ISSN (Print) 1225-9918
ISSN (Online) 2287-3406
Journal of Life Science 2017 Vol. 27. No. 8. 902~908 DOI : https://doi.org/10.5352/JLS.2017.27.8.902

Inhibition Effect of Phenolic Compounds from Ultra-fine Ground *Chrysanthemum indicum* L. on Xanthine Oxidase

Young-Je Cho[1], Byung-Oh Kim[1], Hye-Jin Park[1], Eun-Ho Lee[1], Jae-Bum Jo[1], Jae-Eun Lee[1], Su-Bin Lim[1], Ye-Jin Kim[1], Ki-Tae Park[2] and Moo-Young Choi[3*]

[1]*School of Food science & Biotechnology / Food & Bio-Industry Research Institute, Kyungpook National University, 80 University Street, Bukgu, Daegu 41566, Korea*
[2]*School of Culinary Art and Baking technology, Dongju College University, 16 Sari-ro 55 street, Saha-gu, Busan 49318, Korea*
[3]*Department of Food and Nutrition, College of Health Science, Sangji University, Wonju 26338, Korea*

Received April 4, 2017 / Revised June 8, 2017 / Accepted June 19, 2017

In this study, the extracted phenolic compounds from 98 species of oriental herbal medicine were examined for biological activities to be used as functional resources. In particular, the anti-gout effect by xanthine oxidase (XOase) inhibition was determined using water and ethanol as extraction solvents because of their non-toxicity in the human body. The extracts of *Chrysanthemum indicum* L. (83.45%), *Cuscuta chinensis* (60.22%), *Asiasarum sieboldi* F. Maekawa (51.66%), *Acorus gramineus* (67.8%), *Aconitum pseudo-laeve* var. *erectum* (75.23%), *Thuja orientalis* (47.27%), *Polygonum aviculare* (53.98%), *Carthami semen* (63.99%), and *Syzygium aromaticum* (40.22%) showed relatively high XOase inhibitory activity. *Chrysanthemum indicum* L. was selected for its high XOase inhibitory activity. The biological compounds in *Chrysanthemum indicum* L. were identified to contain phenolics included in extracts of solids. Ultra-fine grind technology showed a higher extraction yield than normal grind and fine grind technology. Ethanol extracts showed relatively higher XOase inhibitory activity than water extracts. XOase inhibitory activity increased in a dependent manner as phenolic concentration increased. Therefore, ultra-fine grind technology was confirmed for use in increasing the extraction yield of XOase inhibitory compounds from *Chrysanthemum indicum* L.. Extracts from *Chrysanthemum indicum* L. are expected to be a useful functional resource for the prevention or treatment of gout.

Key words : *Chrysanthemum indicum* L., extracts, phenolics, ultra-fine grinding, xanthine oxidase inhibition

서 론

현대 인류가 직면한 환경오염이나 다양한 스트레스로 의한 질병이 심각한 사회 문제로 부각됨에 따라 건강한 먹거리를 통한 건강지향적인 식생활을 영위하며, 기능성식품의 가치가 증가되게 되었다. 이들 기능성 식품에 대한 관심과 더불어 천연 생리활성물질에 대한 관심도 높아지게 되었는데, 주로 식물체에 존재하는 생리활성물질에 대한 연구 및 이들의 가공방법 등에 대한 연구가 주목 받고 있다[13].

감국(*Chrysanthemum incidicum* L.)은 국화과(Compositae) 국화속(Chrysanthenum)에 다년생 초본으로, 노란 꽃이 피며 이 꽃을 건조시킨 것을 감국으로 부르고 있다[19, 25]. 주요 성분으로는 플라보노이드 화합물과 sesquiterpene lactone 화합물이 보고되어 있다[24]. 감국에 대한 약리적 효과는 항염증 및 면역조절활성[2, 27] 등이 있는 것으로 보고되어 있다. 또한 감국은 미용적인 측면에서도 여드름과 해독, 보습효과가 있다고 알려져 있다[17]. 민간에서 약용이나 전통식품 등에 널리 이용되어 온 감국은 해열 작용이 있어 폐렴이나 기관지염 치료에 이용되어 왔으며, 두통과 현기증 완화, 피부질환 완화, 동맥경화나 고혈압 및 위염에 좋은 효능을 가지는 것으로 알려져 있다[8, 10].

