

강원도 자생 산채 추출물의 α -Amylase, α -Glucosidase, Lipase 효소 저해활성 탐색

- 연구노트 -

김희연^{1*} · 임상현¹ · 박유화¹ · 함현주¹ · 이광재¹ · 박동식² · 김경희¹ · 김성문³

¹강원도농업기술원 농산물이용시험장

²국립농업과학원

³강원대학교 바이오자원환경학과

Screening of α -Amylase, α -Glucosidase and Lipase Inhibitory Activity with Gangwon-do Wild Plants Extracts

Hee-Yeon Kim^{1*}, Sang-Hyun Lim¹, Yu Hwa Park¹, Hun Ju Ham¹, Kwang-Jae Lee¹,
Dong Sik Park², Kyung-Hee Kim¹, and Songmun Kim³

¹Agriproduct Processing Experiment Station Gangwon-do Agricultural Research and
Experiment Services, Gangwon-do, 200-822, Korea

²National Academy of Agricultural Science, Gyeonggi-do, 441-853, Korea

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

Abstract

We investigated α -amylase, α -glucosidase and lipase inhibitory activity of extracts collected from wild plants in Gangwon-do. 90 wild plants were collected and their water and ethanol extracts were obtained. Results of measuring α -amylase inhibitory activity indicated more than 80% of activity inhibition in 10 mg/mL concentration for ethanol extracts of three plants and water extracts of two plants. For α -glucosidase inhibitory activity, ethanol extracts of thirteen plants and water extracts of three plants showed more than 80% of activity inhibition in 10 mg/mL concentration. In the experiment of inhibiting lipase activity, ethanol extracts of seven plants and water extracts of one plants showed above 80% of activity inhibition in 10 mg/mL concentration. These results suggest that the selected extracts could be potentially used as a resource of bioactive materials for health functional foods.

Key words: wild plants in Gangwon-do, α -amylase inhibitor, α -glucosidase inhibitor, lipase inhibitor

서 론

최근 천연자원에서부터 건강유지나 생체리듬조절 효능이 있는 생약, 기능성식품을 개발하고자 하는 연구가 활발히 진행되고 있다(1). 식물성 식용자원에 대한 시각도 변화되어 저공해 채소류와 함께 약리적 기능이 우수한 산채류에 대한 관심이 커지고 있으며, 이에 대한 수요와 공급이 확대되고 있다.

산채는 사람에게 의해 개량 육성되어 논밭에서 재배되고 있는 농작물에 반해 자연 그대로 산야에 자생하는 식물을 말한다. 우리나라의 산에서 자생하는 식·약용 식물은 대략 120과 350속으로 한국산 관속식물 4,500여종 중에서 약 20%를 차지하고 있으며, 이 중에서 산채는 320여종이 자생하고 있다(2). 산채류의 영양적인 효능으로는 일반 야채류들보다 비타민이나 무기질이 많이 함유되어 있고(3), 약리적인 효능으로

는 항돌연변이성(4,5), 암세포에 대한 세포독성(6,7), 간기능 개선(8,9), 항산화(10-12), 항비만(13-15), 항당뇨(16), 항균(17), 항염(18,19) 효과 등이 우수한 것으로 보고되었다. 산채의 맛과 영양 그리고 생리활성은 급변하는 소비자의 요구를 충족할 수 있으므로 여러 가지 산채를 이용한 기능성 탐색 및 식품개발이 활발히 진행되고 있다.

2형 당뇨병은 현재 세계적으로 급격히 증가하고 있는 추세이다(20). 유전, 생활습관 등 여러 가지 발병 요인 가운데 특히, 식생활과 관련이 깊은 만성질환이다. 2형 당뇨병의 치료는 식이요법 및 약물요법을 적용하는데, 약물의 경우 주로 당분해 관련 효소를 억제하여 혈당의 급격한 상승을 억제하고 당의 체내 이용을 낮출 수 있는 원리를 이용한다. 그러나 지금까지 개발된 약물의 경우 설사와 복통 등의 부작용을 유발하므로 새로운 치료제 개발이 요구된다(21).

최근 amylase, α -glucosidase 효소 저해 작용 및 지질대사

*Corresponding author. E-mail: heeya80@korea.kr
Phone: 82-33-248-6526, Fax: 82-33-248-6555

이상 또는 지방대사 축진을 통하여 혈당을 조절할 수 있는 천연물에 대한 연구가 진행되고 있다(22-24). 본 연구는 강원도 자생 산채 90종을 이용하여 α -amylase 저해활성, α -glucosidase 저해활성 및 lipase 저해활성을 검정하여 혈당 강하 및 항비만 활성을 나타낼 수 있는 산채류를 선별하고자 한다.

재료 및 방법

시료 조제

본 실험에 사용한 산채시료는 2008년 산채의 성체 시기(7월~9월)에 강원도 양구, 평창, 태백에서 수집하였다. 시료는 채취 후 세척하였고, 동결건조(PVTFD10R, Ilshin, Yangju, Korea)하여 사용하였다. 시료 추출 용매는 물과 에탄올을 사용하였다. 물 추출은 산채 분말 시료 20 g에 1차 증류수 200 mL를 첨가하여 60°C에서 6시간 동안 초음파추출기(8510R-DTH, Branson, Danbury, CT, USA)를 이용하여 2회 추출하였다. 추출물은 여과지(No. 2, Whatman, Maidstone, England)가 깔려있는 Buchner funnel을 통과시켜 잔재물을 제거한 후 감압여과 하여 rotary vacuum evaporator(N-21NS, EYELA, Tokyo, Japan)로 완전히 농축하였다. 농축이 완료된 후 건조물은 증류수 10 mL를 첨가하여 용해시킨 후, 동결건조 하여 -20°C의 냉동고에 보관하면서 사용하였다. 에탄올 추출은 산채 분말 시료 20 g에 에탄올 200 mL를 첨가하여 상온에서 120 rpm의 진탕기에서 12시간 동안 2회 추출하였다. 농축 후 시료 제조 과정은 상기와 같다.

