

## 우리나라 일부 산채의 *in vitro* 산화 방지 활성, 알파-글루코시데이스와 췌장 라이페이스 저해 활성

안해천 · 정라나<sup>1</sup> · 최은옥\*  
인하대학교 식품영양학과, <sup>1</sup>경희대학교 호텔관광대학

### *In vitro* Antioxidant Activity and $\alpha$ -Glucosidase and Pancreatic Lipase Inhibitory Activities of Several Korean *Sanchae*

Haecheon Ahn, Lana Chung<sup>1</sup>, and Eunok Choe\*

Department of Food and Nutrition, Inha University

<sup>1</sup>College of Hotel and Tourism Management, Kyung Hee University

**Abstract** This study evaluated *in vitro* antioxidant activity, antioxidant content, and  $\alpha$ -glucosidase and pancreatic lipase inhibitory activities of ethanol extracts of *sammamul* (shoot of *Aruncus dioicus*), *miyeokchwi* (*Solidago virgaurea*), *daraesoon* (shoot of *Actinidia arguta* Planchon), and *bangpungnamul* (leaves of *Ledebouriella seseloides*), as *muknamul*, and fresh *chamnamul* (*Pimpinella brachycarpa*). Tocopherol content (4.8-78.3 mg/100 g) of *sanchae* was lower than polyphenols (4.4-12.2 g/100 g). *Daraesoon* with high tocopherol contents showed high antioxidant activity and  $\alpha$ -glucosidase and pancreatic lipase inhibitory activities. *Sammamul* had the highest levels of polyphenols and flavonoids, the highest antioxidant activity, and  $\alpha$ -glucosidase inhibition. Antioxidant activity was correlated with flavonoid content ( $r^2=0.8895$ ), but was not correlated with the levels of other antioxidants tested, suggesting that polyphenol content in *sammamul*, *miyeokchwi*, *daraesoon*, *bangpung*, and *chamnamul* might not be critical determinant of antioxidant activity. Our results strongly suggest that *sammamul* and *daraesoon* could be useful in the treatment of diabetes and obesity.

**Keywords:** *sanchae*, antioxidants, *in vitro* antioxidant activity,  $\alpha$ -glucosidase inhibition, pancreatic lipase inhibition

## 서 론

산채는 논밭에서 재배되는 농작물이 아닌 자연 그대로 산에서 자라는 식물 중 식용할 수 있는 식물이다. 우리나라에서 자라는 식물 4,200여 종 중 480종이 식용할 수 있으나 이 중 기호성이 좋고 식품으로서 가치가 높은 산채는 약 90여 종으로 추산되며, 고유의 자생 지역을 가지고 있는 산채들이 많다(1). 산채는 채취하여 바로 먹는 생채의 형태로도 유통, 공급되지만 대부분은 물에 데쳐낸 후 건조시켜 저장성을 증대시킨 묵나물 형태로 공급되며, 특유의 맛, 질감과 향은 물론, 바이타민, 무기질 등 영양 성분과 식이섬유, 색소, 산화 방지 성분 등 기능성 물질들이 풍부한 저칼로리 식품으로 각광받고 있다(2). 몇몇 산채에 대하여 항균(3), 항돌연변이(4), 산화방지(5), 항당뇨와 항비만 효과(6) 등 건강 관련 효능, 폴리페놀 화합물 등의 산화 방지 성분 함량(2)은 물론 이들 사이의 관련성이 보고되었다(7).

최근 적절하지 못한 식생활로 인하여 당뇨, 비만 등 생활 습관병이 만연하고 이를 치료하기 위한 사회적 비용이 증가하고 있는 실정이다. 당뇨병 특히 제2형 당뇨병은 세포가 포도당을 효과

적으로 연소하지 못하여 혈액 중 포도당 농도가 높아지는데 특정 유전자의 결함, 췌장 수술, 감염, 약제에 의해 발생할 수도 있지만 고열량, 고지방질, 고단백질의 식단, 운동 부족, 스트레스 등 환경적인 요인이 크게 작용하는 것으로 알려져 있다(8). 또한 이러한 환경은 당뇨병 이외에도 비만을 야기할 수 있으며, 작은 창자에서 포도당의 흡수를 늦추는 아카보스(acarbose)와 오를리스타트(orlistat) 등의 약제를 이용하여 각각 당뇨 또는 비만 치료에 이용하고 있으나 이들 약물을 장기 복용할 경우 위장장애, 과민증, 쓸개즙분비장애, 지용성 바이타민의 흡수 억제 등 부작용이 문제가 되었다(9,10). 따라서 최근에는 전분을 당으로 가수분해하는 알파-글루코시데이스( $\alpha$ -glucosidase)와 트리아실글리세롤(triacylglycerol, TAG)을 2-monoacylglycerol과 지방산으로 가수 분해하는 췌장 라이페이스(pancreatic lipase) 저해 활성을 가진 천연물을 탐색하게 되었으며(11,12), 더욱 바람직하게는 이들 활성이 큰 성분을 다량 함유한 식품을 음식으로 만들어 섭취함으로써 당뇨병 및 비만을 예방하거나 치료하는 방법이 관심을 끌게 되었다.

