

제주도 자생 단자엽식물의 항산화활성과 α -amylase, ACE 및 APN 저해활성

오순자 · 홍성수¹ · 김연희¹ · 고석찬*

제주대학교 생명과학과 · 기초과학연구소, ¹골든팜

요 약

제주도에 자생하는 단자엽식물 45종 57점을 대상으로 항산화활성, α -amylase 저해활성, ACE 저해활성 및 APN 저해활성을 검색하였다. 항산화활성은 송이고랭이가 32.0%로 비교적 높아서 항산화 음료로 애용되고 있는 차나무 잎보다도 더 높았다. α -Amylase 저해활성은 9종이 40% 이상의 높은 활성으로 보였으며, 그 중에서 청미래덩굴 열매와 전초의 저해활성이 65.0%, 59.8%로 특히 높았다. ACE 저해활성은 전체적으로 낮았으나, 양하에서 비교적 높은 20.2%의 저해활성을 보였다. APN 저해활성은 45종 57점의 시료 중에 유일하게 송이고랭이 종자가 억제활성을 보여 36.5%의 저해활성을 나타내었다. 이상의 결과로부터 송이고랭이는 항산화활성과 APN 저해활성이, 청미래덩굴은 α -amylase 저해활성이, 양하는 ACE 저해활성이 다른 식물에 비해 높아 생리활성 물질의 분리 및 동정 등 식품소재 및 식물생약으로 이용하기 위한 후속 연구가 기대된다.

서 론

최근 세계적으로 천연자원으로부터 다양한 생리기능을 가진 물질을 탐색하는 연구가 활발히 진행되고 있다. 기능성 물질들은 적은 양으로 현저한 활성을 나타내는 고부가가치 물질로서 현재 수 많은 종류가 유용하게 이용되고 있으며, 특히 식물자원에 함유된 화합물에 많은 관심이 집중되고 있고 그에 따른 연구결과도 많이 보고되고 있다(이 등, 2003; 윤 등, 2003). 식물에 존재하는 생리활

성 물질의 대부분은 페놀성 화합물이고 이들 페놀성 화합물들은 플라보노이드가 주를 이루고 단순한 페놀류, 페놀산, 페닐프로파노이드류, 페놀성 퀴논류들을 포함하고 있으며, 이들 물질들은 항산화, 항종양, 항암, 항세균, 항알레르기, 심장질환 및 당뇨병 예방 등의 효과가 있는 것으로 보고되고 있다(Huang 등, 1992). 최근 식물자원에서 항산화(Rim 등, 2000), 항당뇨(Prashanth 등, 2001), 항고혈압(윤 등, 2003), 항암(Goun 등, 2002) 등의 활성을 가지는 기능성 물질의 탐색에 관한

연구가 활발히 진행되고 있으나 대부분의 연구가 주로 식품이나 한약재로 이용되는 식물체에 중점을 두고 진행되고 있다.

제주도의 자생식물은 1,800 여종으로 우리나라 다른 어느 지역에 비해 종이 다양하다. 그리고 제주도에 분포하는 상당수의 식물 종들은 식물지리학적으로 북한계선 또는 남한계선 상에 분포하여 저온 또는 고온 스트레스에 노출되어 있어 다양한 2차대사산물을 다량 함유하고 있을 것으로 보인다. 안(2005)은 35종의 제주 자생식물들 중 담팔수, 말채나무 등이 높은 항산화활성을 가지고 있는 것으로 보고한 바 있으며, 이 등(2001)과 현 등(2007)은 제주 자생식물을 이용하여 항산화 및 화장품 기능성 소재 탐색을 위한 생리활성을 조사하여 보고한 바 있다. 그리고 제주도 자생 양치식물 25종을 대상으로 항산화활성, ACE 저해활성, APN 저해활성, α -amylase 저해활성 등의 생리활성을 검색하여 쇠고기(*Cyrtomium fortunei*) 추출물에서 전반적으로 높은 활성을 갖고 있음을 확인한 바 있다(오 등, 2008).

본 연구는 식물자원으로부터 여러 가지 생리활성을 탐색하고, 새로운 기능성 소재(의약품 및 건강식품)를 함유하는 식물자원을 선별하고자 시도되었다. 이에 제주도에 자생하는 단자엽식물 45종을 대상으로 노화방지와 성인병 예방 등의 기능을 갖는 항산화활성, 비만과 당뇨병의 예방에 관여하는 α -amylase 저해활성, 혈압상승 억제에 관여하는 angiotensin I converting enzyme (ACE) 저해활성, 암세포의 침윤이나 전이를 지연 또는 저해하는 것으로 알려진 aminopeptidase N (APN) 저해활성 등을 조사하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용된 식물들은 제주도에 자생하는 단자엽식물 중 난지성인 것들을 중심으로 45종 57점을 선정하였으며(이, 1996), 「한국식물추출물은행」으로부터 추출물을 분양받아 사용하였다(Table 1). 추출물의 제조과정을 보면, 우선 분쇄된 분말시료 30~40g에 메탄올 200 ml를 첨가하여 고압용매추출장치(Dionex Co., Sunnyvale, CA, USA)를 사용하여 50 °C, 1500psi하에서 20분간 추출하였으며, 추출물을 회전진공증발농축기(Modul spin 40, Biotron Co., Korea)로 감압농축하고 동결건조한 후 4 °C에서 보관하였다. 활성측정시에는 농축된 시료를 최종농도가 0.01 mg/ml가 되도록 메탄올로 조제하여 사용하였다.

