

## 수종 한국산 식용식물의 세포독성 연구

정 하 숙  
덕성여자대학교 교양학부

### A Study of Cytotoxicity from Some Korean Edible Plants

Ha Sook Chung

Department of General Education, Duksung Women's University

#### Abstract

Natural products derived from not only medicinal but edible plants have been used as sources of folk remedies and other useful materials, like as appetizers, health supplements and food additives. A short-term *in vitro* biomarker assay was accomplished to assess cytotoxic activity on the human lung and ovary adeno cancer cell lines based on sulforhodamine B (SRB) method. As a result, the EtOAc soluble fractions from *Trichosanthes kirilowii* Max. and *Dioscorea japonica* Thunb. showed potent cytotoxicity as a below 30% of growth ratio of cancer cell at a concentration of 40 µg/ml on lung and ovary adeno cancer cell lines, and lung cancer cell line, respectively. Cytotoxic activity present in plant extracts appear to be promising candidates as functional foods among Korean wild edible plants, and further studies are warranted.

Key words: Korean wild edible plants, cytotoxic activity, sulforhodamine B (SRB) method, *Trichosanthes kirilowii*, *Dioscorea japonica*

#### I. 서 론

암은 전세계적으로 가장 널리 퍼져있는 질병으로 해마다 거의 7백만에 가까운 인구가 사망하고 있으며<sup>1)</sup>, 우리나라의 경우 암으로 인한 사망률이 전체 사망 중 가장 높은 수치를 나타내고 있고 그 중 위암 발생빈도가 제1위를 차지하고 있다. 미국인에게 있어서도 암은 전체 사망 원인 중 제2위를 차지하는 질환으로 해마다 사망률이 증가하고 있는 실정이다<sup>2)</sup>. 암의 발병 원인을 살펴보면, 전체 원인 중 1/3이 매일의 식사 패턴과 관련이 있는 것으로 보고되고 있다<sup>3)</sup>. 이는 식이를 구성하고 있는 특정성분들이 암 생성의 여러 단계인 initiation, promotion 및 progression 기전에 관여할 뿐만 아니라, 인체 특정 기관(장기)이나 조직에 암세포가 형성되는데 영향을 미치는 것으로 알려져 있다.

이와 같은 사실에 근거하여 일상 식이를 통해 암세포 형성을 억제 또는 지연시키기 위한 노력이 활발히 진행되어오고 있으며, 최근에는 브로콜리, 컬리플라워, 브루셀 스프라우트 등의 십자화과 식물에서 분리된 천연에 존재

하는 기능성 화합물들이 암세포 형성초기과정 및 성장촉진과정을 차단시키는데 관여하는 것으로 보고되었다. 또한 식이내에 함유된 항산화제 역시 발암원으로 작용을 하는 유리기(free radicals)를 파괴시키거나 이미 생성된 암세포의 진행을 억제하는 것으로 발표<sup>4)</sup>된 바 있다.

이뿐만 아니라, 매일의 식사에서 손쉽게 섭취할 수 있는 녹색채소, 과일 및 정제되지 않은 곡류 등이 암으로 인한 사망률을 감소시켜주는 역할을 하고 있으며<sup>5)</sup>, 이들 식품 중에 함유된 Vitamins A, C, E 및 β-carotene 등의 1차 대사산물 및 활성성분인 terpenes, organosulfides, isothiocyanates, indoles, dithiolthiones, polyphenols, flavones, tannins, protease inhibitors 등 식물체의 2차 대사산물들도 중요한 역할을 하는 것으로 보고되었고<sup>6-9)</sup>, 이들 활성성분들에 대한 중요성이 점차적으로 더욱 더 대두되고 있다<sup>10,11)</sup>.

지금까지 개발·시판되고 있는 항암제는 임상치료시 부작용과 내성 발현 등의 문제점이 발견됨에 따라 항암제를 개발함에 있어 천연자원으로부터 새로운 항암성분을 탐색하고 이를 이용하여 제품을 개발하려는 많은 노력이 진행되고 있으며<sup>12-14)</sup>, 실제적으로 좋은 결과를 보이고 있는데 1994년까지 개발된 총 93종의 유효한 항암제 중

본 논문은 1998년도 덕성여자대학교 교내 연구비에 의해 이루어졌음.

15종이 천연자원에서 직접 분리되었다<sup>15)</sup>.