α -Amylase 저해활성

α -Amylase의 저해활성(25)은 5 g의 agar와 5 g의 가용성 전분을 500 mL 증류수에 녹여 멸균한 후, 15 mL씩 분주하여 plate를 제조하였다. 10 mg/mL 농도의 산채 추출물과 200 Unit/mL 농도의 α -amylase(porcine pancreas, Sigma, St. Louis, MO, USA)를 혼합하여 항생물질 검정용 여과지(paper disc, Advantec, Tokyo, Japan) 위에 각각 분주하여 평판배지위에 올려놓고 37°C에서 3일간 배양한 후, I_2/KI (5 mM I_2 in 3% KI) 5 mL를 가하여 15분간 발색시킨 후 면적의 측정은 clear zone의 반지름을 측정하여 πr^2 로 계산하여 다음의 식으로 저해율을 계산하였다(26). 대조구로는 acarbose를 사용하였으며, 시료와 같은 농도로 제조하여 측정하였다.

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

α -Glucosidase 저해활성

α -Glucosidase 저해활성(27)은 10 mg/mL 농도의 산채 추출물과 0.15 U/mL α -glucosidase 효소액 50 μ L 및 0.2 M potassium phosphate buffer(pH 6.8) 360 μ L를 혼합하여 405 nm에서 흡광도를 측정하는 다음, 5분간 실온에서 유지하고 5 mM 4-nitrophenyl- α -D-glucopyranoside(pNPG) 50 μ L

를 가하여 실온에서 10분간 더 반응시킨 뒤 동일한 파장에서 흡광도를 측정하였고, 흡광도의 변화로부터 효소 저해활성을 계산하였다.

Pancreatic lipase 저해능 측정

Lipase 저해활성(28)은 10 mM $CaCl_2$, 200 mM NaCl이 포함된 5% gum arabic 용액 9 mL에 tributylin 1 mL을 섞어 초음파추출기로 유화시킨 후, 2%(w/v) agar와 혼합하여 고체평판배지를 제조하였다. 약 5 mm 정도 두께의 고체평판배지에 지름 6 mm의 구멍을 뚫어 10 mg/mL의 농도로 준비한 추출물과 pancreatic lipase(Sigma) 용액을 1:1의 비율로 3분간 반응시킨 혼합액을 넣고 24시간 동안 37°C에서 반응시킨 후, 효소에 의해 가수분해 되는 저해면적(clear zone)의 크기를 측정하여 pancreatic lipase에 대한 저해활성을 확인하였다.

결과 및 고찰

강원도에서 자생하고 있는 산채 29와 90종을 성체시기에 채집하여 동결건조한 후 물과 에탄올로 추출하였다(Table 1). 물과 에탄올 추출물을 대상으로 각각의 산채 추출물은 10 mg/mL의 농도로 추출용매로 재용해해 α -amylase 저해활성, α -glucosidase 저해활성, lipase 저해활성을 측정하였다.

α -Glucosidase는 소장 상피세포의 brush-border membrane에 존재하는 효소(29)로서 소장에서 음식물 중의 전분을 포도당과 같은 단당으로 분해하여 흡수시킨다. α -glucosidase 저해제는 소장점막의 미세융모막에 존재하는 이당류의 분해효소를 가역적으로 억제하여 탄수화물의 흡수를 지연시키는 역할을 하며, 소장 전체에 포도당이 흡수되어 식후 혈당 상승을 완만하게 한다. 본 연구에서는 강원도 자생 산채 90종을 대상으로 α -glucosidase 저해활성을 측정하여 향후 혈당상승 억제제로 활용될 수 있는 소재를 선별 및 탐색하였다. 실험 결과 대조구인 acarbose는 80% 정도의 α -glucosidase 저해활성을 나타내었으며, 이에 산채 90종을 대상으로 제조한 물 또는 에탄올 추출물(10 mg/mL) 소재도 역시 80% 이상의 α -glucosidase 저해활성을 나타내는 소재들로 선별하게 되었다. 산채 에탄올 추출물 중에서 다래나무(*Actinidia arguta* (Siebold & Zucc.) Planch. ex Miq. var. *arguta*), 싱아(*Aconogonon alpinum* (All.) Schur), 기린초(*Sedum kamtschaticum* Fisch. & Mey.), 돌나물(*Sedum sarmentosum* Bunge), 만병초(*Rhododendron brachycarpum* D. Don ex G. Don), 고추나물(*Hypericum erectum* Thunb.), 털부처꽃(*Lythrum salicaria* L.), 달맞이꽃(*Oenothera biennis* L.), 큰까치수염(*Lysimachia clethroides* Duby), 좁쌀풀(*Lysimachia vulgaris* var. *davurica* (Ledeb.) R. Kunth), 짚신나물(*Agrimonia pilosa* Ledeb.), 돌단풍(*Aceriphyllum rossii*), 노루오줌(*Astilbe rubra* Hook. f. & Thomson var. *rubra*), 뚝갈(*Patrinia villosa* (Thunb.) Juss.)

