

오미자의 부위에 따른 지방산 조성 및 항산화 활성에 관한 연구

이정숙 · 이성우*

대전보건전문대학 전통조리과
*한양대학교 가정대학 식품영양학과
(1990년 12월 12일 접수)

The Studies of Composition of Fatty Acids and Antioxidant Activities in Parts of Omija (*Schizandra chinensis Baillon*)

Joung Sook Lee and Sung Woo Lee*

Taejeon Medical Junior College
*Department of Food and Nutrition, Hanyang University
(Received December 12, 1990)

Abstract

We have studied fatty acid composition of water extracts of parts of omija (*Schizandra chinensis Baillon*) and antioxidant activities of fractionated omija parts (fruits, endocarps, seeds) were determined by DPPH methods and by *in vitro* hepatic microsomal lipid peroxidation system.

Fatty acid composition was not different by parts of omija and major fatty acids are linoleic, oleic, and palmitic acids, among fatty acids in water extracts of parts of omija, linoleic acid was highest in content.

Methanol and buthanol fractions of seeds and ethyl acetate fraction of endocarps showed stronger antioxidant activities by DPPH methods.

Methanol and buthanol fractions of seeds also showed an inhibitory effect on *in vitro* liver microsomal lipid peroxidation.

I. 서 론

최근 식품의 안전성이나 건강에 대한 사회적 관심이 높아지고 있어 식품의 기능 혹은 기능성 식품¹⁾이 중요시 되고 또, 생체에서 안전하고 효과적인 산화억제 기능 화합물을 함유한 식품이 대단히 주목되고 있다.

그리하여 식품의 저장, 보존의 면에서 산화방지의 수단으로 식물에 함유된 tocopherol류의 천연 항산화제 등을 광범위하게 이용²⁾하고 있다.

이런 관점에서 오미자는 고래로부터 우리나라 한방 의학에서 진해, 수렴, 자양 및 강장에 유효하다고 하였고, 또한 오미자 열매에는 항산화효과³⁻⁵⁾가 있는 것으로 알려져 있다.

오미자는 기초식품인 오미자차, 오미자쥬스, 오미자 주로서 가공⁶⁾ 이용되고 있는데 오미자의 영양성분을 규명한 연구로서는 lignan류로 gomisins의 구조를 분리 확인한 일련의 연구보고⁷⁻¹⁷⁾가 있고, 정유성분에 대하여는 Kochetkov^{18,19)}와 Ohta^{20,21)} 등의 연구보고가 있다.

오 등²²⁾의 유리당, 유리아미노산, 탄닌의 조성연구와 이 등²³⁻²⁵⁾의 오미자의 부위별 영양성분 조성, 물추출에 의해 이행된 영양성분 조성에 관한 연구보고와 유기산에 대한 정²⁶⁾과 김²⁷⁾ 등의 연구보고와 anthocyanin 색소⁶⁾에 관한 연구보고가 있을 뿐이다.

본 연구에서는 오미자 부위의 지방산 조성의 차이와 항산화효과를 조사하였기에 보고하는 바이다.

II. 실험재료 및 방법

1. 실험재료

오미자는 덕유산에서 1987년 가을에 채취하여 건조시킨 것을 구하여 선별한 후 과실전체(fruits)와 과실 전체를 과육(endocarps)과 종자(seeds)로 분리한 후 냉동건조시키어 분쇄하여 균일한 상태의 시료로 만들었다.

시약은 BF₃-CH₃OH, α-α'-diphenyl-β-picrylhydrazyl (DPPH)는 Sigma사 특급을 사용하였고, 그외 사용된

추출용매들은 시판 특급시약을 이용하였으며, 지방산 표준품은 Sigma사 제품의 Kit를 사용하였다.