통풍은 핵산계 물질인 purine 대사의 이상으로 혈청내에 요산의 농도가 높아지고, 높아진 요산 농도에 의해 침상 모양의 요산염 결정이 관절 및 신장 등에 침착되어 급성염증을 일으키며, 통증과 발열 및 관절부종을 일으키는 급성관절 질병으로 재발율이 매우 높다[14]. 통풍이 유발되게 되면 염증반응이 동반되게 되고, 염증반응으로 인해 NO (iNOS에 의해 생산)와 PGE_2 (COX-2에 의해 생산) 및 염증반응의 전사인자인 NF-kB, TNF-α 등의 cytokine이 만들어지게 된다[23]. 최근 서구화된 식문화로 인해 야기되는 비만 등의 다양한 원인으로 발병율이 높아지게 되고[18], 통풍증상의 완화 또는 치료를 위하여 주로 우수한 xanthine oxidase (XOase)의 저해능을 가지는 천연물을 대상으로 많은 연구가 수행되어 왔다[9, 15, 21].

***Corresponding author**
Tel : +82-33-738-0497, Fax : +82-33-738-7652
E-mail : mychoi@sangji.ac.kr
This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

통풍의 치료는 의학분야에서 긴 전통을 가지고 있으나, 최근 식이요법의 새로운 방향이 제시되고 기존에 쓰던 약물에 저항을 보이는 환자에게 사용될 수 있는 새로운 요산 강하제가 개발되어 기능성 식품 분야에 적용되는 등 변화를 보이고 있다.

초미세 분쇄는 최근 식품분야의 첨단 기술로 식품재료의 표면적을 극대화시켜 생리활성물질의 용해도를 높이는데 활용되고 있으며, 유용물질인 phenolic 화합물들의 추출 수율을 높이는 등 기존의 식품가공의 문제들을 해결할 수 있는 핵심 기술이다[16]. 이러한 초미세 분쇄기술은 단순 1차 가공처리 기술을 넘어서 한약재 등에 함유된 생리활성 물질의 용해도를 증진시켜 체내 흡수율을 높이는 고부가 가치 소재의 가공 기법으로 활용될 수 있다[11, 12].

본 연구에서는 초미세 분쇄 가공을 이용하여 phenolic 화합물의 추출 수율과 통풍억제 작용을 하는 XOase 저해활성을 탐색하여 약용작물의 부가가치를 높이고자 하였다.

재료 및 방법

시료의 선정

본 실험에 사용된 시료는 대구 약령시장 및 한의원에서 한약재로 사용되는 98종을 구입하여 40 mesh의 체눈을 통과하는 분말로 만들어 시료로 사용하였다(Table 1).

추출물의 제조

물 추출물의 경우 시료 1 g에 증류수 200 ml을 넣고 액이 100 ml가 될 때까지 가열한 후 냉각하고 ethanol 추출물은 시료에 100 ml의 70% ethanol을 가하고 homogenizer로 20,000 rpm에서 1분간 균질화 시킨 후 24시간 동안 교반 추출하였으며, 추출액은 Whatman No. 1 filter paper (Whatman inc, Piscataway, New Jersey, USA)로 여과한 후 필요에 따라 rotary vacuum evaporator (Rotavapor R-200, Buchi Labortechninik AG, Flawil, Switzerland)에서 농축하여 시료로 사용하였다.

미쇄 분쇄와 초미세 분쇄 시료의 제조

본 실험에서 사용된 시료는 45℃ 건조기에서 열풍 건조시킨 감국을 10 l 용량의 초미세 분쇄장치(MKFS10-1, Koen 21 Co, Ansan, Korea)를 이용하여 시간당 20 kg의 grinding 속도로 fine grinding (125 μm ISO mesh size, ASTM 140 mesh : 초과 사이즈)과 ultra-fine grinding (125 μm ISO mesh size, ASTM 140 mesh : 미만 사이즈)으로 나누어 분쇄 사용하였다.

Phenol성 화합물의 정량

Phenol성 화합물의 정량은 Folin과 Denis 방법[6]에 준하여 측정하였다. 추출물 2 ml에 5% Na_2CO_3 용액 240 μl를 가하고 발색 시약으로 1 N-folin ciocalteu reagent 120 μl를 넣고 잘 섞어준 뒤, 10분간 방치하여 발색시키고, 흡광도 725 nm에서 1시간 이내에 흡광도를 측정하여 gallic acid를 이용한 표준곡선으로 양을 환산하였다.

