

비타민나무(Seabuckthorn, *Hippophae rhamnoides* L.) 부위별 추출물의 생리활성 비교

박유화^{1†} · 임상현¹ · 함헌주¹ · 정햇님² · 이광재¹ · 김경희¹ · 김성문³

¹강원도 농업기술원 농산물이용시험장

²강원도 농업기술원 인삼약초시험장

³강원대학교 바이오자원환경학과

Comparison of Biological Activities of Extracts from Different Parts of Seabuckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.)

Yu Hwa Park^{1†}, Sang Hyun Lim¹, Hun Ju Ham¹, Haet Nim Jeong²,
Kwang Jae Lee¹, Kyung Hee Kim¹, and Songmun Kim³

¹Gangwon Provincial Agricultural Research & Extension Services, Gangwon-do 200-150, Korea

²Ginseng & Medicinal Plants Experiment Station, Gangwon-do 269-833, Korea

³Dept. of Biological Environment, Kangwon National University, Gangwon-do 200-701, Korea

Abstract

Biological activities of different parts (stems, leaves, roots, fruits) and solvents (water, ethanol) of seabuckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) grown in Korea were tested as follows. In the experiment of inhibiting α -glucosidase activity, ethanol extract of *Hippophae rhamnoides* L. stem showed the highest inhibitory activity by 93% and the next highest was the ethanol extract of its leaf by 88.7%. In the case of these two extracts, the effect of inhibiting α -glucosidase activity was extraordinarily great when comparing with control group, acarbose. In the experiment of inhibiting α -amylase activity, water extract of leaf showed the highest result by 54.7%, among all extracts. Regarding anticancer effect for HT-29 cell and DU-145 cell, water extract of root showed 47.1% and 32.3% activities, respectively. The experiment on antibacterial activity showed that the ethanol extract from the leaf inhibitory activity of *Clostridium butyricum*, *Proteus mirabilis*, and *Shigella flexneri* which are the several food borne pathogenic strains. In future research, materials for biological activity appear isolated and purified and research should continue.

Key words: seabuckthorn, biological activities, *Hippophae rhamnoides* L.

서 론

비타민나무(Seabuckthorn, *Hippophae rhamnoides* L.)는 보리수나무과의 관목성 목본으로 유럽과 중앙아시아의 해발 1200~4500 m의 높은 산지에서 주로 자생하고 있으며(1,2), 예로부터 중국과 러시아에서 피부질환 및 화상, 상처 치유, 염증, 궤양을 치료하기 위한 민간요법으로 널리 활용되어 왔다(1,3,4). 비타민나무 열매에는 비타민 C가 풍부하고(5), 필수지방산인 linoleic acid와 α -linoleic acid가 다량 함유되어 있다(6). 비타민나무 씨앗의 메탄올 추출물에서는 *Bacillus cereus*, *Bacillus coagulans*, *Bacillus subtilis* 등에 대한 높은 항균효과를 보였으며 이는 의약품과 식품보존을 위한 천연 방부제로서의 가능성을 제시하였다(7). 비타민나무 잎의 물 추출물은 높은 DPPH free radical 소거활성을

보였으며 총 폴리페놀 함량 또한 높았다. 이는 비타민나무 잎이 덱스차나 발효차 등 기능성식품의 개발에 활용될 수 있음을 시사한다(8). 또한 Sprague-Dawley rats를 이용한 상처치유효과를 알아본 결과 1.0%의 비타민나무 잎의 물 추출물에서 대조군 대비 40%의 높은 상처치유효과를 보였다(1). Ganju 등(9)은 염증을 유발한 쥐모델 실험에서 비타민나무 잎의 70% 에탄올 추출물이 유의적으로 대조군과 비교하여 관절염 치료효과를 보인다고 보고하였다.

최근 서구화된 식생활, 핵가족화 등 사회·경제적 여건의 변화에 따라 암, 뇌혈관 질환 및 당뇨병과 같은 만성 퇴행성 질환이 증가하고 있으며, 이로 인해 다양한 형태의 건강기능성 식품과 의약품들이 개발되고 있다(10,11). 건강기능성 식품에 관한 연구는 민간요법이나 한방에서 이미 효능이 검증된 소재를 활용하고 있으며 또한 식이가 가능하고 부작용이

[†]Corresponding author. E-mail: pyh0524@hotmail.com
Phone: 82-33-248-6536, Fax: 82-33-248-6555

적은 천연물을 이용하여 활발히 이루어지고 있다(12).