2. 실험방법

1) 지방산 분석

오미자 시료를 soxhlet 추출법²⁸⁾으로 연속추출하여 ethyl ether에 추출되는 성분이 없을 때까지 총 24시간 정도 추출하여 얻은 조지방질을 0.5 N-NaOH methanol solution으로 가수분해시킨 다음 Metcalf 등의 방법²⁹⁾

으로 BF₃-methanol을 사용하여 methyl ester화시킨 다음 carbon disulfide에 용해시켜 GC로 분석하였으며 GC에서 분리된 각 지방산 methyl ester의 면적과 총 면적에 대한 각 peak 면적(%)은 digital integrator로 계산하여 각 지방산들의 조성비(%)로 표시하였다.

이 때 사용된 GC의 분석조건은 Table 1과 같다.

2) 오미자의 부위별 성분의 추출 및 분획분리
한 등³⁰⁾과 Kimura 등³¹⁾의 방법에 따라 오미자를 부위별로 분리하여 100g씩 항온수조에서 80% methanol 900 ml로 8시간씩 3회 환류냉각 추출한 후 여과 농축하여 methanol 추출물을 얻고 물 200 ml에 용해시킨 다음 Fig.1과 같은 방법으로 분획하였다.

분획여두에서 석유 ether 200 ml씩 3회 추출 농축하여 석유 ether 추출 분획(분획 P)을 얻었고, 계속해서 같은 방법으로 수층을 ether, ethyl acetate, 수포화 BuOH로 추출 농축하여 각각 분획 E, 분획 Ea, 분획 B 및 최종 수층을 농축한 분획 W를 얻었다.

Ether 분획(분획 E)은 ether 200 ml에 분해한 후 2 N-HCl로써 100 ml씩 2회 추출하고, 이 수층은 conc.-NH₄OH로서 pH 9로 조정된 후 CHCl₃ 200 ml로 3회 추출 농축하여 염기성 분획(분획 Ba)을 얻었다.

남은 ether층은 계속해서 5% NaHCO₃ 수용액으로 100 ml씩 2회 추출하고, 이 수층을 6 N-HCl로 pH 2로

Table 1. The condition of GC for analysis of fatty acids in the parts of omija

Model	: Hewlett-Packard Model 5890 A with HP 3393 A integrator
Column	: SP-2340 fused silica capillary column (0.32 m I.D.×30 cm, 0.20 μm film thickness)
Carrier gas	: N ₂ 45 KPa (head pressure)
Split ratio	: 40 : 1
Detector	: Flame ionization detector
Column temp.	: 140°C (3 min.) ^{4°C/4 min.} 220°C
Injector temp.	: 230°C
Detector temp.	: 280°C

