

천마추출물의 성분분석 및 *in vitro* 생물활성에 관한 연구

강태수* · 공영준¹ · 권혜정 · 최병곤 · 홍정기 · 박용길²

도립충북과학대학 식품생명과학과,
¹강원도농업기술원 특화작목개발시험장, ²(주)천마산업

A Studies on the Chemical Composition and *in vitro* Biological Activities of a Hot Water Extracts of *Gastrodia elata*

Tae-Su Kang*, Young-Jun Kong¹, Hye-Jeong Kwon, Byoung-Kon Choi,
Jung-Gi Hong and Yong-Kil Park²

Department of Food Science and Biotechnology, Chungbuk Provincial University of Science and Technology,
Okchon 373-807, Korea

¹Regional Crop Development Experiment Station, Kangwon Provincial Agricultural Research and Extension Services,
Chunchon 200-820, Korea

²Chonma Industrial Co., Chunchon 200-920, Korea
(Received August 21, 2002)

ABSTRACT: A hot water extract was prepared from the artificially grown *Gastrodia elata* to investigate its chemical composition and various *in vitro* biological activities as an effort to develop *G. elata* as health/functional food materials. The contents of crude protein, ash, fat, fiber, moisture and total sugar were 5.4, 2.6, 3.6, 3.3, 8.1 and 77% (w/w), respectively. The extract of *G. elata* had greater amount of potassium (1,150 mg/100 g) than phosphorus (300 mg/100 g). Dose-dependence against human carcinoma (Hep3B, MCF-7, A549 and AGS) were observed from 0.2 mg/ml to 1.0 mg/ml. Especially, the treatment of 1.0 mg/ml extracts showed the highest cytotoxicity with 83% against gastric carcinoma (AGS). The extracts showed weak antimicrobial activities against *Bacillus subtilis* and *Pseudomonas aeruginosa*, but practically no antimicrobial activity against the other microorganisms tested. The effect of α -glucosidase inhibition was 64% at the concentration of 1.0 mg/ml. The inhibitory effect of angiotensin converting enzyme (ACE) of the extract in the range of 0.2-1.0 mg/ml showed 63-89%, and the highest ACE inhibition was 89% at the concentration of 1.0 mg/ml of extracts. The highest activity of glutathion S-transferase (GST) was 221% at the concentration of 1.0 mg/ml of the *G. elata* extracts. These results suggest that *G. elata* may be used as health/functional food materials.

KEYWORDS: Biological activity, Composition, *Gastrodia elata*, *In vitro*

천마(*Gastrodia elata* Blume)는 난과식물에 속하는 다년생 초본식물로 엽록소가 없어 탄소동화작용이 불가능하므로 담자균류인 뽕나무버섯(*Armillaria mellea*)과 공생하며 생육한다(리, 1990). 천마는 주로 한국을 비롯하여 일본, 중국 등지에 서식하며, 국내에서는 천마의 인공재배에 의해 생산량은 매년 증가하고 있으나 소비가 뒤따르지 못해 재배 농가들은 판매에 많은 어려움을 겪고 있는 실정이다.

천마는 주로 근경을 말린 것을 예로부터 간질 치료제 등으로 사용하여 왔으며 신농본초경에는 상품의 생약으로 분류되고 있다(오, 1986). 천마에 함유되어 있는 성분은 대부분 페놀성화합물로서 gastrodin, 페놀성 배당체, 유허 함유 페놀성 화합물, 유기산, 당 및 β -sitosterol 등이 분리

되어 보고되었으며(Taguchi *et al.*, 1981; Lin *et al.*, 1996; Noda *et al.*, 1995), 그 이외에도 sterol류, cholesterol, *p*-hydroxylbenzyl alcohol과 vanillin 등의 성분에 대해서도 알려져 있다(김, 1969; 김, 1974; Shaz and Sun, 1985; Zhou *et al.*, 1980).