분석시약

시험분석을 위한 시약으로 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl(DPPH), L-ascorbic acid, butylated hydroxytoluene(BHT), butylated hydroxyanisole(BHA), rabbit lung acetone powder, N-(3-(2-furyl)acryloyl)-Phe-Gly-Gly(FAPGG), porcine kidney leucine aminopeptidase, L-leucine- ρ -nitroanilide, porcine pancreatin α -amylase, starch는 Sigma사 제품을 사용하였다. 그리고, 전처리 과정에 사용된 메탄올은 Merck사 제품의 특급시약을 사용하였다.

항산화활성

항산화활성은 DPPH radical에 대한 전자공여능(electron donating ability; EDA)을 측

Table 1. List of monocotyledonous plants for screening of biological activities

Family	Plant Name	Used Parts	Collection time
Typhaceae 부들과	<i>Typha angustata</i> 예기부들	flower	2001-08-07
		leaf/stem	2001-07-31
	<i>Typha orientalis</i> 부들	flower	2001-08-07
		leaf/stem	2001-07-31
Potamogetonaceae 가래과	<i>Potamogeton distinctus</i> 가래	whole plant	2002-10-16
Alismataceae 텍사과	<i>Sagittaria trifolia</i> 벼꽃	whole plant	2001-08-30
Hydrocharitaceae 자라풀과	<i>Ottelia alismoides</i> 물질경이	whole plant	2001-08-30
Gramineae 벼과	<i>Eleusine indica</i> 왕바랭이	whole plant	2001-08-07
	<i>Eragrostis ferruginea</i> 그렁	whole plant	2001-08-30
	<i>Lophatherum gracile</i> 조릿대풀	whole plant	2001-10-04
	<i>Opismenus undulatifolius</i> 주름조개풀	whole plant	2001-06-11
	<i>Paspalum thunbergii</i> 참새피	whole plant	2001-08-15
	<i>Pennisetum alopecuroides</i> 수크렁	whole plant	2001-10-04
	<i>Pseudosasa japonica</i> 이데	flower	2002-05-08
		leaf/stem	2001-10-04
	<i>Sasa quelpaertensis</i> 제주조릿대	leaf/stem	2001-11-29
	<i>Setaria chondrachine</i> 조아제비	whole plant	2001-08-15
	<i>Setaria viridis</i> 강아지풀	whole plant	2002-07-18
	<i>Spodiopogon cotulifer</i> 기름새	aerial part	2001-08-30
		root	2001-08-30
	<i>Zizania latifolia</i> 줄	whole plant	2001-09-05
	Cyperaceae 사초과	<i>Cyperus cypergides</i> 방동사니아제비	whole plant
<i>Scirpus triangulatus</i> 송이고랭이		seed	2001-10-10
	leaf	2001-07-31	
Araceae 천남성과	<i>Acorus gramineus</i> 석창포	aerial part	2003-03-13
		underground part	2003-03-13
	<i>Arisaema ringens</i> 큰천남성	fruit	2002-10-11
		whole plant	2001-05-17
<i>Arisaema thunbergii</i> 무늬천남성	whole plant	2002-05-10	
Lemnaceae 개구리밥과	<i>Lemna paucicostata</i> 좁개구리밥	whole plant	2001-08-09
Commelinaceae 닭의장풀과	<i>Pollia japonica</i> 나도생강	whole plant	2002-11-07
Pontederiaceae 물옥잠과	<i>Monochoria vaginalis</i> var. <i>plantaginea</i> 물달개비	whole plant	2002-09-04
Liliaceae 백합과	<i>Asparagus cochinchinensis</i> 천문동	aerial part	2002-05-10
	<i>Hosta capitata</i> 일월비비추	seed	2001-10-10
		whole plant	2001-06-07
	<i>Hosta longipes</i> 비비추	whole plant	2001-04-19
	<i>Hosta minor</i> 좁비비추	whole plant	2001-06-07
	<i>Lilium lancifolium</i> 참나리	aerial part	2002-06-10
	<i>Liriope platyphylla</i> 맥문동	fruit	2001-10-30
		whole plant	2001-07-04
	<i>Ophiopogon jaburan</i> 맥문아제비	whole plant	2002-12-30
	<i>Ophiopogon japonicus</i> 소엽맥문동	whole plant	2003-02-03
<i>Smilax china</i> 청미래덩굴	fruit	2002-03-15	
	whole plant	2002-10-11	
Amaryllidaceae 수선화과	<i>Tricyrtis dilatata</i> 삿갓나리	fruit shell	2001-10-10
	<i>Crinum asiaticum</i> var. <i>japonicum</i> 문주란	aerial part	2002-06-28
	<i>Lycoris aurea</i> 개상사화	aerial part	2002-04-09
		underground part	2002-04-09
<i>Lycoris squamigera</i> 상사화	whole plant	2003-03-25	
Dioscoreaceae 마과	<i>Dioscorea batatas</i> 마	fruit	2000-10-10
		leaf/stem	2000-10-10
	<i>Dioscorea japonica</i> 참마	whole plant	2002-10-17
<i>Dioscorea quinqueloba</i> 단풍마	whole plant	2002-06-28	
Zingiberaceae 생강과	<i>Zingiber mioga</i> 양하	whole plant	2002-06-17
Orchidaceae 난초과	<i>Calanthe striata</i> 금새우난	whole plant	2002-05-07
	<i>Cremastra appendiculata</i> 약난초	whole plant	2001-05-17
<i>Cymbidium goeringii</i> 보춘화	whole plant	2002-04-09	