참마(*Dioscorea japonica* Thunb.)는 알칼리성 식품으로 자양강장, 폐결핵 및 당뇨병 치료에 사용되어 왔으며, 참마에 함유된 사포닌 성분은 동맥경화증 치료, 혈압강하 및 혈중 콜레스테롤 함량을 낮추어주는 것으로 알려져 있다<sup>16,17)</sup>. 닭의장풀로도 불리는 달개비(*Commelina communis* L.)의 어린 순은 연하고 맛이 좋아 나물로 이용될 뿐 아니라<sup>18,19)</sup>, alkaloid 분획이 카리에스 유발성 박테리아인 *Streptozotocin mutans* OMZ 176에 대한 항균효과가 있으며<sup>20)</sup>, 하늘타리(*Trichosanthes kirilowii* Max.)는 박과(*Cucurbitaceae*)에 속하는 다년생 초본으로 뿌리에는 다량의 전분을 함유하고 있으며<sup>21)</sup>, 한방에서는 진해(鎮海), 통경(通經), 지갈(止渴), 해열(解熱), 이뇨(利尿), 최유(催乳) 및 변비(便秘) 등에도 널리 사용되며<sup>22)</sup>, 일반성분<sup>21)</sup> 및 효능성분에 대한 연구<sup>23,24)</sup>가 보고되었고, Zheng 등<sup>25)</sup>은 분자량 25,682의 단백질인 trichosanthin이 인체 정상 면역 세포와 leukemia-lymphoma 세포에 대한 면역 및 세포독성작용이 있음을 발표한 바 있다. 다량의 전분질을 함유하고 있는 뿌리 부분은 번갈(煩渴)을 푸는 갈증약과 당뇨병에 쓰이며<sup>22)</sup>, 물 추출물에서 분리된 고분자량 단백질인 trichosans A, B, C, D 및 E가 정상 흰쥐에서 혈당강하 효과<sup>23)</sup>를 보여주고 있다. 둥굴레(*Polygonatum odoratum* var. *Pluriflorum* Ohwi)는 근경이 자양(慈養)과 강장(強壯) 및 병을 앓고 난 후 여러 가지 허약증상, 영양불량, 폐결핵으로 인한 기침 및 당뇨병성 지갈(止渴) 등에 이용되며<sup>18)</sup>, 현재 음용차로서도 널리 이용되고 있다.

다가오는 2,000년대는 건강에 대한 관심이 더욱 고조될 뿐 아니라, 인체에 부작용이 전혀 없는 건강식품 및 건강보조식품에 대한 중요성이 점차적으로 대두될 전망이라고 볼 수 있다. 이러한 상황에 따라 식품에 대한 기능적인 측면에서의 역할이 더욱 증대되고 있으며 이에 따른 연구가 꾸준히 진행되고 있는 상태에서, 일상의 식품 섭취를 통해 암세포 증식을 억제시킬 뿐 아니라 독성으로 인한 부작용이 없는 천연의 야생 식용식물을 확인 보급하기 위한 기초 연구가 요구되고 있는 현실점에서, 국내에 존재하는 식용식물 중 이미 당뇨에 대한 혈당강하 효과가 있다고 보고된 수종의 식물<sup>26)</sup> 중 인체 폐암 및 난소선암세포주에 대한 세포독성 작용을 검색·확인함으로써 기능적 측면에서 야생식용식물의 중요성을 밝히고, 매일의 식습관에서 섭취를 증대시키기 위한 새로운 조리법 개발등의 필요를 충족할 수 있는 근거자료를 제시하기 위한 연구의 일환으로, 오래전부터 우리나라에서 식용 및 구황식물로 섭취해 온 참마, 달개비 전초, 하늘타리 및 둥굴레 뿌리 부위의 MeOH(methanol) 추출물과, 용매 계통적 분획을 실시하여 얻은 petroleum ether/diethyl

ether(1:1, vol/vol) 및 EtOAc(ethyl acetate) 가용성 용매분획물들을 실험 재료로 하여 시험관 내(*in vitro*)에서 인체 폐암(A459) 및 난소선암(SK-OV-3) 세포주에 대한 세포독성 실험을 수행하였다.