Table 1. Plants extracts used for experiments

Sample No.	Family name	Scientific name
1	Actinidiaceae	<i>Actinidia arguta</i> (Siebold & Zucc.) Planch. ex Miq. var. <i>arguta</i>
2	Araliaceae	<i>Kalopanax septemlobus</i> (Thunb. ex Murray) Koidz.
3	Araliaceae	<i>Aralia elata</i> (Miq.) Seem.
4	Araliaceae	<i>Aralia cordata</i> Thunb.
5	Araliaceae	<i>Eleutherococcus senticosus</i> (Rupr. & Maxim.) Maxim.
6	Araliaceae	<i>Eleutherococcus gracilistylus</i> (W.W.Sm.) S.Y.Hu
7	Araliaceae	<i>Eleutherococcus divaricatus</i> var. <i>chiisanensis</i> (Nakai) C.H.Kim & B.Y.Sun
8	Aspleniaceae	<i>Athyrium yokoscense</i> (Franch. & Sav.) H.Christ
9	Boraginaceae	<i>Symphytum officinale</i> L.
10	Campanulaceae	<i>Codonopsis lanceolata</i> (Siebold & Zucc.) Trautv.
11	Campanulaceae	<i>Adenophora remotiflora</i> (Siebold & Zucc.) Miq.
12	Campanulaceae	<i>Campanula takesimana</i> Nakai
13	Campanulaceae	<i>Asyneuma japonicum</i> (Miq.) Briq.
14	Campanulaceae	<i>Adenophora triphylla</i> var. <i>japonica</i> (Regel) H. Hara
15	Chloranthaceae	<i>Chloranthus japonicus</i> Siebold
16	Compositae	<i>Saussurea macrolepis</i> (Nakai) Kitam.
17	Compositae	<i>Saussurea pulchella</i> (Fisch.) Fisch.
18	Compositae	<i>Ligularia stenocephala</i> (Maxim.) Matsum. & Koidz.
19	Compositae	<i>Cirsium setidens</i> (Dunn) Nakai
20	Compositae	<i>Taraxacum ohwianum</i> Kitam.
21	Compositae	<i>Ainsliaea acerifolia</i> Sch. Bip.
22	Compositae	<i>Carpesium abrotanoides</i> L.
23	Compositae	<i>Synurus palmatopinnatifidus</i> var. <i>indivisus</i> (Makino) Kitam.
24	Compositae	<i>Petasites japonicus</i> (Siebold & Zucc.) Maxim.
25	Compositae	<i>Solidago virgaurea</i> subsp. <i>asiatica</i> Kitam. ex Hara var. <i>asiatica</i>
26	Compositae	<i>Parasenecio auriculata</i> var. <i>matsumurana</i> Nakai
27	Compositae	<i>Hieracium umbellatum</i> L.
28	Compositae	<i>Rhaponticum uniflorum</i> (L.) DC.
29	Compositae	<i>Artemisia capillaris</i> Thunb.
30	Compositae	<i>Lactuca raddeana</i> Maxim.
31	Compositae	<i>Atractylodes japonica</i> KOIDZ.
32	Compositae	<i>Saussurea grandifolia</i> Maxim.
33	Compositae	<i>Taraxacum officinale</i> Weber
34	Compositae	<i>Aster yomena</i> (Kitam.) Honda
35	Compositae	<i>Cirsium japonicum</i> var. <i>maackii</i> (Maxim.) Matsum.
36	Compositae	<i>Syneilesis palmata</i> (Thunb.) Maxim.
37	Compositae	<i>Crepidiastrum denticulatum</i> (Houtt.) Pak & Kawano
38	Compositae	<i>Artemisia dubia</i> Wall.
39	Compositae	<i>Solidago virgaurea</i> subsp. <i>gigantea</i> (Nakai) Kitam.
40	Compositae	<i>Achillea alpina</i> L.
41	Compositae	<i>Taraxacum coreanum</i> Nakai
42	Compositae	<i>Sonchus oleraceus</i> L.
43	Compositae	<i>Aconogonon alpinum</i> (All.) Schur
44	Compositae	<i>Ixeridium dentatum</i> (Thunb. ex Mori) Tzvelev
45	Crassulaceae	<i>Sedum kamtschaticum</i> Fisch. & Mey.
46	Crassulaceae	<i>Sedum sarmentosum</i> Bunge
47	Cruciferae	<i>Cardamine komarovii</i> Nakai for. <i>komarovii</i>
48	Ericaceae	<i>Rhododendron brachycarpum</i> D.Don ex G.Don
49	Euphorbiaceae	<i>Securinega suffruticosa</i> (Pall.) Rehder
50	Guttiferae	<i>Hypericum erectum</i> Thunb.
51	Labiatae	<i>Prunella vulgaris</i> var. <i>lilacina</i> Nakai
52	Lauraceae	<i>Lindera obtusiloba</i> Blume var. <i>obtusiloba</i>
53	Leguminosae	<i>Vicia unijuga</i> A.Braun
54	Leguminosae	<i>Crotalaria sessiliflora</i> L.
55	Liliaceae	<i>Hemerocallis dumortieri</i> Morren
56	Liliaceae	<i>Hosta longipes</i> (Franch. & Sav.) Matsum.
57	Liliaceae	<i>Hemerocallis fulva</i>
58	Liliaceae	<i>Smilacina japonica</i> A. Gray var. <i>japonica</i>
59	Liliaceae	<i>Erythronium japonicum</i> (Balrer) Decne.
60	Lythraceae	<i>Lythrum salicaria</i> L.
61	Malvaceae	<i>Hibiscus trionum</i> L.
62	Oleaceae	<i>Ligustrum obtusifolium</i> Siebold & Zucc.
63	Onagraceae	<i>Oenothera biennis</i> L.