정하였으며 Blois(1958)의 방법을 변형하여 사용하였다. 즉, microplate에 50% 메탄올 용액 140 μ l, 시료용액 20 μ l, 1.0 mM DPPH 용액 40 μ l를 차례로 넣고 균일하게 혼합한 다음 암상태의 실온에서 30분간 방치한 후, microplate reader로 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 대조시험으로는 일상 생활에서 차로 음용하며 항산화 물질을 다량 함유하고 있는 것으로 확인된 차나무 잎 추출물과 그리고 상용 항산화제인 L-ascorbic acid, BHT, BHA를 0.01 mg/ml로 조제하여 사용하였다. 전자공여능은 시료 첨가구(A)와 무첨가구(B)의 흡광도를 이용하여 아래 수식에 따라 산출하였으며, 반응용액 1 ml 당 시료 건량 0.01 mg의 전자공여능으로 나타내었다.

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

A, 518 nm에서 시료의 흡광도 ; B, 518 nm에서 공시험의 흡광도

α -Amylase 저해활성

α -Amylase 저해활성은 Satoyama 등 (1998)의 방법을 다소 변형하여 측정하였다. 즉, 2% starch 용액(0.1M citric acid; pH 6.0)과 3.2% 한천용액(0.1M citric acid; pH 6.0)을 60 $^{\circ}$ C 항온수조에서 동량 혼합한 후, microplate의 각 well에 100 μ l씩 분주하고 냉각시켜 기질 plate를 만들고, 37 $^{\circ}$ C에서 10분간 인큐베이션시켰다. 이어서 microplate의 각 well에 10 unit/ml α -amylase 25 μ l와 시료 25 μ l을 각각 첨가하고 37 $^{\circ}$ C에서 120분간 반응시킨 후, 655 nm에서 흡광도를 측정하여 다음의 식에 의해 산출하였다.

$$\alpha\text{-Amylase저해활성}(\%) = [1 - (A_i - A_t)/(B_i - B_t)] \times 100$$

A_i, A_t, 반응 전후의 반응용액의 흡광도 ; B_i, B_t, 반응 전후의 공시험의 흡광도

ACE 저해활성

ACE 저해활성은 Bala 등(2002)의 방법을 다소 변형하여 측정하였다. 즉, microplate에 시료 20 μ l와 기질용액[0.5 mM FAPGG, 50 mM Tris-HCl(pH 8.0), 300 mM NaCl] 150 μ l를 가한 후, 37 $^{\circ}$ C에서 5분간 방치하였다. 이어서 0.1 unit/ml ACE 효소용액(rabbit lung acetone powder) 20 μ l를 첨가하여 37 $^{\circ}$ C에서 120분간 반응시킨 후 microplate reader에서 340 nm의 흡광도를 측정하고, 다음의 식에 의해 ACE 저해활성을 나타내었다.