비타민나무는 2005년 중국 흑룡강성에서 묘목을 도입한 이래로 현재까지 춘천, 철원, 포천, 화천 등 강원, 경기 북부 지역을 중심으로 재배가 활성화 되고 있다. 최근 비타민나무의 영양학적·생리학적 효능이 부각됨에 따라 비타민나무가 식품, 화장품 등의 소재로 다양하게 활용되고 있으나 아직은 이에 대한 체계적인 연구가 미흡하며, 산업적으로 이용하기 위해서는 더욱 많은 연구가 필요한 실정이다. 이에 본 연구에서는 국내에서 재배된 비타민나무의 부위별 항당뇨, 항암 활성, 항균효과 검정을 통해 비타민나무의 생리학적 가치를 평가하고, 기능성 식·의약품 소재로의 활용 가능성을 모색하고자 수행하였다.

재료 및 방법

실험재료

본 실험에 사용된 비타민나무 시료는 중국 흑룡강성에서 2005년 9월에 도입되었으며 HS-12 계통을 모본으로 강원도 춘천시 신북읍의 강원도 농업기술원 농산물이용시험장에서 재배되었다. 2008년 8월 중순에 비타민나무의 잎, 뿌리, 줄기, 열매를 채취하여 50°C에서 원적외선 건조한 후 0.6 mm 이하로 마쇄하여 추출에 사용하였다(13).

분석용 시료 제조

마쇄한 비타민나무 부위별 건조시료 100 g을 취하여 각각 H₂O와 에탄올 2 L가 담겨 있는 5-L erlenmeyer flask에 넣고 120 rpm의 진탕기(EURO STAR, IKA-Werke, Staufen, Germany)로 12시간씩 2회 반복 추출하였다. 추출물을 여과지(No. 40, Whatman, Maidstone, England)가 깔려있는 Buchner funnel을 통과시켜 잔재물을 제거한 후 rotary vacuum evaporator(N-21NS, EYELA, Tokyo, Japan)를 이용하여 40°C에서 완전 농축한 다음, 증류수를 50 mL 첨가하였다. Flask 내의 건조물을 증류수를 이용하여 잘 용해시킨 다음 동결건조한 후 시료로 사용하였다.

α-Glucosidase 활성 억제 측정

최종농도가 5 µg/mL가 되도록 시료를 넣어주고, yeast baker 기원의 α-glucosidase(Sigma, St. Louis, MO, USA) 200 µL, 0.2 M potassium phosphate buffer(pH 6.8) 1 mL를 24-well plate에 넣고 405 nm에서 흡광도를 측정하였다(14,15). 실온에서 10분간 배양한 후 5 mM pNPG 200 µL를 가하여 37°C에서 20분간 반응시킨 뒤, 동일한 파장에서 흡광도를 측정하였고, 흡광도의 변화로부터 효소저해활성을 계산하였다. 표준품은 acarbose를 시료와 같은 농도로 제조하여 측정하였다.

α-Amylase 억제 활성 측정

1%의 agar와 1%의 가용성 전분을 증류수에 녹여 끓인 후, 121°C에서 15분간 멸균하여 약 20 mL씩 petri dish에 부

어 준비한 plate에 10 mg/mL로 준비한 시료 16.8 µL와 효소액 13.2 µL(300 U/mL)를 섞어 plate에 놓인 disc paper 위에 각각 분주하였다(16). 대조구는 시료 대신 증류수를 넣어 37°C에서 3일간 배양하였으며, I₂/KI(5 mM I₂ in 3% KI) 2 mL를 가하여 15분간 발색시킨 후 다음의 식으로 저해율을 계산하였고, 각 시료는 3회 반복하여 평균하였다.

$$\text{저해율(\%)} = \frac{\text{대조구의 면적} - \text{반응구의 면적}}{\text{대조구의 면적}} \times 100$$

