

## 감마선 조사한 오미자 추출물의 아질산염 소거능, Tyrosinase와 Xanthine Oxidase 저해 효과

전태욱 · 조철훈 · 김기혁<sup>1</sup> · 변명우\*

한국원자력연구소 방사선식품생명공학기술개발팀, <sup>1</sup>우송대학교 식품생명과학부

### Inhibitory Effect on Tyrosinase and Xanthine Oxidase, and Nitrite Scavenging Activities of *Schizandreae Fructus* Extract by Gamma Irradiation

Tae-Woog Jeon, Cheorun Jo, Kee-Hyuk Kim<sup>1</sup> and Myung-Woo Byun\*

Team for Radiation Food Science and Biotechnology,

Korea Atomic Energy Research Institute, Taejon 305-600, Korea

<sup>1</sup>Division of Food and Biotechnology, Woosong University, Dajeon, 300-718, Korea

#### Abstract

This study was performed to investigate the effects of tyrosinase inhibition, xanthine oxidase inhibition and nitrite-scavenging effects of gamma-irradiated *Schizandreae fructus* extracts from different solvents. *Schizandreae fructus* was extracted by hot water, ethanol, acetone and methanol, and the extracts were irradiated 10, 20 and 30 kGy with gamma rays. All extracts from *Schizandreae fructus* showed inhibition effect against tyrosinase. Tyrosinase inhibition effect of *Schizandreae fructus* were higher in solvent extracts than hot water extracts by irradiation. The *Schizandreae fructus* extracts had a higher inhibitory effect against xanthine oxidase, and the effect was not changed by irradiation. Nitrite scavenging activity, which was measured at various pH conditions (1.2, 3.0, 6.0), was the highest in *Schizandreae fructus* extracts at pH 1.2 and 3.0. Hot water extracts provided higher nitrite scavenging effect than those of the methanol, ethanol and acetone extracts. Gamma-Irradiation may not influence on biological activities of the extracts when irradiated up to 30 kGy.

**Key words :** *Schizandreae fructus*, tyrosinase inhibition effect, xanthine oxidase inhibition effect, nitrite scavenging effect

#### 서 론

오미자(*Schizandra chinensis*)는 목련과의 낙엽 덩굴로 한국, 일본, 만주, 중국 등에 주로 분포되어 있으며, 국내에는 오대산, 지리산, 발왕산 지역에서 균락을 이루어 자생하고, 강원도의 화천, 인제, 평창, 경상북도 봉화, 전라북도 무주, 진안, 장수 및 경상남도 함양 등지에서 재배되어 약재로 사용되고 있다. 오미자의 효능은 자양, 강장, 지사, 진해제의 효능(1, 2)이 있는 것으로 알려져 있으며, 중추신경의 기능 강화, 혈액순환 개선, 혈당 강하작용(3), 간기능의 복구효과(4, 5), 항균 및 항궤양작용(6, 7), 항암 및 항종양 효과(8, 9), nitric oxide 생성 촉진 작용(10) 및 오미자 종자의 항산화성, 항균성, 아질산염소거능(11)등이 보고되었다. 오미자의 성분에 관한 연구는 Kim 등(12)이 오미자의 일반 성분, 유기산

및 anthocyanin 색소 등에 대하여 보고하였고 Yang 등(13)은 anthocyanin 색소의 안정성에 대하여 보고하였다. 또한 오미자의 약리학적 작용에 관한 연구로서 Hikino 등(14)이 간장 보호 작용, Lee 등(15)은 알콜 해독작용, Sheo 등(16)은 항당뇨 작용에 대하여 보고하였다. 지금까지 오미자의 생리 활성에 대해 많이 보고되었지만, 아직까지 세포내 melanin을 합성하여 피부암, 피부 반점, 기미, 그리고 주근깨 등을 유발시키는 Tyrosinase에 대한 저해, 생체내 퓨린 대사에 관여하여 통풍과 신장질환의 원인이 되는 Xanthine Oxidase 저해 및 아질산염 소거등의 생리 활성에 관한 연구는 미비한 실정이다.