산채의 기능성에 대한 연구는 도라지, 고사리 등을 중심으로 대부분 산화 방지 활성에 국한되었을 뿐(13,14), 다양한 산채의 기능성과 기능 성분에 대한 연구는 미흡한 실정이다. 산채 중 울릉도가 자생 지역인 삼나무(*Aruncus dioicus*)의 어린순을 채취하여 식용하며, 쇠고기와 비슷한 맛과 물질을 나타낸다. 또한 특유의 식미와 향을 가진 미역취(*Solidago virgaurea*), 다래나무(*Actinidia arguta* Planchon)의 어린순으로 삶아 나물 또는 묵나물로 이용하는 다래순, 중풍을 막아 준다는 데서 이름이 유래한 방풍나무(*Ledebouriella seseloides*)의 잎을 이용하는 방풍나물,

\*Corresponding author: Eunok Choe, Department of Food and Nutrition, Inha University, Incheon 402-751, Korea  
Tel: 82-32-860-8125  
Fax: 82-32-873-8125  
E-mail: eochoe@inha.ac.kr  
Received December 1, 2014; revised January 15, 2015;  
accepted January 15, 2015

어린 잎을 가볍게 데쳐서 나물로 무쳐 먹는 참나물(*Pimpinella brachycarpa*)은 산채나물의 훌륭한 식품 자원이다. 이와 같이 삼나물, 미역취, 다래순, 방풍나물은 도라지, 고사리 등에 비해 전통적으로 섭취량과 식품 자원으로서의 비중은 낮았지만 특유의 향과 고기를 대신할 수 있는 조직감, 건강 관련성으로 꾸준히 섭취되어 왔으며 고유의 자생지역을 가진 산채로 앞으로의 식생활에서의 비중이 증가될 것으로 예측된다. 그러나 이들 산채들의 건강 기능성에 대한 과학적 자료는 많지 않은 실정이다.

이에 본 연구에서는 삼나물, 미역취, 다래순, 방풍나물 등 묵나물의 *in vitro* 산화 방지 활성,  $\alpha$ -glucosidase와 pancreatic lipase 저해 활성을 평가하고 산화방지 성분을 정량함으로써 이들 산채를 건강 식품 자원으로 부각시킬 수 있는 과학적 기반을 마련하고자 하였다. 이와 함께 묵나물 형태 대신 생채로 유통, 공급되는 참나물의 *in vitro* 활성과 산화 방지 성분을 함께 분석하였다.

## 재료 및 방법

### 실험재료 및 시약

경상북도 울릉군에서 수확하고 자연 건조한 삼나물과 미역취는 울릉웰빙식품(Ulleung, Korea)에서 구입하였고, 다래순은 강원도 양양군에서 수확하고 자연 건조한 것을 배다니식품(Yangyang, Korea)에서 구입하였다. 방풍나물은 전라남도 고흥에서 수확한 후 자연 건조한 것을 삼림조합 푸른장터(Yeosu, Korea)에서 구입하였다. 참나물은 경상남도 김해에서 재배한 것을 인천시 농산물센터에서 구입하여 당일 실험에 사용하였다. Dimethylsulfoxide (DMSO), *Saccharomyces cerevisiae*에서 추출한  $\alpha$ -glucosidase (4.5 U/mg), 소혈청알부민 (bovine serum albumin, BSA), *p*-nitrophenyl- $\alpha$ -D-glucopyranoside (pNPG), 돼지 이자(porcine pancreas)에서 추출한 lipase, 4-methylumbelliferyl oleate (4-MU oleate), Folin-Ciocalteu's phenol 시약, quercetin, 아카보스(acarbose), 카페산, 클로로필 *a*와 *b*,  $\beta$ -카로틴, 루테인, 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH), 토코페롤, aluminum nitrate, potassium acetate는 Sigma-Aldrich사 (St. Louis, MO, USA)의 제품이었다. 아지드화소듐, 시트르산, 아스코브산은 Shinyo Pure Chemical사(Osaka, Japan), orlistat는 Tokyo Chemical Industry사(Tokyo, Japan)에서 구입하였다. HPLC용 *n*-헥세인과 아이소프로판올은 J.T. Baker사(Phillipsburg, NJ, USA) 제품이었다. 그 외 시약은 모두 특급을 사용하였다.

### 산채의 일반 성분 분석

묵나물 형태인 삼나물, 미역취, 다래순, 방풍나물과 생 참나물은 모두  $-50^{\circ}\text{C}$ , 5 mtorr에서 동결 건조(TFD5505 freeze-dryer, Ilshinbiobase, Dongducheon, Korea)한 후 식품공전 시험법(15)에 의해 각각 수분(상압건조가열법, 1.1.1.1), 조단백질(킬달법, 1.1.3.1), 조지방질(에테르 추출법, 1.1.5.1.1), 조회분(1.1.2), 식이섬유(1.1.4.3) 등 일반 성분을 분석하였다. 탄수화물 함량은 100%에서 조지방질, 조단백질, 수분, 무기질 함량을 뺀 값으로 계산하였다.

### 산채 추출물의 제조

묵나물 형태인 삼나물, 미역취, 다래순, 방풍나물과 생 참나물 모두  $-50^{\circ}\text{C}$ , 5 mtorr 조건 하에 동결건조하고, 분쇄기(Essence HR 2084 Blender, Philips, Amsterdam, Netherlands)로 분쇄한 후 75% 에탄올(1:10, w/v)을 넣고  $25^{\circ}\text{C}$  항온수조(DS-SHWB45, Dongseo Science Co. Ltd., Seongnam, Korea)에서 120 rpm으로 12시간 동안 진탕 추출한 후 감압 여과하였다. 회전진공증발기

(N-N series; Eyela, Tokyo, Japan)를 사용하여 용매를 제거하여 농축물을 얻고 다시  $-50^{\circ}\text{C}$ , 5 mtorr에서 동결건조하여 추출물을 제조하였다.

### 산채 추출물의 *in vitro* 산화 방지 활성 평가

삼나물, 미역취, 다래순, 방풍나물, 참나물 추출물의 *in vitro* 활성 중 산화방지 활성은 DPPH 라디칼 소거 활성으로 평가하였다 (16). 즉, 1 mg/mL 농도의 산채 추출물 0.1 mL를 0.1 mM DPPH 1 mL와 혼합하여 30분 간 암실에서 반응시킨 뒤 UV-Visible spectrophotometer (HP 8453, Hewlett Packard, Wilmington, DE, USA)로 517 nm에서 흡광도( $A_{517}$ )를 측정하고 다음 식에 의해 라디칼 소거 활성을 계산하였으며, (+) 대조군으로는 아스코브산을 사용하였다.