In vitro 항암효과 측정

293 cell, HT-29 cell, DU-145 cell을 한국세포주은행으로부터 분양받아 배양하면서 실험에 사용하였다. 배양된 세포는 96 well plate에 1×10⁵ cells/mL가 되도록 100 µL씩 분주하여 37°C CO₂ incubator(Thermo-311, Thermo Forma, MA, USA)에서 24시간 배양하였다. 배지를 제거한 후, serum free 배지 90 µL를 넣고 10 mg/mL의 농도로 제조한 시료를 10 µL씩 분주하였으며, 37°C CO₂ incubator에서 24시간 배양하였다. 여기에 3-(4,5-dimethylthiazol-2-yl)-2,5-diphenyltetrazoliumbromide(MTT) 용액 20 µL를 첨가하여 동일한 배양조건에서 4시간 동안 더 incubation하였다. 이때 생성된 formazan결정을 DMSO에 녹여서 ELISA reader로 570 nm에서 흡광도를 측정하였다(17).

$$\text{생존율(\%)} = \frac{\text{시료 처리군의 흡광도}}{\text{대조군의 흡광도}} \times 100$$

식중독균에 대한 항균효과 측정

항균활성은 paper disc(8 mm, Toyo Roshi kaisha, Tokyo, Japan)를 이용한 disc 확산법으로 측정하였다. 시험균주들을 평판배지에 접종하여 활성화시킨 후 액체배지(7 mL)에 1백금이 접종하여 37°C에서 24시간 배양하여 시험균액으로 사용하였다. 항균시험용 평판배지는 멸균된 각 기층용 배지를 petri dish에 약 15 mL씩 분주하여 응고시키고, 전배양한 각 시험 균액을 무균적으로 증층용 배지에 첨가하여 혼합한 후, 이를 7 mL씩 기층용 배지위에 분주하여 2중의 균점종 평판배지를 만들어 사용하였다. 미리 조제된 추출물을 10 mg/mL의 농도로 희석한 후 0.45 µm membrane filter로 여과 제균한 시료 용액을 멸균된 paper disc에 20 µL씩 흡수시킨 후 균점종 평판배지에 올려놓은 다음 37°C, 24시간 배양하여 disc 주위에 형성된 clear zone의 크기(mm)를 측정하여 항균활성을 나타내었다(18).

결과 및 고찰

α-Glucosidase 활성 억제 측정

최근 당뇨병이나 비만 등의 치료를 위해 탄수화물의 소화를 지연시키거나 억제시킴으로써 소장에서의 흡수를 억제하고자 하는 연구들이 활발히 이루어지고 있다. 그중에 α-glucosidase는 소장의 brush-border membrane에 존재하는

Table 1. α -Glucosidase inhibitory activity of *Hippophae rhamnoides* L.

Samples ¹⁾	Extracting solvent	Inhibition activity (%)	
<i>Hippophae rhamnoides</i> L.	Stem	Water	23.7±0.4 ²⁾
		Ethanol	93.0±0.0
	Leaf	Water	45.7±2.5
		Ethanol	88.7±1.4
	Root	Water	34.6±0.1
		Ethanol	51.2±0.2
	Fruit	Water	7.6±0.1
		Ethanol	7.2±1.9
	Acarbose		20.2±4.3

¹⁾Treatment concentration of samples: 5 μ g/mL.²⁾All values are mean±SD (n=3).