이와 같이 천마는 다양한 약리성분을 함유하고 있어 강장, 고혈압, 당뇨, 두통 및 신경쇠약에 효능이 있을 뿐 아니라(문, 1999), 항혈전작용, 항산화작용 및 GABA(γ -amino-butyric acid)성 신경전달 조절작용이 밝혀지고 있다(하 등, 1997). 특히 천마에는 중추신경계의 중요한 억제성 신경전달체인 GABA의 함량 및 작용을 조절하는 효능이 있어 간질 및 신경조절기능이 있다는 사실이 밝혀져 주목받고 있다(Enna *et al.*, 1980; Horton *et al.*, 1984). 그러나 천마에 대한 생리활성에 관한 연구보고는 주로 항산화작용(김 등, 1997), 항경련작용(허 등, 1995; Tang and

*Corresponding author <E-mail: tskang@ctech.ac.kr>

Eisenbrand, 1993), 항철소판 및 항철전착용(백 등, 1995) 등 일부 생리활성에 국한되어 있으므로 보다 광범위한 생리효능에 대한 탐색이 필요한 실정이다.

따라서 본 연구는 천마의 효능중 그동안 연구보고가 상대적으로 미흡했던 생리효능을 검토하고, 이를 토대로 기능성 식품의 개발이나 관련 연구의 기초자료로서 활용하고자 천마추출물의 성분을 분석하였고, 암세포에 대한 생육저해능을 비롯한 항균력, 당분해 효소(α -glucosidase)활성 저해능, angiotensin converting enzyme(ACE)저해능 및 glutathion S-transferase(GST) 활성을 검토하였다.

재료 및 방법

재료 및 추출

본 실험에 사용된 천마는 강원도 춘천 남면소재의 (주)천마산업으로부터 제공받은 것으로 4°C의 저장고에 보관하면서 사용하였다. 천마로부터 유용성분의 추출은 건조된 천마분말에 중량비로 10배(w/v) 용량의 물을 가하고, 온도 90~95°C에서 8시간 동안 환류추출한 다음, 원심분리하여 상등액을 회수하였으며, 상등액은 다시 농축한 다음 동결 건조하여 시료로 사용하였다.

일반성분 분석

일반성분은 A.O.A.C.법(1980)에 따라 수분, 조단백질, 조지방, 조회분, 조섬유를 각각 다음과 같이 정량하였다. 수분은 수분측정기를 이용하여 105°C에서 건조에 의한 중량 감소율을 백분율로 표시하여 구하였으며, 조단백질 함량은 Kjeldahl 분해장치로 분해한 다음, 질소 자동분석기(Auto sampler system, 1035 analyzer, Sweden)로 질소 함량을 구한 후 단백질계수를 곱하여 환산하였다. 조지방은 시료를 원통 여지에 넣고 Soxhlet 추출기 내에서 15~18시간 ether로 추출한 후 추출물을 건조하여 평량하였으며, 조회분은 시료 10~20 g을 도가니에 평취하여 550~600°C의 회화로에서 5~10시간 회화시켜 정량하였다. 조섬유는 Fibertec system(Sweden)으로 측정하였고, 전당 함량은 상기에서 분석한 일반성분의 총합을 100에서 감하여 계산하였다. 한편, 미네랄 성분은 시료를 H_2SO_4 , $HClO_4$, 및 H_2O 분해액으로 분해한 다음 여과하여 ICP(Inductivity Coupled Plasma, Victoria 3175, Australia)로 분석하였다.

암세포 생육 저해 효능 실험

각종 암세포에 대한 생육 저해활성의 검정은 SRB(sulforhodamine B) assay(Skehan *et al.*, 1990)에 의하여 다음과 같이 수행하였다.

암 세포주는 인간의 간암세포인 Hep3B(hepatocellular carcinoma, human), 폐암세포인 A549(lung carcinoma, human), 유방암세포인 MCF7(breast adenocarcinoma, pleural effusion, human) 및 위암세포인 AGS(gastric carcinoma,

human)을 ATCC로부터 분양받아 사용하였다. 또 시료의 세포독성을 알아보기 위하여 사람의 정상 간세포 WRL 68을 실험에 사용하였다. WRL 68, Hep3B, MCF7, AGS는 DMEM(Delbecco's modified eagle medium)을 사용하였고, A549는 RPMI 1640 배지에서 10% fetal bovine serum(FBS)으로 적응시켜 배양하였다. SRB assay는 실험 대상 세포를 $4-5 \times 10^4$ cell/ml의 농도로 96well plate의 각 well에 100 μ l씩 첨가하여 24시간 동안 배양(37°C, 5% CO_2)한 후, 각 시료 100 μ l씩 첨가하여 48시간 배양하였다. 배양 후에 상등액을 제거하고, 냉각한 10%(w/v)의 TCA(trichloroacetic acid) 100 μ l를 가하여 4°C에서 1시간 동안 방치하였다. 그 후 증류수로 세척하고 실온에서 plate를 건조한 다음, 각 well에 1%(v/v)의 acetic acid에 녹인 0.4%(w/v) SRB용액을 100 μ l 첨가하고 상온에서 30분 동안 염색시켰다. 결정되지 않은 SRB 염색액은 1%의 acetic acid로 세척하여 건조하고 10 mM의 Tris buffer 용액 100 μ l를 첨가하여 염색액을 녹인 다음, 540 nm에서 microplate reader를 이용하여 흡광도를 측정하여 천마 추출물의 암세포 및 정상세포에 대한 생육저해능을 검토하였다.