Table 1. Continued

Sample No.	Family name	Scientific name
64	Plantaginaceae	<i>Plantago asiatica</i> L.
65	Polygonaceae	<i>Bistorta major</i> S.F. Gray var. <i>japonica</i> Hara
66	Portulacaceae	<i>Portulaca oleracea</i> L.
67	Primulaceae	<i>Lysimachia clethroides</i> Duby
68	Primulaceae	<i>Lysimachia vulgaris</i> var. <i>davurica</i> (Ledeb.) R.Kunth
69	Ranunculaceae	<i>Thalictrum aquilegifolium</i> var. <i>sibiricum</i> Regel & Tiling
70	Ranunculaceae	<i>Caltha palustris</i> L. var. <i>palustris</i>
71	Ranunculaceae	<i>Clematis terniflora</i> var. <i>mandshurica</i> (Rupr.) Ohwi
72	Ranunculaceae	<i>Clematis terniflora</i> DC.
73	Ranunculaceae	<i>Clematis trichotoma</i> Nakai
74	Rosaceae	<i>Sanguisorba officinalis</i> L.
75	Rosaceae	<i>Agrimonia pilosa</i> Ledeb.
76	Saxifragaceae	<i>Philadelphus schrenkii</i> Rupr. var. <i>schrenkii</i>
77	Saxifragaceae	<i>Aceriphyllum rossii</i> .
78	Saxifragaceae	<i>Astilbe rubra</i> Hook.f. & Thomson var. <i>rubra</i>
79	Umbelliferae	<i>Angelica dahurica</i> (Fisch. ex Hoffm.) Benth. & Hook.f. ex Franch. & Sav.
80	Umbelliferae	<i>Pleurospermum camtschaticum</i> Hoffm.
81	Umbelliferae	<i>Oenanthe javanica</i> (Blume) DC.
82	Umbelliferae	<i>Aegopodium podagraria</i> L.
83	Umbelliferae	<i>Heracleum moellendorffii</i> Hance
84	Umbelliferae	<i>Pimpinella brachycarpa</i> (Kom.) Nakai
85	Umbelliferae	<i>Angelica gigas</i> Nakai
86	Umbelliferae	<i>Cryptotaenia japonica</i> Hassk.
87	Umbelliferae	<i>Bupleurum falcatum</i> var. <i>scorzonerifolium</i> (Willd.) Ledeb.
88	Umbelliferae	<i>Centella asiatica</i> (L.) Urb.
89	Valerianaceae	<i>Patrinia villosa</i> (Thunb.) Juss.
90	Valerianaceae	<i>Patrinia scabiosaefolia</i> Fisch. ex Trevir.

이 80% 이상의 우수한 α -glucosidase 저해활성을 나타내었다. 또한 물 추출물에서는 기린초, 짚신나물, 돌단풍이 80% 이상의 우수한 α -glucosidase 저해활성을 나타내었다(Table 2). 기존의 산채로부터 α -glucosidase 저해활성에 관한 연구로는 산채 17종의 methanol 조추출물 5 mg/mL에서 62%의 저해활성도를 나타낸 비비추(*Hosta longipes*)와 30% 이상 저해활성도를 나타낸 개시호(*Bupleurum longeradiatum*), 바다나물(*Angelica decursiva*)이 보고된 바 있다(30). 식물 추출물로부터 연구된 결과로 두충(*Eucommia ulmoides*)으로부터 quercetin 등 5가지 물질이 분리되었고(31), 갈근으로부터 활성이 높은 biochanin A, (-)-tuberosin, claycosin, daidzein 등 4개 화합물을 분리하였다(32). 사철썩의 분획물인 butanol 층에서의 α -glucosidase 활성이 확인되었고(33), 300여종의 농산물과 자생식물을 대상으로 α -glucosidase 저해활성을 검정한 결과, 잔대와 산뽕나무의 추출물이 가장 높음이 확인되었다(34). 이번 실험 결과 이미 문헌에 보고된 산채 및 식물 추출물들의 α -glucosidase 저해활성과 유사하거나 우수한 산채 17종을 선발하였다.

α -Amylase는 탄수화물의 α -D-(1,4)-glucan 결합을 분해하는 효소이고, α -glucosidase 소장 상피세포의 brush-border membrane에 존재하는 효소(35)로서 소장에서 음식물 중의 전분을 포도당과 같은 단당으로 분해하여 흡수시킨다. 따라서 소장의 α -amylase와 α -glucosidase를 저해함으로써 포도당의 흡수를 지연시킬 수 있어 α -amylase와 α -glucosidase의 저해활성은 혈당수치 상승억제의 지표로써 사용된다(1).