소화효소로서 이당류나 다당류를 단당류로 가수분해하는 역할을 한다. α -glucosidase inhibitor는 소장 점막의 미세융모막에 존재하는 이당류의 분해효소를 가역적으로 억제하고 탄수화물의 흡수를 지연시키며, 식후 혈당을 감소시킴으로써 인슐린 비의존성 당뇨병의 개선에 효과적이다(19). 비타민나무추출물과 대조구인 acarbose를 5 μ g/mL의 농도로 사용하여 α -glucosidase 저해효과를 측정하였다(Table 1). 효모기원의 α -glucosidase에 대한 저해활성은 줄기의 에탄올 추출물이 93%의 가장 높은 저해활성을 보였으며, 그 다음으로 잎의 에탄올 추출물이 88.7%의 높은 저해활성을 보였다. 이 2가지 추출물의 경우에는 대조구인 acarbose와 비교했을 때에도 α -glucosidase의 활성을 억제하는 효과가 월등히 높았다. 반면 뿌리 추출물은 α -glucosidase에 대한 저해활성이 acarbose보다는 높지만 줄기와 잎 추출물에 비해서 낮았으며 열매 추출물은 α -glucosidase에 대한 저해활성이 acarbose보다 낮았다. Streptozotocin으로 당뇨를 유발한 쥐 모델 실험에서 비타민나무 열매 물 추출물을 처리한 실험군은 대조군과 대비하여 혈중 glucose, triglyceride, nitric oxide의 함량을 유의적으로 낮추었다(20). 이는 비타민나무의 각각 부위별 추출물들이 항당뇨 효과뿐만 아니라 항비만 메커니즘에도 영향을 줄 수 있을 것이라 판단된다. 비타민나무 줄기와 잎의 에탄올 추출물은 우수한 α -glucosidase 활성 억제효과를 보였으며 분획 및 분리 정제를 통해 향후 항당뇨 효과를 갖는 후보물질 탐색에 활용될 수 있을 것으로 판단된다.

α -Amylase 억제 활성 측정

α -Amylase는 탄수화물의 소화에 관여하는 중요한 효소로서 α -amylase inhibitor는 탄수화물의 소화속도를 조절하여 식후 혈당 상승을 억제한다. 현재 많은 α -amylase inhibitor가 의약품으로 개발되어 사용되고 있으나 지속적인 복용 시 설사와 같은 부작용으로 인해 새로운 대체자원이 요구된다(19). 비타민나무 추출물의 α -amylase 저해효과를 대조구인 acarbose와 함께 측정한 결과(Table 2), 대조구인 acarbose

Table 2. α -Amylase inhibitory activity of *Hippophae rhamnoides* L.

Samples ¹⁾	Extracting solvent	Area of clear zone (cm ²)	Inhibition activity (%)	
<i>Hippophae rhamnoides</i> L.	Stem	Water	6.57	
		Ethanol	7.84	
	Leaf	Water	4.95	
		Ethanol	10.08	
	Root	Water	9.67	
		Ethanol	6.75	
	Fruit	Water	—	
		Ethanol	—	
	Acarbose		1.16	89.4±0.1

¹⁾Treatment concentration of samples: 10 mg/mL.²⁾All values are mean±SD (n=3).

는 10 mg/mL의 농도에서 α -amylase에 대해 90% 정도의 저해율을 보였으며, 이에 대비하여 비타민나무 추출물(10 mg/mL)은 잎의 물 추출에서 가장 높은 54.7%의 α -amylase 저해 효과를 보였고 비타민나무 줄기, 뿌리 추출물에서는 40% 이하의 낮은 저해 활성효과를 보였다. 또한 열매추출물의 경우에는 당 함량이 매우 높아 α -amylase 억제 활성을 측정할 수 없었다. 결국 비타민나무 잎의 물 추출물을 제외하고는 α -amylase에 대한 저해활성이 높지 않아 포도당과 같은 단당류의 분해를 효과적으로 지연시키지 못하였다. Kim 등(21)에 따르면 phenolic 물질이 α -amylase의 저해 활성을 나타낸다고 보고하였으며, 이는 비타민나무의 잎 추출물이 다른 부위보다 페놀 함량이 높다는 결과와 일치하였다(8).

In vitro 항암효과 측정

비타민나무 추출물에 대한 항암효과를 측정하였다(Table 3). 항암효과 측정은 일반신장세포주인 293 cell을 90% 이상 생존시킬 때에 그 활성이 유효하다고 인정된다. 줄기(에탄올 추출물)와 뿌리(물 추출물, 에탄올 추출물)를 제외한 다른 추출물은 일반신장세포주인 293 cell에 대해 독성이 강해서 암세포에 대한 활성이 있더라도 항암활성이 있다고 할 수

Table 3. Growth inhibitory abilities of *Hippophae rhamnoides* L. on 293, HT-29 and DU-145 cells

Samples ¹⁾	Extracting solvent	Cell viability (%)		
		293 cell	HT-29 cell	DU-145 cell
Stem	Water	41.0±9.1 ²⁾	28.4±0.5	23.0±1.0
	Ethanol	103.4±4.6	116.2±4.3	54.6±8.6
Leaf	Water	85.0±3.5	31.4±4.5	52.7±0.5
	Ethanol	33.7±1.5	40.2±0.6	55.8±0.8
Root	Water	109.5±5.2	67.7±5.4	52.9±9.5
	Ethanol	97.7±1.9	109.1±1.1	61.8±3.4
Fruit	Water	87.9±1.3	69.3±4.0	86.9±2.5
	Ethanol	27.4±10.7	93.9±2.1	99.1±2.0

¹⁾Treatment concentration of samples: 10 mg/mL.²⁾All values are mean±SD (n=3).