항균 활성

추출물의 항균력은 paper disc를 이용한 agar diffusion method(Zaika, 1988)를 사용하여 다음과 같이 측정하였다. TSA(tryptic soy agar) 배지를 조제하여 시험관에 20 ml씩 분주하고 121°C에서 15분간 살균한 다음, 45~50°C의 항온수조에 넣어 배지를 일정한 온도로 유지하였다. 그 후 부균상 내에서 배지와 피검균 배양액 0.1 ml를 혼합하여 멸균된 petri-dish에 주입하고 2~3시간 방치하여 평판배지를 만들고 난 다음, 멸균된 직경 8 mm의 filter paper disc를 평판배지에 올려놓았다. 천마 추출물 시료를 5 mg/disc 농도가 되도록 주입한 후 35°C의 incubator에서 24~48시간 동안 배양하면서 disc주변의 clear zone(mm)을 측정하여 항균력을 조사하였다. 이때 사용한 피검균은 총 6종으로 gram positive bacteria 3종(*Listeria monocytogenes* ATCC 19111, *Bacillus subtilis* KCCM 11204 및 *Staphylococcus aureus* KCCM 32395)과 gram negative bacteria 3종(*Salmonella typhimurium* ATCC 14028, *Escherichia coli* O157:H7932 및 *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853)을 각각 사용하였다.

당분해효소(α -glucosidase) 활성저해능 실험

생체 내에서 혈당 상승의 중요한 역할을 하는 α -glucosidase의 활성저해능을 다음과 같이 조사하였다(Wenling, 1996). 효소를 10 mM PIPES buffer에 용해시켜 효소액을 제조하고, 이 효소용액 10 μ l에 20 mM의 maltose기질용액 40 μ l를 혼합한 다음, 각 시료용액 10 μ l를 가하여 혼합하고 37°C의 water bath에서 20분간 반응시켰다. 그 후

반응액에 1 ml의 dinitrosalicylic acid(DNS) 시약을 첨가하고 100°C의 water bath에서 약 10 min 동안 반응시킨 후에 냉각한 다음, 540 nm에서 흡광도를 측정하였다. 그 후 효소 반응으로 생성된 환원당의 정량은 표준 검정직선으로부터 구하여 효소활성 저해율을 계산하였다.

Angiotensin converting enzyme(ACE) 저해능 실험

고혈압을 일으키는 angiotensin converting enzyme(ACE)의 효소 활성 저해능은 Maguire와 Price(1985)의 방법에 따라 다음과 같이 실시하였다. 실험 전에 모든 반응물을 37°C로 유지시켜 놓은 후 37°C 증류수 10 ml에 ACE reagent를(one vial) 용해시키고 1 ml씩 취하여 effendorf tube에 분주하였다. 그 후 시료와 ACE calibrator를 100 µl씩 첨가한 후 37°C에서 5분간 반응시켜 340 nm에서 흡광도를 측정하여 초기값으로 하였으며, 다시 5분이 지난 후 측정된 흡광도를 최종 흡광도값으로 하였다. 대조구는 시료 대신 증류수 100 µl를 첨가한 것으로 하였으며, 다음과 같이 ACE의 활성을 산출하였다.