추출물의 용매분획

추출물 건조분말에 H_2O, n-butanol, ethylacetate를 1:100으로 가하여 용매 분획 하였으며, 용매 분획물은 Whatman No. 1 filter paper (Whatman inc, Piscataway, New Jersey, USA)로 여과한 후 필요에 따라 rotary vacuum evaporator (Rotavapor R-200, Buchi Labortechninik AG, Flawil, Switzerland)에서 농축하여 시료로 사용하였다.

추출물의 통풍억제(XOase 저해)효과 측정

XOase 활성 저해 측정법은 Stirpe와 Corte의 방법[22]에 준하여 측정하였다. 즉, 반응구는 0.1 M potassium phosphate buffer (pH 7.5)에 xanthine 2 mM (Sigma-Aldrich Co, St. Louis, MO, USA)을 녹인 기질액 3 ml에 효소액 0.1 ml와 추출용액 0.3 ml를 넣고 대조구에는 추출용액 대신 증류수를 0.3 ml 첨가하여 37℃에서 30분간 반응시키고 20% trichloroacetic acid (TCA) 1 ml를 가하여 반응을 종료시킨 다음 원심분리하여 단백질을 제거한 후 반응액 중에 생성된 uric acid를 흡광도 292 nm에서 측정하여 저해율(%)은 1 - 시료첨가군의 uric acid 생성량/대조구의 uric acid 생성량×100으로 환산하였다.

통계분석

본 실험의 결과는 6회 반복하여 측정한 평균값을 나타내었으며, 평균±표준편차로 나타내었다. 통계처리는 SPSS 7.5 for windows 프로그램(Statistical Package for Social Science, Chicago, IL, USA)을 이용하여 통계처리 하였고 분산분석(analysis of variance) 및 Duncan의 다중범위검정법(Duncan's multiple range test)으로 95% 수준에서 유의성을 검정하였다.

결과 및 고찰

약용작물 추출물의 페놀함량 및 XOase 저해 활성 측정

천연자원 중 식물체에 존재하는 phytochemical인 폴리페놀 화합물이나 플라보노이드 화합물은 강한 항산화 기능을 가지는 등 생리활성 물질로 작용할 수 있다는 여러 연구들이 행해져 왔다[1]. 생체 내 purine 대사에 관여하는 XOase는 대사생성물인 침상의 urate를 형성하며, 생성된 urate는 혈장 내 urate 농도를 증가시켜 관절 등에 축적되어 통증이 동반되는 통풍을 일으키는 효소이다. 이러한 XOase를 저해하는 천연 물질을 찾기 위해 본 연구에서는 98종의 한약재로부터 물과 60% ethanol을 용매로 하여 생리활성물질을 추출하여 XOase의 저해 효과를 측정하였다. 그 결과 Table 1에서와 같이 80% 이상

Table 1. XOase inhibitory activity of extracts from oriental drugs

Oriental drugs (1)	XOase inhibitory activity (%)	
	Water extracts	Ethanol extracts
Control	-	-
Curcuma aromatic	-	-
Lycium chinensis Mill	-	-
Euryale ferox Salisb Fruits	8.86	37.33
Sophora flavescens Solander ex Aiton	-	25.80
Glycyrrhiza uralensis	-	-
Lonicera japonica Thunberg Flower	5.67	10.33
Platycodon grandiflorum A. De Candolle	-	-
Angelica koreana L.	-	-
Teucrium veronicoides	-	-
Cinnamomum zeylanicum	6.78	-
Zingiber officinale Roscoe	-	-
Deer antler	10.68	-
Raphanus sativus L.	-	-
Phragmites communis Trinius	13.25	-
Angelica gigas Nakai	-	-
Zizyphus jujuba Mill. *var.*	-	-
Vitex rotundifolia F.	-	-
Equiseti herba	-	-
Chrysanthemum indicum L.	67.53	83.45
Commiphora molmol Engl.	-	-
Liriope platyphylla	-	-
Ephedra sinica	-	-
Aucklandia lappa Decne	-	-
Rubus coreanus Miquel	-	-
Angelicae dahuricae Radix	-	-
Tribulus terrestris L. Fruits	-	-
Silkworm	-	-
Mentha arvensis var. *piperascens*	-	-
Alumen	-	-
Tortoise·shell	-	-
Polygonum multiflorum	3.08	34.07
Astragalus membranaceus	-	20.79
Cuscuta chinensis	-	60.22
Poria cocos Wolf	3.05	7.36
Curcuma zedoaria	-	-
Saposhnikovia divaricata Schiskin	-	-
Ginkgo biloba	-	10.50
Areca catechu L.	27.84	30.28
Magnolia kobus	35.07	6.34
Saururus chinensis	6.63	30.75
Cryptotympana pustulata Fabricus	-	4.21
Bupleury radix aqueous	-	-
Asiasarum sieboldi F. Maekawa	-	51.66
Dioscorea japonica Thunberg	23.68	-
R. radix Preparata	-	19.51
Morus alba L.	-	21.38
Acorus gramineus	-	67.84
Cornus officinalis	4.96	3.81

