나는 것으로 보고되고 있다. 본 실험에서 천양 2호 가지의 냉각수 및 열수 추출물에 의해 XO의 활성이 저해되는 것으로 보아 가지 추출물은 XO 유래의 ROS에 의해 나타날 수 있는 각종 질병의 예방 효과를 나타낼 수 있을 것으로 생각되며, 이러한 가지 추출물의 XO 활성 저해 현상은 Km치의 변화에 기인되어 XO와 기질간의 친화력을 저하시킴으로서 나타날 것으로 사료된다.

이상의 모든 실험 결과와 문헌상의 지견들을 종합해 볼 때, 각종 가지 추출물들은 그 자체로서 항산화력을 가질 뿐만 아니라 ROS 생성계 효소의 일종인 XO의 활성을 억제시킴으로써 항산화 작용을 효과적으로 나타낼 수 있을 것으로 생각되어지나, 추후 ROS 제거계 효소의 활성에 미치는 영향

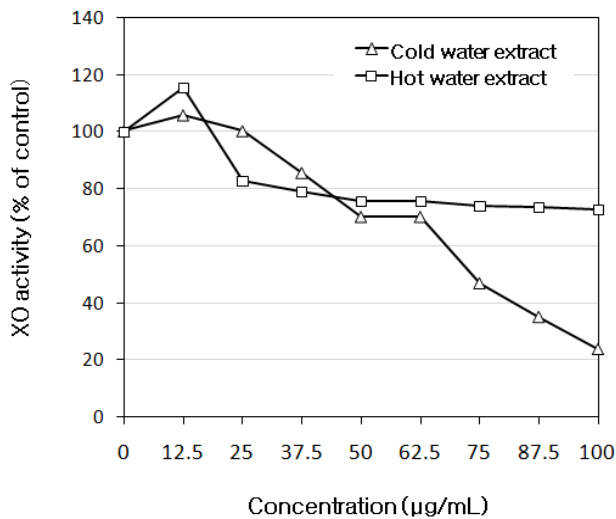


Fig. 4. Effects of *Dangaji* extracts(cold, hot water extract) on the activity of partial purified rat hepatic cytosolic xanthine oxidase *in vitro*.

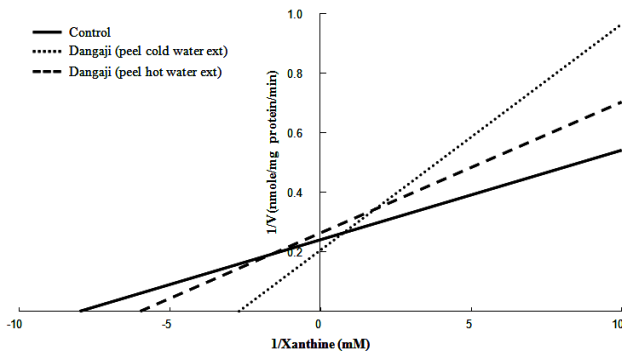


Fig. 5. Double reciprocal plot of xanthine oxidase for xanthine *in vitro*. Continuous line; Control, bold dotted line; *Dangaji* peel cold water extract (50 µg/mL), light dotted line; *Dangaji* peel hot water extract (50 µg/mL).

을 검토함으로써 고지혈증과 동맥경화 및 당뇨 등과 같은 생활 습관병의 예방에 대한 가지의 기능성을 확립할 수 있을 것으로 생각된다.

요약 및 결론

우리나라에 주로 유통되고 있는 가지 2품종(천양 2호: 단가지, 진주장가지: 장가지)의 부위별 항산화능을 비교하였다. 수분 함량은 육질부가 껍질에서보다 높게 나타났으며, 품종간의 차이는 없었다. 품종별 및 각 부위별에 따른 추출물의 총 폴리페놀 함량은 단가지 껍질 열수 추출물에서 가장 높았으며, 장가지에서는 육질 열수 추출물과 육질 열수 추출물에서 높았다. 환원력은 단가지 껍질 열수 추출물과 장가지 껍