ACE(U/L)

$$= \frac{(\text{Initial A} - \text{Final A})_{\text{test}}}{(\text{Initial A} - \text{Final A})_{\text{control}}} \times \text{activity of ACE reagent (50 U/L)}$$

Gultathion S-transferase(GST) 활성 측정

천마의 gultathion S-transferase(GST)의 활성은 Benson 등(1979)의 방법으로 다음과 같이 측정하였다. 조제된 반응시약에 각 시료를 첨가하여 37°C에서 5분간 반응시킨 다음, 기질로서 1-chloro-2,4-dinitrobenzene을 첨가한 후 다시 37°C에서 2분간 반응시켰다. 반응후 20%의 TCA를 가하여 반응을 종결시키고 원심분리한 다음 상등액을 340 nm에서 흡광도를 측정한 뒤 대조구와 비교하여 단백질함량에 따른 specific activity와 활성율을 계산하였다. 이때 시료의 단백질함량은 lowry법(Bollag and Edelstein, 1991)으로 측정하였다.

$$\text{GST activity (\%)} = \frac{\text{specific activity}_{\text{test}}}{\text{specific activity}_{\text{control}}} \times 100$$

자료의 통계처리

생물활성실험은 3반복 실험을 행하고 얻은 자료는 평균값과 표준편차를 구하였으며, 각 평균값 사이의 유의성은 Duncan의 multiple range test로 p < 0.05 수준에서 검정하였다.

결과 및 고찰

일반성분 및 무기질 함량

천마의 일반성분과 무기질함량을 분석한 결과는 Table 1과 같다.

Table 1. Chemical composition and mineral contents of *Gastrodia elata*

Ingredients	%
Moisture	8.1
Crude ash	2.6
Crude protein	5.4
Crude fat	3.6
Crude fiber	3.3
Crude sugar	77.0
Ca	90 (mg/100 g)
K	1,150 (mg/100 g)
Mg	20 (mg/100 g)
P	30 (mg/100 g)

일반성분중에서 조단백질의 함량이 5.4%, 조회분 2.6%, 조지방 3.6%, 조섬유 3.3%, 수분 8.1%이었으며, 전당이 77%로 가장 높았다. 한편, 무기질함량은 칼륨이 1,150 mg/100 g로 가장 많았으며, 인함량도 300 mg/100 g로 비교적 많이 함유되어 있었다.

정과 지(1996)는 천마의 성분분석 결과, 조탄수화물 73%, 조단백 7.6%, 조회분 3.2%, 조지방 0.2%, 조섬유 3.9%로 보고하여 본 실험 결과와 큰 차이가 없음을 알 수 있었으며, 무기성분의 경우도 칼륨과 인이 각각 1,278 mg/100 g와 170 mg/100 g이었다고 보고하여 본 실험의 결과와 유사하였다. 그러나 김 등(1997)은 천마의 무기성분을 분석한 결과에서 칼륨(736.8 mg/100 g) > 인(124.5 mg/100 g) > 칼슘(68.9 mg/100 g)이 순으로 함유되었다고 보고하여 무기질 함량에서 본 실험의 연구결과와 약간의 차이를 보였다.

암세포 생육 저해능

천마추출물의 암세포 생육 저해능을 측정된 결과는

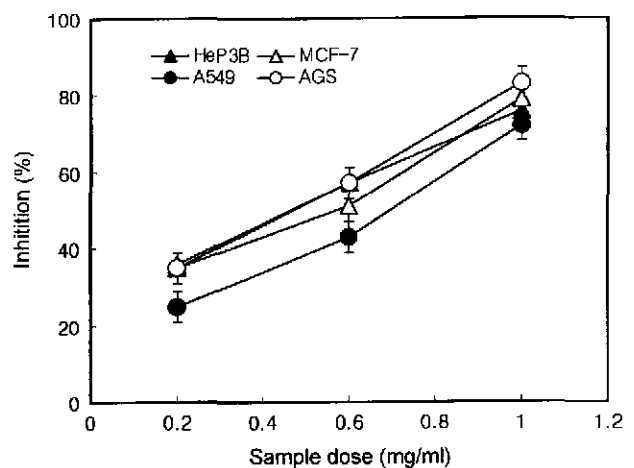


Fig. 1. Inhibition effects of the extracts from *Gastrodia elata* on the various human carcinoma cells. HeP 3B : human hepatocellular carcinoma, MCF-7 : human breast carcinoma, A549 : human lung carcinoma, AGS: human gastric carcinoma.

Fig. 1과 같다.

