Korean J. Food Preserv.
Vol. 14, No. 2. pp. 220-225, April 2007

사단법인 한국식품저장유통학회
THE KOREAN SOCIETY OF FOOD PRESERVATION

살구 추출물의 항산화성, 항돌연변이성 및 세포독성 효과

유수정 · 김수현 · 전미선 · 오현택 · 최현진 · 함승시†
강원대학교 바이오산업공학부 식품공학과

Antioxidative, Antimutagenic and Cytotoxic Effects of *Prunus armeniaca* Extracts

Su-Jung Yoo, Soo-Hyun Kim, Mi-Sun Jun, Hyun-Taek Oh, Hyun-Jin Choi and Seung-Si Ham†
School of Bioscience and Biotechnology, Kangwon National University, Chunchon 200-701, Korea

Abstract

This study was performed to measure the antioxidative, antimutagenic, and cytotoxic properties of *Prunus armeniaca* using the DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) free radical donating method, the Ames test, and cytotoxicity measurements, respectively. Electron-donating abilities were 48.3, 43.9, 14.8 and 12.9 per g dry matter of *P. armeniaca* seed (PAS), *P. armeniaca* flesh (PAF), butylated hydroxytoluene, and α-tocopherol, respectively. The direct antimutagenic effects of an ethanol extract of *P. armeniaca* were examined in Ames tests using *Salmonella typhimurium* TA98 and TA100 as reporter organisms. In the Ames test, the ethanol extract of *P. armeniaca* alone did not exhibit any mutagenicity but the extract did show substantial inhibitory effects against mutations induced by *N*-methyl-*N'*-nitro-*N*-nitrosoguanidine (MNNG) and 4-nitroquinoline-1-oxide (4NQO). The ethanol extract of PAS (200 g dry matter/plate) inhibited strain TA98 mutagenesis induced by 4NQO by ca. 37.9%, and mutation inhibition values of 42.1% and 69.4%, respectively, were observed when 4NQO and MNNG acted on the TA100 strain. The cytotoxic effects of ethanol extracts of *P. armeniaca* against cell lines of human lung carcinoma (A549), human breast adenocarcinoma (MCF-7), human hepatocellular carcinoma (Hep3B), human cervical adenocarcinoma (HeLa), and human gastric carcinoma (AGS) rose with increases in extract concentration. An ethanol extract (4 mg/mL dry matter) of PAF showed strong cytotoxicities of 88.2%, 58%, 72.8%, 89.4%, and 91.9% against A549, AGS, MCF-7, HeLa, and Hep3B cells, respectively. In contrast, the same extract showed only 13 37% cytotoxicity for a normal human kidney cell line (293). It is suggested that *P. armeniaca* possesses useful antioxidative, antimutagenic, and anticancer properties.

Key words : *Prunus armeniaca*, antioxidation, antimutagenicity, cytotoxicity

서 론

최근 식생활의 다양한 변화와 더불어 사람의 음식섭취에 대한 욕구는 영양과 에너지 측면뿐만 아니라 기호성 향상과 생체의 항상성 유지 및 생리기능 조절작용에까지 이르게 되었다. 특히 인간의 노화와 성인병을 일으키는 원인을 억제하거나 치유하기 위해 식품으로부터 유래하는 생리활성을 나타내는 기능성 성분들에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다(1,2). 2005년도 특허청 통계자료에서는 국내 천연물 신약의 특허출원에서 사용된 원료의 70%가 식물에서 유래되어 있음을 제시하고 있어, 식물자원이 개발 가능성이 높은 기능성 식·의약품 소재임을 나타내고 있다(3). 천연물 중에서도 과채류는 vitamins, carotenoids, flavonoids와 같은 페놀성 화합물들이 다량 존재하여 항산화성, 항알러지성, 항암성 등 다양한 생리기능을 갖고 있는 것으로 밝혀졌다(4). 천연식품에 함유되어 있는 quercetin, phenol류, flavone 유도체 및 tocophenol과 같은 다양한 항산화 물질들은 지방

†Corresponding author. E-mail : hamss@kangwon.ac.kr,
Phone : 82-33-250-6453, Fax : 82-33-250-6453

의 산화를 지연시키고 암 및 심혈관계 질환 등을 예방하며 노화방지에도 중요한 역할을 한다(5-7).

