

오미자의 Schizandrin과 기름성분 및 추출수율 변화

김관수*† · 박춘근** · 류수노*** · 방진기** · 이봉호**

*목포대학교 자연과학대학 **작물시험장, ***한국방송통신대학

Schizandrin, Oil Compounds, and Their Extraction Yield in Fruits of *Schizandra chinensis* Baillon

Kwan-Su Kim*†, Chun-Geun Park**, Su-Noh Ryu***, Jin-Ki Bang** and Bong-Ho Lee**

*Dept. of Medicinal Plant Resources, College of Nat. Sci., Mokpo Nat'l Univ., Muan, Chonnam 534-729, Korea

**Industrial Crop Div., Nat'l Crop Exp. Station, RDA, Suwon 441-100, Korea

***Dept. of Agronomy, Korea Nat'l Open Univ., Seoul 110-791, Korea

ABSTRACT: Histochemical distribution and varietal variation of schizandrin and oil compounds, and the changes of their extraction yield were investigated in fruits of collected *Schizandra chinensis* including Inje cultivar. In histochemical analysis on the distribution of schizandrin and oil in fruits of Inje cultivar, higher concentrations of them were found in the seed (1.01% and 27.6%, respectively) than in the epicarp and mesocarp of the whole fruit. Average contents of schizandrin in fruits and oil in seeds of collected lines were 0.84% and 27.9%, respectively. The mean composition of fatty acids in seeds oil was 3.6% of palmitic acid, 0.6% of stearic acid, 19.7% of oleic acid, 73.0% of linoleic acid, and 3.1% of linolenic acid, showing high composition (95.8%) of total unsaturated fatty acid. Oil extracted from seeds of Inje cultivar contained 4.29% of schizandrin, indicating that seed oil contained much schizandrin, a bioactive lipid-soluble compound. Compared with 80% methanol extraction in fruits and seeds, yields of schizandrin and oil were lower showing 23.8% and 17.3%, respectively in boiling water extraction of the fruits and seeds without grinding. The seeds soaked with water during four months contained 1.18% of schizandrin and 25.2% of oil, whose contents were similar to those of the seeds stored at room temperature. These results demonstrated that the seed in the whole fruit could be utilized as a source to extract its functional oil and bioactive lipid-soluble compounds like schizandrin, especially after using *Schizandra* fruits for the beverage manufacture.

Keywords: *Schizandra chinensis*, schizandrin, seed oil, extraction yield, fatty acid.

오미자(*Schizandra chinensis*)는 오미자나무과(*Schizandraceae*)에 속하는 낙엽성 목본인 덩굴식물이며 붉은 색의 과실을 생약재 및 식품원료로 이용하는 주요 약용식물이다(이 등, 1989). 오미자나무과에는 2속 3종이 국내에 분포하고 있는데, 오미자나무속(*Schizandrae*)에는 주로 약용으로 쓰이는 오미자(*S. chinensis*)와 제주도에 분포하며 열매가 흑색을 띠는 흑오미자나무(*S. nigra*)가 있다. 또한 국내 남부 섬지역에 분포하는 남오미자나무(*Kadsura japonica*)가 있는데 이는 상록성 덩굴식물이며 약용으로 거의 이용하지 않는 것으로 알려져 있다(이, 1989).

오미자 과실에 함유된 성분은 schizandrin, gomisin A, gomisin N 등 주로 리그난화합물이며, 기름, 정유, 색소 등 다양한 성분이 함유되어 있고(Yang *et al.*, 1982; 田口平八郎, 1985; Tang & Eisenbrand, 1992; Kim & Jang, 1994), 간장애 억제작용을 포함한 다양한 약리기능을 가지고 있어 생약재 및 식품원료로 이용되고 있다(Hikino *et al.*, 1984; 油田正樹, 1985; Lee & Lee, 1990). 최근 오미자 추출물 및 리그난 성분들의 항산화작용(Toda *et al.*, 1988; 戶田靜男, 1989; Huang *et al.*, 1990; 장, 1995)과 항균작용(Lee & Lim, 1998)에 대한 연구들이 다수 발표되었다. 문(1984)과 田口平八郎(1985)은 schizandrin성분이 혈당저하작용, 항궤양작용, 만성간염치료효과, 중추신경흥분작용 등의 약리효과가 있음을 보고하고 있다.

Nakajima *et al.*(1983)은 일본내 시장품을 수집하여 오미자의 주요 리그난 성분분석을 한 결과, 평균함량은 schizandrin 0.53%, gomisin N 0.33%, gomisin A 0.24%이었고 일본지역 수집종은 schizandrin 0.31%, deoxyschizandrin 0.30%로 보고하였다. Slannia *et al.*(1997)은 러시아 동부지역 수집종들을 유럽지역에서 재배하여 리그난 성분분석을 한 결과 schizandrin 0.75~1.86%, gomisin A 0.13~0.90%, deoxyschizandrin 0.07~1.09%, gomisin N 0.24%~1.49%의 분포를 보