그림에서 보는 바와 같이 인간의 간암세포(Hep3B), 유방암세포(MCF-7), 폐암세포(A549) 및 위암세포(AGS)에 대한 생육 저해능이 천마추출물 시료가 0.2 mg/ml에서 1.0 mg/ml로 농도가 증가함에 따라 암세포에 대한 저해능도 모두 유의적으로 증가하여 1.0 mg/ml에서 위암세포에 대한 생육 저해능은 83%, 유방암세포 79%, 간암세포 76% 및 폐암세포 72%로 가장 높게 나타났다. 또 자료로는 나타나지 않았으나 천마의 세포독성을 0.2~1.0 mg/ml 범위에서 검토한 결과, 정상 간세포인 WRL 68에 대하여 0.2 mg/ml일 때 7%, 0.6 mg/ml에서 9%, 1.0 mg/ml의 농도에서 10%의 저해능을 보여 천마추출물은 0.2~1.0 mg/ml의 농도범위에서 세포독성이 거의 없는 것으로 판단되어 이 농도범위에서 암세포 성장 저해 효능을 검토하였다. 황등(1996)이 주목의 에탄올추출물이 인간의 간암세포에 대한 생육 저해능을 검토한 결과에서 0.5 µg/µl의 시료농도에서 앞의 경우 72%, 수피는 87%, 그리고 뿌리에서 90%로 가장 높았음을 보고한 바 있는데, 본 실험의 결과는 이에 비해 저해율이 낮았으나 추출용매와 방법 등에서 차이가 있었으므로 차후 천마추출물의 암세포에 대한 효능을 정밀검색 할 경우, 추출용매나 추출조건 등을 다각적으로 검토하여야 할 것으로 생각되었다.

항균 활성

천마추출물의 항균활성을 측정 한 결과는 Table 2와 같다. 천마추출물은 gram positive bacteria인 *Bacillus subtilis* 와 gram negative bacteria인 *Pseudomonas aeruginosa*에 대하여 clear zone이 각각 9.5 mm와 10 mm로 미약한 항균활성을 나타내었다. 그 이외의 피검균인 *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella typhimurium* 및 *Escherichia coli*에 대하여는 9.0 mm의 clear zone을 보여 대조구(증류수)와 큰 차이가 없는 것으로 나타나 항균활성이 없는 것으로 생각되었다.

당분해 효소 활성 저해능

천마추출물의 혈당과 관계가 있는 α-glucosidase 효소의 활성 저해능을 이당류인 maltose를 기질로 사용하여 검토한 결과는 Fig. 2와 같다. 그림에서와 같이 천마추출물 0.6 mg/ml일 때 약 58%의

Table 2. Antimicrobial activity of the hot water extract of *Gastrodia elata*

Test microorganisms	Inhibition zone (mm)
<i>Listeria monocytogenes</i>	9.0
<i>Bacillus subtilis</i>	9.5
<i>Staphylococcus aureus</i>	9.0
<i>Salmonella typhimurium</i>	9.0
<i>Escherichia coli</i>	9.0
<i>Pseudomonas seruginosa</i>	10.0

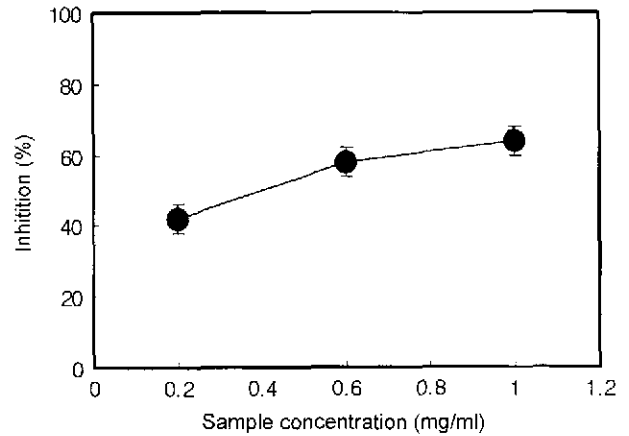


Fig. 2. Inhibition effect on the α-glucosidase activity of the extracts from *Gastrodia elata*.

효소활성 저해능을 보였으며, 1.0 mg/ml일 때에는 약 64%의 저해능을 보였고, 이 두 농도간의 저해능은 서로 유의성이 없었으나 0.2 mg/ml와는 모두 유의성이 있었다. 천마의 당분해효소 저해능은 추출물내에 존재하는 특정 성분에 의해 기질인 maltose를 분해하는 α-glucosidase의 활성을 저해하는 저해제(inhibitor)로 작용하거나 효소를 흡착하여 정상적인 효소의 작용을 저해하기 때문인 것으로 생각되었다. 따라서 앞으로 천마추출물을 이용하여 *in vivo* test에 의한 혈당강하능의 검토 필요성이 있는 것으로 생각되었다.