$$\text{ACE 저해활성} (\%) = [1 - (A_i - A_t)/(B_i - B_t)] \times 100$$

A_i, A_t, 반응 전후의 반응용액의 흡광도 ; B_i, B_t, 반응 전후의 공시험의 흡광도

APN 저해활성

APN 저해활성은 Chung 등(1996)의 방법을 다소 변형하여 측정하였다. 즉, 사용직전에 L-leucine-p-nitroanilide stock solution (12.5 mg/ml DMSO) 100 μ l를 0.1M Tris-HCl 완충용액(pH 7.0) 10 ml에 희석하여 160 μ l 씩 microplate well에 넣은 후, 시료용액 20 μ l를 넣는다. 이어서 0.1 unit/ml leucine aminopeptidase 20 μ l를 첨가하고 37 $^{\circ}$ C에서 30분간 반응시킨 후, 다시 405 nm에서 흡광도를 측정하여 다음의 식에 의해 산출하였다.

$$\text{APN 저해활성} (\%) = [1 - (A_i - A_t)/(B_i - B_t)] \times 100$$

A_i, A_t, 반응 전후의 반응용액의 흡광도 ; B_i, B_t, 반응 전후의 공시험의 흡광도

결과 및 고찰

항산화활성은 노화나 질병의 예방에 관여

하는 것으로 알려져 있다(Ames and Saul, 1987). 또한 생체의 대사과정에서 생성되는 free radical과 활성산소가 지질의 과산화, 노화, 순환기질환 등과 깊은 관계가 있다. 그러므로 우리가 일상적으로 섭취하는 식품 중에 함유되어 있는 항산화물질에 주목할 필요가 있다(Halliwell and Guteridge, 1984). 식물체는 광합성 과정에서 활성산소, 특히 superoxide가 많이 생성되지만 산화적 손상으로부터 보호할 수 있는 효소와 선택적으로 발달한 이차대사산물 등의 방어체계가 잘 발달되어 있다. 따라서 식물은 그 자체가 많은 종류의 자유라디칼 소거 물질의 중요한 자원이 될 수 있기 때문에 식물자원으로부터 소거물질을 탐색하는 것은 의미가 있는 일이다. 더군다나 자외선양이 강한 열대, 아열대 지방에서 생육하는 식물은 항산화활성이 강할 것으로 추측된다. 제주도는 우리나라에서 유일하게 아열대 지방에 속하므로 지역 특성을 활용하여 식물자원으로부터 항산화활성을 탐색하는 것은 대단히 중요하다고 할 수 있다.

DPPH는 ascorbic acid, tocopherol 등의 항산화능을 가지는 물질의 전자공여능에 의해 환원되어 짙은 자색이 탈색되는데, 이러한 탈색의 정도를 이용하여 항산화능을 측정할

수 있다(Blois, 1958). 이러한 DPPH법을 이용한 전자공여능 측정법은 항산화활성을 간단히 측정할 수 있으며 실제 항산화활성과도 연관성이 매우 높기 때문에 많이 이용되는 방법이다. 본 연구에서 제주도에 자라는 단자엽식물 45종을 대상으로 DPPH에 대한 전자공여능을 조사하였다(Table 2). 그 결과, 단자엽식물들의 DPPH에 대한 전자공여능은 대부분 낮았다. 하지만 15% 이상의 전자공여능을 가지는 식물이 송이고랭이(종자), 청미래덩굴(전초), 방동사니아재비(전초), 애기부들(꽃), 마(잎과 줄기), 큰천남성(열매) 등 6종이었으며, 그 중 송이고랭이가 32.0%로 비교적 높은 항산화활성을 나타내었다. 이는 일상 생활에서 차로 음용하며 항산화활성이 높은 것으로 알려진 차나무 잎의 전자공여능 30.9% 보다도 높은 것이다. 하지만 합성 항산화제인 0.01 mg/ml BHA(61.7%)와 0.01 mg/ml BHT(38.9%), 천연 항산화제인 0.01 mg/ml ascorbic acid(53.6%) 보다는 활성이 낮았다(데이터 미제시). 그러나 본 실험에 사용된 단자엽식물 시료들이 메탄올 조추출물에 해당하고 농도가 0.01 mg/ml로 대조군으로 사용된 BHT, BHA, ascorbic acid와 같은 농도로 제조하여 비교하였기 때문에 조추출물로서는 비교적 높은 항산화 효과가 있다고 할 수 있

Table 2. Antioxidative activity of methanol extracts from monocotyledonous plants

Plant Name	Used Parts	Antioxidative activity (%)
<i>Scirpus triangulatus</i> 송이고랭이	seed	32.0±2.4
<i>Smilax china</i> 청미래덩굴	whole plant	21.3±2.9
<i>Cyperus cyperoides</i> 방동사니아재비	whole plant	19.2±2.4
<i>Typha angustata</i> 애기부들	flower	16.5±1.8
<i>Dioscorea batatas</i> 마	leaf/stem	16.1±3.9
<i>Arisaema ringens</i> 큰천남성	fruit	15.6±2.9

다. 더군다나, BHT와 BHA 등의 페놀계 합성 항산화제는 항산화 효과가 높고 경제성 때문에 의약품 및 식품분야 등에서 많이 사용해 왔지만 합성식품첨가물의 기피현상과 과량 섭취시 간, 위장점막, 폐, 신장 및 순환계 등에 심각한 독성작용을 일으키고, 암을 유발하는 등 안정성에 있어서 문제가 제기되고 있다(Branen, 1975; 최와 양, 1982). 따라서 보다 안전하고 효력이 강한 천연 항산화제의 개발이 요구되고 있으며, 이러한 측면에서 송이고랭이는 새로운 항산화자원으로의 이용가능성을 검토할 필요가 있을 것으로 사료된다.