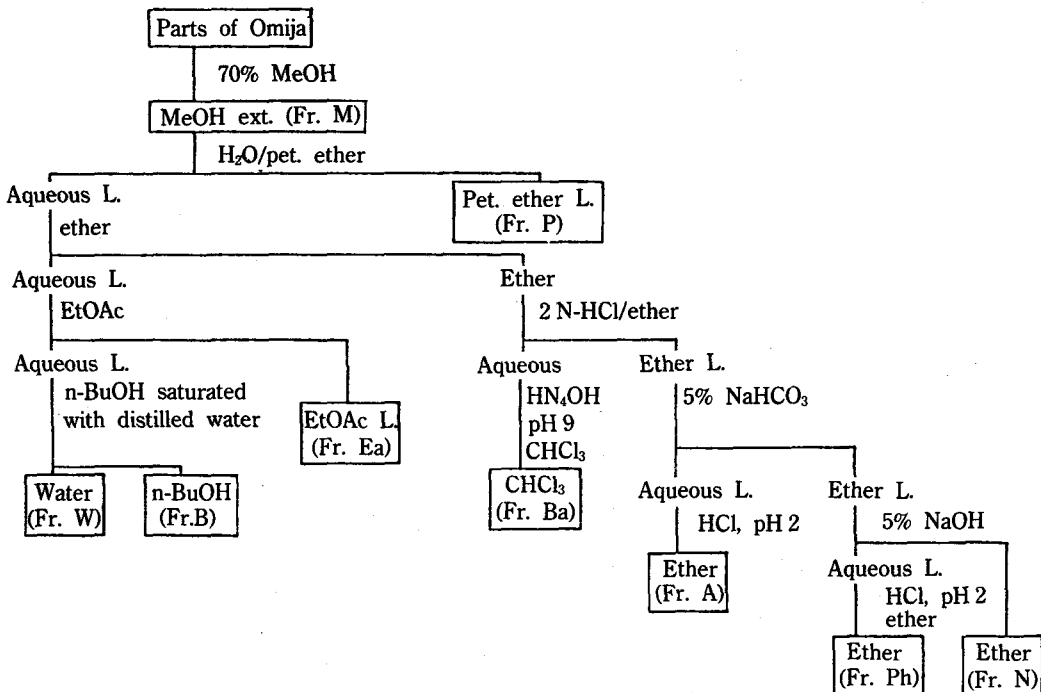


Fig. 1. Preparation of several subfractions from the methanol extract in the parts of omija by solvent partitioning, acid-base treatment.

Table 2. The amounts of several subfractions from each part of omija by solvent partitioning (g)

	Fr.M	Fr.P	Fr.Ba	Fr.A	Fr.Ph	Fr.N	Fr.Ea	Fr.B	Fr.W
Fruits	55.50	2.17	0.15	0.19	0.26	0.72	5.20	14.60	29.00
Endocarps	72.22	1.03	0.12	0.17	0.09	0.21	7.60	21.72	41.40
Seeds	20.20	4.03	0.20	0.21	0.47	1.63	1.42	2.83	8.82

맞추고 ether로 200 ml씩 3회 추출 농축하여 산성분획(분획 A)을 얻었다.

남은 ether층은 5%-NaOH 수용액으로 위와 같은 방법으로 추출하여 phenol성 분획(분획 PH)을 얻었고, 최종 ether층을 농축하여 중성 분획(분획 N)을 얻었다.

오미자의 부위에 따른 각 분획의 추출물의 양은 Table 2에서 보는 바와 같다.

3) 항산화활성 측정

(1) DPPH법에 의한 환원성의 측정

Blois,³²⁾ Kirigaya 등³³⁾과 한 등^{30,34)}이 사용한 방법에 준하여 DPPH 약 16 mg을 ethanol 100 ml에 녹이고 적당량의 ethanol로 희석하여 DPPH 용액으로 하였다.

이 때 가한 ethanol의 양은 일정량의 DPPH 용액과 동량의 ethanol액을 가하여 20초간 진탕한 후 517 nm에서 흡광도가 0.93~0.97이 되도록 하였다.

이 DPPH 용액 2 ml와 각 오미자 분획 추출물 2 ml를 tube에 넣어 Vortex mixer로 5초 정도 강하게 진탕한 후 517 nm에서 반응시간에 따른 오미자 분획 추출물의 환원성을 DPPH 흡광도로서 측정하였다.

또한 dl- α -tocopherol의 농도에 따른 환원성의 효과도 동일한 방법으로 행하였다.

(2) *In vitro*로 간 조직에서의 과산화지질 생성 억제 효과

DPPH법에 의한 환원성이 큰 오미자의 부위별 분획을 선별하여 한 등³⁵⁾의 방법에 의해 흰쥐의 간 1g에 saline 5 ml를 가하여 빙냉하에서 homogenization한 다음 간 homogenate에 saline을 가하여 total volume 10 ml이 되도록 하였다.

이 liver homogenate 0.3 ml에 오미자의 부위별 분획물 또는 증류수 0.1 ml를 가하고 37°C에서 4시간 incubation하여 생성된 과산화지질을 TBA법³⁶⁾으로 정량하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 오미자의 부위별 지방산의 조성은 Table 3에서 보는 바와 같은데 지방산은 C_{16:0}에서 C_{22:1}까지 총 8종이 동정되었고, 그 중 linoleic acid가 주된 지방산 성분이었다.