감마선은 물질 투과시 원자, 원자단, 분자에 이온을 생성하게 하는 전리 방사선 중의 하나로서 그 투과력이 강하여 농산물의 발아 및 발근 억제, 멸균, 숙도 지연, 식품 물성 개선, 식품 첨가물, 향신료의 위생화, 화장품 및 의료 산업에 많이 쓰이고 있다(17). 최근에 감마선 조사기술은 가공 공정 및 기능성 향상(18-20)까지 이용범위가 확대되고 있는 추세이며 앞으로도 식품 산업의 여러 분야에 효과적으로 활

Corresponding author : Myung-Woo Byun, Team for Radiation Food Science and Biotechnology, Korea Atomic Energy Research Institute, Taejon 305-600, Korea  
E-mail : mwbyun@kaeri.re.kr

용할 수 있을 것으로 판단된다.

따라서 본 연구에서는 감마선 조사에 의한 오미자의 생리 활성 및 기능적 특성 해석의 일환으로써 감마선 조사한 오미자 추출물이 Tyrosinase, Xanthine Oxidase 저해와 아질산염 소거능에 미치는 영향에 대하여 살펴보았다.

## 재료 및 방법

### 재료

본 실험에 사용한 국내산 오미자는 경동시장에서 구입하여 사용하였다.

### 추출 방법

오미자 50 g에 중류수 500 mL을 가하여 95°C에서 3시간 씩 2회 추출후 여과하여 엘수 추출물로 사용하였으며, 용매 추출물은 시료 50 g을 70% ethanol, 70% methanol, 70% acetone등의 용매로 각각 500 mL 씩 가하여 실온에서 하룻밤동안 교반하여 획득하였다. 추출물은 규조토 여과를 한 후, 각각 선량에 따라 감마선 조사하였으며 30°C에서 1/9로 농축하여 추출 원액으로 사용하였다.

### 감마선 조사

감마선 조사는 한국 원자력 연구소내 선원 10만 Ci Co-60 감마선 조사 시설을 이용하여 실온에서 시간당 2.5 kGy 선량율로서 10, 20 그리고 30 kGy의 총 흡수선량을 조사하였다. 흡수 선량의 확인은 ceric cerous dosimeter를 이용하였고, 총 흡수선량의 오차는 ±0.2 kGy이었다.

### Tyrosinase 저해

Tyrosinase 활성 저해능 측정은 37°C 수조에서 온도를 미리 조정한 0.2M potassium phosphate buffer(pH 6.5) 2.3 mL, 2 mM L-tyrosine solution 0.4 mL 및 추출 시료 용액 0.2 mL의 혼합액에 mushroom tyrosinase(220 unit/mL) 0.1 mL를 첨가하여 37°C에서 20분간 반응시킨 다음 470 nm에서 흡광도를 측정한 값( $S_{Abs}$ )과 효소액 대신에 중류수 0.1 mL를 첨가하여 흡광도를 측정한 값( $B_{Abs}$ ), 추출 시료 용액 대신에 중류수를 0.2 mL를 첨가하여 흡광도 값( $C_{Abs}$ )을 측정하여 다음의 식에 의해 계산하였다.

$$\text{Inhibition effect}(\%) = \left\{ 1 - \left( \frac{S_{Abs} - B_{Abs}}{C_{Abs}} \right) \right\} \times 100$$

### Xanthine Oxidase 저해

Xanthine oxidase 활성 저해 측정은 0.1 M potassium

phosphate buffer(pH 7.5)에 xanthine 2 mM을 녹인 기질액 1 mL에 0.04 unit xanthine oxidase를 0.1 mL를 가하고 추출 용액은 0.1 mL를 첨가하여 혼합하였다. 혼합물을 37°C에서 20분간 반응시키고 20% trichloroacetic acid(TCA) 1 mL를 통하여 반응을 종료시켰다. 반응 종료 후, 12,000 rpm으로 10분간 원심분리하여 단백질을 제거하였으며 반응액 중에 생성된 uric acid를 흡광도 292 nm에서 측정하였다. 저해율(%)은 다음 식으로 저해율을 구하였다.