α -Amylase 저해활성은 혈당수치 상승억제의 지표가 되는 활성이다(Toeller, 1994). 현대사회에 있어서 여러 가지 요인으로 당뇨병의 환자수가 빠른 속도로 증가하고 있을 뿐만 아니라 그 발병 연령이 점차 낮아지고 있어 그 심각성이 매우 크다. 기존의 혈당강하제의 문제점인 저혈당과 같은 부작용을 피하면서 식후 고혈당을 효과적으로 조절할 수 있는 방법으로 소장에서의 당 흡수를 저해하

는 아이디어가 제시된 바 있다(Puls and Keup, 1973). 소장에서 음식물 중의 전분은 α -amylase와 α -glucosidase에 의해 포도당과 같은 단당으로 분해되어 흡수된다. 따라서 소장의 α -amylase와 α -glucosidase를 저해함으로써 포도당의 흡수를 지연시켜 당뇨병 환자의 식후 고혈당을 예방할 수 있다(Toeller, 1994). 본 연구에서 45종의 단자엽식물을 대상으로 α -amylase 저해제의 분포를 검색한 결과, 청미래덩굴(열매, 전초), 애기부들(꽃), 가래(전초), 참마(전초), 일월비비추(종자), 부들(꽃), 약난초(전초), 물달개비(전초), 애기부들(잎과 줄기) 등 9종 10점이 40% 이상의 α -amylase 저해활성을 보였다(Table 3). 그 중 청미래덩굴(열매, 전초), 애기부들(꽃), 가래(전초) 등 3종 4점의 단자엽식물이 50% 이상의 저해활성을 가지는 것으로 조사되었으며, 특히 청미래덩굴은 열매와 전초에서 각각 65.0%, 59.8%의 높은 저해효과를 나타내었다. 현재까지 수종의 α -amylase와 α -glucosidase 저해제가 의약품으로 개발되어 사용되고 있으나, 이들 약물

Table 3. α -Amylase inhibitory activities of methanol extracts from monocotyledonous plants

Plant Name	Used Parts	α -Amylase inhibitory activity (%)
<i>Smilax china</i> 청미래덩굴	fruit	65.0±13.6
	whole plant	59.8±3.2
<i>Typha angustata</i> 애기부들	flower	54.4±0.9
<i>Potamogeton distinctus</i> 가래	whole plant	52.1±6.9
<i>Dioscorea japonica</i> 참마	whole plant	48.0±10.2
<i>Hosta capitata</i> 일월비비추	seed	46.5±2.1
<i>Typha orientalis</i> 부들	flower	44.0±6.7
<i>Cremastra appendiculata</i> 약난초	whole plant	41.9±6.3
<i>Monochoria vaginalis var. plantaginea</i> 물달개비	whole plant	40.4±4.9
<i>Typha angustata</i> 애기부들	leaf/stem	40.0±2.9

은 혈당상승 억제효과는 강하지만 지속적인 복용 시 설사와 복통 등의 부작용을 동반하는 것으로 보고되었다(Rhinehart 등, 1987). 따라서 이에 대한 방안으로 식물자원에서부터 당뇨병치료제를 개발하기 위한 연구가 수행되고 있으며 말채나무나 붉나무에서 비교적 높은 활성을 나타내는 것으로 보고되었고(임 등, 2005; Shim 등, 2003), 양치식물인 쇠고비와 홍지네고사리에서도 0.01 mg/ml의 메탄올 추출물에서 각각 87.4%, 71.6%의 높은 저해활성을 갖고 있음을 확인한 바 있다(오 등, 2008).