전과실은 linoleic acid가 58.85%로 가장 많았고, oleic

Table 3. Total fatty acids composition in the parts of omija (%)

Fatty acids (F.A.)	Fruits	Endocarps	Seeds
Palmitic (16 : 0)	10.25	17.34	3.09
Stearic (18 : 0)	2.00	3.01	0.38
Oleic (18 : 1)	20.42	17.67	21.56
Linoleic (18 : 2)	58.85	50.51	72.55
Linolenic (18 : 3)	4.74	6.92	0.73
Arachidic (20 : 0)	0.98	1.50	0.06
Behenic (22 : 0)	0.88	1.45	0.19
Erucic (22 : 1)	1.33	1.59	1.44
Total saturated F.A.	14.76	23.30	3.72
Mono unsaturated F.A.	21.75	19.26	23.00
Poly unsaturated F.A.	63.59	57.43	73.28
P/S ratio	4.31	2.46	19.70

acid가 20.42%, palmitic acid는 10.90%였다.

과육에서는 linoleic acid가 50.51%로 다른 부위에 비해 현저하게 낮았으며 oleic acid 17.67%와 palmitic acid가 17.34%로 비슷하게 나타났는데, palmitic acid나 linoleic acid는 다른 부위에 비해 현저하게 높았다.

종자에서는 linoleic acid가 72.55%로 과실과 과육에 비해 특히 많았고, oleic acid가 21.56%였으며 전과실과 종자에서 주요 지방산을 제외한 지방산 5~6종은 극히 소량씩 함유되어 매우 단순한 지방산 조성을 나타내었다.

P/S ratio³⁷⁾는 전과실이 4.31, 과육이 2.46, 종자가 19.70이었다.

Williams 등³⁸⁾은 P/S ratio가 1 이상일 때 blood cholesterol level을 감소시켜 관상혈관질환(coronary heart disease)의 발병을 낮춰줄 수 있다고 했는데, 오미자의 각 부위의 P/S ratio가 그 이상인 것으로 보아 건강 식품으로 권장할 수 있다고 사료된다.

2. 오미자의 부위별 물 추출물의 지방산 조성은 Table 4와 같다.

물 추출에 의한 지방의 이행 정도는 전과실 6.7%, 과육 2.9%, 종자 12.9%였다.

총 지방산 조성중에 전과실과 과육의 물 추출물에서 linoleic acid의 이행이 현저하였다.

전과실과 과육 물 추출물에서는 palmitic acid와 과

Table 4. The fatty acids composition of water extracts in the parts of omija (%)

Fatty acids (F.A.)	Fruits	Endocarps	Seeds
Palmitic (16 : 0)	3.68	3.46	3.01
Stearic (18 : 0)	0.81	0.97	0.78
Oleic (18 : 1)	20.82	20.99	21.03
Linoleic (18 : 2)	73.24	73.11	73.81
Linolenic (18 : 3)	0.76	0.76	0.73
Arachidic (20 : 0)	+	+	+
Behenic (22 : 0)	0.20	0.19	0.20
Erucic (22 : 1)	0.50	0.52	0.44
Total saturated F.A.	4.69	4.62	3.99
Mono unsaturated F.A.	21.32	21.51	21.47
Poly unsaturated F.A.	74.00	73.87	74.54
P/S ratio	15.78	15.99	18.68

+ Trace

육의 물 추출물에서 linolenic acid의 이행이 낮았다.

종자의 물 추출물에서는 원료 오미자의 종자 지방산 조성과의 차이가 거의 없었다.

오미자의 부위별 물 추출물에서 P/S ratio는 전과실 15.78, 과육 15.99, 종자 18.68이었다.

이상의 결과로써 오미자는 지방함량이 24.6%(건조 중량)를 함유하고 있으며, 지방산 조성도 우수하므로 식용유 급원으로서의 이용이 가능할 것으로 사료된다.

3. 오미자 부위에 따른 용매에 의한 분획별 항산화력

(1) DPPH법에 의한 환원성의 효과

오미자 부위별 추출 분획은 DPPH법에 의한 농도별 환원성효과는 Table 5와 같다.

오미자 종자의 MeOH 분획, 과육의 ethyl acetate 분획, 종자의 BuOH 분획은 분획물 500 µg에서의 환원성이 250 µg에서의 환원성에 비해 감소효과가 21~25% 더 높았고, 이 때의 환원력은 dl- α -tocopherol 0.01% 농도에서의 환원성(Fig. 2)와 비슷하게 나타났다.