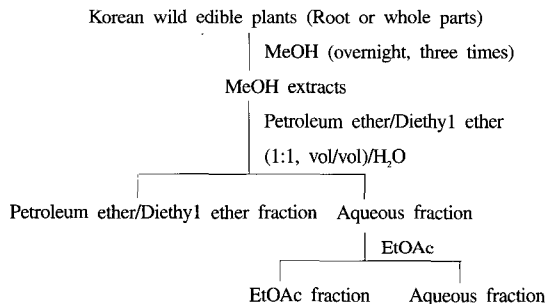
## II. 재료 및 방법

### 1. 식물 재료

본 실험에 사용된 한국산 야생식용식물인 참마(*Dioscorea japonica* Thunb.), 달개비(*Commelina communis* L) 전초, 하늘타리(*Trichosanthes kirilowii* Max.) 뿌리 및 둥굴레(*Polygonatum odoratum* var. *Pluriflorum* Ohwi) 뿌리는 경동시장 한약상가에서 구입하였으며 식물 추출 및 용매 분획에 사용된 용매류는 국내외의 일급을 사용하였다.

### 2. 시료의 추출 및 용매 분획

식물 재료를 각각 100 g씩 칭량하여 분쇄기로 곱게 갈은 후 MeOH로 실온에서 하룻밤씩 3회 반복하여 추출한 후, 이 추출액을 합하여 농축기로 50°C에서 감압농축하여 MeOH 추출물(extracts)을 얻었다. 이 MeOH 추출물을 Scheme 1과 같이 petroleum ether/diethyl ether



**Scheme 1. Solvent fractionation of MeOH extract from Korean Edible Plants.**

동일 용량의 혼합용액과 증류수를 동량 가한 후 진탕 방치하여 상층 부분을 취해 감압농축하여 petroleum ether/diethyl ether 가용성 분획을 얻고, 하층 부분인 수층은 동량의 EtOAc를 가해 진탕 방치한 후 EtOAc 가용성 분획을 얻었다. 각각의 용매분획을 감압농축한 후 freeze dryer로 동결건조한 후 DMSO/EtOH(1:1)을 사용하여 20 mg/ml 농도로 제조하여 인체 폐암 및 난소선암세포주에 대한 세포독성 검색에 사용하였다.

### 3. 세포주 및 세포배양

실험에 사용한 세포주는 모두 인체 암세포주를 사용하

였다. 폐암세포주 A549(ATCC CCL 185) 및 난소선암 세포주 SK-OV-3(ATCC HTB 77)를 한국세포주은행에서 분양받아 사용하였다. 암세포주의 증식을 위해서는 조직배양용 플라스크에 5% fetal bovine serum을 첨가한 RPMI 1640 배지에 암세포주를 넣어 37°C, 5% CO<sub>2</sub> 배양기에서 배양하였다.

#### 4. 세포독성 검색

Monolayer로 자란 A549 세포주를 single cell로 만들기 위해 배양용기내의 배지를 버리고 상법에 따라 0.25% Trypsin-EDTA 용액으로 처리하여 single cell로 만든 후 최종 세포 농도가 0.8×10<sup>5</sup> cells/ml 및 1.0×10<sup>5</sup> cells/ml가 되도록 배지로 희석하였다. 이 세포현탁액을 24 well culture plate 각각의 well에 1 ml씩 넣은 후 37°C, 5% CO<sub>2</sub> 배양기에서 24시간 예비 배양을 수행하였다. 다음으로 DMSO/EtOH(1:1, vol/vol)을 사용하여 20 mg/ml 농도로 만든 검체용액을 배지로 10배 희석한 후 희석액을 각 well에 40 µl씩 가하고 각 well 당 최종 농도가 2 mg가 되도록 배지를 넣은 후 48시간 배양하였다. 이때 검체 한개당 2 well씩 사용하였고 대조군은 시료를 제외한 용매만을 넣어 배양하였으며 암세포주의 성장정도는 단백질의 양을 측정하는 sulforhodamine B(SRB) 방법<sup>29)</sup>으로 관찰하였다.

즉, 배양이 종료되면 배지를 제거한 후 15% cold TCA를 1 ml씩 가하여 4°C에서 1시간 방치한 후 상수로 5회 세척·건조하고 1% 초산용액에 녹인 0.4% SRB 0.25 ml를 가하여 1시간 방치하였다. 이때 과량의 색소를

1% 초산용액으로 5회 세척 건조한 후 10 mM Tris Buffer를 적당량 가하여 색소를 용해시켜 96 well plate를 이용하여 520 nm에서 microplate reader로 흡광도(Optical Density)를 측정하였다. Positive control은 5-fluorouracil(5-Fu)을 사용하였으며, 5-Fu의 ED<sub>50</sub> 값은 A549의 경우 1.4~2.2 µg/ml, SK-OV-3의 경우는 3.9~5.1 µg/ml의 범위에 있었다.