ACE 저해활성은 혈압상승 억제의 지표가 되는 활성이다(Ariyoshi, 1993). 고혈압은 뇌 질환 혈관장애의 인자이므로 혈압을, 적정으로 관리하는 것은 생활습관병을 예방하는데 대단히 중요하다. 고령화 사회를 맞이하여 질병을 예방하는데 식품의 역할은 앞으로 한층 더 중요해질 것으로 생각된다. 노인성 질환 중의 하나인 고혈압은 식품성분이나 식생활과 밀접한 연관성이 있다는 것이 알려지면서, 그 치료와 예방을 위해 식생활 조절과 개선 및 고혈압 조절기능을 갖는 생리활성 성분을 함유하고 있는 식물자원에 관해 많은 연구가 진행되고 있다. 고혈압이 발생하는 기

작에서 renin-angiotensin-aldosterone system은 혈압조절에 매우 중요한 역할을 하며, 여기에는 angiotensin I converting enzyme (ACE)이 관여하는 것으로 알려져 있다. ACE는 불활성형의 angiotensin I의 C 말단에 존재하는 his-leu을 절단하여 angiotensin II를 생성하고, 혈압을 감소시키는 bradykinin을 불활성화시키는 효소이다(Noh과 Song, 2001). 따라서 ACE 저해제는 angiotensin II의 생성저해, 알도스테론의 분비 감소, 혈관 확장제인 bradkinin의 증가 등의 과정을 통해 신장혈관을 확장시켜 나트륨의 배설을 촉진시킴으로써 혈압을 낮추어줄 수 있으며, 이로 인해 심장질환 및 뇌혈관질환 등 고혈압과 관련이 깊은 질환을 치료하는데 사용될 수 있을 것이다(Oh 등, 1997). 본 연구에서 제주도에 자생하는 단자엽식물 45종을 대상으로 ACE 저해활성을 조사한 결과(Table 4), 추출물의 농도가 0.01 mg/ml의 저농도에서 15% 이상의 저해활성을 가지는 식물은 양하(전초), 애기부들(꽃), 주름조개풀(전초), 단풍마(전초), 강아지풀(전초), 이대(꽃), 청미래덩굴(전초) 등 7종이었으며 그 중에 양하(전초), 애기부들(꽃)과 주름조개풀(전초)은 다른 단자엽식물에 비해 저해활성이 다소 높아서

Table 4. ACE inhibitory activities of methanol extracts from monocothyledonous plants

Plant Name	Used Parts	ACE inhibitory activity (%)
<i>Zingiber mioga</i> 양하	whole plant	20.2±5.9
<i>Typha angustata</i> 애기부들	flower	19.7±3.5
<i>Oplismenus undulatifolius</i> 주름조개풀	whole plant	19.4±2.9
<i>Dioscorea quinqueloba</i> 단풍마	whole plant	17.6±4.7
<i>Setaria viridis</i> 강아지풀	whole plant	17.3±2.6
<i>Pseudosasa japonica</i> 이대	flower	16.6±1.8
<i>Smilax china</i> 청미래덩굴	whole plant	15.4±3.6

대략 20% 전후의 저해활성을 보였다. 식물자원에 대한 항고혈압 연구는 한약재나 허브식물 등에서 활발히 연구되고 있으며(이 등, 2004; 최 등, 2002; 권 등, 2006), 양치식물인 야산고비나 쇠고비도 미약하지만 억제활성을 나타내는 것으로 보고되었다(이 등, 2004; 오 등, 2008).

APN은 세포막에 결합하고 있는 단백질 분해효소의 일종이다(Shenvi, 1986). 이 효소의 역할은 혈관신생에서 세포 표면에 존재하여 혈관과 압 조직 사이에 있는 세포간극 조직단백질을 분해하여 새로운 혈관이 암세포에 다다르는데 도움을 주거나, 혹은 혈관신생을 촉진하거나 억제하는 단백질성 인자의 활성화나 억제에 관여한다고 알려지고 있다(Gros 등, 1985). 하지만 아직까지 APN을 선택적으로 저해하는 약물 개발은 많이 되지 않았다. 본 연구에서 제주도 자생 단자엽식물을 대상으로 APN저해활성을 조사한 바, 송이고랭이 종자가 유일하게 억제활성을 나타내어 0.01 mg/ml의 저농도에서 36.5%의 저해활성을 나타내었으나 나머지 식물에서는 APN저해 활성을 나타내지 않았다(자료 미제시). 이러한 결과는 양치식물인 쇠고비가 0.01 mg/ml의 저농도에서 28.2%의 저해활성을 나타내는 것으로 보고되었는데(오 등, 2008), 송이고랭이는 쇠고비보다 더 높은 저해활성을 보여 그 이용가능성을 검토할 필요가 있을 것으로 사료된다.