살구는 동부아시아가 원산지로 우리나라를 비롯하여 중국, 일본, 유럽 등지에 널리 분포되어 있는 장미과에 속하는 목본류로 다른 과실류와 비교하여 내한성이 강하며 독특한 향기를 지니고 있어 신선한 상태로 이용되거나 통조림, 잼, 건과 등으로 가공되어 이용되기도 하며 씨는 행인이라고 하여 한방에서는 진해, 거담약으로 널리 이용(8,9)되기도 하나 단경기에 수확되어 거의 생식용으로 소비되고 있는 추세이다. 따라서 수요보다 공급이 많아져 가격이 하락하게 되고 고품질 상태의 제품이 소비자에게 판매되기 어려운 실정이다(10). 따라서 이러한 공급과잉 상태에 놓여 있는 살구를 이용하여 여러 가지 기능성 소재를 개발해야 할 필요성이 대두되고 있다. 본 연구에서는 살구의 소비를 촉진시키고 부가가치가 높은 가공식품 및 화장품 등의 제품화를 위하여 수소전자공여작용, Ames test를 이용한 항돌연변이성 및 cytotoxicity 등의 생리활성 측정을 통해 기능성 식품으로서의 적용을 위한 가능성을 검토하고자 하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용한 살구(*Prunus armeniaca var. ansu Max.*)는 강원도 양구군 일대에서 재배되고 있는 것을 이용하여 과실을 씨와 과육으로 구분하여 100 g에 70% ethanol 500 mL을 첨가하고 하루 동안 추출한 후, 감압여과 장치로 뜨거운 상태에서 여과한 후 감압농축기를 사용하여 추출용매를 제거한 후 동결건조하여 생리활성 측정용 시료로 사용하였다.

시 약

직접 돌연변이원(direct mutagen)으로서 4-nitroquinoline-1-oxide(4NQO), *N*-methyl-*N'*-nitro-*N*-nitrosoguanidine(MNNG)은 미국 Sigma사에서 구입하여 사용하였고 이들 변이원 물질은 dimethyl·sulfoxide(DMSO)에 녹여 실험에 사용하였다. 세포배양에 필요한 배지로 RPMI 1640, DMEM(Dulbeco's Modified Eagle Medium)과 Heps buffer, fetal bovine serum(FBS), trypsin-EDTA는 Gibco사(USA)로부터 구입하였다. 실험에 사용한 세포주는 암세포로 인간 폐암세포 A549(Human lung carcinoma, KCLB NO. 10185), 인간 유방암 세포 MCF-7(Human breast adenocarcinoma, KCLB NO. 30022), 인간 간암세포 Hep3B(Human hepatocellular carcinoma, KCLB NO. 88064), 인간 자궁암세포 HeLa(Human cervical adenocarcinoma, KCLB NO. 10002) 및 인간 위암세포 AGS(Human gastric carcinoma, KCLB NO. 21739)가 이용되었고, 정상세포는 293(Tansformed primary human embryonal kidney, KCLB NO. 21573)을 Korea Cell Line Bank(KCLB)로부터 구입하여 본 실험실에서 배양하면서 실험에 사용하였다. A549 및 AGS 세포주는 RPMI 1640 복합배지를 MCF-7, Hep3B, HeLa 및 293 세포주는 DMEM배지를 이용하여 10% fetal bovine serum, 37℃, 5% CO_2에 적응시켜 각각 배양시켰다.

수소전자공여능에 의한 항산화 활성

살구 70% 에탄올 추출물은 Choi 등(11)의 방법에 의한 수소전자공여능(electron donating ability)에 의해 항산화 활성을 측정하였다. 여러 농도의 시료를 메탄올에 녹여 1.5×10^{4} M DPPH 용액(in methanol) 1 mL를 첨가한 후 30분간 방치한 후 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 수소전자공여능은 각 실험을 3회 반복하였으며 RC_{50}은 시료가 대조구의 흡광도를 1/2로 감소시키는 농도로 표시하였으며, 검체의 농도에 따른 수소전자공여능(standard curve)을 통해 결정하였다.