산채 90종의 물과 에탄올 추출물 10 mg/mL의 농도로 대조구인 acarbose의 저해활성과 같은 α -amylase를 80% 이상 저해한 식물로 싱아, 큰까치수염, 좁쌀풀 에탄올 추출물이 선발되었으며, 물 추출물로 싱아, 큰까치수염, 돌단풍이 선발되었다. α -Amylase 저해활성에 관한 연구로 제비꽃 acetone 추출물 1 mg/mL 처리 시 100% 저해효과가 확인되었고(35), 번행초 methanol 추출물에서는 효과가 없었으나 methanol을 순차 분획한 hexane 분획물 1 mg/mL 처리 시 60% 저해효과가 확인되었다(36). 300여종의 농산물과 자생식물을 대상으로 α -amylase 저해활성을 검정한 결과, 금은화 삼지구엽초의 추출물이 가장 높음이 확인되었다(34).

식이로 섭취된 지방의 분해와 흡수는 장내 낮은 pH에 의한 물리·화학적인 지방의 변화와 아울러 여러 가지 효소 작용이 동반되는 매우 복잡한 경로를 거쳐 진행된다(28,37). 이중 췌장 리파아제는 지방의 물질대사에 관여하는 효소로, 지방의 소화를 진행하고 장내 상피세포가 분해산물을 흡수하도록 돕는다. 이와 같이 지방은 췌장 리파아제에 의해 분해되어 흡수되기 때문에 리파아제 효소의 활성을 저해할 경우 혈중의 지방흡수를 저하시킬 수 있다. 리파아제가 부족하면 중성지방(트리글리세라이드)은 흡수되지 않고 대변으로 나오게 된다(38). 산채 90종의 물과 에탄올 추출물에 대하여 lipase 저해활성을 측정한 결과, 높은 저해활성을 보이는 산채 추출물로는 홀아비꽃대(*Chloranthus japonicus* Siebold), 기린초, 생강나무(*Lindera obtusiloba* Blume var. *obtusiloba*), 활나물(*Crotalaria sessiliflora* L.), 털부처꽃, 동의나물

Table 2. Inhibition of α -glucosidase, α -amylase and lipase activity by solvent extract of wild plant

Sample No. ¹⁾	α -Glucosidase inhibitory activity (%)		α -Amylase inhibitory activity (%)		Lipase inhibitory activity (%)	
	Water	Ethanol	Water	Ethanol	Water	Ethanol
1	4.1±10.6	89.5±0.5	1.9±12.6	16.3±19.6	+ ²⁾	-
2	NI ³⁾	NI	NI	0.7±6.7	-	++
3	NI	NI	NI	6.0±14.7	-	+
4	1.8±4.6	NI	6.4±1.3	NI	-	+
5	NI	NI	NI	NI	-	+
6	NI	4.7±22.3	NI	11.6±6.6	-	-
7	NI	NI	0.9±6.8	13.0±9.7	-	-
8	27.2±7.9	19.2±4.1	NI	7.5±5.3	-	++
9	NI	0.4±5.0	NI	NI	-	+
10	5.6±18.7	NI	NI	1.5±9.2	-	-
11	47.2±8.2	51.1±1.6	3.7±7.8	5.2±12.3	+	-
12	5.7±8.4	31.4±1.5	NI	3.9±7.5	+	-
13	13.3±12.8	NI	NI	14.6±7.9	+	+
14	12.2±1.9	15.0±12.4	NI	5.6±9.8	-	++
15	4.0±8.5	8.1±1.3	15.3±9.1	10.0±2.3	+	+++
16	10.4±1.8	NI	NI	NI	-	-
17	NI	0.2±0.3	NI	NI	-	+
18	NI	NI	NI	5.4±27.9	-	+
19	NI	3.0±6.6	NI	0.9±5.1	-	-
20	15.9±15.1	NI	4.9±12.5	6.0±2.5	-	-
21	14.2±7.3	9.6±3.2	NI	11.4±7.3	-	+
22	0.2±10.9	6.4±8.7	NI	1.9±8.9	++	+
23	4.5±11.3	2.8±5.3	NI	8.8±5.5	+	+
24	23.7±3.1	15.3±9.4	NI	NI	-	-
25	NI	8.5±16.1	10.1±12.6	15.5±6.9	-	+
26	5.7±3.6	NI	NI	3.1±8.5	-	-
27	NI	2.7±2.4	NI	5.3±1.3	-	-
28	11.1±6.2	8.3±1.7	1.3±15.3	20.6±3.4	-	-
29	9.9±4.0	7.9±1.9	NI	9.3±5.7	+	-
30	5.2±5.2	NI	7.9±5.2	10.4±8.2	-	-
31	NI	0.4±1.2	NI	13.5±3.3	-	+
32	8.7±14.4	7.3±12.6	NI	NI	-	-
33	NI	NI	7.9±6.2	7±3.4	+	+
34	0.3±14.8	NI	NI	6.4±9.8	+	++
35	42.9±10.0	79.5±0.1	NI	16.2±7.2	-	++
36	NI	4.8±22.8	NI	0.2±2.6	+	++
37	NI	NI	7.6±2.3	NI	+	-
38	NI	NI	NI	7.1±3.1	-	-
39	3.9±0.9	5.8±1.5	NI	NI	-	+
40	13.7±6.9	NI	NI	6.9±11.7	+++	-
41	NI	0.4±9.2	5.0±11.3	0.3±1.5	+	-
42	4.1±0.3	19.1±0.3	8.1±11.9	17.9±4.6	-	-
43	15.0±3.4	88.8±0.2	100±0.0	90.6±4.0	+	+++
44	11.4±5.3	NI	NI	4.2±9.7	++	+
45	81.0±2.0	94.3±0.6	1.6±4.0	75.1±10.8	-	+++
46	3.2±6.3	87.2±1.1	NI	64.6±13.4	+	+
47	NI	NI	4.5±8.6	NI	-	-
48	69.5±2.9	94.1±0.4	17.4±10.8	26.8±5.3	+	-
49	5.3±16.3	NI	NI	NI	+	-
50	9.3±7.4	92.3±2.2	NI	55.1±23.1	+	++
51	37.7±4.4	0.1±2.7	18.1±9.8	4.0±8.3	-	-
52	NI	54.1±10.4	6.2±10.5	6.5±19.2	+	+++
53	8.6±12.5	NI	NI	0.5±2.7	-	-
54	NI	NI	5.8±4.0	NI	+	+++
55	0.5±0.1	NI	NI	NI	-	+
56	NI	NI	NI	13.0±10.5	+	-
57	11.7±9.6	NI	NI	0.2±12.5	-	-
58	NI	NI	NI	NI	-	-
59	6.1±3.6	NI	7.1±10.1	17.3±4.8	+	-
60	5.4±3.9	88.3±4.1	62.4±2.8	32.6±18.6	+	+++
61	NI	23.2±6.1	NI	2.3±9.0	-	+
62	12.7±9.3	NI	5.6±1.4	11.9±2.6	+	-