Table 1. Continued

Oriental drugs (2)	XOase inhibitory activity (%)	
	Water extracts	Ethanol extracts
Crataegus pinnatifida Bunge var.	-	21.55
Trogopterorum faeces	-	12.81
Artemisae capillaris herba	-	-
Sulphur	-	-
Arctium lappa Linne	-	3.94
Curcuma longa Linne	-	9.6
Styrax benzoin	-	-
Coicis semen	-	-
Myristica fragrans	9.47	31.1
Ligustrum japonicum	-	2.61
Boswellia carterii	-	-
Panax ginseng C.A.Meyer	-	-
Alpinia oxyphylla Miquel	-	-
Clematis florida	-	-
Stichopus japonicas	7.39	25.26
Polygonatum odoratum var. *pluriflorum*	-	-
Evodia officinalis	-	-
Schisandra chinensis Baillon	-	-
Bambusae caulis	-	11.19
Ailanthus altissima	-	20.24
Kochia scoparia	-	-
Lycium chinens	-	-
Bombyx mori	-	31.68
Sanguisorba officinalis	-	-
Loranthus tanakae Franch. & Sav.	-	-
Poncirus fructus	-	-
Polyporus umbellatus	-	9.7
Fraxinus rhynchophylla	-	-
Aconitum pseudo-laeve var. *erectum*	-	75.23
Cnidium officinale	-	-
Trichosanthes kirilowi	-	-
Melia azedarach	-	18.72
Thuja orientalis	35.20	47.27
Asparagus cochinchinensis	2.25	-
Citrus unshiu	-	17.46
Pioer longum	2.02	4.72
Polygonum aviculare	-	53.98
Siegesbeckia pubescens	13.39	1.06
Armeniacae semen	-	-
Prunella vulgaris	-	-
Kalopanax pictus	-	-
Piper nigrum	-	-
Magnolia obovata	1.04	30.90
Polygonatum falcatum A. Gray	-	-
Sesamum indicum	-	16.57
Carthami semen	18.21	63.99
Scrophularia buergeriana	-	-
Sepia esculenta	5.72	10.91
Talcum	8.90	8.56
Syzygium aromaticum	35.10	40.22

의 XOase 저해율을 나타낸 한약재는 감국 ethanol 추출물이 83.45%로 가장 높은 저해 활성을 나타내었으며, *Cuscuta chinensis* (토사자)(60.22%), *Asiasarum sieboldi* F. Maekawa (세신)(51.66%), *Acorus gramineus* (석창포)(67.8%), *Aconitum pseudo-laeve* var. *erectum* (진범)(75.23%), *Thuja orientalis* (측백엽)(47.27%), *Polygonum aviculare* (편축)(53.98%), *Carthami semen* (홍화자)(63.99%), *Syzygium aromaticum* (정향)(40.22%) 등이 비교적 높은 XOase 저해율을 나타내었다. 또한 같은 종류의 한약재에서는 물 추출물보다 ethanol 추출물에서 상대적으로 높은 XOase에 대한 저해 효과가 높게 나타났다. 따라서 98종의 한약재 중에서 감국이 물 추출물과 ethanol 추출물 모두에서 높은 XOase 저해 활성을 나타내어 통풍억제를 위한 시료로 선발되었다.

감국으로부터 생리활성물질의 용출에 미치는 초미세 분쇄의 영향

감국으로부터 유용물질의 추출을 위하여 인체에 유해하지 않으며, 식품에 사용할 수 있는 용매로 물과 ethanol을 선별적으로 이용하여 고형분의 추출 수율을 비교하였다. 그 결과 Table 2에서 나타난 것과 같이 물 추출물에서 252.2 mg/sample g과 ethanol 추출물에서 330.6 mg/sample g의 고형분 추출 수율을 나타내어 물 추출물 보다 ethanol 추출물에서 상대적으로 높은 고형분의 추출 수율을 나타내었다.