Angiotensin converting enzyme(ACE) 저해능

천마추출물의 angiotensin converting enzyme(ACE) 활성 저해능을 검토한 결과는 Fig. 3과 같다. 천마추출물 시료의 농도가 0.2~1.0 mg/ml의 농도 범위에서 ACE 활성 저해율은 63~89%로 농도가 높아짐에 따라 ACE 저해활성도 증가하여 1.0 mg/ml일 때 89%로 매우 높은 효소활성 저해능을 나타내었다. 또 농도에 따른

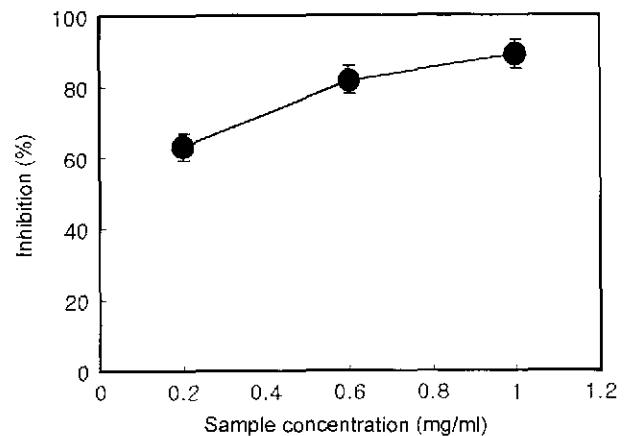


Fig. 3. Inhibition effect on the angiotensin converting enzyme activity of the extracts from *Gastrodia elata*.

유의성 검색 결과, 저농도인 0.2 mg/ml의 저해능과 0.6 mg/ml 및 0.8 mg/ml에서의 저해능 사이에는 유의성이 있었으나 두 고농도 사이에는 유의성이 없었다.

일반적으로 ACE는 동물체에 널리 분포되어 있으며, angiotensin I을 생리적 혈압상승 물질인 angiotensin II로 전환시키거나 혈관 이완작용이 있는 bradykinin을 분해시키는 효소이므로 angiotensin II가 감소되면 혈중 catecholamine이 감소되어 혈관이 확장되고, 항이뇨 호르몬인 aldosterone 분비가 억제되어 궁극적으로 혈압이 감소되는 것으로 알려져 있다(이, 1992). 그러므로 혈압 강하를 위해서는 ACE의 작용을 억제하는 저해제를 개발하는 것도 한가지 방안으로 생각할 수 있는데, Hara 등(1987)은 녹차와 홍차에 catechin 및 theaflavin류가 강한 ACE 저해능을 보였다고 보고한 바 있다. 따라서 천마 추출물에는 ACE의 작용을 저해하는 저해제가 함유되어 ACE 활성을 저해하는 효능이 큰 것으로 예측되며, 차후 *in vivo* test 등을 통한 정밀한 검토가 필요한 것으로 생각되었다.

Glutathion S-transferase(GST) 활성

천마추출물 glutathion S-transferase 효소 활성도를 검토한 결과는 Fig. 4와 같다.

천마추출물의 농도가 0.2 mg/ml일 때 175%의 활성능을 보였으며, 1.0 mg/ml일 경우에는 221%의 높은 활성을 나타내었고 또 각 농도에서 GST 활성은 모두 유의성이 있었다.

김 등(2000)은 가시오갈피의 간기능 해독능을 GST 활성능으로 측정된 결과, 3가지 추출물이 1 g/l 농도에서 190% 내외의 활성을 보였고, 특히 가시오갈피 근피의 50% 에탄올 추출물이 241%의 가장 높은 활성을 나타냈다고 보고한 바 있어 본 천마 추출물의 GST 활성값과 비슷한 값을 보였다.