Table 2. Continued

Sample No. ¹⁾	α -Glucosidase inhibitory activity (%)		α -Amylase inhibitory activity (%)		Lipase inhibitory activity (%)	
	Water	Ethanol	Water	Ethanol	Water	Ethanol
63	42.7±1.2	92.4±2.2	40.3±4.8	34.5±13.9	++	-
64	5.6±4.3	NI	NI	16.3±4.8	-	-
65	5.8±3.5	35.1±2.6	13.3±5.3	23.1±4.3	+	++
66	NI	13.7±11.2	7.8±10.5	36.7±17.0	-	+
67	33.0±1.3	90.9±0.5	100±0.0	97.9±1.2	++	+
68	3.6±15.3	80.1±0.8	85.3±10.5	54.4±1.3	++	+
69	4.2±2.4	3.9±4.5	16±6.0	2.1±1.4	-	-
70	22.0±1.1	NI	NI	5.4±10.1	-	+++
71	NI	NI	NI	10.4±11.7	+	-
72	NI	4.7±8.3	NI	NI	+	+
73	NI	NI	11.2±1.1	NI	+	+
74	NI	19.8±3.8	NI	8.6±12.5	+	+
75	84.7±0.1	13.4±11.7	49.8±10.9	26.6±4.1	++	++
76	NI	NI	NI	NI	-	-
77	87.7±1.3	93.8±2.1	24.3±9.7	94.7±1.5	+	-
78	38.9±0.3	95.8±0.9	10.8±2.5	58.6±0.5	+	-
79	NI	NI	NI	4.2±6.5	-	+
80	NI	NI	NI	9.0±21.5	-	+
81	11.2±0.9	NI	NI	1.6±6.0	+	-
82	28.0±6.2	9.6±2.1	NI	12.7±1.8	+	-
83	NI	5.2±2.0	NI	8.0±14.1	-	+
84	NI	NI	8.4±10.5	5.4±9.9	-	-
85	16.1±4.6	5.2±8.3	NI	NI	-	-
86	6.4±5.7	10.9±13.4	NI	4.9±4.3	+	++
87	12.9±3.4	7.2±14.4	NI	2.8±3.6	++	+
88	NI	NI	8.7±2.7	7.6±3.8	+	-
89	2.8±4.7	94.8±0.8	7.4±1.4	21.9±10.1	-	-
90	12.4±5.9	NI	10.0±0.8	NI	+	-
Acarbose	80.24±3.81		80.15±0.23			

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

²⁾Inhibitory activity: +++++, very strong; +++, strong; ++, weak; +, very weak; -, none.

³⁾NI: not inhibited.

(*Caltha palustris* L. var. *palustris*) 에탄올 추출물이 선발되었다. 물 추출물 가운데 톱풀(*Achillea alpina* L.)이 우수한 활성을 나타내었다(Table 2). Lipase 저해활성에 관한 연구로 300여종의 농산물과 자생식물을 이용하여 lipase 저해활성을 측정된 결과 부채마, 지모, 좁쌀풀, 독활, 머위, 산꼬리풀, 쥐손이풀, 야콘 메탄올 추출물의 활성이 우수하다고 보고되었다(34).