돌연변이원성 실험

돌연변이원성 실험은 *Salmonella typhimurium*의 변이주인 TA98과 TA100을 이용하여 Ames test를 개량한 preincubation법(12)으로 실시하였다. 추출물을 미리 건열 멸균시킨 glass cap tube에 각각 50 μL씩 가하고 여기에 전배양시킨 균액 100 μL를 가한 다음 0.2 M sodium phosphate buffer(pH 7.4)로 전체량이 700 μL가 되도록 하였다. 이것을 37℃에서 30분간 preincubation한 다음 hisitidine/biotin이 첨가된 top agar를 2 mL씩 가하여 잘 혼합한 후에 미리 조제해 놓은 minimal glucose agar plate상에 도말하고 평판 고화시켜 37℃에서 48시간 배양하여 생긴 복귀돌연변이(His^{+} revertant colony)수를 측정하여 돌연변이원성의 유무를 판정하였다.

항돌연변이원성 실험

항돌연변이원성 실험에 사용된 발암물질은 4NQO와 MNNG를 사용하였다. 건열 멸균시킨 glass cap tube에 추출물을 각각 50 μL씩 첨가하고 변이원 물질을 각각 50 μL 첨가하였다. 여기에 하룻밤 배양시킨 균액을 100 μL씩 주입한 후에 0.2 M sodium phosphate buffer를 가하여 최종부피가 700 μL가 되도록 하였다. 이것을 37℃에서 30분간 진탕배양한 다음 상기의 돌연변이원성 실험과 같은 방법으로 실험하여 생성된 복귀 돌연변이 수를 측정하여 항돌연변이원성 유무를 판정하였다. 시료와 변이원 물질의 농도는 예비실험을 통하여 결정하였으며 항돌연변이 효과는 변이원 물질의 활성에 대한 시료의 억제율(%)로 나타내었다. 즉 ［$(M-S_1)/(M-S_0)\times100$］ 식에 따라 계산하였고, 돌연변이원을 첨가하였을 때 복귀돌연변이주의 수를 M, 자연돌연변이주의 수를 S_0, 돌연변이원과 시료를 첨가했을 때의 복귀돌

연변이주의 수를 S_1으로 나타내었다.

세포독성 실험

SRB assay(sulforhodamine B)는 세포 단백질 염색을 이용하여 세포증식이나 독성을 측정하는 방법이다(13). 10% fetal bovine serum 및 각각의 인간 암세포(A549, Hep3B, MCF-7, AGS 및 HeLa)와 인간 신장 정상세포(293)을 함유하는 RPMI-1640과 DMEM배지를 5×10^4 cells/mL 농도로 100 μL씩 각 well에 첨가하여 24시간 동안 배양(37℃, 5% CO_2)시킨 후 0.2 M 이하의 DMSO로 녹인 시료를 1, 2, 3 및 4 mg/mL의 농도로 100 μL씩 첨가하여 48시간 동안 다시 배양하였다. 그 후 상등액을 aspirator로 조심스럽게 제거하고 냉장 보관한 10%(w/v) TCA를 100 μL씩 첨가한 후 1시간 동안 4℃에서 방치한 후 증류수로 다섯 번 정도 헹구었다. 실온에서 건조시킨 후 1%(v/v) acetic acid에 녹인 0.4%(w/v) SRB용액 100 μL를 첨가해 30분 동안 염색시켰다. 결합되지 않은 SRB 염색액은 1%(v/v) acetic acid용액으로 네 번 정도 헹구어, 다시 건조시킨 후 10 mM Tris buffer(pH 10.5) 100 μL로 염색제를 충분히 녹인 후 540 nm에서 microplate reader로 흡광도를 측정하였다.