초미세 분쇄 기술은 생리활성물질을 함유한 시료의 표면적을 극대화 시키므로 용출이 어려운 물질들의 용해도를 높여주는 수단으로서의 활용이 가능할 것으로 추측된다. 또한 상대적으로 유용화합물의 추출 수율을 높여 상대적인 생리활성의 증대효과를 가져오기도 한다[20]. 이러한 초미세 분쇄 기술은 원료를 분쇄하는 1차 가공처리 수준을 넘어서 한약재로부터 생리활성물질의 용해도를 증진시킴으로써 기능성 식품소재나 식의약 소재로의 활용 등 고부가 가치소재로 전환을 기대할 수 있다[26].

본 연구에서는 초미세 분쇄 가공 기술을 이용하여 고형분의 추출 수율을 높여 선별된 시료의 부가가치를 높이고자 하였다. 초미세 분쇄가 감국의 고형분 추출 수율에 미치는 영향을 살펴보기 위하여 감국 건조물을 일반 분쇄, 미세 분쇄와 초미세 분쇄로 구분하여 분쇄하고 물과 ethanol을 추출용매로 사용하여 추출한 후 각각의 고형분의 추출 수율을 비교하였다. 그 결과 Table 2에서와 같이 물보다 ethanol을 이용하는 것이 효과적이었으며, 미세 분쇄와 초미세 분쇄를 하였을 때 고형분의 추출 수율이 더욱 증가하는 것을 알 수 있었다[3, 4, 7].

Table 2. Content of solid extracts from *Chrysanthemum indicum* L. by grinding technique

Grinding technique	Solid content (mg/sample g)	
	Water extracts	Ethanol extracts
Normal grinding	252.1±4.8	330.6±10.5
Fine grinding	256.3±7.6	336.8±12.4
Ultra-fine grinding	305.6±3.8*	410.1±6.7*

The data were expressed as the mean ± standard deviation (n=6), $p<0.05$.

식물계에 널리 분포되어 있는 phenolics는 식물체의 2차 대사산물의 한 종류로 분자구조에 hydroxyl기를 가지고 있기 때문에 단백질과 효소 등의 거대 분자들과 결합함으로써 여러 생리 기능을 가진다고 보고되어 있다[5]. 추출물의 고형분에 포함된 phenolic 화합물의 함량은 Fig. 1에서와 같이 물 추출물에서 고형분 1 g당 60.12 mg의 phenolic이 함유되어 있었으며, ethanol 추출물에는 고형분 1 g당 80.36 mg의 phenolic 함량을 나타내어 물 추출 고형분 보다 ethanol 추출물 고형분에 더 높은 농도로 phenolic이 함유되어 있음을 알 수 있었다. 감국 추출물의 고형분과 phenolic 화합물을 동일한 농도인 200 μg으로 조절하고 각각의 XOase에 대한 저해 효과를 측정한 결과 Fig. 2에서와 같이 phenolic 화합물 함량이 낮은 고형분의 생리활성이 phenolic에 비해 매우 낮은 수준으로 나타났으며,

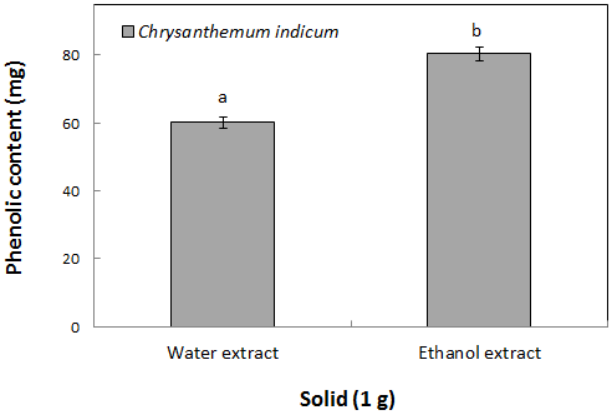

Fig. 1. The phenolic content in extracted solid from *Chrysanthemum indicum*. The data were expressed as the mean ± SD (n=6), $p<0.05$.