Radical scavenging activity (%) =  $100 \times (A_{517} \text{ of the control without } sanchae \text{ extract} - A_{517} \text{ of the sample with extract}) / A_{517} \text{ of the control without extract}$

### 산채 추출물의 *in vitro* $\alpha$ -glucosidase 저해 활성 평가

산채 추출물의  $\alpha$ -glucosidase 저해 활성은 Ahn 등(2)의 방법에 따라 평가하였다. 즉, 0.2% BSA, 0.02% 아지드화 소듐을 함유한 0.1 M phosphate buffer (pH 7.0) 10 mL에  $\alpha$ -glucosidase 1.5 mg을 녹인 효소 용액 50  $\mu\text{L}$ 를 5 mg/mL 농도로 DMSO에 녹인 산채 추출물 용액 10  $\mu\text{L}$ 와 함께 96-well plate에 넣고 Elisa (Power wave X, BioTek Instruments, Inc., Winooski, VT, USA)를 이용하여 405 nm에서 흡광도( $A_{405}$ )를 측정하였다. 5분 후 기질 pNPG를 0.1 M phosphate buffer에 5 mM 농도로 용해시킨 용액 50  $\mu\text{L}$ 를 첨가하여 실온에서 5분간 반응시킨 후, 동일 과정에서 흡광도를 측정하고 흡광도 변화로부터  $\alpha$ -glucosidase 저해활성을 다음과 같이 계산하였다. Blank는 산채 추출물 대신 DMSO를 사용하였으며, 당뇨병 치료제로 사용되고 있는 아카보스를 (+) 대조군으로 사용하였다.

$\alpha$ -Glucosidase inhibitory activity (%) =  $100 \times \{1 - (A_{405} \text{ of the sample with } sanchae \text{ extract after pNPG addition} / A_{405} \text{ of the sample with extract before pNPG addition}) / (A_{405} \text{ of the blank without extract after pNPG addition} / A_{405} \text{ of the blank without extract before pNPG addition})\}$

### 산채 추출물의 *in vitro* pancreatic lipase 저해 활성 평가

Pancreatic lipase 저해활성 역시 Ahn 등(2)의 방법에 따라 평가하였다. 96-well plate에 0.1 M McIlvane buffer (pH 7.4) 20  $\mu\text{L}$ 를 넣고, 0.07 mg/mL 농도로 phosphate buffer (pH 7.0)에 녹인 pancreatic lipase 25  $\mu\text{L}$ , 5 mg/mL 농도로 DMSO에 녹인 산채 추출물 5  $\mu\text{L}$ , 0.1 mM 4-MU oleate 50  $\mu\text{L}$ 를 순서대로 가하고  $37^{\circ}\text{C}$ 에서 10분간 반응시킨 후 spectrofluorophotometer (Luminescence spectrophotometer LS55, Perkin Elmer Instruments, Waltham, MA, USA)를 이용하여 excitation 320 nm, emission 450 nm의 파장에서 형광 광도(F)를 측정하고 다음 식에 의해 pancreatic lipase 저해 활성을 계산하였다. Blank는 산채 추출물 대신 DMSO를 사용하였고 (+) 대조군으로는 비만 치료제로 사용되고 있는 orlistat를 사용하였다.

Pancreatic lipase inhibitory activity (%) =  $(1 - F \text{ of the sample with } sanchae \text{ extract} / F \text{ of the blank without extract}) \times 100$

### 산채 추출물의 산화방지 성분 분석

산채 추출물의 산화방지 성분으로 폴리페놀 화합물, 플라보노이드, 토코페롤을 측정하였으며, 폴리페놀 화합물 함량은 Folin-Denis 방법에 의해 구하였다(2). 1 mg/mL의 농도의 산채 추출물 200  $\mu$ L, 증류수 2.5 mL, Folin-Ciocalteu 시약 250  $\mu$ L를 차례로 가하여 3분간 정치한 후 포화 탄산소듐용액 500  $\mu$ L를 가한 후 실온에서 1시간 정치한 후 UV-Visible spectrophotometer (HP 8453, Hewlett Packard)로 725 nm에서 흡광도를 측정하고 카페산을 표준물질로 사용하여 작성한 검량곡선을 통해 정량하였다( $r^2=0.9996$ ).

산채 추출물의 플라보노이드 함량은 Ahn 등의 방법(2)에 따라 측정하였다. 1 mg/mL의 농도의 산채 추출물 0.5 mL에 10% aluminum nitrate 0.1 mL, 1 M potassium acetate 0.1 mL, 에탄올 4.3 mL를 차례로 가하여 혼합하고 실온에서 40 분간 정치한 후 UV-Visible spectrophotometer (HP 8453, Hewlett Packard)를 이용하여 415 nm에서 흡광도를 측정하였다. 산채 추출물의 플라보노이드 함량은 quercetin을 표준물질로 사용하여 작성한 검량곡선을 이용하여 구하였다( $r^2=0.9941$ ).

산채 추출물의 토코페롤 함량은 HPLC법(16)에 의해 구하였다. 즉, 산채 추출물 0.01 g을 *n*-헥세인 1 mL와 충분히 혼합하여 hydrophobic membrane filter (PTFE 0.2  $\mu$ m, Toyo Roshi Kaisha Ltd., Tokyo, Japan)로 여과한 후, 20  $\mu$ L를 HPLC (YL 9100, Younglin Co., Anyang, Korea)에 주입하였다. 컬럼은  $\mu$ -Porasil™ 컬럼(3.9×300 mm, 10  $\mu$ m ID, Waters, Milford, MA, USA)을 사용하였고, *n*-헥세인과 아이소프로판올의 혼합용매(99.8:0.2, v/v)를 이동상으로 사용하여 분당 2 mL의 속도로 용출시켰다. 이 때 형광검출기(G1321A, Agilent 1100 series, Böblingen, Germany)의 파장은 excitation 290 nm, emission 330 nm이었다. 산채 추출물의 토코페롤 함량은 표준  $\alpha$ -,  $\gamma$ -,  $\delta$ -토코페롤 검량곡선을 이용하여 구하였다( $r^2>0.9995$ ).