종자의 Pet. 분획, 전과실과 과육의 basic 분획, acidic 분획은 8.4~14.2% 감소효과가 있었고, 그 이외의 분획들은 농도에 따른 환원성의 차이는 크지 않거나 변화가 거의 없었다.

(2) *In vitro*로 간 조직에서의 과산화지질 생성 억제효과

Fig. 2에서 보는 바와 같이 dl- α -tocopherol 0.01% 농도에서와 환원성의 효과가 비슷한 분획을 취하여 간 조직에서의 incubation 시간 변화에 따른 과산화지질 생성 억제효과를 측정하여 본 결과는 Fig. 3에서 보는 바와 같다.

중류수를 첨가한 대조구에서는 시간이 경과함에 따라

Table 5. Free radical quenching antioxidant activity of each part of omija by fractionation

		% of Decrease during 10 min	
		250 µg	500 µg
Fr. MeOH	f.*	82.3	83.6
	e.**	92.6	87.0
	s.***	78.4	58.2
Fr. Pet. ether	f.	92.5	87.2
	e.	92.0	90.9
	s.	97.6	84.6
Fr. Basic	f.	96.0	87.9
	e.	96.1	86.9
	s.	96.0	89.6
Fr. Acidic	f.	83.4	72.4
	e.	83.1	71.1
	s.	83.9	74.6
Fr. Phenolic	f.	81.0	76.9
	e.	96.4	91.6
	s.	78.7	71.5
Fr. Neutral	f.	94.4	96.2
	e.	99.1	100.2
	s.	93.6	89.9
Fr. EtOAc****	f.	73.2	89.1
	e.	62.8	49.3
	s.	95.7	94.1
Fr. BuOH	f.	95.4	89.1
	e.	95.5	91.2
	s.	65.6	50.2
Fr. Water	f.	95.2	91.1
	e.	96.6	91.7
	s.	94.7	89.7

*Fruits, **Endocarps, ***Seeds, ****Ethyl acetate

과산화지질이 급격히 증가하여 2시간에 4배가량 증가하여 4시간에 6.2배 가량 증가하였다.

dl- α -tocopherol 첨가구는 2시간에 1.5배, 4시간에 2.2배 증가하였는데, 종자의 MeOH 분획은 2시간에 2.3배, 4시간에 2.8배, 종자의 BuOH 분획은 2시간에 1.5배, 4시간에 1.9배로 2시간 이후부터 4시간까지 과산화지질 생성을 억제하는 효과가 컸는데 4시간째에서와 dl- α -tocopherol 첨가구와 비슷한 경향으로 나타났다.

과육의 ethyl acetate 분획은 2시간에 2.4배, 4시간에 2.7배로 중류수를 첨가한 대조구보다 과산화지질 억제 효과가 있는 것으로 나타났으나 종자의 MeOH, BuOH 분획보다는 과산화지질 억제효과가 약한 것으로 나타났다.

이상의 결과는 이들 과산화지질 반응의 일반적인

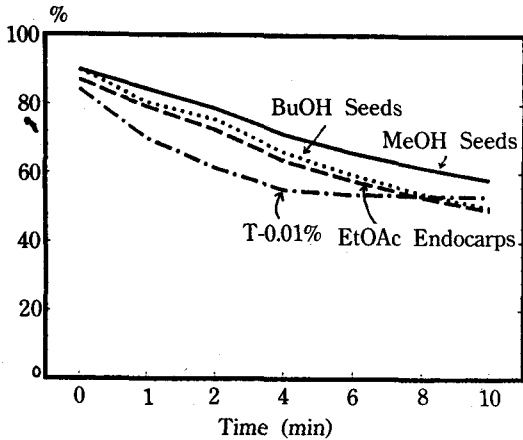


Fig. 2. Free radical quenching antioxidant activities of seeds of MeOH fr., endocarps of EtOAc fr., seeds of BuOH fr. and T-0.01% (0.01% of dl- α -tocopherol): To 2.5 ml of DPPH solution of A_{517} 0.958, 0.966, 0.5 ml of each fraction was added and the percentage of decrease in absorption was recorded ten min later.