Table 4. Antimicrobial activity of *Hippophae rhamnoides* L. extracts against various microbials

Sample ¹⁾	Stem		Leaf		Root		Fruit	
	Water	EtOH	Water	EtOH	Water	EtOH	Water	EtOH
<i>Bacillus cereus</i>	NI ²⁾	0.5 mm	NI	1.5 mm	NI	0.5 mm	NI	NI
<i>Clostridium butyricum</i>	NI	NI	0.5 mm	2.0 mm	NI	NI	NI	NI
<i>Enterobacter agglomerans</i>	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI
<i>Enterococcus faecalis</i>	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI
<i>Escherichia coli</i>	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI
<i>Lactibacillus plantarum</i>	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI
<i>Listeria monocytogenes</i>	NI	NI	NI	0.5 mm	NI	NI	NI	NI
<i>Proteus mirabilis</i>	0.5 mm	0.3 mm	1.0 mm	2.0 mm	NI	NI	NI	NI
<i>Proteus vulgaris</i>	NI	NI	NI	1.0 mm	NI	NI	NI	NI
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI
<i>Salmonella choleraesuis</i>	NI	NI	NI	1.0 mm	NI	NI	NI	NI
<i>Salmonella enterica</i>	NI	NI	NI	0.5 mm	NI	NI	NI	NI
<i>Salmonella typhimurium</i>	NI	NI	NI	0.5 mm	NI	NI	NI	NI
<i>Shigella flexneri</i>	NI	0.5 mm	NI	2.0 mm	NI	NI	NI	NI
<i>Staphylococcus aureus</i>	NI	NI	NI	1.5 mm	NI	NI	NI	NI
<i>Yersinia enterocolitica</i>	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI

¹⁾Treatment concentration of samples: 10 mg/mL.

²⁾NI: not inhibited.

없다. 항암효과를 측정할 의미가 있는 3가지 추출물 모두 DU-145 cell(전립선암세포)에 대한 항암활성을 보였으며, 항암활성 효과는 뿌리 물 추출물에서 47.1%로 가장 높게 나타났다. 그 다음으로 줄기 에탄올 추출물이 45.4%, 뿌리 에탄올 추출물이 38.2%의 암세포 저해 효과를 나타내었다. HT-29 cell(대장암세포)에 대해서는 줄기와 뿌리 에탄올 추출물 모두 암세포를 저해하지 못하였으며, 뿌리 물 추출물에서는 32.3%의 저해 효과를 보였다. 결국 비타민나무 뿌리에 항암활성 물질이 존재할 것으로 추정되어진다. Olsson 등(22)은 비타민나무 열매 추출물이 유방암세포인 MCF-7 cell을 저해시킨다고 보고하였으며, Grey 등(23)은 비타민나무 열매 ethyl acetate 추출물에서 ursolic acid에 의해 Caco-2 cell을 저해한다고 하였고, 또한 에탄올:물(1:1) 추출물에서 phenolic 화합물과 proanthocyanidin으로 인해 Hep G2 cell을 농도 의존적으로 저해한다고 보고하였다. 이는 적용 target에 대한 추출용매의 선택이 우선적으로 고려되어야 한다는 것을 의미한다. 앞의 문헌에서는 대부분 비타민나무 열매에서 대부분 항암효과를 검정하였다. 하지만 이번 연구에서는 각각의 부위별, 용매별로 스크리닝 차원에서 항암효과를 측정하였다. 이로 인해 다소 높은 농도로 실험을 하였고, 항암활성이 좋았던 추출물에 대해서 추가적인 독성 실험 및 활성 물질의 구명 등에 대한 연구가 계속되어야 할 것이다.