$$\text{저해율}(\%) = \left( 1 - \frac{S_{Abs} - B_{Abs}}{C_{Abs}} \right) \times 100$$

$S_{Abs}$  : 2 mM Xanthine 용액에 추출 시료와 효소액을 첨가하여 반응시킨 후의 흡광도

$B_{Abs}$  :  $S_{Abs}$ 에서 효소액 대신 D.W 0.1 mL을 첨가하여 반응시킨 후의 흡광도

$C_{Abs}$  :  $S_{Abs}$ 에서 추출 시료 대신 D.W 0.1 mL을 첨가하여 반응시킨 후의 흡광도

### 아질산염 소거능 측정

아질산염 소거능은 Gray 등(21)의 방법을 변형하여 측정하였다. 아질산염 용액 1 mL에 시료 용액 0.6 mL을 가하고 여기에 0.1 N HCl(pH 1.2) 및 0.2 M 구연산 완충용액(pH 3.0 및 6.0)을 사용하여 반응 용액의 pH를 각각 1.2, 3.0 및 6.0으로 조정하여 반응용액을 10 mL로 정용하였다. 이를 37°C에서 1시간동안 반응시킨 다음 반응액을 각각 1 mL씩 취하고 2% acetic acid 5 mL, Griess 시약(30% acetic acid로 각각 조제한 1% sulfanilic acid와 1% naphthylamine을 1:1 비율로 혼합, 사용직전에 조제) 0.4 mL를 가하여 혼합시켜 15분간 실온에 방치시킨 후, 520 nm에서 흡광도를 측정하여 잔존하는 아질산염을 구하였다. 공시험은 Griess 시약 대신 중류수를 0.4 mL 가하여 상기와 동일하게 행하였다. 아질산염 소거능은 다음과 같은 계산식으로 계산하였다.

$$\text{아질산염 소거율}(\%) = \left( 1 - \frac{A - C}{B} \right) \times 100$$

A : 1 mM NaNO<sub>2</sub> 용액에 추출 시료를 첨가하여 1시간 반응 시킨 후의 흡광도

B : NaNO<sub>2</sub> 용액의 흡광도

C : 추출 시료 자체의 흡광도

## 결과 및 고찰

### Tyrosinase 저해 효과

Tyrosinase는 피부 기저층에 있는 melanocyte의 melanosome에서 tyrosine 혹은 dopa를 기질로 하여 피부의 색소 성분인 melanin을 생합성하는데 있어서 key enzyme으로 작용하는