#### 5. 결과 분석

SRB 분석에서 최종적으로 얻어지는 실험군의 평균 흡광도를 구해 대조군(식물 처리군, 100% 생존군)의 평균 흡광도에 대한 백분율값을 산출하였는데 이 백분율은 대조군과 비교한 실험군의 암세포 성장률(Y %)로 다음의 식에 따라 계산하였다.

$$Y (\%) = \frac{T - C_0}{C - C_0} \times 100$$

이때 T는 배양 종료시 식물 처리군의 흡광도, C는 대조군의 흡광도이며 C<sub>0</sub>는 검체 처리시 대조군의 흡광도를 나타낸다. 즉, 검체 처리시의 암세포주의 성장율이 30% 이하이면 +++, 30% < Y ≤ 60% 이면 ++, 60% < Y ≤ 90% 이면 +, Y > 90% 이면 -로 판정하였다.

### III. 결과 및 고찰

참마, 달개비 전초, 하늘타리 및 등굴레 뿌리의 MeOH 추출물 및 petroleum ether/diethyl ether와 EtOAc

Table 1. Growth inhibition rates of MeOH extracts against human cancer cell lines

Korean wild edible plants	Part	Yield (%)	Human cancer cell lines	
			Lung (A549)	Ovary adeno (SK-OV-3)
<i>Dioscorea japonica</i> Thunb	Root	0.014	+	-
<i>Commelina communis</i> L.	Whole parts	0.007	-	-
<i>Trichosanthes kirilowii</i> Max	Root	0.026	+++	+++
<i>Polygonatum odoratum</i> var. <i>Pluriflorum</i> Ohwi	Root	0.011	-	+

Growth ratio (Y %) at a concentration of 40 µg/ml, +++; Y ≤ 30%, ++; 30% < Y ≤ 60%, +; 60% < Y ≤ 90%, -; Y > 90%.

Table 2. Growth inhibition rates of solvent soluble fractions against human cancer cell lines

Korean wild edible plants	Lung (A549)		Ovary adeno (SK-OV-3)	
	Ether*	EtOAc	Ether*	EtOAc
<i>Dioscorea japonica</i> Thunb	++	+++	+	++
<i>Commelina communis</i> L.	+	++	+	+
<i>Trichosanthes kirilowii</i> Max.	+	+++	+	+++
<i>Polygonatum odoratum</i> var. <i>Pluriflorum</i> Ohwi	-	+	++	++

\*Petroleum ether/Diethyl ether (1:1, vol/vol).

Growth ratio (Y %) at a concentration of 40 µg/ml, +++; Y ≤ 30%, ++; 30% < Y ≤ 60%, +; 60% < Y ≤ 90%, -; Y > 90%.

가용성 분획 추출물들을 인체 폐암 및 난소선암세포주와 함께 배양한 후, 1차 검색방법 가운데 암세포주에 대해 민감하고 안정한 방법 중 하나인 SRB 정량분석법을 이용하여 암세포 성장율을 실험한 결과는 Tables 1, 2와 같다.

Table 1에서 보는 바와 같이 하늘타리 뿌리의 MeOH 추출물이 40 µg/ml 농도에서 인체 폐암 및 난소선암세포주 모두에 대해 성장율이 30% 이하로 매우 강한 암세포 성장억제를 나타내고 있으며, 하늘타리의 경우 EtOH 추출물이 아자유에 대해 포고버섯이나 갖과 같은 정도의 강한 항산화 효과가 있다는 연구<sup>28)</sup>와 비교해 볼 때 이 식물이 인체 특정 암세포주 성장억제 및 예방적인 측면에서 효과가 있음을 예측할 수 있다. 이에 비해 참마 및 둥굴레 뿌리의 MeOH 추출물은 각각 폐암과 난소선암세포주에 대해 성장율이 60% 이상으로 비교적 낮은 성장억제를 보여주고 있고, 달개비 전초의 MeOH 추출물은 인체 폐암 및 난소선암세포주에 대해 아무런 성장억제를 일으키지 않았다.