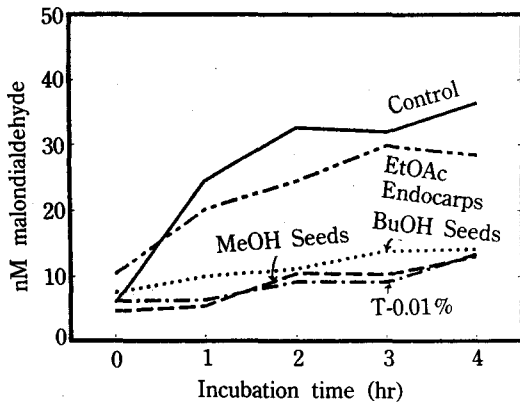


Fig. 3. Effects of each part of omija on lipid peroxidation of rat liver according to the incubation time change (Control: water, T-0.01%: 0.01% of dl- α -tocopherol).

생성물로는 hydroperoxide이며, 이러한 과산화지질의 free radical은 지질, 단백질 또는 효소 등의 생체막 성분들과 비특이적으로 반응하여 세포의 기능적, 구조적 손상을 야기³⁹⁻⁴²⁾하는데 이들 과산화지질 생성을 오미자의 추출 분획이 유효하게 억제하는 것으로 나타났는데, 이는 Toda^{3,4)}의 오미자 과실은 산화억제효과가 있다고 한 연구보고와 일치되는 것으로 사료된다.

IV. 결 론

오미자의 부위에 따른 지방산 조성과 물 추출에 의해

이행된 각 부위의 지방산 조성 변화와 오미자의 성분 분획별 항산화효과, 시험관내 과산화지질 형성 억제효과를 조사한 결과는 다음과 같다.

오미자의 지방산 조성은 C_{16:0}-C_{22:1}까지 총 8종 동정되었고, 그 중 linoleic, oleic, palmitic acids가 많았다.

P/S ratio는 전과실이 4.31, 과육이 2.46, 종자가 19.70이었다.

전과실과 과육의 물 추출물에서 linoleic acid의 함유율이 원시료에 비해 현저하게 증가하였고, 물 추출로 인하여 오미자의 전과실과 과육에서 palmitic acid와 과육에서의 linolenic acid가 현저하게 감소하였다.

DPPH법에 의한 오미자의 부위별 추출 분획 농도에 따른 환원성의 효과는 종자의 MeOH 분획, BuOH 분획, 과육의 Ethyl acetate 분획은 dl- α -tocopherol 0.01% 농도에서의 환원효과와 비슷한 수준이었다.

간 조직의 과산화지질 생성 억제효과는 종자의 MeOH 분획과 BuOH 분획이 dl- α -tocopherol 0.01%의 효과와 비슷하게 나타났다.

참고문헌

1. 藤卷正生 : 食品機能, 학회출판센터(1988).
2. Nobuji, N.: Recent advances in the study on Natural Antioxidants. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, **37** (7), 569 (1990).
3. Toda, S., Kimura, M., Ohnishi, M., Nakashima, K., Ikeya, Y., Taguchi, H. and Mitsuhashi, H.: Natural antioxidants (IV), Antioxidative components isolated from schisandra fruit. *Shoyakugaku Zasshi*, **42** (2), 156 (1988).
4. Toda, S., Tanizawa, H., Arichi, S. and Takino, Y.: Inhibitory effects of methanol extracts of Crude Drugs on the Air Oxidation of linoleic acid. *Yakugaku Zasshi*, **104** (4), 394 (1984).
5. Ikeya, Y., Yaguchi, H., Mitsuhashi, H., Sasaki, H., Matsuzaki, T., Aburada, J. and Hosoya, E.: Studies on the Metabolism of Gomisin A (TTN-101). 1. Oxidative Products of Gomisin A formed by rat liver S9 Mix.
6. 양희천, 이종문, 송기방 : 재배 오미자의 Anthocyanin 과 그의 안정성에 관하여, *한국농화학회지*, **25** (1), 35 (1982).
7. Ikeya, Y., Yaguchi, H. and Yoshioka, I.: The constituents of Schizandra Chinensis Baill. VII. The structures of three New Lignons, (-)-Gomisin k₁ and (+)-Gomisin k₂ and k₃, *Chem. Pharm. Bull.* **28** (8) 2422 (1980).
8. Ikeya, Y., Yaguchi, H., Yoshioka, I. and Kobayashi H.: The constituents of schizandra chinensis Baill VIII. The Structures of Two New Lignans, Tigloyl-