질 냉각수 추출물에서 특히 높았다. 전자공여능(EDA)은 단가지 육질 에탄올, 껍질 냉각수 추출물 및 육질 에탄올 추출물과 장가지 껍질 냉각수 추출물이 타 추출물에 비해 현저하게 높았다. 한편, 단가지 껍질 냉각수 추출물 및 열수 추출물에서 다른 추출물들에 비해 흰쥐 간 조직의 xanthine oxidase의 활성을 현저히 억제시켰으며, 첨가 농도를 증가시킬수록 그 억제의 정도가 열수 추출물에서 더 강하게 나타났다. 이러한 단가지 껍질 추출물(냉각수, 열수)에 의한 저해 현상은 흰쥐 간 조직 XO의 V_{max} value보다는 K_m value를 현저히 증가시키는 것으로 보아 효소와 기질간의 친화력에 영향을 미친 결과로 생각된다. 이상의 실험 결과와 문헌상의 지견을 종합해 볼 때, 정도의 차이는 있으나 가지의 각종 추출물에서 총 폴리페놀 함량, 항산화능 및 EDA 등으로 확인할 수 있는 직접적인 항산화 활성뿐만 아니라 ROS 생성계 효소의 일종인 XO의 활성을 억제시키는 성분이 다량 함유되어 있는 것으로 생각된다. 한편, 가지의 항산화 활성은 품종별 및 부위별에 따른 추출 용매의 종류와 추출 방법에 따라 상당한 차이가 있다는 것을 알 수가 있다. 따라서 본 실험의 결과는 가지의 다양한 활용 방법을 위한 기초 자료로 이용할 수 있을 것이다.

문헌

- Blankemeyer JT, McWilliams ML, Rayburn JR, Weissenberg M, Friedman M (1998) Developmental toxicology of solamargine and solasonine glycoalkaloids in frog embryos. *Food Chem Toxicol* 36: 383-389.
- Blois MS (1958) Antioxidant determinations by the use of stable free radical. *Nature* 26: 1199-1200.
- Butler R, Morris AD, Belch JFF, Hill A, Struthers AD (2000) Allopurinol normalizes endothelial dysfunction in type 2 diabetics with mild hypertension. *Hypertension* 35: 746-751.
- Choi JG, Hur JM, Cho HW, Park JC (2007) Phenolic compounds from *Capsicum annuum* leaves showing radical scavenging effect. *Korean J Pharmacogn* 38: 258-262.
- Dewanto V, Xianzhang W, Liu RH (2002) Processed sweet corn has higher anti oxidant activity. *J Agric Food Chem* 50: 4959-4964.
- Hirata Y, Taguchi T, Nakao M, Yamada T, Hirose R, Suita S (1996) The relationship between the adenine nucleotide metabolism and the conversion of the xanthine oxidase enzyme system in ischemia-reperfusion of the rat small intestine. *J Pediatr Surg* 31: 1199-1204.
- Ichiyanagi T, Hatano Y, Matsugo S, Konishi T (2004) Kinetic comparison of anthocyanin reactivity towards AAPH ra-