식품위해균에 대한 항균효과 측정

식품위해균에 대한 비타민나무의 항균활성을 측정하였다(Table 4). 항균활성 검정은 disc 확산법으로 측정하였고, 균주는 식중독 균인 *Bacillus cereus* 외 15종의 식품위해성 균을 사용하였다. 비타민나무의 잎, 줄기, 뿌리, 열매 추출물의 항균활성을 검정한 결과, 잎의 에탄올 추출물(10 mg/mL)에서 다양한 항균활성이 나타났다. 부위별로는 전체적으로

잎(에탄올추출물)이 다른 추출부위에 비해 좋은 항균활성을 보였으며, 뿌리와 열매에서는 식품위해균에 대한 활성이 나타나지 않았다. Negi 등(7)은 비타민나무의 열매 메탄올 추출물에서 높은 항균활성을 보고하였지만 이번 연구결과에 따르면 열매 추출물에서는 항균활성이 나타나지 않았다. 그 이유는 추출 방법과 용매간의 차이에 기인한 것으로 추론된다. 비타민나무 잎은 항균활성이 대체로 낮았으나 여러 균주에서 활성을 나타내었으므로 식품에 대한 항균소재로서 유용하게 활용될 수 있을 것이라 판단된다.

본 연구에서, 국내에서 재배된 비타민나무의 부위별 다양한 생리활성 효과를 평가한 결과, 항당뇨 효과가 우수했던 줄기, 항암효과가 좋았던 뿌리 그리고 여러 균주에서 항균효과를 나타내었던 잎 등 각각의 부위별로 유용한 생리활성효과를 확인할 수 있었고, 이는 기능성 식·의약품 소재 등 비타민나무의 이용을 위한 기초자료로서 널리 활용될 수 있을 것이라 사료된다.

요 약

국내에서 재배된 비타민나무(*Hippophae rhamnoides* L.)의 생리활성을 부위별(줄기, 잎, 뿌리, 열매), 용매별(물, 에탄올)로 시험한 결과는 다음과 같다. α-Glucosidase 활성 억제 실험에서, 비타민나무의 저해활성은 줄기의 에탄올 추출물이 93%로 가장 높았고, 다음이 잎의 에탄올 추출물이 88.7% 순으로서 대조구 acarbose의 20.2%보다 훨씬 높았다. Pancreatin 기원의 α-amylase 억제 활성 측정 실험에서는 잎의 물 추출물이 54.7%로 다른 추출물에 비해 가장 높았다. HT-29 cell과 DU-145 cell의 암세포에 대한 항암효과 시험 결과 뿌리의 물 추출물에서 각각 47.1%, 32.3%의 항암효과가 나타났다. 또한 항균활성 실험 결과 잎의 에탄올 추출물에서

위해균주인 *Clostridium butyricum*, *Proteus mirabilis*, *Shigella flexneri*에 대한 저해활성이 나타났다. 향후 연구에서는 생리활성 효과가 나타난 물질에 대한 분리, 정제 등의 연구가 계속 수행되어야 할 것으로 생각된다.