### 자료의 통계처리

실험은 3 반복 실시하고 각 시료 별로 반복 측정하였으며, 자료는 통계처리용 소프트웨어인 SAS/PC (SAS 9.2, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA)를 사용하였고 다중범위검정 (Duncan's multiple range test)의 유의수준은 5%이었다.

## 결과 및 고찰

### 산채의 일반 성분

목나물 형태인 삼나물, 미역취, 다래순, 방풍나물, 동결건조시킨 생 참나물의 일반성분 분석 결과는 Table 1과 같다. 삼나물,

미역취, 다래순, 방풍나물, 참나물의 수분함량은 각각 11.67, 14.68, 9.70, 14.65, 7.67%이었으며, 단백질은 다래순이 가장 많이 함유하였고(26.42%), 미역취는 상대적으로 단백질 함량이 낮았다(14.86%). 국내 자생 산채류 중에서는 고사리(*Pterium aquilinum* var. *latiusculum*, 27.3%), 부지깽이(*Erysimum aurantiacum*, 25.7%), 고려 영경귀(*Cirsium setidens*, 20.5%)의 단백질 함량이 높은 것으로 보고된 바 있다(17). 지방질 함량은 삼나물, 미역취, 다래순, 방풍나물, 참나물 모두에서 매우 낮았으며(<3%), 조희분은 참나물에 가장 많이 함유되어 있었다(19.11%). 삼나물, 미역취, 다래순, 방풍나물, 참나물에는 일반 성분 중 탄수화물이 가장 많이 함유되어 있었으며(>50%), 이중 대부분은 식이섬유(>30%, 탄수화물 함량의 58% 이상)이었다. 이로부터 산채는 지방질 함량은 낮지만 단백질과 무기질 함량이 높고 식이섬유 함량이 높은 저 열량의 우수한 건강 식품임을 확인하였다. 일반적으로 산채류는 보통 채소류에 비해 수분 함량은 낮고 조단백질과 조희분 함량이 높은 경향을 보인다(18).

### 산채 추출물의 in vitro 산화 방지 활성

삼나물, 미역취, 다래순, 방풍나물, 참나물의 75% 에탄올 추출물 수율은 각각 3.61±0.16, 3.83±1.37, 5.69±0.03, 4.87±0.25, 12.8%로, 목나물 형태의 산채들은 서로 비슷한 수준이었다. 산채 추출물의 in vitro 활성 중 DPPH 라디칼 소거 활성은 Fig. 1과 같이 산채 종류에 따라 큰 차이를 보였다. 대조군인 아스코브산의 DPPH 라디칼 소거 활성은 98.7% 이었으며, 삼나물, 미역취, 다래순, 방풍나물, 참나물 추출물의 DPPH 라디칼 소거 활성은 각각 91.1, 38.4, 61.6, 22.3, 10.4%로, 삼나물 추출물의 라디칼 소거 활성은 (+) 대조군인 아스코브산의 라디칼 소거 활성의 92.3%로 유의하게 매우 높았다( $p<0.05$ ). 다래순 추출물의 라디칼 소거 활성도 아스코브산의 62.4%로 우수하였으나, 방풍나물과 참나물의 라디칼 소거 활성은 이들에 비해 유의하게 낮았다( $p<0.05$ ). 돌나물, 냉이, 곰취, 달래, 썸바귀의 물 추출물의 DPPH 라디칼 소거 활성이 각각 86.0, 72.0, 68.0, 43.0, 31.1%로 보고된 바 있으며(3) 이와 비교하였을 때 삼나물의 산화 방지 활성은 산채류 중 매우 높은 수준임을 알 수 있었다.

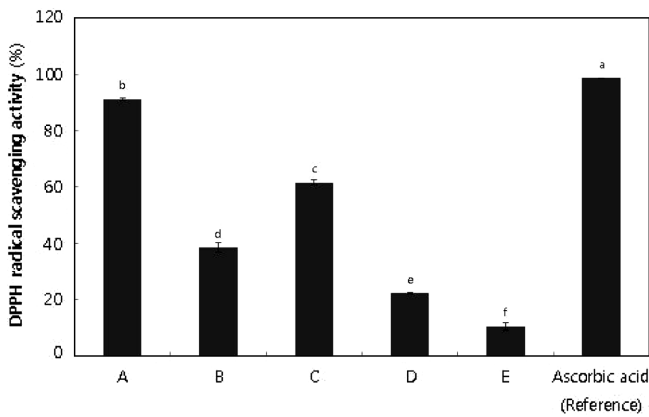
### 산채 추출물의 in vitro $\alpha$ -glucosidase 저해 활성

삼나물, 미역취, 다래순, 방풍나물, 참나물 추출물의  $\alpha$ -glucosidase 저해활성은 Fig. 2와 같이 각각 20.9, 13.1, 23.7, 23.3, 12.3%로, 삼나물, 다래순, 방풍나물 사이에는 유의한 차이가 없었으나, 미역취, 참나물에 비해 유의하게 높았다( $p<0.05$ ). 이들 산채의  $\alpha$ -glucosidase 저해활성은 (+) 대조군인 acarbose의 28.0-53.9% 수준이었다. 삼나물, 미역취, 다래순, 방풍나물 참나물 추출물의  $\alpha$ -