이와 같이 식물체에는 탄수화물이나 지방의 소화효소를 억제하는 성분들이 풍부하게 분포되어 있는 것으로 알려져 있다. 현재 체중 조절용 의약품 중 에너지 영양소의 소화 및 흡수를 저해하거나 식욕을 저해하는 기전에 의하여 효능을 발휘하는 약물로는 대표적으로 orlistat, acarbose, miglitol, voglibose 등이 있으며, 혈당조절제도 비만억제의 수단으로 개발되어 있다. 천연물로부터 탐색되는 α -glucosidase, α -amylase, lipase 효소 저해제는 비만 및 당뇨치료물질로 그 효능이 우수하지만, orlistat는 위장장애, 과민증, 담즙분비장애, 지용성 비타민 흡수 억제 등의 부작용이 나타나는 것으로 보고되고 있고(39), acarbose 등의 α -glucosidase, α -amylase 저해제는 설사와 복통 등의 부작용이 보고되고 있다(21). 이러한 이유로 새로운 α -glucosidase, α -amylase,

lipase 효소 저해물질을 찾아낼 필요성이 있으며 본 실험 결과 활성이 우수했던 자생식물들은 추가적으로 세포 실험 및 동물실험을 통해 항당뇨 및 항비만 관련 효능 검증을 실시하고 활성이 검증된 자생식물들은 향후 새로운 의약품개발 및 성인병 예방의 건강기능식품으로 경쟁력을 확보할 수 있을 것으로 기대된다.

요 약

본 연구는 강원도 자생 산채류의 다양한 약리 기능 중 α -glucosidase, α -amylase, lipase 효소 저해활성이 우수한 식물소재를 탐색하는데 있다. 강원도 양구, 평창, 태백에서 자생하고 있는 산채 90종을 채집하여 물과 에탄올로 각각 추출하였다. 항비만 활성 탐색은 α -amylase, α -glucosidase, lipase 저해활성을 검정하였다. 그 결과 산채 90종 중 α -amylase 활성 저해능이 높은 식물로 에탄올 추출물 3종, 물 추출물 2종, α -glucosidase 활성 저해능이 높은 식물로 에탄올 추출물 13종, 물 추출물 3종, lipase 활성 저해능이 높은 식물로 에탄올 추출물 7종, 물 추출물 1종이 선발되었다. 향후 본 연구결과는 비만과 당뇨 등 대사성 질환에 대해 예방

혹은 치료 효과가 있는 기능성식품으로 개발하는데 있어 좋은 기초자료로 활용될 것으로 기대된다.

감사의 글

본 논문은 농촌진흥청에서 시행한 15대 어젠다 농업연구 개발사업(과제번호, 200901AFT143782462)의 지원에 의한 연구결과의 일부로 이에 감사드립니다.