효소이다. 즉 자외선에 의하여 melanocyte의 유사분열이 일어나고 melanocyte가 활성화된다. 활성화된 melanocyte에서는 tyrosinase 합성이 촉진되고 melanin의 생성되어 표피밖으로 나타나는 것이다. 오미자 추출물이 tyrosinase의 활성을 억제하고, 햇볕에 의한 검버섯, 주근깨의 방지 목적으로써 기능성 화장품 첨가제로 사용 가능성을 확인한 결과, 오미자 추출물의 tyrosinase 저해 효과는 Table 1에서 보는 바와 같다. 오미자의 열수와 용매 추출별로 비교했을 때, 감마선 비조사시 모두 90% 이상의 비교적 높은 효소활성 저해능을 보여주었지만, 감마선 조사시 열수 추출 경우에는 55~66%, methanol, acetone 그리고 ethanol 등의 용매 추출 경우에는 72~86%까지 tyrosinase 저해 효과가 감소하였다. Jung 등(22)의 보고에 의하면 팽이 버섯은 83%, 녹차는 89% 그리고 홍차는 80% 정도 tyrosinase를 저해한다고 하였지만 오미자 열수 추출물의 경우 tyrosinase 저해율은 21%라고 보고하였다. 이것은 오미자 추출물의 pH를 6.8로 조절함으로써 오미자의 성분중 유기산 성분 효과가 상실되어 효소 저해력이 약화된 것으로 생각된다. 또한 Kwak 등(23)은 생 쑥을 ethanol 용매 추출하여 hexane과 chloroform으로 분획한 경우 tyrosinase 효소 활성이 각각 96.7%과 98.9% 저해한다고 보고하였다. Shon 등(24)은 오미자 성분중 하나인 lignan이 다양한 생리 활성을 가지고 있고, phenylpropanoid의 이중체로 구성되어 있다고 보고하였다. 또한 Park 등(25)과 Choi 등(26)에 의하면 phenylpropanoid는 phenol성 화합물이며, phenol성 화합물이 tyrosinase를 저해한다고 보고하였다. 본 실험 결과, 오미자 추출물중 유기산과 lignan 성분에 의해 tyrosinase 활성이 저해된 것으로 사료되며, 오미자의 열수 및 용매 추출물은 감마선 비조사구 경우 약 90%로 쑥에서 추출한 경우보다는 다소 저해력이 약했지만 팽이버섯, 녹차와 홍차보다는 높은 저해력을 보여주었다. 감마선 조사구 경우에는 tyrosinase 저해효과가 감소한 것은 감마선 조사에 따른 유기산이나 lignan 성분에 약간의 구조적 변화 때문으로 생각된다.

**Table 1. Inhibition of tyrosinase activity of irradiated *Schizandreae fructus* extract with different solvents and hot water**

Irradiation dose (kGy)	Inhibition effect (%)			
	Hot water Ex	Methanol Ex	Acetone Ex	Ethanol Ex
0	93	90	91	90
10	58	75	86	82
20	66	72	79	83
30	55	83	79	74

### Xanthine oxidase 저해 효과

Xanthine oxidase는 생체내 퓨린 대사에 관여하는 효소로서 xanthine 또는 hypoxanthine으로부터 urate를 형성하며

urate가 혈장내에서 증가되면 골절에 축적되어 통풍을 일으키는 효소로 알려져 왔다(27). 이러한 xanthine oxidase를 저해하기 위해 오미자의 열수 및 용매별로 추출한 추출물을 첨가하여 Xanthine oxidase 저해효과를 살펴본 결과 Table 2에서 보는 바와 같다. Xanthine oxidase 저해는 오미자 열수 추출물일 경우 비조사구는 90% 저해력을 나타냈고, 조사구 10, 20 그리고 30 kGy일 때는 각각 86%, 88% 와 91%로 나타났다. Methanol로 추출했을 경우 비조사구일때는 88%였고 조사구일 때는 95~97%의 높은 저해력을 보여주었다. 또한 acetone과 ethanol의 경우에는 비조사구와 조사구 모두 비슷한 저해력을 나타내었다. Moon 등(28)은 감잎 열탕 추출물의 xanthine oxidase 저해력은 1 mL당 0.1 mg 첨가시 82.9%의 저해율을 나타냈으며, 2.0 mg 첨가시에는 92.4%의 저해효과를 나타내어 농도가 증가할수록 저해 효과도 서서히 증가한다고 보고하였다. 또한 xanthine oxidase 저해 작용을 나타내는 주요 인자는 polyphenol 화합물인 catechine이라고 보고하였다. 또한 Yeo 등(29)도 녹차, 오룡차 및 홍차 추출물의 xanthine oxidase 저해력은 녹차의 경우 89.2%~93.2%, 오룡차는 88.8% 그리고 홍차는 78.7%였고 저해 성분으로는 polyphenol 화합물인 조 catechin 획분이 저해력이 가장 높았으며, 농도가 증가할수록 저해력도 증가한다고 보고하였다. 따라서 본 실험 결과, 오미자 추출물의 경우 감마선 조사구와 비조사구간의 xanthine oxidase 저해력에는 크게 차이를 보이지 않았으며, xanthine oxidase 저해력은 조사구와 비조사구 모두 높게 나타내었다.