Table 2는 각 야생식물들의 petroleum ether/diethyl ether 및 EtOAc 가용성 분획물들을 일정량씩 동일한 암세포주에 처치한 후의 암세포주 성장율을 측정된 결과로 Table 1에 나타난 바와 같이 MeOH 추출물에서 폐암과 난소선암세포주에 대한 강한 성장억제효과를 갖는 하늘타리의 경우, EtOAc 가용성 분획물도 역시 암세포주 성장율이 30% 이하를 나타내었다. 또한 참마의 경우 MeOH 추출물에 대해서는 인체 폐암세포주에 대한 성장억제효과가 나타나지 않았으나(Table 1), 이와는 달리 EtOAc 가용성 분획물의 경우 40 µg/ml의 동일 농도에서 인체 폐암세포주에 대해 30% 이하의 성장율을 보여주므로서 강한 성장억제효과를 나타내고 있다. 이러한 현상은 건조된 식물재료를 추출할 때 일반적으로 흔히 사용하고 있는 유전율(誘電率)이 적은 용매로부터 극성이 높은 용매로 순차적으로 추출하는 계통적 추출의 경우, 활성성분이 어느 특정 용매분획에 완전히 분리되는 것이 아니라, 그 양은 다르지만 수 개의 용매 분획물에 걸쳐서 분포되기도 하며<sup>29)</sup>, 또한 추출물 중 특정 활성성분의 함량이 각각의 용매분획에 따라 상이한 분포를 보일 수도 있기 때문이라고 생각된다. 따라서 천연에 존재하는 활성성분을 연구하는 과정 중 종종 발생하는 false-positive 및 false-negative 반응의 진위를 구명하기 위해서는 특별한 주의가 필요하다고 볼 수 있다. 다음으로 참마의 petroleum ether/diethyl ether 가용성 추출물은 인체 난소선암세포주에 대해서는 거의 성장억제효과를 보이지 않았으며, 둥굴레 및 달개비의 EtOAc 가용성 분획물들도 MeOH 추출물에서와 동일한 결과로 인체 폐암 및 난소선암세포주에

대한 성장억제효과가 없음을 확인할 수 있었다.

본 실험 결과 하늘타리의 EtOAc 가용성 용매 분획물이 인체 폐암 및 난소선암세포주에 대해 강한 세포독성 결과를 나타내주고 있는데, 하늘타리는 강한 쓴맛을 나타내는 식용식물로 이는 식물체에 함유된 특정 쓴맛 성분이 수종의 암세포주에 대한 세포독성 작용이 있다<sup>30,33)</sup>는 학설을 뒷받침할 수 있는 근거 자료가 되므로 야생식용식물을 이용한 기능성 식품으로서의 개발이 기대된다고 볼 수 있다. 천연에 존재하는 유기화합물로서 쓴맛을 나타내는 종류는 매우 많아서 alkaloid<sup>34)</sup>, terpenoid<sup>35)</sup>, glycoside, amino acid<sup>36)</sup>, peptide<sup>37)</sup> 및 거의 모든 생체 성분에 포함되고 있으며 이밖에 nitro 화합물, thiourea, 당화합물<sup>38)</sup> 및 lipid<sup>39)</sup> 등이 쓴 맛을 나타내며 일반적으로 식물의 구성성분으로 발견되는 것이 많다.

이상의 실험결과를 토대로 하여 인체 폐암 및 난소선암세포주에 대한 강한 세포독성작용이 있는 것으로 확인된 하늘타리 및 참마의 EtOAc 용매 가용성 분획물을 activity-guided fractionation 방법에 의한 활성물질 검색을 수행하여 특정 인체 암세포주에 대한 세포독성효과를 갖는 단일 화합물을 분리, 구조를 확인한 후, 식용식물로서의 섭취 및 보급을 증가시키기 위한 새로운 조리법을 개발하므로써 천연 기능성 식품으로서의 중요성을 확인하는 연구가 계속적으로 진행되어야 할 것으로 생각된다.