결과 및 고찰

DPPH radical 소거능에 의한 항산화활성

전자공여능 측정에 사용되는 DPPH는 안정한 자유라디칼로서 그것의 홀수 전자에 의해 517 nm 부근에서 흡수극대를 나타내는데 전자 또는 수소를 받으면 517 nm 부근에서의 흡광도가 감소하며 다시 산화되기 어렵다. 따라서 DPPH radical 소거능이 높으면 자유라디칼을 환원시키거나 상쇄시키는 능력이 높아 항산화성 및 활성산소와 같은 자유라디칼의 소거작용 증진으로 인체내 노화를 억제하는 효과가 있을 것으로 알려져 있다(14-16). 살구씨 및 살구과육 추출물과 비교구로 합성 항산화제인 BHT (Dibutyl hydroxy toluene)와 α-tocopherol를 DPPH 유리 라디칼 소거활성을 측정한 결과를 Table 1에 나타내었다. 실험 결과 살구씨 추출물은 48.3 μg, 살구과육 추출물 43.9 μg로 BHT와 α-tocopherol보다 다소 항산화 활성은 낮았으나 비교적 양호한 항산화작용이 기대되었다. 장미과에 속하는 과실류 추출 용매의 경우, Hwang 등(17)이 보고한 매실 추출물에서 항산화효과가 있음을 나타내었으며, Jung 등(18)이 보고한 자두 에탄올 추출물에서 전자공여능이 우수하다고 하였다. Kang 등(19)은 전자공여능이 phenolic acid와 flavonoids 및 기타 phenol성 물질에 대한 항산화작용의 지표라 하였으며, 이러한 물질은 환원력이 클수록 전자공여능이 높다고 하였다.

Table 1. DPPH radical scavenging activities of 70% ethanol extract *Prunus armeniaca* seed and flesh

Sample	RC_{50}[1](μg)
Prunus armeniaca seed	48.3
Prunus armeniaca flesh	43.9
BHT[2]	14.8
α-tocopherol	12.9

[1]Amount required for 50% reduction of DPPH after 30 min.
[2]Dibutyl hydroxy toluene.

Ames test를 이용한 돌연변이원성

Salmonella typhimurium TA98 과 TA100을 이용한 Ames test를 행한 결과 살구씨 에탄올 추추물의 음성대조군의 자연 복귀 돌연변이 집락수는 TA98이 18±4, TA100은 173±6이었다. 그리고 살구과육 에탄올 추출물의 자연 복귀 돌연변이 집락수는 TA98이 17±1, TA100은 180±6이었다. 살구씨 및 살구과육 에탄올 추출물을 50, 100, 150, 200 μg/plate의 여러 농도로 첨가하여 시험한 결과, 농도 증가에 따른 His^+ revertant colony 수의 증감이 없는 것으로 보아 본 실험에 사용한 살구 씨 및 살구 과육 물 추출물은 돌연변이원성을 나타내지 않는 것으로 판단되었다(Table 2).

Table 2. Mutagenicity of 70% ethanol extract from *Prunus armeniaca* seed and flesh in *Salmonella typhimurium* TA98 and TA100

Dose (μg/plate)	His^+ revertants/plate[1]			
	Prunus armeniaca seed		*Prunus armeniaca* flesh	
	TA98	TA100	TA98	TA100
Spontaneous	18±4	173±6	17±1	180±6
50	17±1	186±8	17±7	185±2
100	21±8	196±7	19±8	195±2
150	17±4	177±8	18±4	171±3
200	19±2	194±1	17±2	191±2

[1]Each value represents the mean ± SD of three plates.

Ames test를 이용한 항돌연변이원성

살구씨 및 살구과육 에탄올 추출물에 대하여 항돌연변이원성을 검토하기 위하여 먼저 세포내에 DNA에 직접적으로 손상을 주어 돌연변이를 유발하는 직접돌연변이 물질인 MNNG와 4NQO를 이용하여 항돌연변이원성 효과를 조사하였다. MNNG(0.4 μg/plate)의 경우 *Salmonella typhimurium* TA100 균주의 실험결과 Fig. 1에서와 같이 시료 농도 200 μg/plate에서 살구씨 및 살구과육 에탄올 추출물의 경우 65% 이상의 억제효과를 나타내었다. 그러나 직접변이원인 4NQO(0.15 μg/plate)에 대한 살구씨 및 살구과육 에탄올 추출물의 억제 효과를 측정한 결과 S. *typhimurium* TA98의

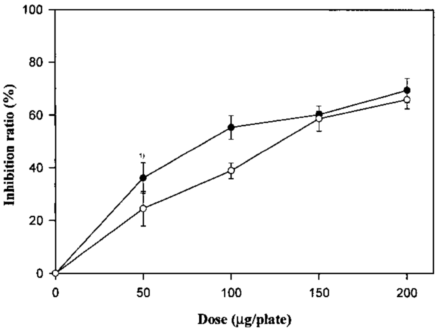


Fig. 1. The antimutagenic effects of *Prunus armeniaca* seed and flesh 70% ethanol extract against MNNG (0.4 μg/plate) on *Salmonella typhimurium* TA100.