이상의 결과를 종합해 보았을 때, 청미래덩굴과 애기부들은 항산화활성 뿐만 아니라, α -amylase 저해활성과 ACE 저해활성이 높아 다양한 생리활성물질을 가지고 있는 것으로 판단된다. 그리고, 송이고랭이 종자는 다른 단자엽식물에 비해 항산화활성이 높아서,

안정성에 있어서 문제가 제기되고 있는 합성 항산화제를 대체할 수 있는 천연 항산화제로의 사용 가능성이 있다. 더욱이, 송이고랭이 종자는 항산화활성 뿐만 아니라 APN 저해활성도 높아 앞으로 식품 소재 또는 생약으로의 개발 가능성을 모색하기 위해서는 활성성분의 분리 및 동정 그리고 이들 물질을 이용한 임상실험 등 보다 구체적인 연구가 심도 있게 이루어질 필요가 있다고 사료된다. 그리고 α -amylase 저해활성이 높은 청미래덩굴, ACE 저해활성이 높은 양하 등에 대한 연구도 필요할 것으로 사료된다. 따라서, 저자 등은 앞으로 송이고랭이, 청미래덩굴, 양하, 애기부들을 대상으로 여러 가지 생리활성물질의 최적 추출조건 확립, 유효성분의 분석과 열과 pH 변화에 대한 안정성 등을 검토하고자 한다.

사 사

본 연구는 제주도가 지원한 제주생물자원 공동연구개발사업의 지원(2003)에 의해 수행된 내용의 일부입니다.

인용문헌

- Ames, B.N. and R.L. Saul. 1987. Oxidative DNA damage, cancer and aging. Oxygen and human disease. Ann. Inter. Med. 107:536-539.
- Ariyosh, Y. 1993. Angiotensin converting enzyme inhibitors derived from food proteins. Trend Food Sci. Technol.

- 4:139-144.
- Bala, M., M.A.Q.Pasha, D.K. Bhardwaj and S. Pasha. 2002. Novel peptidomimics as angiotensin-converting enzyme inhibitions : A combinatorial approach. *Bioorganic and Medicinal chemistry* 10(11): 3685-3691.
- Blois, M.S. 1958. Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature* 181:1199-1200.
- Branen, A.L. 1975. Toxicology and biochemistry of butylated hydroxyanisole and butylated hydroxytoluene. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 52(2):59-63.
- Chung, M.C., H.K. Chun, K.H. Han, H.J. Lee, C.H. Lee and Y.H. Kho. 1996. MR-387A and B, new aminopeptidase N inhibitors, produced by *Streptomyces neyagawaensis* SL-387. *J. Antibiotics* 49:99-102.
- Goun, E.A., V.M. Petrichenko, S.U. Solodnikov, T.V. Suhinina, M.A. Kline, G. Cunningham, C. Nguyen and H. Miles. 2002. Anticancer and antithrombin activity of russian plants. *J. of Ethnopharmacology* 81:337-342.
- Gros, C., B. Giros and J.C. Schwartz. 1985. Identification of aminopeptidase M as an enkephalin-inactivating enzyme in rat cerebral membranes. *Biochemistry* 24: 2179-2185.
- Halliwell, B. and J.M. Gutteridge. 1984. Lipid peroxidation, oxygen radicals, cell damage and anti-oxidant therapy. *Lancet*, 23:1396-1397.
- Huang, M.T., C.T. Ho and C.Y. Lee. 1992. Phenolic compounds in food in phenolic compounds in food and their effects on health II. Maple press, New York. pp.2-7.
- Noh, H. and K.B. Song. 2001. Isolation of an angiotensin converting enzyme inhibitor from *Oenanthe javanica*. *Agric. Chem. Biotechnol.* 44:98-99.
- Oh, S.J., S.H. Kim, S.K. Kim, Y.J. Baek and K.H. Cho. 1997. Angiotensin I converting enzyme inhibitory activity of the K-casein fragments hydrolyzated by chymosin, pepsin and trypsin. *Korean J. Food Sci. Technol.* 29(6):1316-1318.
- Prashanth, D., R. Padmaja and D.S. Samiulla. 2001. Effect of certain plant extracts on α -amylase activity. *Fitoterapia* 72:179-181.
- Puls, W and U. Keup. 1997. Influence of an α -amylase inhibitor (Bay d7791) on blood glucose, serum insulin and NEFF in starch loading tests in rats, dogs and man. *Diabetologia* 9:97-101.
- Rhinehart, B.L., K.M. Robinson, P.S. Liu, A.J. Payne, M.E. Wheatley and S.R. Wanger. 1987. Inhibition of intestinal disaccharidase and suppression of blood glucose by a new α -glucohydrolase inhibitor-MDL 25. *J. Pham. Exp. Ther.* 241:915-920.
- Rim, Y.S., Y.M. Park, M.S. Park, K.Y. Kim, M.J. Kim and Y.H. Choi. 2000. Screening of antioxidants and antimicrobial activity in native plants. *Korean J. Medicinal*