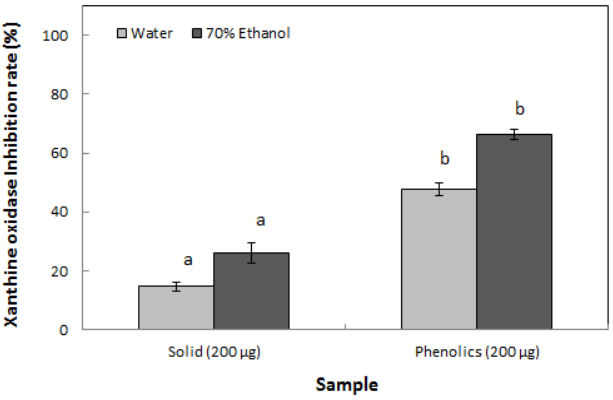

Fig. 2. The XOase inhibitory activity of extracted solid and phenolic at 200 μg concentration from *Chrysanthemum indicum*. The data were expressed as the mean ± SD (n=6), $p<0.05$.

ethanol 추출물에 비해 상대적으로 낮은 phenolic 함량을 나타낸 물 추출물에서 XOase의 저해 효과도 낮게 측정되었다. 따라서 XOase 저해 생리활성은 감국 추출물에 함유되어 있는 phenolic 화합물에 의해 효과가 좌우 될 것으로 판단되었다.

감국 추출물로부터 용매분획물의 XOase 저해 효과 발현

식물에 존재하는 많은 phytochemical 중 폴리페놀 화합물이나 플라보노이드류는 여러 가지 식물에 널리 분포되어 있으며 천연 생리활성물질로써 작용할 수 있다는 여러 연구들이 행해져 왔다. 이에 본 연구에서 감국 추출물로부터 용매분획물의 XOase의 저해 효과를 측정한 결과 Table 3에서와 같이 H_2O layer는 14.37%, EtOAc layer는 37.56% 및 n-BuOH layer는 46.20%의 저해 효과를 나타내었다. 감국 추출물로부터 XOase 저해 물질을 정제하기 위한 용매 분획은 BuOH layer에서 가장 높은 저해 활성을 나타내어 의료용으로 사용할 수 있는 단계로의 감국 추출물의 정제를 위해서는 butanol을 용매로 사용하는 것이 활성의 유지를 위하여 가장 바람직한 것으로 나타났다.

감국 추출물의 phenolic 첨가농도에 따른 XOase 저해 효과 발현

Table 3. Phenolic content and inhibition effect of solvent fraction from *Chrysanthemum indicum* L. on XOase

Chrysanthemum indicum L.	XOase inhibitory activity	
	Uric acid (μg/ml)	Inhibitory activity (%)
Control	79.67±2.19	0
H_2O	68.22±3.32	14.37±0.40
EtOAc	49.74±2.66*	37.56±1.45*
BuOH	42.86±1.39*	46.20±0.83*

The data were expressed as the mean ± standard deviation (n=6), $p<0.05$.

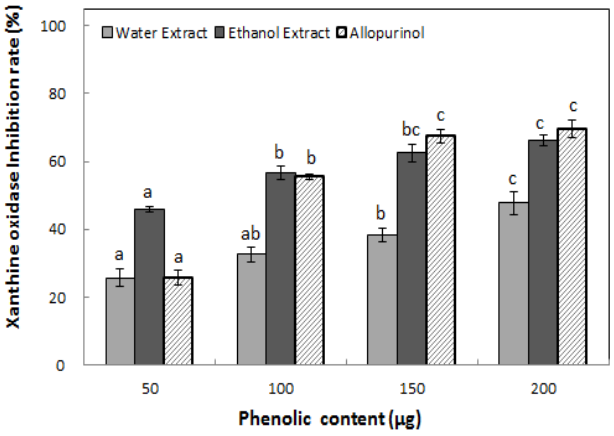

Fig. 3. The XOase inhibitory activity by extracted phenolic concentration from *Chrysanthemum indicum*. The data were expressed as the mean ± SD (n=6), $p<0.05$.

감국 추출물의 phenolic 첨가농도에 따른 XOase 저해 활성은 Fig. 3에서와 같이 50~200 μg/ml phenolics 농도로 첨가했을 때 물 추출물에서 18.23~38.89%의 XOase 저해 활성을 나타내었으며, ethanol 추출물에서 23.32~49.39%의 XOase 저해 활성을 나타내었다. 각 추출물의 효소저해 활성은 ethanol 추출물이 물 추출물에 비해 상대적으로 높은 저해 활성을 나타내었으며, phenolics의 첨가 농도가 높아지면서 XOase에 대한 저해 활성은 농도 의존적으로 증가하는 것으로 확인되었다. 또한 ethanol 추출물 50 μg phenolics 농도에서는 대조군으로 사용된 allopurinol보다 높은 저해 활성을 나타내어 저 농도에서의 사용이 오히려 비교 우위에 있음을 알 수 있었다.