- gomisin P and Angeloylgomisin P, *Chem. Pharm. Bull.* **28** (11), 3357 (1980).
9. Ikeya, Y., Taguchi, H. and Yoshioka, I.: The constituents of schizandra chinensis Baill. IX. The cleavage of the Methylenedioxy Moiety with Lead Tetraacetate in Benzene, and the structure of Angeloylgomisin Q., *Chem. Pharm. Bull.* **29** (10), 2893 (1981).
 10. Ikeya, Y., Taguchi, H. and Yoshioka, I.: The Constituents of Schizandra Chinensis Baill. X. The structures of γ -Schizandrin and four New Lignans. (-)-Gomisins L₁ and L₂, (\pm)-Gomisin M₁ and (+)-Gomisin M₂. *Chem. Pharm. Bull.* **30** (1), 132 (1982).
 11. Ikeya, Y., Taguchi, H. and Yoshioka, I.: The Constituents of Schizandra Chinensis Baill. XII. Isolation and Structure of a New Lignan, Gomisin R., the Absolute Structure of Wuweizisu C and Isolation of Schisantherin D. *Chem. Pharm. Bull.* **30** (9), 3207 (1982).
 12. Ikeya, Y., Ockawa, N. Taguchi, H. and Yoshioka, I.: The Constituents of Schizandra Chinensis Baill. XI. The Structures of three New Lignans, Angeloylgomisin O. and Angeloyl- and Benzoylisogomisin O. *Chem. Pharm. Bull.* **30** (9), 3202 (1982).
 13. Ikeya, Y., Taguchi, H., Sasaki, H., Nakajima, K. and Yoshioka, I.: The Constituents of Schizandra Chinensis Baill. VI. ¹³C Nuclear Magnetic Resonance Spectroscopy of Dibenzocyclooctadiene Lignans. *Chem. Pharm. Bull.* **28** (8), 2414 (1980).
 14. Nakajima, K., Taguchi, H., Ikeya, Y., Endo, T. and Yoshika, I.: The Constituents of Schizandra Chinensis Baill. XIII. Quantitative analysis of lignans in the fruits of schizandra chinensis Baill. by High Performance Liquid Chromatography. *Yakugaku Zasshi*, **103** (7), 743 (1983).
 15. 손현주, 복진영: GC/MS에 의한 오미자 Ligman 성분의 동정, *한국농화학회지*, **32** (4), 344 (1989).
 16. 손현주, 복진영, 백순옥, 김용하: Capillary-GC (FID)에 의한 오미자 Ligman 성분의 정량, *한국농화학회지*, **32** (4), 350 (1989).
 17. Ikeya, Y., Kanatani, H., Hakozaki, M., Yaguchi, H. and Mitsuhashi, H.: The Constituents of Schizandra Chinensis Baill. XV. Isolation and Structure Determination of two New Lignans, Gomisin S. and Gomisin T. *Chem. Pharm. Bull.* **36** (10), 3974 (1988).
 18. Kochetkov, N.K., Khorlin, A. and Chizhov, O.S.: Schizandrin-Lignan of unusual structure, *Tetrahedron Letters*, **20**, 730 (1961).
 19. Kochetkov, N.K., Khorlin, A. and Chizhov, O.S.: Deoxyschizandrin-structure and total synthesis. *Tetrahedron Letters*, **9**, 361 (1962).
 20. Ohta, Y. and Hirose, Y.: Structure of Sesquicarene, *Tetrahedron Letters*, **10**, 1251 (1968).
 21. Ohta, Y. and Hirose, Y.: New sesquiterpenoids from *Schizandra chinensis*. *Tetrahedron Letters*, **20**, 2483 (1968).