문 헌

- Asheesh G, Ratan K, Karan P. 2005. A preclinical study of the effects of seabuckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) leaf extract on cutaneous wound healing in albino rats. *Int J Low Extrem Wounds* 4: 88-92.
- Rousi A. 1971. The genus *Hippophae* L. a taxonomic study. *Ann Bot Fennici* 8: 177-227.
- Xing J, Yang B, Dong Y, Wang B, Wang J, Kallio HP. 2002. Effects of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) seed and pulp oils on experimental models of gastric ulcer in rats. *Fitoterapia* 73: 644-650.
- Yang ZG, Li HR, Wang LY. 2007. Triterpenoids from *Hippophae rhamnoides* L. and their nitric oxide production-inhibitory and DPPH radical-scavenging activities. *Chem Pharm Bull* 55: 15-18.
- Bernath J, Foldesi D. 1992. Sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.): a promising new medicinal and food crop. *J Herbs Spices Med Plants* 1: 27-35.
- Chen Y, Jiang Z, Qin W, Ni M, Li X, He Y. 1990. Chemical composition and characteristics of seabuckthorn fruit and its oil. *Chem Ind Forest Prod* 10: 163-175.
- Negi PS, Chauhan AS, Ssdia GA. 2005. Anti-oxidant and antibacterial activities of various seabuckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) seed extracts. *Food Chem* 92: 119-124.
- Kim KM, Park MH, Kim KH, Lim SH, Park YH, Kim YN. 2009. Analysis of chemical composition and *in vitro* anti-oxidant properties of extracts from sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.). *J Appl Biol Chem* 52: 58-64.
- Ganju L, Padwad Y, Singh R. 2005. Anti-inflammatory activity of seabuckthorn (*Hippophae rhamnoides*) leaves. *Int Immunopharmacol* 5: 1675-1684.
- Choi HJ, Kang JS, Choi YW, Jeong YK, Joo WH. 2008. Inhibitory activity on the diabetes related enzymes of *Tetragonia tetragonioides*. *Korean J Biotechnol Bioeng* 23: 419-424.
- Kwon SH, Yang HS, Kim JY, Park KW, Shon MY, Kang KS, Shim KH, Seo KI. 2009. Biological activities of ethanol extract from *Corni fructus*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38: 287-291.
- Oh HS, Kim JH. 2006. Development of functional soy-based stew sauce including hot water extract of *Cornus officinalis* S. et Z. *Korean J Food Culture* 21: 550-558.
- Kim HY, Choi HJ, Lim SH, Heo SJ, Han SS, Kim DS, Hwang KH, Kim S. 2003. Herbicidal activity of Korean native plants (I). *Kor J Pest Sci* 7: 248-257.
- Bai G, Wang D, Cao X, Xiao H, Geng P, Liu Q, Yang W. 2004. Screening α -glucosidase inhibitors in traditional Chinese medicines. *Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Nankaiensis* 37: 98-102.
- Watanabe J, Kawabata J, Kurihara H, Niki R. 1997. Isolation and identification of α -glucosidase inhibitors from Tochu-cha (*Eucommia ulmoides*). *Biosci Biotechnol Biochem* 61: 177-178.
- Houghton PJ, Soumyanath A. 2006. α -Amylase inhibitory activity of some Malaysian plants used to treat diabetes; with particular reference to *Phyllanthus amarus*. *J Ethnopharmacology* 107: 449-455.
- Wang Z, Cai SR, He YL, Zhan WH, Chen CQ, Cui J, Wu WH, Wu H, Song W, Zhang CH, Peng JJ, Huang XH. 2009. High expression of PRL-3 can promote growth of gastric cancer and exhibits a poor prognostic impact on patients. *Ann Surg Oncol* 16: 208-219.
- Yoon SY, Lee SY, Kim KBWR, Song EJ, Kim SJ, Lee SJ, Lee CJ, Ahn DH. 2009. Anti-microbial activity of the solvent extract from different parts of *Orostachys japonicus*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38: 14-18.
- Rhinehart BL, Robinson KM, Liu PS, Payne AJ, Wheatley ME, Wagner SR. 1987. Inhibition of intestinal disaccharidases and suppression of blood glucose by a new α -glucosidase inhibitor--MDL 25,637. *J Pharmacol Exp Ther* 241: 915-920.
- Zhang W, Zhao J, Wang J, Pang X, Zhuang X, Zhu X, Qu W. 2009. Hypoglycemic effect of aqueous extract of seabuckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) seed residues in streptozotocin-induced diabetic rats. *PTR* 24: 228-232.
- Kim JH, Kim MU, Cho YJ. 2007. Isolation and identification of inhibitory compound from *Crataegi fructus* on α -amylase and α -glucosidase. *J Korean Appl Biol Chem* 50: 204-209.
- Olsson ME, Gustavsson KE, Andersson S, Nilsson A, Duan RD. 2004. Inhibition of cancer cell proliferation in vitro by fruit and berry extracts and correlations with antioxidant levels. *J Agric Food Chem* 52: 7264-7271.
- Grey C, Widen C, Adlercreutz P, Rumpunen K, Duan RD. 2010. Antiproliferative effects of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) extracts on human colon and liver cancer cell lines. *Food Chem* 120: 1004-1010.

(2010년 3월 30일 접수; 2010년 5월 7일 채택)