일반적으로 glutathione S-transferase(GST)는 생체내에 존재하는 활성산소종(reactive oxygen species, ROS)으로

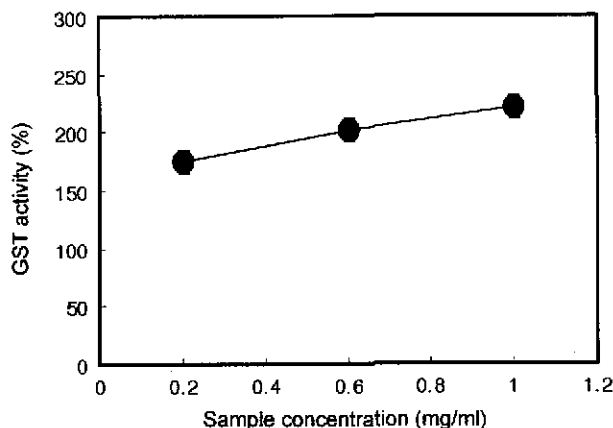


Fig. 4. Glutathion S-transferase activity of the extracts from *Gastrodia elata*.

부터 항상성을 유지하는데 필요한 항산화계 효소의 일종으로 알려져 있으며, 발암물질의 해독경로로도 중요하게 여겨지고 있다(Kraut and Sagone, 1981; Chung and Kim, 1992).

이상의 결과로부터 앞으로 천마의 유용성분의 추출·분리에 대한 최적조건을 탐색하고, 분리된 각 분획에 대한 생리활성(혈당강하, 혈압강하, 간기능 해독)을 *in vitro* 및 *in vivo* 실험을 통하여 면밀하게 검토해야 할 필요성이 있는 것으로 판단되었다.

적 요

본 연구는 천마의 성분과 생리활성을 규명하기 위하여 성분분석과 다양한 생리활성(암세포 생육 저해효능, 항균력, α -glucosidase 활성 저해효능, angiotensin converting enzyme 저해효능, glutathion S-transferase 활성)을 검토하였다. 천마의 일반성분은 조단백질 5.4%, 조회분 2.6%, 조지방 3.6%, 조섬유 3.3%, 수분 8.1%, 전당이 77%이었으며, 무기질함량은 칼륨(1,150 mg/100 g) > 인(300 mg/100 g) 순이었다. 천마추출물의 암세포(간암; Hep3B, 유방암; MCF-7, 폐암; A549, 위암; AGS)에 대한 생육 저해능은 천마추출물 시료농도가 증가함에 따라 증가하는 경향을 보여 1.0 mg/ml에서 위암세포(AGS)에 대한 생육 저해능이 83%로 가장 높았다. 천마추출물의 항균활성은 *Bacillus subtilis*와 *Pseudomonas aeruginosa*에 대하여 미약한 활성을 나타내었으며, 그 이외의 피검균에 대하여는 항균활성이 거의 없었다. α -glucosidase 효소 활성 저해능은 천마추출물 시료가 1.0 mg/ml일 때 64%의 높은 저해능을 보였다. ACE 활성 저해능은 시료가 0.2~1.0 mg/ml의 농도 범위에서 63~89%이었고, 1.0 mg/ml일 때 89%로 높은 저해능을 보였다. Glutathion S-transferase(GST) 활성능은 추출물 농도가 1.0 mg/ml일 때 221%의 높은 활성을 나타내었다. 이상의 결과로부터 천마는 건강식품이나 기능성 식품의 소재로서 활용이 가능할 것으로 판단되었다.

감사의 글

본 연구는 (주)천마산업의 연구용역에 의하여 수행된 결과의 일부로서 이에 감사드립니다.

참고문헌

- 김기호. 1974. *Gastrodia elata* Blume의 sterol 성분에 관한 연구. 중앙대학교 논문집 19: 215-225.
 김일혁. 1969. *Gastrodia elata*의 약효성분에 관한 연구(1). 중앙대학교 논문집 14: 449-452.
 김진구, 차원섭, 박준희, 오상룡, 천성호, 정신교. 1997. 천마의 무기성분 및 항산화 작용에 관한 연구. 농산물저장유통학회지