위의 결과에 따라 약용식물 중에서 감국 추출물의 XOase 저해 효과가 우수하였으며, XOase 활성과 연관된 통풍억제 효과도 우수하리라 추측되었으며, 초미세 분쇄 기술을 감국에 적용하였을 때 XOase 저해 물질에 대한 추출 수율의 증가 효과를 기대할 수 있었다.

References

1. Bell, L. N. 2001. Stability testing of nutraceuticals and functional foods. In : Handbook of nutraceuticals and functional foods. Wildman REC (Editor), p. 501-516, CRC press, New York, USA.
2. Cheng, W., Li, J., Yuo, T. and Hu, C. 2005. Anti-inflammatory and immunomodulatory activities of the extracts from the inflorescence of *Chrysanthemum indicum* Linne. *J. Ethnopharmacol.* **101**, 334-337.
3. Cho, C. W., Kim, S. W., Rho, J. H., Rhee, Y. K. and Kim, K. T. 2008. Extraction characteristics of saponin and acidic polysaccharide based on the red ginseng particle size. *J. Ginseng Res.* **32**, 179-186.
4. Cho, Y. J. 2014. Antioxidant, angiotensin converting enzyme and xanthin oxidase inhibitory activity of extracts from *Saururus chinensis* leaves by ultrafine grinding. *Kor. J. Food Preserv.* **21**, 75-81.
5. Choi, H. S., Kim, M. G., Shin, J. J., Pack, J. M. and Lee, J. S. 2003. The antioxidant activities of the some commercial teas. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.* **32**, 723-727.
6. Folin, O. and Denis, W. 1912. On phosphotungstic-phosphomolybdic compounds as color reagents. *J. Biol. Chem.* **12**, 239- 243.
7. Heo, J. C., Lee, K. Y., Lee, B. G., Choi, S. Y., Lee, S. H. and Lee, S. H. 2010. Anti-allergic activities of ultra-fine powder from persimmon. *Kor. J. Food Preserv.* **17**, 145-150.
8. Hong, U. C. 2002. Essential oil compositions *Chrysanthemum boreale* and *Chrysanthemum indicum*. *J. Kor. Soc. Agric. Chem. Biotechnol.* **45**, 108-113.
9. Jee, S. O. 2009. Antioxidant activities and whitening effect of the mulberry (*Morus alba L.*) root bark extracts. *Kor. J. Plant Res.* **22**, 145-151.
10. Jung, B. S. and Shin, M. G. 1989. Hyangyak comprehensive dictionary. Younglimsa, p. 1038-1039, Seoul, Korea.