**Table 2. Inhibition of xanthine oxidase activity of irradiated *Schizandreae fructus* extract with different solvents and hot water**

Irradiation dose (kGy)	Inhibition effect (%)			
	Hot water Ex	Methanol Ex	Acetone Ex	Ethanol Ex
0	90	88	88	91
10	86	96	87	92
20	88	95	92	89
30	91	97	91	89

### 아질산염 소거능

단백질 식품이나 의약품 및 잔류 농약 등에 존재하는 2급, 3급 등의 아민류와 반응하여 니트로사민을 생성하는 아질산염은 식품내의 상재 성분으로 널리 존재하고 있는 아민류를 함유하고 있는 음식물을 동시에 섭취했을 때, 위내에서 발암성 물질인 니트로사민이 생성될 가능성이 매우 높다고 하였다(30). 그러므로 산성 영역에서 니트로사민의 생성인자인 아질산염을 효과적으로 소거하여 니트로사민의 생성을 억제하기 위해 오미자를 열수 및 용매 추출하여 실험하였다. 오미자의 열수 추출물과 각종 용매로 추출한 추출물

을 pH 1.2, 3.0 및 6.0에서 반응시켜 아질산염 분해능을 실험한 결과는 Fig 1~4와 같다.

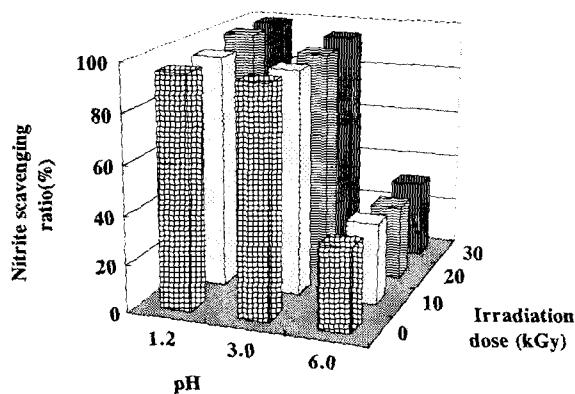


Fig 1. Nitrite scavenging effect of hot water extract of *Schizandreae fructus* under different pH conditions after gamma irradiation.

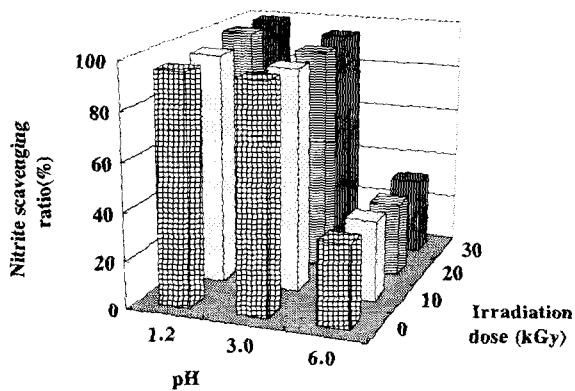


Fig 2. Nitrite scavenging effect of ethanol extract of *Schizandreae fructus* under different pH conditions after gamma irradiation.

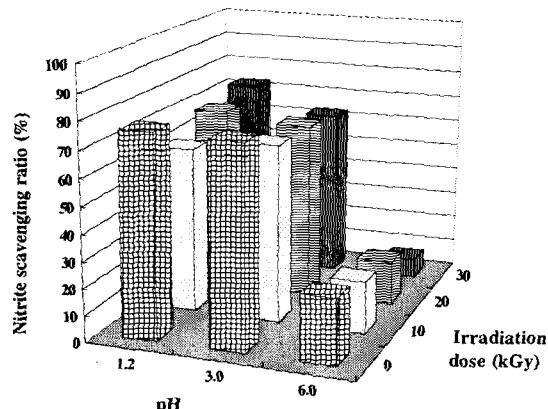


Fig 3. Nitrite scavenging effect of methanol extract of *Schizandreae fructus* under different pH conditions after gamma irradiation.