- 4: 317-321.
- 리영명. 1990. 동의학사전. 삼문당. p. 814.
- 문관심. 1999. 약초의 성분과 이용. 일월서각. p. 837.
- 백영숙, 송재경, 윤춘희, 정교순, 윤혜숙. 1995. 천마(*Gastrodia elata* Blume)의 항혈소판, 항 혈전활성. 생약학회지 **26**: 385-389.
- 오 진. 1986. 신농본초경. 인민위생출판사. p. 200-201.
- 이기홍. 1992. Angiotensin Converting Enzyme저해제의 합성 및 동력학적 연구. 강원대학교 박사학위논문.
- 정현서, 지근억. 1996. 천마의 일반성분과 기능성 조사. 한국식품과학회지 **28**: 53-57.
- 하정희, 이동웅, 어경운, 하정상, 김현주, 용철순, 허 근. 1997. 천마의 GABA-benzodiazepin 수용체 복합체에 대한 조절작용. 응용약물학회지 **5**: 325-330.
- 허 근, 이수진, 신억섭, 박종민. 1995. 천마의 항경련작용기전 연구. 응용약물학회지 **3**: 199-204.
- 황병호, 조국난, 최근표, 정성원, 김은경, 함승시. 1996. 주목추출물의 발암 억제효과 및 암세포에 미치는 영향. 한국식품영양과학회지 **25**: 1062-1068.
- A.O.A.C. 1980. Official methods of analysis, 14th ed. Pp. 129-133. In: Association of Official Analytical Chemist. Washington D. C.
- Benson, A. M., Cha, Y. N. and Talalay, P. 1979. Elevation of extrahepatic GST and epoxide hydrase activities by hydroxyanisole. *Cancer Res.* **39**: 2971-2977.
- Bollag, D. M. and Edelman, S. J. 1991. Protein methods, Wiley-Liss, Inc. Pp. 56-59.
- Chung, H. Y. and Kim, Y. K. 1992. Age-associated alteration in the hepatic superoxide generation and antioxidant activities in the senescence-accelerated mice. *Yakhak Hoeji* **36**: 460-465.
- Enna, S. J., Maggi, A., Worm, P. and Lloyd, K. G. 1980. Mucimol: brain penetration and anticonvulsant potency following GABA-T inhibition. *Brain. Res. Bull.* **5**: 461-464.
- Hara, Y., Matsuzaki, T. and Suzuki, T. 1987. Angiotensin I converting enzyme inhibiting activity of tea components. *Nippon Nogeikagaku Kaishi* **61**: 803.
- Horton, R. W. 1984. GABA, epilepsy and anticonvulsant drugs. In Trimble, M. and Reynolds, E. H. (eds.) What is epilepsy? Churchill Livingstone, Edinburgh, Pp. 281-292.
- Kraut, E. H. and Sagone, A. L. 1981. The effect of oxidant injury on the lymphocyte membrane and function. *J. Lab. Clin. Med.* **98**: 697-703.
- Lin, J. H., Liu, Y. C., Hau, J. P. and Wen, K. C. 1996. Parishins B and C from rhizomes of *Gastrodia elata*. *Phytochem.* **42**: 549-551.
- Maguire, G. A. and Price, C. P. 1985. A continuous monitoring spectrophotometric method for the measurement of angiotensin converting enzyme in human serum. *Ann. Clin. Biochem.* **22**: 204.
- Noda, N., Kobayashi, Y., Miyahara, K. and Fukahori, S. 1995. 2,4-Bis-(4-hydroxybenzyl) phenol from *Gastrodia elata*. *Phytochem.* **39**: 1247-1248.
- Shaz and Sun, W. 1985. HPLC determination of Gastridia and 4-hydroxybenzyl alcohol in *Gastrodia elata*. *Yaown Fenxi Zashi.* **5**: 218-221.
- Skehan, P., Storeng, R., Monks, S. A., McMahon, J., vistica, D., Warren, J. T., Bokesch, H., Kenney, S. and Boyed, M. R. 1990. New colorimetric cytotoxicity assay for anticancer-drug screening. *J. Natl. Cancer Inst.* **82**: 1107-1112.
- Tang, W. and Eisenbrand, G. 1993. In Chinese drugs of plant origin. Springer-verlag, Berlin. Pp. 548.
- Taguchi, H., Yosioka, I., Yamasaki, K. and Kim, I. L. 1981. Studies on the constituents of *Gastrodia elata* Blume. *Chem. Pharm. Bull.* **29**: 55-62.
- Wenling, D., Tina, J., Mikael, S. and Michael, R. S. 1996. Evaluation of isofagomine and its derivatives as potent glycosidase inhibitors. *Biochemistry* **35**: 2788-2795.
- Zaika, L. L. 1988. Spice and herbs; Their antimicrobial activity and its determination. *J. Food Safety* **9**: 97-100.
- Zhou, J., Yang, Y. B. and Pu, X. Y. 1980. Phenolic compounds of fresh *Gastrodia elata*. *Acta. Bot. Yunnanica.* **2**: 370-372.