—●— : *Prunus armeniaca* seed, —○— : *Prunus armeniaca* flesh.
[1]Each value represents the mean ± SD of three plates.

경우 살구씨 에탄올 추출물이 최고 농도 200 μg/plate 첨가 시 37%의 억제활성을 나타내었고 살구과육 에탄올 추출물이 45%의 낮은억제활성을 나타내었다. 또한 *S. typhimurium* TA100의 경우 살구씨 및 살구과육 에탄올 추출물은 각각 농도 200 μg/plate 첨가 시 44% 및 42%로 MNNG의 억제활성 보다 낮은 억제활성을 보였다(Fig. 2).

암세포 성장 억제효과

암 유발 초기단계에서 돌연변이가 매우 중요한 작용을 하고 대부분의 발암물질이 돌연변이원이라는 공통점은 항돌연변이원성을 가진 물질이 항암활성을 가질 수 있다는 것을 의미한다(20). 이에 살구씨 및 과육 에탄올 추출물의 경우 항돌연변이원성을 나타내었으므로 인간 암세포에 대한 효과를 살펴보기 위하여 암세포로 A549, AGS, MCF-7, HeLa 및 Hep3B를 이용하여 살구씨 및 과육 에탄올 추출물에 대하여 SRB assay를 이용한 시료의 저해효과를 조사하였다.

살구씨 에탄올 추출물에 의한 인간 유방암세포인 MCF-7에 대하여 억제효과를 검토한 결과 시료 1, 2, 3 및 4 mg/mL 첨가 시 각각 10.8, 17.2, 35.5 및 86.4%의 세포독성을 나타냄으로서 다른 암세포에 비해 높은 암세포 성장 억제효과를 보였다. 또한 인간 위암세포인 AGS, 인간 폐암 세포인 A549, 인간 자궁암세포 HeLa 및 인간 간암세포 Hep3B의 경우 4 mg/mL 첨가 시 각각 56, 63.7, 78.1 및 53.7%를 나타내었으며, 시료의 농도 증가에 따라 농도 의존적으로 암세포 성장 저해 효과를 나타내었다(Fig. 3).

살구과육 에탄올 추출물에 의한 인간 암세포 성장 억제효과를 나타낸 결과(Fig. 4) 인간 간암 세포인 Hep3B에 대한 억제효과를 검토한 결과 1, 2, 3 및 4 mg/mL 첨가 시 각각 11.4, 14.6, 46.1 및 91.2%를 나타내었으며, 인간 자궁암 세포 HeLa에 대해서는 1, 2, 3 및 4 mg/mL 첨가 시 각각 12.6, 45.1, 73.9 및 89.5%의 억제 활성을 나타냄으로서 다른 암세포에 비해 높은 억제효과를 보였다. 또한 인간 폐암

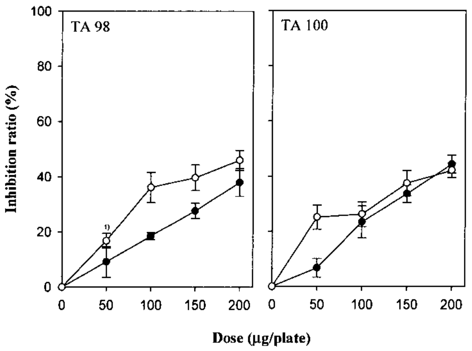
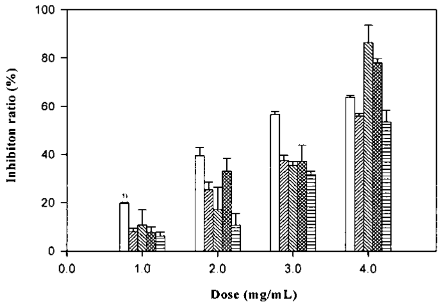


Fig. 3. Inhibitory effects of 70% ethanol extract from *Prunus armeniaca* seed on the human cancer cells.

▭ : human lung carcinoma (A549), ▨ : human gastric carcinoma (AGS), ▧ : human breast adenocarcinoma (MCF-7), ▦ : human cervical adenocarcinoma (HeLa), ▤ : human hepatocellular carcinoma (Hep3B).
[1]Values are the mean ± SD (n=3).