 22. 오상룡, 김성수, 민병용, 정동효: 구기자, 당귀, 오미자, 오갈피 추출물의 유리당, 유리아미노산, 유기산 및 탄닌의 조성, *한국식품과학회지*, **22**(1), 76(1990).
 23. 이정숙, 이미경, 이성우: 오미자의 부위별 일반성분과 무기질 함량에 관한 연구, *한국식문화학회지*, **4**(2), 173(1989).
 24. 이정숙, 이성우: 오미자의 부위별 유리당 지질과 비휘발성 유기산 조성에 관한 연구, *한국식문화학회지*, **4**(2), 177(1989).
 25. 이정숙, 이성우: 오미자의 부위별 총 아미노산과 유리아미노산 조성에 관한 연구, *한국식문화학회지*, **4**(2), 181(1989).
 26. 정사홍: 오미자의 유기산에 대하여(제 1보), *중대약대학보*, **5**, 124(1961).
 27. 김정임, 남주형, 권태환: 오미자의 일반성분, 유기산 및 Anthocyanin 색소에 관하여, *한국식품과학회지*, **5** (3), 178(1973).
 28. A.O.A.C.: Official method of analysis of association of official analytical chemists. 13th edn. Washington. D.C. (1980).
 29. Metcalf, L.D., Schmitz, A.A. and Pelka, J.R.: Rapid preparation of fatty acid from lipid for gas chromatographic analysis. *Anal. Chem.* **38**, 514 (1966).
 30. 한병훈, 박명환, 우원근, 우원식, 한용남: Studies on antioxidant components of Korean ginseng. *한국생화학회지*, **12**, 32 (1979).
 31. Kimura, Y., Okuda, H., Mori, K., Okuda, T. and Arichi, S.: Effect of Extract of Various Kinds of Tea on lipid Metabolic Injury in rats-fed peroxidized oil, *일본영양식량학회지*, **37** (3), 223 (1984).
 32. Blois, M.S.: Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature*, **181**, 1199 (1958).
 33. Kirigaya, N., Kato, H. and Fujimaki, M.: Studies on antioxidant activity of non-enzymic browning reaction products (III). Fractionation of browning reaction solution between ammonia and D-glucose and antioxidant activity of the resulting fractions. *J. Agr. Chem. Soc. (Japan)*, **45** (6), 292 (1971).
 34. Han, Y.N., Kwon, Y.K. and Han, B.H.: 인삼과 가시오갈피의 지질과산화 억제작용에 관한 비교 연구. *생약학회지*, **12**, 26(1981).
 35. 한용봉, 김미라, 한병훈, 한용남: 갓과 겨자의 항산화 활성성분에 관한 연구, *생약학회지*, **18**(1), 41(1987).
 36. Ohkawa, H., Ohishi, N. and Yagi, K.: Assay for Lipid Peroxides in animal tissues by thiobarbituric acid reaction. *Analytical Biochem.* **95**, 351 (1979).
 37. David, H.A., Ray, E.C. and William, F.S.: Manual of nutritional therapeutics. 2nd edn. A Little Brown and Company. p. 367 (1988).
 38. Williams, E.R. and Mary alic, C.: Nutrition Mcgraw hill book company (1984).

39. Lynch, R.E. and Fridovich, I.: Effects of superoxide on the erythrocyte membrane, *J. Biol. Chem.* **253**, 1838 (1978).
40. Fujita, S. and Yasuda, M.: Lipid peroxidation and cell membrane, *Folia Pharmacol. (Japan)*, **72**, 279 (1976).
41. Roubul, W.T. and Tappel, A.L.: Damage to protein, enzymes and amino acids by peroxidizing lipid, *Arch. Biochem. Biophys.* **113**, 5 (1966).
42. Tappel, A.L.: Lipid peroxidation damage to cell components, *Fed. Proc.* **32**, 1870 (1973).