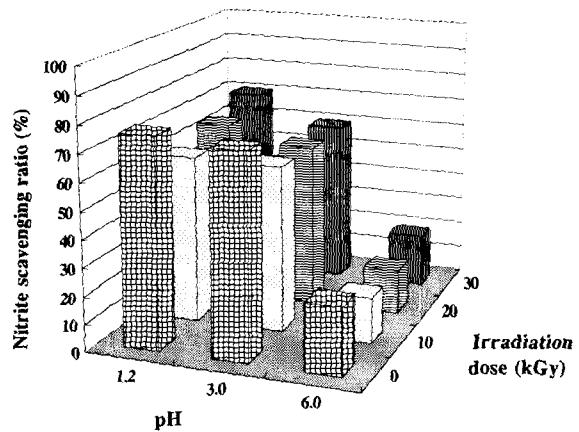


Fig 4. Nitrite scavenging effect of acetone extract of *Schizandreae fructus* under different pH conditions after gamma irradiation.

열수 추출물의 경우 감마선 조사구와 비조사구는 Fig 1에서 보는 바와같이 pH 1.2, 3.0일 때는 92% 이상 높은 소거능을 나타내었고, pH 6.0일 때는 조사구와 비조사구 모두 30~34%로 낮게 나타났다. Fig 2에서 나타낸 ethanol 추출물의 경우 pH 1.2에서는 76%~83%의 소거능을 나타내었고 pH 3.0에서는 69%~74% 그리고 pH 6.0에서는 매우 낮은 소거능을 확인할 수 있었다. 또한 Fig 3과 4에서도 methanol과 acetone의 경우 pH 1.2와 3.0에서는 60~75%, pH 6.0에서는 3~24%로 매우 낮은 소거능을 나타내었다. 아질산염 소거능을 비교해 보면 pH 1.2에서는 열수 추출물>ethanol 추출물>acetone 추출물 > methanol 추출물 순이었다. Jung 등(31)의 보고에 의하면 오미자 종자는 methanol과 ethanol 추출물이 각각 98.6%와 91.9%로 가장 높은 분해능을 나타내었고, 열수 추출물은 51.7%라고 보고하여 본 실험 결과와는 다른 결과를 나타내었다. 그러나 Kim 등(32)은 식물체 추출물의 아질산염 소거능이 pH의 감소함에 따라 높아지고 녹차의 열수 추출물과 ethanol 추출물은 100% 소거능을 가지고 있다고 보고하였으며, 열수 추출물이 전반적으로 ethanol 추출물에 비하여 높은 아질산염 소거능을 나타낸 보고와 본 실험에서 오미자 열수 추출물과 ethanol 추출물의 아질산염 소거능과 거의 유사한 결과를 나타내었다.

## 요약

오미자 추출물에 감마선을 조사하여 tyrosinase 저해, xanthine oxidase 저해 및 아질산염 소거능에 대하여 검토하였다. 오미자 추출물은 열수, ethanol, methanol 그리고 acetone 등을 이용하여 추출하였으며, 감마선은 10, 20과 30 kGy로 조사하였다. 오미자 추출물은 모두 tyrosinase 저해 효과를 가지고 있는 것으로 나타났다. 감마선 조사 후 오미자

추출물에 대한 tyrosinase는 열수 추출물보다 용매 추출물이 저해 효과가 높게 나타내었다. Xanthine oxidase 저해 효과 실험 결과, 오미자 추출물은 열수 및 용매 추출물 모두 저해력을 나타내었으며, 감마선 조사는 xanthine oxidase 저해력에 영향을 미치지 않았다. 아질산염 소거능은 pH 1.2, 3.0 그리고 6.0으로 측정하였다. 오미자 추출물은 pH 1.2와 3.0에서 높은 저해력을 나타내었고, 열수 추출물은 methanol, ethanol 그리고 acetone 추출물보다 아질산염 소거능이 훨씬 높게 나타내었다. 감마선을 30 kGy까지 조사하였을 때, 오미자 추출물의 생리 활성에는 크게 영향을 미치지 않았다.