#### IV. 요 약

참마(*Dioscorea japonica* Thunb.), 달개비(*Commelina communis* L.) 전초, 하늘타리(*Trichosanthes kirilowii* Max.) 및 둥굴레(*Polygonatum odoratum* var. *Pluriflorum* Ohwi) 뿌리의 MeOH 추출물과 petroleum ether/diethyl ether 및 EtOAc 가용성 용매분획물을 인체 폐암 및 난소선암세포주에 적용하여 암세포주 성장율을 측정하였다. 실험 결과 하늘타리 뿌리의 MeOH 추출물이 인체 폐암 및 난소선암세포주에 대해 모두 강한 성장억제를 보여주었으며 40 µg/ml의 농도에서 30% 이하의 성장율을 나타내었다. 다음으로 용매분획물에 대한 세포독성은 하늘타리의 EtOAc 가용성 분획물에서 폐암과 난소선암세포주에 대한 성장억제율이 30% 이하로 매우 높게 나타나고 있으며, 참마의 EtOAc 가용성 용매분획물이 인체 폐암세포주에 대하여 30% 이하의 높은 성장억제를 나타내고 있다. 그밖에 달개비 전초의 EtOAc 가용성 분획물이 인체 폐암세포주에 대해 30%에서 60%의 성장율을 나타내고, 둥굴레 뿌리의 petroleum ether/diethyl ether 및 EtOAc 분획물이 인체 난소선암세포주에 대해 동일한 정도의 성장율을 보여주어주고 있다.

이상의 결과를 통해 한국산 야생식용식물로 부터 세포 독성작용을 갖는 새로운 식품 개발의 가능성을 확인할 수 있었을 뿐 아니라, 이를 위한 지속적인 연구로서 폐암 및 난소선암세포주에 대한 세포독성 작용이 가장 강하게 나타난 하늘타리 및 참마의 EtOAc 용매 세분획물을 이용하여 활성이 높은 순수 물질을 분리하므로 추후 새로운 항암활성 물질 연구를 위한 후보식물로서의 개발 가능성을 보여주었다.