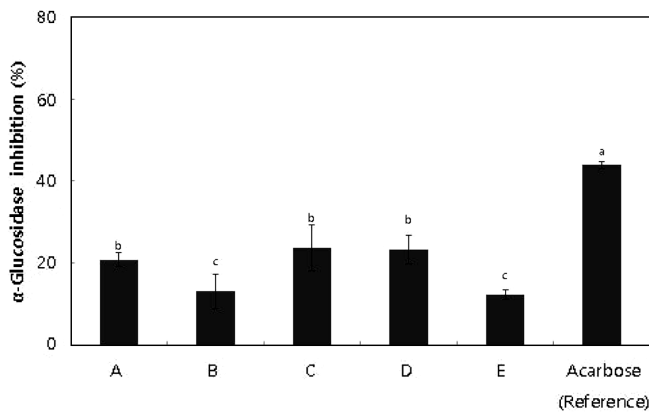
**Table 1. Proximate composition of samnamul (shoot of *Aruncus dioicus*), miyeokchwi (*Solidago virgaurea*), daraesoon (shoot of *Actinidia arguta* Planchon), bangpunnamul (leaves of *Ledebouriella seseloides*) and chamnamul (*Pimpinella brachycarpa*)**

Sanhae	Content (g/100 g)					
	Moisture	Crude lipid	Crude protein	Crude ash	Crude carbohydrates	
					Total	Dietary fiber
<i>Samnamul</i>	11.67±0.18 <sup>b1)</sup>	0.92±0.03 <sup>d</sup>	19.87±0.28 <sup>c</sup>	5.64±0.00 <sup>c</sup>	61.91±0.07 <sup>a</sup>	38.86±0.15 <sup>b</sup>
<i>Miyeokchwi</i>	14.68±0.27 <sup>a</sup>	2.67±0.04 <sup>a</sup>	14.86±0.23 <sup>c</sup>	9.52±0.15 <sup>c</sup>	58.28±0.68 <sup>b</sup>	41.82±0.11 <sup>a</sup>
<i>Daraesoon</i>	9.70±0.16 <sup>c</sup>	2.26±0.06 <sup>b</sup>	26.42±0.06 <sup>a</sup>	7.10±0.05 <sup>d</sup>	54.53±0.09 <sup>c</sup>	36.26±0.14 <sup>c</sup>
<i>Bangpunnamul</i>	14.65±0.10 <sup>a</sup>	2.48±0.20 <sup>ab</sup>	18.25±0.69 <sup>d</sup>	10.67±0.07 <sup>b</sup>	53.95±1.06 <sup>c</sup>	31.53±0.10 <sup>c</sup>
<i>Chamnamul</i>	7.67±0.80 <sup>d</sup>	1.81±0.06 <sup>c</sup>	21.75±0.02 <sup>b</sup>	19.11±0.12 <sup>a</sup>	49.67±1.00 <sup>d</sup>	33.55±1.56 <sup>d</sup>

<sup>1)</sup>Different superscript means significant differences among samples in each component by Duncan's multiple range test at 5%.



**Fig. 1.** DPPH radical scavenging activity of 75% ethanol extracts of various *sanchae* (A; *samnamul* (shoot of *Aruncus dioicus*), B; *miyeokchwi* (*Solidago virgaurea*), C; *daraesoon* (shoot of *Actinidia arguta* Planchon), D; *bangpunnamul* (leaves of *Ledebouriella seseloides*), E; *chamnamul* (*Pimpinella brachycarpa*)). The activity of the reference was based on the same concentration of the *sanchae* extract, and different letters on the bar mean significant differences among samples by Duncan's multiple range test at 5% level.

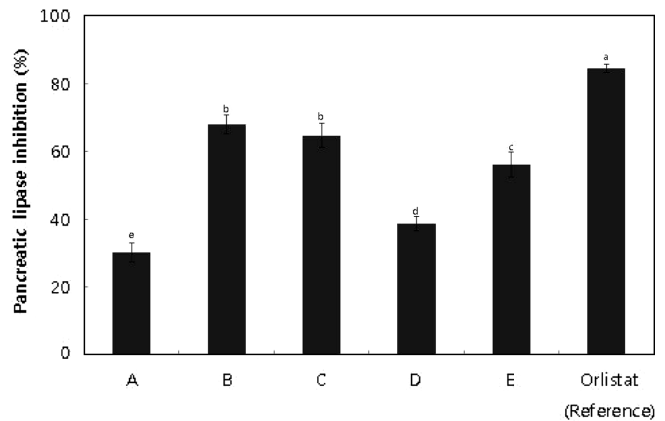


**Fig. 2.** alpha-Glucosidase inhibitory activity of 75% ethanol extracts of the *sanchae namul* (A; *samnamul* (shoot of *Aruncus dioicus*), B; *miyeokchwi* (*Solidago virgaurea*), C; *daraesoon* (shoot of *Actinidia arguta* Planchon), D; *bangpunnamul* (leaves of *Ledebouriella seseloides*), E; *chamnamul* (*Pimpinella brachycarpa*)). The activity of the reference was based on the same concentration of the *sanchae* extract, and different letters on the bar mean significant differences among samples by Duncan's multiple range test at 5% level.

glucosidase 저해활성은 Kim 등(6)이 보고한 강원도 자생 산채인 섬오갈피(5.9%)와 잔대(18.7%)의 alpha-glucosidase 저해 활성에 비해 높았으나 돌나물(108.7%)과 고추나물(115.0%)의 활성에 비해서는 낮았다. alpha-Glucosidase는 소장점막의 미세융모막에 존재하며 다당류를 단당류로 분해하는 탄수화물의 소화와 흡수에 필수적인 효소로, 활성이 저해되면 다당류의 분해와 흡수를 지연시켜 식후 혈당이 급격하게 상승되는 것을 막아준다(19). 따라서 alpha-glucosidase 저해활성이 높은 삼나물, 다래순, 방풍나물은 당뇨 예방 또는 치료에 도움이 되는 잠재력이 있는 산채로 사료된다.

**산채 추출물의 *in vitro* lipase 저해 활성**

삼나물, 미역취, 다래순, 방풍나물, 참나물 추출물의 pancreatic lipase 저해 활성은 alpha-glucosidase 저해 활성에 비해 높았으며 (+)



**Fig. 3.** Pancreatic lipase inhibitory activity of 75% ethanol extracts of the *sanchae namul* (A; *samnamul* (shoot of *Aruncus dioicus*), B; *miyeokchwi* (*Solidago virgaurea*), C; *daraesoon* (shoot of *Actinidia arguta* Planchon), D; *bangpunnamul* (leaves of *Ledebouriella seseloides*), E; *chamnamul* (*Pimpinella brachycarpa*)). The activity of the reference was based on the same concentration of the *sanchae* extract, and different letters on the bar mean significant differences among samples by Duncan's multiple range test at 5% level.