11. Kim, C. S., Kim, C. S. and Kim, H. I. 2009. Physicochemical properties of non-waxy rice flour affected by grinding methods and steeping times. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.* **38**, 1076-1083.
12. Kim, K. H., Lee, I. H., Lee, H. S. and Park, J. K. 2003. R&D trend and information analysis of nanoparticles. *Prosp. Ind. Chem.* **6**, 46-61.
13. Ko, S. H. 2008. Nanodispension and nanoparticle using foodgrade materials. *J. Food Sci. Ind.* **41**, 25-31.
14. Lee, Y. H. 2002. Diagnosis and management of gout. *J. Kor. Acad. Fam. Med.* **23**, 261-266.
15. Lee, Y. S., Kim, K. K. and Kim, N. W. 2011. The physiological activities of bark extract of *Albizia julibrissin*. *Kor. J. Food Preserv.* **18**, 79-86.
16. Lopez-Rubino, A., Gavara, R. and Lagaron, J. M. 2006. Bioactive packaging: turning foods into healthier foods through biomaterials. *Trends Food Sci. Technol.* **17**, 567-575.
17. Matsuda, H., Morikawa, T., Toguchida, I., Harima, S. and Yoshikawa, M. 2002. Medicinal flowers. VI. Absolute stereostructures of two new flavanone glycosides and a phenylbutanoid glycoside from the flowers of *Chrysanthemum indicum* L.: their inhibitory activities for rat lens aldose reductase. *Chem. Pharm. Bull.* **50**, 972-975.
18. National Health Insurance Statical Yearbook. 2011. Health Insurance Review & Assessment Service, p. 559-578, Wonju, Korea.
19. Park, J. H. and Lee, J. K. 2000. The encyclopedia of medicinal plants. Shinilbooks Pub., p. 8, Seoul, Korea.
20. Park, K. T., Oh, S. L. and Cho, Y. J. 2016. Hyaluronidase inhibitory activity of extracted phenolic compounds from ultrafine grind Saururus chinensis. *Kor. J. Food Preserv.* **23**, 20-26.
21. Seo, S. J. and Kim, N. W. 2010. Physiological activities of leaf and root extracts from *Liriope platyphylla*. *Kor. J. Food Preserv.* **17**, 123-130.
22. Stripe, F. and Corte, E. D. 1969. The regulation of rat liver xanthin oxidase activity. *J. Biol. Chem.* **244**, 3855-3862.
23. Sutaria, S., Katbamna, R. and Underwood, M. 2006. Effectiveness of interventions for the treatment of acute and prevention of recurrent gout: a systematic review. *Rheumatology* **45**, 1422-1431.
24. Woo, K. S., Yu, J. S., Hwang, I. H., Lee, Y. R., Yoon, H. S., Lee, J. and Jeong, H. S. 2008. Antioxidative activity of volatile compounds in flower of *Chrysantheum indicum*, *C. morifolium*, and *C. zawadskii*. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nur.* **37**, 805-809.
25. Yoon, O. H. and Cho, J. S. 2007. Optimization of extraction conditions for hat water extracts from *Chrysanthemum indicum* L. by response surface methodology. *Kor. J. Food Cook. Sci.* **23**, 1-8.
26. Yoon, W. B. 2011. Effects of particle size and high pressure process on the extraction yield of oil compounds from soybean powder using hexane and supercritical fluid. *Food Eng. Progr.* **15**, 203-208.
27. Yoshikawa, M., Morikawa, T., Murakami, T., Toguchida, I., Harima, S. and Matsuda, H. 1999. Medicinal flowers. I. Aldose reductase inhibitors and three new eudesmane-type sesquiterpenes, kikkanols A, B, and C, from the flowers of *Chrysanthemum indicum* L. *Chem. Pharm. Bull.* **47**, 340-345.

초록 : 초미세 분쇄한 감국으로부터 추출된 phenolic 화합물의 xanthine oxidase 저해 효과

조영제[1] · 김병오[1] · 박혜진[1] · 이은호[1] · 조재범[1] · 이재은[1] · 임수빈[1] · 김예진[1] · 박기태[2] · 최무영[3*]
([1]경북대학교 식품공학부/식품생물산업연구소, [2]동주대학교 외식조리제과계열, [3]상지대학교 식품영양학과)

본 연구에서 98종의 한약재로부터 인체에 무해한 물과 ethanol을 용매로 이용한 추출물에 대하여 xanthine oxidase (XOase)의 저해에 의한 통풍억제 효과를 측정한 결과 *Chrysanthemum indicum* L. (83.45%), *Cuscuta chinensis* (60.22%), *Asiasarum sieboldi* F. Maekawa (51.66%), *Acorus gramineus* (67.8%), *Aconitum pseudo-laeve* var. *erectum* (75.23%), *Thuja orientalis* (47.27%), *Polygonum aviculare* (53.98%), *Carthami semen* (63.99%), *Syzygium aromaticum* (40.22%) 등이 비교적 높은 XOase 저해율을 나타내었다. 감국의 경우 물과 ethanol 추출물 모두에서 XOase 저해 활성이 가장 높게 측정되어 시료로 선발되었다. 감국의 유효성분을 확인한 결과 단순 고형분보다 고형분에 포함된 phenolic 성분이 XOase 저해 효과에 관여함이 입증되었다. 효율적인 추출을 위한 분쇄조건은 일반분쇄보다는 초미세 분쇄한 시료에서 추출 수율이 높아짐이 확인되었다. 추출된 감국 추출물의 XOase 저해 활성은 ethanol 추출물이 물 추출물에 비해 상대적으로 높은 저해 활성을 나타내었으며, phenolics의 첨가농도가 높아지면서 XOase에 대한 저해 활성은 농도 의존적으로 증가하는 것으로 확인되었다. 따라서 초미세 분쇄 기술은 감국으로부터 XOase 저해 물질의 추출 수율 증가를 목적으로 적용할 수 있는 기술로 개발이 가능할 것으로 판단되었다.