- Crop Sci. 8(4):342-350.
- Satoyama, T., T. Hara, M. Murata and Y. Fujio. 1998. A simple assay method for α -amylase using microplates. Nippon Nogeikagaku Kaishi, 72(8):933-936.
- Shenvi, A.B. 1986. α -Aminoboronic acid derivatives: Effective inhibitors: Effective inhibitors of aminopeptidase. Biochemistry 25:1286-1291.
- Shim, Y.J., H.K. Doo, S.Y. Ahn, Y.S. Kim, J.K. Seong, I.S. Park and B.H. Min. 2003. Inhibitory effect of aqueous extract from the gall of *Rhus chinensis* on alpha-glucosidase activity and postprandial blood glucose. J. of Ethnopharmacology 85:283-287.
- Toeller, M. 1994. α -Glucosidase inhibitors in diabetes: efficacy in NIDDM subjects. Eur. J. Clin. Invest. 24:31-35.
- 권은경, 김영언, 이창호, 김해영. 2006. 9종의 허브류로부터 ACE 저해활성, HMG-CoA reductase 저해활성 및 혈전용해활성에 대한 검색. 한국식품과학회지 38(5):691-698.
- 안용준. 2000. 연구보고서 - 제주산 식물체의 약리활성성분의 동정 및 산업화. 제주시청. pp.1-24.
- 오순자, 홍성수, 김연희, 고석찬. 2008. 제주도에 자생하는 양치식물의 생리활성 검색. 한국자원식물학회지 21(1)
- 윤정식, 정병희, 김나영, 성낙술, 이현용, 이진하, 김종대. 2003. 식물자원으로부터 Angiotensin Converting Enzyme 저해활성 탐색. 한국약용작물학회지 11(3):246-251.
- 이남호, 이선주, 정덕상, 부희정, 양홍철, 류기중. 2001. 제주산 식물을 이용한 tyrosinase 억제활성, hyaluronidase 억제활성, 라디칼 소거 활성 검색. 생약학회지 32(3):175-180.
- 이승은, 방진기, 송진, 성낙술, 박희운, 정혜곤, 김금숙, 안태진. 2004. 한국산 약용식물의 안지오텐신 전환효소에 대한 저해활성. 한국약용작물학회지 12(1):73-78.
- 이승은, 성낙술, 방진기, 박춘근, 성정숙, 송진. 2003. 한국산 약용식물의 항산화 효과. 한국약용작물학회지 11(2):127-134.
- 이우철. 1996. 한국식물명고(I). 아카데미서적, 서울. pp.1687.
- 임채성, 이춘영, 김용무, 이위영, 이해익. 2005. 말채나무 추출물의 α -amylase 저해활성. 한국응용생명화학회지 48(1):103-108.
- 최근표, 정병희, 이동일, 이현용, 이진화, 김종대. 2002. 약용식물의 Angiotensin Converting Enzyme 저해활성 탐색. 한국약용작물학회지 10(5):399-402.
- 최석영, 양규환. 1982. 항산화제 BHT와 BHA의 안정성. 한국식품과학회지 14(3): 283-188.
- 현선희, 정성근, 좌미경, 송창길, 김지훈, 임상빈. 2007. 제주 자생식물로부터 항산화 및 화장품 기능성 소재 탐색. 한국식품과학회지 39(2):200-208.

Antioxidative Activities and Inhibitory Activities of α -Amylase, ACE and APN in Monocotyledonous Plants Native to Jeju Island

Soonja Oh, Sung Soo Hong¹, Yeon Hee Kim¹ and Seok Chan Koh*

Department of Life Science & Research Institute for Basic Sciences, Cheju National
University, Jeju 690-756, Korea; ¹Golden Farm Co. Ltd., Jeju 690-756, Korea

ABSTRACT

Antioxidative activity and inhibitory activities of α -amylase, angiotensin I converting enzyme (ACE) and aminopeptidase N (APN) were investigated in the methanol extracts from 45 monocotyledonous plants native to Jeju island, in order to screen the plant species containing bioactive materials which could be made utilizable as functional foods or medicines. The antioxidative activity was higher in seeds of *Scirpus triangulatus* (32.0%) than in leaves of *Thea sinensis* (30.9%), a small tree utilized for antioxidative beverage. α -Amylase inhibitory activity was higher than 40% in 9 species. Particularly, *Smilax china* showed the activities higher than those of other monocotyledonous plants. ACE inhibitory activity was relatively high in *Zingiber mioga* and APN inhibitory activity was 36.5% in *Scirpus triangulatus*. Of 45 monocotyledonous plants investigated here, seeds of *Scirpus triangulatus* showed not only the highest antioxidative activity but also the high APN inhibitory activity. *Zingiber mioga* and *Smilax china* were the highest inhibitory activities of ACE and α -amylase, respectively. It suggests that *Scirpus triangulatus*, *Smilax china* or *Zingiber mioga* could be potentially utilizable as a resource of bioactive materials for functional foods or medicines.

Key words : monocotyledonous plants, antioxidative activity, inhibitory activity, α -amylase, angiotensin I converting enzyme (ACE), aminopeptidase N (APN)