대조군인 orlistat 활성의 35.8-80.4% 범위이었다(Fig. 3). 미역취와 다래순의 pancreatic lipase 저해 활성은 각각 67.9, 64.7%로 삼나물(30.3%), 방풍나물(38.7%), 참나물(56.2%)에 비해 유의하게 높았다( $p < 0.05$ ). 이 값은 Lee 등(20)이 보고한 참취의 pancreatic lipase 저해 활성(41.0%)에 비해 높은 수준이었다. Pancreatic lipase는 TAG를 2-monoacylglycerol과 지방산으로 분해하는 효소로, 활성이 저해되면 TAG의 분해 감소와 이에 따른 지방질 흡수가 감소하여 잠재적으로 비만 예방 효과를 기대할 수 있다. 따라서 pancreatic lipase 저해 활성이 높은 미역취와 다래순으로부터 항비만 활성을 기대할 수 있을 것으로 사료된다.

**산채 추출물의 산화 방지 성분**

삼나물, 미역취, 다래순, 방풍나물, 참나물의 에탄올 추출물에 함유된 폴리페놀 화합물과 플라보노이드 함량은 Table 2와 같이 산채 종류에 따라 유의한 차이를 보였다( $p < 0.05$ ). 삼나물, 미역취, 다래순, 방풍나물, 참나물 추출물의 폴리페놀 화합물 함량은 100 g 당 각각 12,208.3, 7,474.0, 4,426.4, 6,372.8, 6,044.3 mg으로, 특히 삼나물 추출물의 폴리페놀 화합물 함량이 유의하게 매우 높았다( $p < 0.05$ ). 삼나물 추출물의 높은 폴리페놀 화합물 함량은 Lee 등(21)이 보고한 울릉도산 섬고사리(12,069 mg/100 g), 물영경취(13,022 mg/100 g)의 폴리페놀 화합물 함량과 비슷한 수준이었으며, 쇠무릅(1,674 mg/100 g), 서덜취(5,844 mg/100 g)의 폴리페놀 화합물 함량보다는 높은 수준이었다. 앞서 다른 나물들보다 높은 alpha-glucosidase 저해활성을 보였던 삼나물, 방풍나물의 폴리페놀 화합물 함량은 높았으나, alpha-glucosidase와 lipase 저해 활성이 높았던 다래순은 폴리페놀 화합물 함량이 낮아, 폴리페놀 화합물이 이들 모든 *in vitro* 활성에 결정적인 요인은 아니었음을 제시하였다.

삼나물, 미역취, 다래순, 방풍나물, 참나물 추출물의 플라보노이드 함량은 100 g 당 각각 1,896.6, 486.5, 662.9, 324.3, 60.4 mg으로 삼나물 추출물의 플라보노이드 함량이 유의하게 가장 높았다( $p < 0.05$ ). 그러나 참나물 추출물의 플라보노이드 함량은 다른 산채에 비해 유의하게 매우 낮았다( $p < 0.05$ ). 삼나물 추출물의 높은 플라보노이드 함량은 울릉도산 산채인 섬고사리의 플라보노

**Table 2. Polyphenol and flavonoid contents of 75% ethanol extracts of *samnamul* (shoot of *Aruncus dioicus*), *miyeokchwi* (*Solidago virgaurea*), *daraesoon* (shoot of *Actinidia arguta* Planchon), *bangpunnamul* (leaves of *Ledebouriella seseloides*) and *chamnamul* (*Pimpinella brachycarpa*)**

Sanchae	Polyphenols (mg caffeic acid equivalents/100 g)	Flavonoids (mg quercetin equivalents/100 g)
<i>Samnamul</i>	12,208.4±35.48 <sup>a1)</sup>	1,896.6±63.9 <sup>a</sup>
<i>Miyeokchwi</i>	7,474.0±298.2 <sup>b</sup>	486.5±68.2 <sup>c</sup>
<i>Daraesoon</i>	4,426.4±7.3 <sup>d</sup>	662.9±46.9 <sup>b</sup>
<i>Bangpung</i>	6,372.8±293.4 <sup>c</sup>	324.3±46.1 <sup>d</sup>
<i>Chamnamul</i>	6,044.3±341.0 <sup>c</sup>	60.4±0.5 <sup>c</sup>

<sup>1)</sup>Different superscript means significant differences among samples in each antioxidant content by Duncan's multiple range test at 5%.

이드 함량(1675 mg/100 g)과 비슷한 수준이었으며 물엿경귀(1330 mg/100 g), 쇠무릅(457 mg/100 g), 쇠비름(36 mg/100 g), 서덜취(575 mg/100 g)의 플라보노이드 함량에 비해서는 높은 수준이었다(21). 따라서 본 결과는 삼나무가 다른 산체에 비해 폴리페놀 화합물과 플라보노이드를 많이 함유하여 건강 기능성을 가진 잠재적인 식품 자원임을 보여 주었다.

Table 3은 삼나무, 미역취, 다래순, 방풍나무, 참나무 추출물 100 g에 함유된 총 토크페롤 함량이 각각 24.0, 12.9, 78.3, 4.8, 29.5 mg으로, 폴리페놀 화합물과 플라보노이드에 비해 매우 적은 양으로 토크페롤이 함유되어 있으며 다래순이 다른 산체에 비해 유의하게 많은 토크페롤을 함유하고 있음을 보여준다( $p < 0.05$ ). 또한 이들 산체에 함유된 토크페롤 이성질체 중 알파 토크페롤 함량이 가장 높았다. 대부분의 채소와 과일에는 토크페롤 이성질체 중 알파 형이 가장 많이 함유되어 있음이 보고된 바 있으나(22), 우리나라 산채 추출물의 토크페롤 함량에 대한 보고는 이루어진 바 없다.