- dical, hydrogen peroxide and t-buthylhydroperoxide using capillary zone electrophoresis. *Chem Pharm Bull* 52: 434-438.
- Jung SJ, Lee JH, Seong NS, Lee SE, Baek NI (2004) Screening for antioxidant activity of medicinal plant extracts. *J Kor Soc Appl Biol chem* 47: 135-140.
- Kaneyuki T, Noda Y, Traber MG, Mori A, Packer L (1999) Superoxide anion and hydroxyl radical scavenging activities of vegetable extracts measured using electron spin resonance. *Biochem Mole Biol Interna* 47: 979-989.
- Kuo KW, Hsu SH, Li YP, Lin WL, Liu LF, Chang LC, Lin CC, Chun N, Sheu HM (2000) Anticancer activity evaluation of the solanum glycoalkaloid solamargine. *Biochem Pharmacol* 60: 1865-1873.
- McCord JM (1985) Oxygen-derived free radicals in postischemic injury. *N Engl J Med* 312: 159-163.
- Naomi TG, Shapiro B, Shshana G, Ida R, Fallik E (1993) Postharvest treatments to control eggplant deterioration during storage. *J Horticult Sci* 68: 689-693.
- Nederhoff EM (1992) Effects of greenhouse grown eggplant (*Solanum melongena* L.) I. Leaf conductance. *J Horticult Sci* 67: 795-803.
- Noda Y, Kaneyuki T, Igarashi K, Mori A, Packer L (2000) Antioxidant activity of nasunin, an anthocyanin in eggplant peels. *Toxicology* 148: 119-123.
- Ohgaki H, Takayama S, Sugimura T (1991) Carcinogenicities of hetero cyclic amines in cooked food. *Mutation Res* 259: 399-410.
- Park ML, Nobuyuki Kozukue, Han JS, Choi SK, Byun GI, Suh BS, Choi SH (2006) The changes on ascorbic acid and glycoalkaloid contents of eggplant by parts and cooking methods. *Korean J Culi Res* 12: 247-258.
- Parry J, Su L, Moore J, Chen Z, Luther M, Rao JN, Wang JY, Yu LL (2006) Chemical compositions, antioxidant capacities, and antiproliferative activities of selected fruit seed flours. *J Agric Food Chem* 54: 3773 -3778.
- Pitt RM, Mckelvey G, Saenger FS, Shah AK, Jones HP, Mancini EA, Powell RW (1991) A tungstated-supplemented diet delivered by transplacental and breast-feeding routes lowers intestinal xanthine oxidase activity and affords cytoprotection in ischemia-reperfusion injury to the small intestine. *J Pediatr Surg* 26: 930-935.
- Rahman MM, Ichianagi T, Komiyama T, Hatano Y, Konishi T (2006) Superoxide radical and peroxynitrite-scavenging activity of anthocyanins: structure-activity relationship and their synergism. *Free Radic Res* 40: 993-1002.
- Rowe PB, Wyngaarden JB (1966) The mechanism of dietary alterations in rat hepatic xanthine oxidase levels. *J Biol Chem* 241: 5571-5576.
- Saeedeh AD, Asna U (2007) Antioxidant properties of various solvent extracts of mulberry (*Morus indica* L.) leaves. *Food Chem* 102: 1233-1240.
- Samaru Y (1998) Anticarcinogenic effects of green or yellow vegetable. *Japan Food Sci* 3: 76-81.
- Schroder K, Vecchione C, Jung O, Schreiber JG, Shiri-Sverdlov R, van Gorp PJ, Busse R, Brandes RP (2006) Xanthine oxidase inhibitor tungsten prevents the development of atherosclerosis in ApoE knockout mice fed a western-type diet. *Free Radical Biol Med* 41: 1353-1360.
- Shinihara K (1992) Mechanism of cancer prevention of vegetables. *Noukyuen* 67: 210-216.
- Stripe F, Della Corte E (1969) The regulation of rat liver xanthine oxidase. *J Biol Chem* 244: 3855-3861.
- Stull LB, Leppo MK, Szweda L, Gao WD, Marban E (2004) Chronic treatment with allopurinol boosts survival and cardiac contractility in murine postischemic cardiomyopathy. *Cir Res* 95: 1005-1011.
- Suzuki H, DeLano FA, Parks DA, Jamshidi N, Granger DN, Ishii H, Suematsu M, Zweifach BW, Schmid-Schonbein GW (1998) Xanthine oxidase activity associated with arterial blood pressure in spontaneously hypertensive rats. *Proc Natl Acad Sci USA* 95: 4754-4759.
- Vinson JA, Hao Y, Su X, Zubik L (1998) Phenol antioxidant quantity and quality in foods: vegetables. *J Agric Food Chem* 46: 3630-3634.
- Wang SY, Jiao H (2000) Scavenging capacity of berry crops on superoxide radicals, hydrogen peroxide, hydroxyl radicals, and singlet oxygen. *J Agric Food Chem* 48: 5677-5684.
- Yoo TJ (1976) Food Carter. Baekmyungsa, Seoul, p124-126.
- Yook CS (1990) Coloured medicinal plants of Korea. Academic Books, Seoul, p 490.
- Yoshikawa K, Inagaki K, Terashita T, Shishyama J, Kuo S, Shankel DM (1996) Antimutagenic activity of extracts from Japanese eggplant. *Mutati on Res* 371: 65-71.

(2008년 12월 29일 접수, 2009년 4월 10일 채택)