### 참고문헌

- Weinstein, I.B., Borner, C.M., Krauss, R.S., O'Driscoll, K., Choi, P.M., Moritomi, M., Hoshima, S., Hsido, L.L., Tchou-Wong, K.M., Guadagno, S.N., Ueffing, M. and Guillem, J.: Pleiotropic effects of protein kinase C and the concept of carcinogenesis as a progressive disorder in signal transduction. In: *Origins of Human cancer*. Cold Spring Harbor, NY, CSH Press(1991).
- Lenhard, R.E.: Cancer statistics: A measure of progress. *CA Cancer J. Clin.*, **46**: 3(1996).
- 통계청: 사망원인 통계연보(1995).
- Worthington-Roberts, B.S. and Williams, S.R.: Nutrition throughout the life cycle. Mosby(1996).
- Committee on Diet and Health, Food and Nutrition Board: Diet and health: implications for reducing chronic disease risk, Washington, DC, National Academy Press(1989).
- Council of Scientific Affairs, American Medical Association: Diet and Cancer: where do matters stand? *Arch. Intern. Med.*, **153**: 506(1993).
- Kennelly, E.J., Gerhäuser, C., Song, L.L., Graham, J.G., Beecher, C.W.W., Pezzuto, J.M. and Kinghorn, A.D.: Induction of Quinone Reductase by Withanolides Isolated from *Physalis philadelphica* (Tomatillos). *J. Agric. Food Chem.*, **45**: 3771(1997).
- Howard, L.A., Jeffery, E.H., Wallig, M.A. and Klein, B.P.: Retention of Phytochemicals in Fresh and Processed Broccoli. *J. Food Sci.*, **62**: 1098(1997).
- Bal, D.G. and Foerster, S.B.: Dietary Strategies for Cancer Prevention, *Cancer*, **72**: 1005(1993).
- Wattenberg, L.W.: Inhibition of carcinogenesis by minor dietary constituents. *Cancer Res.*, **52**: 2085(1992).
- Stavric, B.: Role of chemopreventers in human diet. *Clin. Biochem.*, **27**: 319(1994).
- Suffness, M. and Douros, J.: Current status of the NCI plant and animal product program. *J. Nat. Prod.*, **45**: 1(1982).
- Robert, K.Y., Cheng, Z. and Cheng, C.C.: Screening and evaluation of anticancer agents. *Meth. and Find. Exptl. Clin. Pharmacol.*, **10**: 67(1988).
- Hartell, J.L.: Types of anticancer agents isolated from plants. *Cancer Treat. Rep.*, **60**: 1031(1976).
- Cragg, G.M., Newman, D.J. and Snader, K.N.: Natural products in drug discovery and development. *J. Nat. Prod.*, **60**: 52(1997).
- 정보섭: 도해향약(생약)대사전. 신문고(1985).
- 윤극병, 장준근: 몸에 좋은 산야초. 석오출판사(1990).
- 이창복: 대한식물도감. 향문사(1985).
- 야생식용식물도감. 임업시험장(1969).
- Bac, K.W., Seo, W.J., Kwon, T.H., Baek, S.H., Lee, S.W. and Jin, K.D.: Anticarcinogenic  $\beta$ -carboline alkaloids from *Commelina communis*. *Arch. Pharm. Res.*, **15**: 220(1992).
- 박노정: 한국산 야생식용식물이 당뇨유발 흰쥐의 조직내 에너지원 조성에 미치는 영향. 덕성여자대학교 석사학위논문(1993).
- 대한약사한약연구회: 한약학. 한국메디칼인덱스사(1988).
- Hikino, H., Yoshizawa, M., Suzuki, Y., Oshima, Y. and Konno, C.: Isolation and hypoglycemic activity of tricosans A, B, C, D and E: glycans of *Trichosanthes kirilowii* Roots. *Planta Med.*, **55**: 349(1989).
- 임숙자, 최성숙: 하늘타리(*Trichosanthes kirilowii* Max.) 추출물이 당뇨 유발 흰쥐의 혈당강하에 미치는 효과. 덕성여자대학교 자연과학논문집 **2**: 51(1996).
- Zheng, Y.T., Zhang, W.F., Ben, K.L. and Wang, J.H.: In vitro immunotoxicity and cytotoxicity of trichosanthin against human normal immunocytes and leukemia-lymphoma cells. *Immunopharmacol. Immunotoxicol.*, **17**: 69(1995).
- Lim, S.J. and Kim, M.H.: Hypoglycemic effect of Korean wild vegetables. *Kor. J. Nutr.*, **25**: 511(1992).
- Skehan, P., Storeng, R., Scudiero, D., Monks, A., McMahon, J., Vistica, D., Warren, J.T., Bokesch, H., Kenney, S. and Boyd, M.R.: New Colorimetric Cytotoxicity Assay for Anticancer-Drug Screening. *J. Natl. Cancer Inst.*, **82**: 107(1990).
- 최웅, 신동화, 장영상, 신재익: 식물성 천연 항산화물질의 검색과 그 항산화력 비교. 한국식품과학회지, **24**: 142(1992).
- 우원식: 천연물화학연구법. 서울대학교출판부(1996).
- Telek, L., Martin, F.W. and Ruverte, R.M.: Bitter compounds in tubers of *Dioscorea bulbifera* L. *J. Agr. Food Chem.*, **22**: 332(1974).
- Martin, F.W. and Ruberte, R.: Bitterness of *Dioscorea caucensis*. *J. Agric. Food Chem.*, **23**: 1218(1975).
- Kitajima, J. and Tanaka, Y.: Studies on the constituents of trichosanthes root. I. Constituents of roots of *Trichosanthes kirilowii* Maxim. var. *japonicum* Kitam. *Yakugaku Zasshi.*, **109**: 250(1989).
- 정하숙: 쑥바귀의 쓴맛 성분에 관한 연구. 덕성여자대학교

- 박사학위논문(1994).
34. Okubo, K., Iijima, M., Kobayashi, Y., Uchida, T. and Kudou, S.: Components responsible for the undesirable taste of soybean seeds. *Biosci. Biotech. and Biochem.*, **56**: 99(1992).
35. Hutt, T.F. and Herrington, M.E. The determination of bitter principles in zucchinis. *J. Sci.Food Agric.*, **36**: 1107(1985).
36. 김미정: 된장 숙성 중 정미성분의 변화에 관한 연구. 서울대학교대학원 박사학위논문(1990).
37. 홍혜정: 된장의 쓴맛 펩타이드 특성. 서울대학교 대학원 석사학위논문(1992).
38. Stewart, R.A., Carrico, C.K., Webster, R.L. and Steinhardt, R.G.: Physicochemical stereospecificity in taste perception of  $\alpha$ -D-Mannose and  $\beta$ -D-Mannose. *Nature*, **234**: 220(1971).
39. Ney, K.H.: Bitterness of lipids. *Fette Seifen Anstrichmittel*, **81**: 467(1979).
- 
- (1999년 2월 22일 접수)