한편, 산채 추출물의 폴리페놀 화합물, 플라보노이드, 토크페롤 등 산화 방지 성분 함량과 *in vitro* 활성 사이의 상관관계는 플라

보노이드와 DPPH 라디칼 소거 활성 사이의 상관관계( $r^2=0.8895$ )를 제외하고는 높지 않아(Table 4) 이들 화합물 함량이  $\alpha$ -glucosidase와 pancreatic lipase 저해 활성에 직접적으로 영향을 미치지 않는 것으로 보인다. 산체의 산화 방지 활성에 관여하는 주요 물질로 플라보노이드가 보고된 바 있으며(3), 이외에도 Wang 등(23)은 DPPH 라디칼 소거 활성과 폴리페놀 화합물 함량 사이의 밀접한 상관관계를 보고하였다. 그러나, Oh 등(16)은 돌김의 산화 방지 활성에는 폴리페놀 화합물 이외에도 극성이 다른 여러 화합물들이 기여하고 있음을 제시하였다. 또한 Kim 등(24)은 비수리의  $\alpha$ -glucosidase 저해활성과 관련된 물질이 수용성임을 보고한 바 있으며, Lee 등(7)은  $\alpha$ -glucosidase 저해활성을 보인 마전자 메탄올 추출물에 폴리페놀 화합물 함량이 다른 추출물 보다 더 높았음을 보고하였다. 이와 같이 산체의 *in vitro* 활성과 폴리페놀 화합물, 플라보노이드 함량 등 산화 방지 물질 총량 사이의 다양한 결과는 이들 화합물을 구성하는 다양한 개별 화합물의 조성과 관련 있을 것으로 사료되며 이에 대한 연구가 필요할 것이다.

## 요 약

목나무 형태의 삼나무, 미역취, 다래순, 방풍나무, 생채인 참나무의 75% 에탄올 추출물의 산화 방지 활성,  $\alpha$ -glucosidase와 pancreatic lipase 저해 활성을 평가하고 폴리페놀 화합물, 플라보노이드, 토크페롤 함량을 구하여 이들 활성과의 상관관계를 분석하였다. DPPH 라디칼 소거활성은 삼나무와 다래순에서,  $\alpha$ -glucosidase 저해활성은 삼나무, 다래순, 방풍나무에서, pancreatic lipase 저해 활성은 미역취와 다래순에서 높았다. 삼나무 추출물은 폴리페놀 화합물과 플라보노이드 함량이 매우 높았으며, 다래순 추출물은 다른 산체에 비해 토크페롤 함량이 높았다. 산채 추출물의 산화 방지 성분 함량과 *in vitro* 활성 사이의 상관관계는 플라보노이드와 DPPH 라디칼 소거 활성 사이의 상관관계( $r^2=0.8895$ )를 제외하고는 높지 않았으나,  $\alpha$ -glucosidase와 pancreatic lipase 저해 활성이 높았던 삼나무와 다래순은 항당뇨, 항비만 활성을 가진 잠재적인 식품 자원으로 기대되었다.

**Table 3. Tocopherol contents (mg/100 g) of *samnamul* (shoot of *Aruncus dioicus*), *miyeokchwi* (*Solidago virgaurea*), *daraesoon* (shoot of *Actinidia arguta* Planchon), *bangpunnamul* (leaves of *Ledebouriella seseloides*) and *chamnamul* (*Pimpinella brachycarpa*)**

Tocopherol	<i>Samnamul</i>	<i>Miyeokchwi</i>	<i>Daraesoon</i>	<i>Bangpunnamul</i>	<i>Chamnamul</i>
$\alpha$ -	15.7±0.2 <sup>c1)</sup>	12.9±0.8 <sup>c</sup>	36.7±3.5 <sup>a</sup>	4.8±0.4 <sup>d</sup>	29.5±1.2 <sup>b</sup>
$\gamma$ -	4.7±1.0 <sup>a</sup>	n. d	32.0±2.3 <sup>b</sup>	n. d	n. d
$\delta$ -	3.6±0.2 <sup>b</sup>	n. d	9.6±1.5 <sup>a</sup>	n. d	n. d
Total	24.0±2.6 <sup>b</sup>	12.9±0.8 <sup>c</sup>	78.3±7.4 <sup>a</sup>	4.8±0.4 <sup>c</sup>	29.5±1.2 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup>Different superscript means significant differences among samples in each Tocopherol isomer by Duncan's multiple range test at 5%.

**Table 4. Regression equation<sup>1)</sup> between antioxidant contents and  $\alpha$ -glucosidase and pancreatic lipase inhibitory activity, and DPPH radical scavenging activity of ethanol extracts of *samnamul* (shoot of *Aruncus dioicus*), *miyeokchwi* (*Solidago virgaurea*), *daraesoon* (shoot of *Actinidia arguta* Planchon), *bangpunnamul* (leaves of *Ledebouriella seseloides*) and *chamnamul* (*Pimpinella brachycarpa*)**

	$\alpha$ -Glucosidase inhibitory activity			Pancreatic lipase inhibitory activity			DPPH radical scavenging activity		
	a	b	$r^2$	a	b	$r^2$	a	b	$r^2$
Polyphenols	-0.0000	18.84	0.0002	-0.0038	79.51	0.4721	0.0070	-6.00	0.4044
Flavonoids	0.0029	16.64	0.1428	-0.0136	60.89	0.3482	0.0427	15.47	0.8895
Tocopherols	0.0064	16.76	0.1089	0.0243	44.28	0.1804	0.0373	33.62	0.1102

<sup>1)</sup>*In vitro* activity=a×antioxidant content (mg/100 g)+b,  $r^2$ =coefficient of determination

## 감사의 글

본 연구는 농림축산식품부 한식세계화 용역 연구사업(한식 우수성·기능성 연구)의 연구비 지원에 의해 수행 되었으며 이에 감사드립니다.