문헌

- Oh SJ, Hong SS, Kim YH, Koh SC. 2008. Screening of biological activities in fern plants native to Jeju island. *Korean J Plant Res* 21: 12-18.
- Cho EJ. 2000. A survey on the usage of wild grasses. *Korean J Dietary Culture* 5: 59-68.
- Kim YD, Yang WM. 1986. Studies on the components of wild vegetables in Korea. *J Korean Soc Food Nutr* 15: 10-16.
- Ham SS, Lee SY, Choi M, Hwangbo HJ. 1998. Antimutagenicity and cytotoxicity effects of woorimil wheat flour extracts added with wild herb and seaweed powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 27: 1177-1182.
- Hwangbo HS, Ham SS. 1999. Antimutagenic and cytotoxic effects of *Aster scaber* root ethanol extract. *Korean J Food Sci Technol* 31: 1065-1070.
- Bae JH, Yu SO, Kim YM, Chon SU, Kim BW, Heo BG. 2009. Physiological activity of methanol extracts from *Ligularia fischeri* and their hyperplasia inhibition activity of cancer cell. *J Bio-Environment Control* 18: 67-73.
- Yu MH, Im HG, Lee HJ, Ji YJ, Lee IS. 2006. Components and their antioxidative activities of methanol extracts from sarcocarp and seed of *Zizyphus jujuba* var. *inermis* Rehder. *Korean J Food Sci Technol* 38: 128-134.
- Kim HS, Kim GJ, Kim HS. 1998. Effect of the feeding *Platycodon grandiflorum* on lipid components of liver and liver function in hypercholesterolemic rats. *Korean J Food Nutr* 11: 312-318.
- Whang TE, Lim HO, Lee JW. 1999. Effect of fermented (*Oenanthe stolonifera* DC) extract of the activity of enzymes related to liver function of alcohol-administered rats and mice. *Korean J Med Crop Sci* 7: 107-114.
- Noh KS, Yang MO, Cho EJ. 2002. Nitrite scavenging effect of *Umbelliferaeaceae*. *Korean J Soc Food Cookery Sci* 18: 8-12.
- Heo SJ, Yang MO, Cho EJ. 2001. Analysis of *Umbelliferaeaceae* wild plants and antioxidative activity of pork meat products added with plants. *Korean J Soc Food Cookery Sci* 17: 456-463.
- Lee SO, Lee HJ, Yu MH, Im HG, Lee IS. 2005. Total polyphenol contents and antioxidant activities of methanol extracts from vegetable produced in Ullung island. *Korean J Food Sci Technol* 37: 233-240.
- Kim EY, Jung EY, Lim HS, Heo YR. 2007. The effects of the *Sasa borealis* leaves extract on plasma adiponectin, resistin, C-reactive protein and homocysteine levels in high fat diet-induced obese C57/BL6J mice. *Korean J Nutr* 40: 303-311.
- Lim SS, Lee JH. 1997. A study on the chemical composition and hypocholesterolemic effect of *Aster scaber* and *Ixeris dentata*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 26: 123-129.
- Lee HJ, Chung MJ, Kim DJ, Choe M. 2009. Effects of *Oenanthe javanica*, *Coicis lachryma-jobi* L. var., and *Plantaginis asiatica* L. water extracts on activities of key enzyme on lipid metabolism. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38: 1516-1521.
- Choi J, Kim WB, Nam JH, Park HJ. 2007. Anti-diabetic effect of the methanolic extract of *Ligularia stenocephala* leaves in the streptozotocin-induced rat. *Korean J Plant Res* 20: 362-366.
- Moon YG, Choi KS, Lee KJ, Kim KY, Heo MS. 2006. Screening of antioxidative and antibacterial activity from hot water extracts of indigenous plants, Jeju-island. *Korean J Biotechnol Bioeng* 21: 164-169.
- Koh YJ, Park YK, Kim YS, Cha DS, Choi HD. 2009. Preparation of hot water extracts of dandelion leaves to increase anti-inflammatory activity. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38: 391-395.
- Park JC, You YB, Lee JH, Kim NJ. 1994. Anti-inflammatory and analgesic effects of the components from some edible plants. *J Korean Soc Food Nutr* 23: 671-674.
- Egede LE, Ellis C. 2010. Diabetes and depression: global perspectives. *Diabetes Res Clin Pract* 87: 302-312.
- Lim CS, Li CY, Kim YM, Lee WY, Rhee HI. 2005. The inhibitory effect of *Cornus walteri* extract against α -amylase. *J Korean Soc Appl Biol Chem* 48: 103-108.
- Han HK, Je HS, Kim GH. 2010. Effects of *Cirsium japonicum* powder on plasma glucose and lipid level in streptozotocin induced diabetic rats. *Korean J Food Sci Technol* 42: 343-349.
- Kim SG, An GH, Yoon SW, Lee YC, Ha SD. 2003. A study on dietary supplement to reduce obesity by the mechanism of decreasing lipid and carbohydrate absorption. *Korean J Food Sci Technol* 35: 519-526.
- Jang YS, Jeong JM. 2010. Effects of phyto-extract mixture on adiposity and serum lipid levels in obese mice induced by high fat diet. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39: 1439-1445.
- Fuwa H. 1954. A new method for microdetermination of amylase activity by the use of amylose as substrate. *J Biochem* 41: 583-603.
- Houghton PJ, Soumyanath A. 2006. α -Amylase inhibitory activity of some Malaysian plants used to treat diabetes with particular reference to *Phyllanthus amarus*. *J Ethnopharmacol* 107: 449-455.
- Wang HZ, Chang CH, Lin CP, Tsai MC. 2006. Using MTT viability assay to test the cytotoxicity of antibiotics and steroid to cultured porcine corneal endothelial cells. *J Ocular Pharm Therapeutics* 12: 35-43.
- Kim YJ, Kim BH, Lee SY, Kim MS, Park CS, Rhee MS, Lee KH, Kim DS. 2006. Screening of medicinal plants for development of functional food ingredients with anti-obesity. *J Korean Soc Appl Biol Chem* 49: 221-226.
- Lee BB, Park SR, Han CS, Han D, Park EJ, Park HR, Lee SC. 2008. Antioxidant activity and inhibition activity against α -amylase and α -glucosidase of *Viola mandshurica* extracts. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37: 405-409.
- Kim JS, Kwon CS, Son KH, Kim JI. 2000. Alpha-glucosidase inhibitory activities of some wild vegetable extracts. *J Food Sci Nutr* 5: 174-176.
- Watanabe J, Kawabata J, Kurihara H. 1997. Isolation and identification of α -glucosidase inhibitors from Tochu-cha. *Biosci Biotechnol Biochem* 61: 177-178.
- Park JH, Baek MR, Lee BH, Yon GH, Ryu SY, Kim YS, Park SU, Hong KS. 2009. α -glucosidase and α -amylase inhibition activity of compounds from roots extract of *Pueraria*

- ria thunbergiana*. *Korean J Med Crop Sci* 17: 357-362.
33. Lee SJ, Kim CH. 2007. Inhibitory effects of *Artemisia capillaris* Thumb. on α -glucosidase and α -amylase. *Korean J Med Crop Sci* 15: 128-131.
34. Kyungpook National University. 2004. Screening of plant sources with inhibitory activity against digestive enzymes and its application to development of weight-control foods. Report of Ministry for Food, Agriculture, Forestry and Fisheries, Korea. p 57-68.
35. Lee BB, Park SR, Han CS, Han DY, Park E, Park HS, Lee SC. 2008. Antioxidant activity and inhibition activity against α -amylase and α -glucosidase of *Viola mandshurica* extracts. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37: 405-409.
36. Choi HJ, Kang JS, Choi YW, Jeong YK, Joo WH. 2008. Inhibitory activity on the diabetes related enzymes of *Tetragonia tetragonoides*. *Korean J Biotechnol Bioeng* 23: 419-424.
37. Borgstrom B. 1986. Luminal digestion of fat. In *The Exocrine Pancreas: Biology, Pathobiology, and Disease*. 1st ed. Raven press, New York, NY, USA. p 361-373.
38. Woo SE, Kwon JH, Yang SY, Park HY, Kim HK. 2008. Development of egg yolk antibody specific to the pancreatic lipase domain for anti-obesity. *Korean J Microbiol Biotechnol* 36: 299-306.
39. Kim YJ, Kim BH, Lee SY, Kim MS, Park CS, Rhee MS, Lee KH, Kim DS. 2006. Screening of medicinal plants for development of functional food ingredients with anti-obesity. *J Korean Soc Appl Biol Chem* 49: 221-226.

(2010년 11월 1일 접수; 2010년 12월 15일 채택)