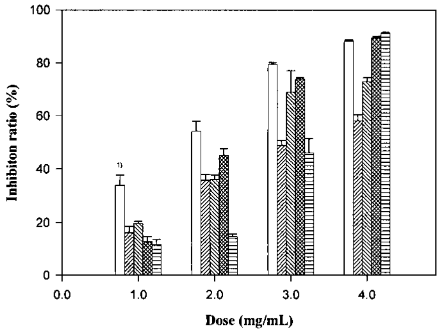


Fig. 4. Inhibitory effects of 70% ethanol extract from *Prunus armeniaca* flesh on the human cancer cells.

▭ : human lung carcinoma (A549), ▨ : human gastric carcinoma (AGS), ▧ : human breast adenocarcinoma (MCF-7), ▦ : human cervical adenocarcinoma (HeLa), ▤ : human hepatocellular carcinoma (Hep3B).
[1]Values are the mean ± SD (n=3).

세포 A549, 인간 위암 세포 AGS 및 인간 유방암 세포 MCF-7의 경우 4 mg/mL 첨가 시 각각 88.2, 58.1 및 72.8%의 억제 활성을 나타내었으며, 모든 암세포에 대해서 시료의 농도 증가에 따라 농도 의존적으로 암세포 성장 저해 효과를 나타내었다. 암세포에 대해서 비교적 높은 활성을 토대로 인간 정상 신장 세포 293에 대한 시료농도에 따른 세포독

성 효과를 검토한 결과 4 mg/mL의 시료를 첨가시 40% 이하의 낮은 생육 억제율을 나타내었다(Fig. 5). 이는 암세포에 대한 높은 억제효과에 비해 정상세포에 대해서 비교적 낮은 독성효과를 가짐을 알 수 있었다.

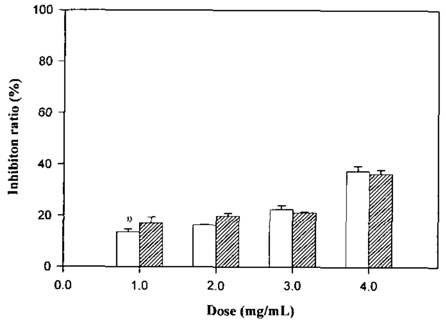


Fig. 5. Inhibitory effects of 70% ethanol extract from *Prunus armeniaca* seed and flesh on human transfomed primary embryonal kidney (293).

▭ : *Prunus armeniaca* seed, ▨ : *Prunus armeniaca* flesh.
[1)]Values are the mean ± SD (n=3).

요 약

살구 에탄올 추출물의 항산화 활성은 RC50값이 살구씨와 살구과육 에탄올 추출물의 경우 각각 48.3 μg과 43.9 μg으로서 강한 항산화 활성을 나타내었다. 살구 에탄올 추출물의 항돌연변이 효과의 검토는 *Salmonella typhimurium*의 변이주인 TA98과 TA100을 이용한 Ames test로 확인하였다. 그 결과 살구씨 및 과육 에탄올 추출물 자체의 돌연변이원성은 없었고 직접변이원인 MNNG에 대해 시료농도 200 μg/plate에서 살구씨와 살구과육 에탄올 추출물 각각에서 TA100이 69.4% 및 65.9%의 억제효과를 나타내었다. 같은 농도에서 4NQO에 대해서는 살구과육 에탄올 추출물의 경우 TA98과 TA100이 각각 45.9% 및 44.3%의 억제효과를 나타내었다. 암세포 성장억제효과를 검토한 결과 살구씨 에탄올 추출물 4 mg/mL 첨가 시 A549, AGS, MCF-7, HeLa 및 Hep3B에서 각각 63.7, 56, 86.3, 78 및 53.7%의 억제 효과를 보였다. 살구과육 에탄올 추출물 4 mg/mL 첨가시 위암세포 AGS에서 58.0% 억제효과를 보인 반면 모든 암세포에서 72.8%이상의 높은 억제효과를 나타내었다. 이러한 암세포에 대한 높은 억제 효과에 비해 인간 정상 신장세포 293에 대해서는 37.2% 이하의 생육 억제율을 나타냄으로서 정상세포에 대해서는 낮은 독성효과를 가짐을 알 수 있었다.

감사의 글

본 연구는 강원도 양구군의 연구사업 지원에 의하여 수행된 연구결과의 일부로서 이에 감사를 드립니다.