## 감사의 글

본 연구는 과학기술부의 원자력 연구개발사업의 일환으로 수행되었으며, 그 지원에 감사드립니다.

## 참고문헌

- Nishiyama, N., Chu, P.J. and Saito, H. (1996) An herbal prescription, S-113m, consisting of biota, Ginseng and *Schizandra* improves learning performance in senescence accelerated mouse. *Biol. Pharm. bull.* 19, 288-393
- Hsieh, M.T., Tsai, M.L., Peng, W.H. and Wu, C.R. (1999) Effects of *Schizandrac fructus* on cycloheximide-induced amnesia in rats. *Phytother Res.* 13, 256-257
- Molokovskii, D.S., Davydov, V.V. and Tiulenev, V.V. (1987) The action of adaptogenic plant preparations in experimental alloxan diabetes. *Probl. Endokrinol.* 35, 82-87
- Zhu, M., Lin, K.F., Yeung, R.Y. and Li, R.C. (1999) Evaluation of the protective effects of *Schizandra chinensis* on Phase I drug metabolism using a CCl<sub>4</sub> intoxication model. *J. Ethnopharmacol.* 67, 61-68
- Ip, S.P., Che, C.T. and Ko, K.M. (1998) Structure activity relationship of schizandrins in enhancing liver mitochondrial glutathione status in CCl<sub>4</sub>-poisoned mice. *Chung Kuo Yao Li Hsueh Pao.* 19, 313-316
- Li, X.J., Zhao, B.L., Liu, G.T. and Xin, W.J. (1990) Scavenging effects on active oxygen radicals by Schizandrin with different structures and configurations. *Free Radic. Biol. Med.* 9, 99-104
- Hernandez, D.E., Hancke, J.L. and Wikman, G. (1988) Evaluation of the antiulcer and antisecretory activity of extracts of *Aralia elata* root and *Schizandra chinensis* fruit in the rat. *J. Ethnopharmacol.* 23, 109-114
- Nomura, M., Nakachiyama, M., Hida, T., Ohtaki, Y., Sudo, K., Aizawa, T., Aburada, M. and Miyamoto, Y. (1994) Gomisin A, a lignan component of *Schizandra fructus*, inhibits development of preneoplastic lesions in rat liver by 3'-methyl-4-dimethylaminoazobenzene. *Cancer Lett.* 76, 11-18
- Ohtaki, Y., Hida, T., Hiramatsu, K., Kanitani, M., Ohshima, T., Nomura, M., Wakita, H., Aburada, M. and Miyamoto, K.I. (1996) Deoxycholic acid as an endogenous risk factor for hepatocarcinogenesis and effects of gomisin A, a lignan component of *Schizandra fructus*. *Anticancer Res.* 16, 751-755
- Panossian, A.G., Oganessian, A.S., Ambartsumian, M., Gabrielian, E.S., Wagner, H. and Wikman, G. (1999) Effects of heavy physical exercise and adaptogens on nitric oxide content in human saliva. *Phytomedicine.* 6, 17-26
- Jung, GT., Ju, IO., Choi, JS. and Hong, JS. (2000) The antioxidative, antimicrobial and nitrite scavenging effects of *Schizandra chinensis* RUPRECHT(Omija) seed. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 32, 928-935
- Kim, K.I., Nam, J.H. and Kwon, T.W. (1973) On the proximate composition, organic acid and anthocyanins of Omija, *Schizandra chinensis* Baillon. *Korean J. Food Sci. Technol.* 5, 178-182
- Yang, H.C., Lee, J.M. and Song, K.B. (1982) Anthocyanins in cultured Omija(*Schizandra chinensis* Baillon) and its stability. *Korean Soc. Agri. Chem. Biotechnol.* 25, 35-43
- Hikino, H., Kios, Y., Takuchi, H. and Ikeya, Y. (1984) Validity of the oriental medicines 60. Liver-protective drugs. II Antihepatotoxication of lignoids from *Schizandra chinensis* fruits. *Planta Med.* 50, 213-216
- Lee, J.S. and Lee, S.W. (1990) Effect of water extract in fruits of Omija(*Schizandra chinensis* Baillon) on alcohol metabolism. *Korean J. Dietary Culture.* 5, 259-262
- Sheo, H.J., Lee, M.Y. and Hwang, J.S. (1987) Effect of *Schizandrac fructus* extract on blood constituents of alloxan induced diabetic rabbits. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 16, 262-268
- Byun, M.W.(1994) Application of irradiation techniques to food industry. *Radioisotope News.*, 9, 32-37
- Lee, J.W., Yook, H.S., Cho, K.H., Lee, S.Y. and Byun, M.W. (2001) The changes of allergenic and antigenic properties of egg white albumin(Gal d1) by gamma irradiation. *J. Korean Soc Food Sci Nutr.*, 30, 500-504
- Son, J.H., Jo, C. and Byun, M.W. (2001) Processing of green tea leaves extract by gamma irradiation. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 30, 1305-1308