## References

- Ahn SY, Kim JH, Choi SJ, Kim YJ. Current status and prospect of cultivation of wild vegetable crops. *Korean J. Hort. Sci. Technol.* 27: 36 (2009)
- Ahn HC, Kim JH, Kim JI, Auh JH, Choe EO. *In vitro*  $\alpha$ -glucosidase and pancreatic lipase inhibitory activities and antioxidants of *sammumul* (*Arunca dioicus*) during rehydration and cooking. *Food Sci. Biotechnol.* 23: 1287-1293 (2014)
- Lee IS, Moon HY. Antimicrobial activity on respiration diseases inducing bacteria and antioxidant activity of water extracts from wild edible vegetables. *KSBBS J.* 27: 114-120 (2012)
- Han KS, Ham SS, Jeong EH, Lee HK. Antimutagenic effects of the edible mountain herb juices against Trp-P-1 and 2-AF. *J. Fd. Hyg. Safety* 7: 161-168 (1992)
- Cho YO. Antioxidative activity of the Korean wild leafy vegetables: *Aster scaber* and *Ligularia fischeri*. *Food Ind. Nutr.* 7: 146-150 (2002)
- Kim HY, Lim SH, Park YH, Ham HJ, Lee KJ, Park DS, Kim KH, Kim SM. Screening of  $\alpha$ -amylase,  $\alpha$ -glucosidase and lipase inhibitory activity with Gangwon-do wild plants extracts. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 40: 308-315 (2011)
- Lee JM, Park JH, Park HR, Park EJ. Antioxidant and alpha-glucosidase inhibitory activity of *Strychnos nuxvomica* extracts. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 39: 1243-1248 (2010)
- Qi L, Hu FB, Hu G. Genes, environment, and interactions in prevention of type 2 diabetes: A focus on physical activity and lifestyle changes. *Curr. Mol. Med.* 8: 519-532 (2008)
- Scheen AJ. Clinical efficacy of acarbose in diabetes mellitus: A critical review of controlled trials. *Diabetes Metab.* 24: 311-320 (1998)
- Davidson MH, Hauptman J, DiGirolamo M, Foreyt JP, Halsted CH, Heber D, Heimbarger DC, Lucas CP, Robbins DC, Chung J, Heymsfield SB. Weight control and risk factor reduction in obese subjects treated for 2 years with orlistat: a randomized controlled trial. *J. Am. Med. Assoc.* 281: 235-242 (1999)
- Son AY, Lee JT, Kwon OJ, Kim TW, Kim TH. Isolation of antioxidative products and evaluation of the pancreatic lipase Inhibitory activity of (+)-catechin via thermal treatment. *Korean J. Food Preserv.* 20: 242-249 (2013)
- Kim YJ, Kim BH, Lee SY, Kim MS, Park CS, Rhee MS, Lee KH, Kim DS. Screening of medicinal plants for development of functional food ingredients with anti-obesity. *J. Korean Soc. Appl. Bi.* 49: 221-226 (2006)
- Jang JR, Hwang SY, Lim SY. Inhibitory effect of extracts of *Platycodon grandiflorum* (the ballon flower) on oxidation and nitric oxide production. *Korean J. Food Preserv.* 18: 65-71 (2011)
- Shin SL, Lee CH. Antioxidant activities of ostrich fern by different extraction methods and solvents. *J. Life Sci.* 21: 56-61 (2011)
- MFDA. Korean Food Standards Codex. Method 1.1.1.1, 1.1.2, 1.1.3.1, 1.1.4.3, 1.1.5.1.1. Ministry of Food and Drug Safety. Cheongwon, Korea (2012)
- Oh SJ, Kim JI, Kim HS, Son SJ, Choe EO. Composition and antioxidant activity of dried laver, *dolgim*. *Korean J. Food Sci. Technol.* 45: 403-408 (2013)
- Nam YK, Baik JA. Status of research and possibility of development about endemic wild vegetables in Korea. *J. Korean Soc. Plants People Environ.* 8: 1-10 (2005)
- Kim YD, Yang WM. Studies on the components of wild vegetables in Korea. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 15: 10-16 (1986)
- Choi JH, Park YH, Lee SG, Lee SH, Yu MH, Lee MS, Park SH, Lee IS, Kim HJ. Antioxidant activities and  $\alpha$ -glucosidase inhibition effects of chicories grown in hydroponics added with Cr<sup>3+</sup> or selenium. *J. Fd. Hyg. Safety* 29: 53-59 (2014)
- Lee JK, Kang MG, Kim YH, Lee JS. Screening of medicinal plants containing lipase inhibitor and optimal extraction conditions. *Korean J. Medicinal Crop Sci.* 20: 1-7 (2012)
- Lee SO, Lee HJ, Yu MH, Im HG, Lee IS. Total polyphenol contents and antioxidant activities of methanol extracts from vegetables produced in Ullung island. *Korean J. Food Sci. Technol.* 37: 233-240 (2005)
- Chun J, Lee J, Ye L, Exler J, Eitenmiller RR. Tocopherol and tocotrienol contents of raw and processed fruits and vegetables in the United States diet. *J. Food Compos. Anal.* 19: 196-204 (2006)
- Wang SY, Chang HN, Lin KT, Lo CP, Yang NS, Shyur LF. Antioxidant properties and phytochemical characteristics of extracts from *Lactuca indica*. *J. Agr. Food Chem.* 51: 1506-1512 (2003)
- Kim HY, Ko JY, Song SB, Kim JI, Seo HI, Lee JS, Kwak DY, Jung TW, Kim KY, Oh IS, Jeong HS, Woo KS. Antioxidant and  $\alpha$ -glucosidase inhibition activities of solvent fractions from methanolic extract of *Sericea Lespedeza* (*Lespedeza cuneata* G. Don). *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 41: 1508-1514 (2012)