참고문헌

1. Lee, H.S. (1997) Dietary fiber intake of Korea. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 25, 540-548
2. Park, S.Y. and Kim, J.W. (1992) Screening and isolation of the antitumor agents from medicinal plants(I). Korean J. Pharmacogn., 23, 264-267
3. 특허청. (2005) 지식재산 통계연보. 특허청
4. Yu,, M.H., Im, H.G., Lee, H.J., Ji, Y.J. and Lee, I.S. (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
5. Moon, J.H. and Park, K.H. (1995) Functional components and physiological activity of tea. J. Korean Tea Soc., 1, 175-191
6. Ramarathnam, N., Osawa, T., Ochi, H. and Kawakishi, S. (1995) The contribution of plant food antioxidants to human health. Trends Food Sci., 6, 75-82
7. Jang, M.J., Woo, M.H., Kim, Y.H., Jun, D.Y. and Rhee, S.J. (2005) Effects of Antioxidative, DPPH radical scavenging activity and antithrombogenic by the extract of Sancho (*Zanthoxylum Schinifolium*). Korean J. Nutr., 38, 386-394
8. 이창복 (1979) 대한식물도감, 향문사, p.451
9. Kwon, Y.J., Kim, Y.H., Kwak, J.J., Kim, K.S. and Yang, K.K. (1990) Volatile flavor compounds of *P. armeniaca* and *P. mume*. J. Korean Agric. Chem. Soc., 33, 319-324
10. Jung, G.T., Ju, I.O., Ryu, J.R. Choi, J.S. and Choi, Y.G. (2003) Studies on manufacture of wine using apricot. Korean J. Food Preserv., 10, 493-497
11. Choi, J.S., Park, J.H., Kim, H.G., Young, H.S. and Mun, S.I. (1993) Screening for antioxidant activity of plants and marine algae and its active principle from Prunus daviana. Kor. J. Pharmacol., 24, 299-303.
12. Yahagi, T., Nagao, M., Seino, Y., Matsushima, T., Sugimura, T. and Okada, M. (1997) Mutagenicities of N-nitrosamines in *Salmonella*. Mutation Res., 48, 121-130.
13. Scudiero, D.A., Shoemaker, R.H., Paul, K.D., Monks, A., Tiemey, S., Nofziger, T.H., Currens, M.J., Seniff, D. and Boyd, M.R. (1998) Evaluation of a soluble tetrazolium/ formazan assay for cell growth and drug sensitivity in culture using human and other tumor cell lines. Cancer Res., 48, 4827-4836.
14. Kang, M.H., Park, C.G., Cha M.S., Seong N.,S., Chung, H.K. and Lee, J.B. (2001) Component characteristics of

each extract prepared by different extract methods from by-products of *Glycyrrhizia uralensis*. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 30, 138-142
15. Aoshima, H., Tsunoue, H., Koda, H. and Kiso, Y. (2004) Aging of whisky increases 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl radical scavenging activity. J. Agric. Food Chem., 52, 5240-5244
16. Kim, H.K., Kim. Y.E., Do, J.R., Lee, Y.C. and Lee, B.Y. (1995) Antioxidative activity and physiological activity of some Korean medicinal plants. Korean J. Food Sci. Technol., 27, 80-85
17. Hwang, J.Y., Ham, J.W. and Nam, S.H. (2004) The antioxidant activity of Maesil(*Prunus mume*). Korean J. Food Sci. Technol., 36, 461-464
18. Jung, G.T., Ju, I.O., Choi, D.G., Jeong, J.S., Ryu, J., Ko, B.R., Choi, J.S. and Choi, Y.G. (2005) Chemical characteristics and physiological activities of Plums (*Oishiwase* and *Formosa*). Korean J. Food Sci. Technol., 37, 816-821
19. Kang, Y.H., Park, Y.K., Oh, S.R. and Moon, K.D. (1995) Studies on the physiological functionality of pine needle and mugwort extracts. Korean J. Food Sci. Technol., 27, 978-984
20. Lee, H.J., Cui, C.B., Choi, H.T., Kim, S.H., Ham, Y.A., Lee, D.S. and Ham, S.S. (2005) Biological activities of the vaporized liquid of water-boiled pine needle. Korean J. Food Preserv., 12, 179-183

(접수 2007년 1월 9일, 채택 2007년 3월 16일)