20. Jo, C., Lee, J.W. and Byun, M.W. (2001) Short communication of novel application of food irradiation. *J Food Sci Nutr.*, 6, 253-256
21. Gray, J.I. and Dugan Jr, L.R. (1975) Inhibition of N-Nitrosamine formation in model food systems. *J. Food Sci.*, 40, 981-984
22. Jung, S.W., Lee, N.Y., Kim, S.J. and Han, D.S. (1995) Screening of tyrosinase inhibitor from plants. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 27, 891-896
23. Kwak, J.H., Seo, U.K. and Han, Y.H. (2001) Inhibitory effect of mugwort extracts on tyrosinase activity. *Korean J. Biotechnol. Bioeng.*, 16, 220-223
24. Shon, H.J., Bock, J.Y., Bail S.O. and Kim, Y.H. (1989) Determination of lignan compounds in fruits of *Schizandra chinensis* Baillon by capillary-GC(FID). *J. Korea Agric. Chem. Soc.*, 32, 350-356
25. Park, J.C., Young, H.S., Yu, Y.B. and Lee, J.H. (1994) Isolation of phenylpropanoids from the herb of *Artemisia princeps* var. *orientalis*. *Kor. J. Phar.*, 25, 70-72
26. Choi, S.W. and Kim, H.J. (1998) Inhibition of tyrosinase activity by polyphenols of chestnut leaf. *HSJAS.*, 6, 321-327
27. Cho, Y.J., Chun, S.S. and Choi, C. (1993) Inhibitory effect of condensed tannins isolated from korean green tea against xanthine oxidase. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, 22, 418-422
28. Moon, S.H. and Lee, M.K. (1998) Inhibitory effects of xanthine oxidase by boiled water extract and tannin from persimmon leaves. *Korean J. Food and Nutr.*, 11, 354-357
29. Yeo, S.G., Park, Y.B., Kim, I.S., kim, S.B. and Park, Y.H. (1995) Inhibition of xanthine oxidase by tea extracts from green tea, oolong tea and black tea. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 24, 154-159
30. Park, Y.B., Lee, T.G., Kim, O.K., Do, J.R., Yeo, S.G., Park, Y.H. and Kim, S.B. (1995) Characteristics of nitrite scavenger derived from seeds of *Cassia tora* L. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 27, 124-128
31. Jung, G.T., Ju, I.O., Choi, J.S. and Hong, J.S. (2000) The antioxidative, antimicrobial and nitrite scavenging effects of *Schizandra chinensis* RUPRECHT(Omija) seed. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 32, 928-935
32. Kim, S.M., Cho, Y.S. and Sung S.K. (2001) The antioxidant ability and nitrite scavenging ability of plant extracts. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 33, 626-632

---

(접수 2002년 9월 15일)