†Corresponding author: (Phone) +82-61-450-2661 (E-mail) kskim@apollo.mokpo.ac.kr

<Received April 22, 2000>

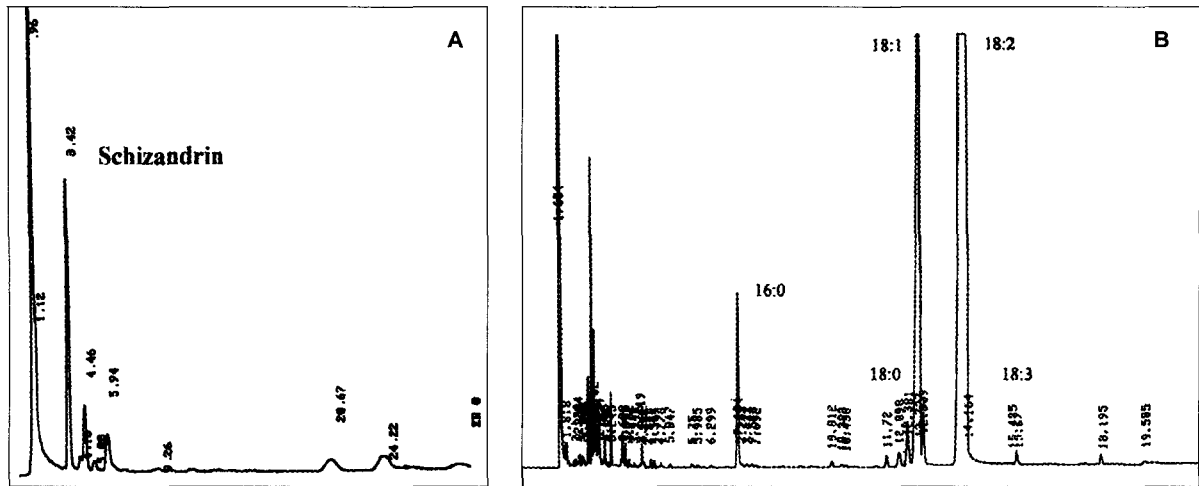


Fig. 1. Chromatograms of a sample for determining schizandrin in fruits and fatty acids in seeds of *Schizandra chinensis*. A is HPLC chromatogram of schizandrin and B is GC chromatogram of fatty acids.

었다고 하였다.

한편 Kang *et al.*(1992)은 오미자 음료를 제조하기 위한 최적추출조건 및 적정배합비를 조사한 바, 최적추출조건으로는 추출온도 80~85°C, 추출시간 3시간, 추출용매는 물로 오미자를 추출하는 것이 수율, 색, 비휘발성 유기산의 양에서 가장 적절하였으며 적정배합비는 추출물 4%, 설탕 9.6%, 구연산 0.06%를 첨가하는 것이 음료의 향과 overall acceptance에서 가장 양호하였다고 보고하였다. 그리고 Ryu *et al.*(1998)은 오미자 색소추출물과 종자기름에 대한 급성독성시험에 의한 안전성평가를 하여 오미자 이용에 있어서 두 추출물 모두 안전성이 인정되었다고 보고하였다.

본 시험은 오미자에 함유된 schizandrin과 기름성분의 과실내 분포를 알아보고 국내 수집종들의 성분변이를 조사하였다. 또한 추출방법에 따른 오미자 성분변화를 살펴보고 오미자의 용도를 다양화하기 위한 기초자료를 얻어 보고하고자 한다.

재료 및 방법

공시재료는 작물시험장 약용작물 시험포장에 재식된 인제수집종 등 수집종 55계통으로 각 시료는 1996년에 가을에 수집종별로 수확, 양건하여 상온 저장하면서 작물시험장 정밀분석실에서 1997년에 추출 및 정량분석에 이용하였다. 분석시료는 추출전 60±5°C 열풍건조기에서 24시간 건조한 후 사용하였는데, 건전한 과실 20립씩(1~2 g)을 선별하고 전량 분쇄한 후 분석시료로 이용하였으며 분쇄된 시료중 0.5 g은 HPLC 분석에 이용하였다. 과피와 과육을 제거한 종자는 기름추출에 사용하고 추출된 기름은 지방산 분석에 이용하였다. 과실의 부위별 성분분포조사와 추출방법에 따른 성분함량변화에 사용된 재료는 인제수집종을 사용하였다.

분석된 성분은 schizandrin, 기름, 지방산조성이었으며 과실

내 성분분포를 알아보기 위해 과피, 과육, 종자 등 세가지 부위로 구분하여 분석하였다. 과실내 성분분포와 수집계통의 성분분석에서 schizandrin은 과실전체를 재료로 하였고 기름과 지방산 분석은 과피와 과육을 제거한 종자만을 재료로 하였다.

오미자 주요 약리성분인 schizandrin의 추출은 80% methanol을 용매로 사용하였고 75±5°C의 수조에서 1시간씩 3회 추출하였다. 추출물은 HPLC를 이용하여 schizandrin 성분분석을 하였는데, 기기조건에서 기기는 고속액체크로마토그래피(HPLC)로 Waters 510(Waters Co., USA), 컬럼 Nova-Pak C18(3.9×150 mm, Waters Co., USA), 이동상 50% Acetonitrile/Water, 유속 1.0 ml/min., 검출기 UV 254 nm(Focus, TSP Co., USA), 검출감도 0.05 AUFS 이었으며 얻어진 크로마토그램은 Fig. 1의 A와 같다.

기름함량은 종자만을 분리하고 추출용매를 hexane으로 하여 Soxtec 지방추출기(Soxtex System HT6, Foss Tector Co., Switzerland)를 이용하였다. 그리고 지방산분석은 기름추출 후 methylation 시킨 fatty acid methyl ester (FAME)를 가스 크로마토그래피(GC)를 이용하여 분석하였다. 이때의 기기조건을 보면, 기기는 Varian GC 3400(Varian Co., USA), 컬럼은 15% DEGS로 충전된 Glass Column, 이동상은 헬륨가스(He), 검출기는 FID (Flame Ionization Detector)를 사용하였고 온도 조건에서 주입기 온도는 190°C, 오븐 온도는 180°C, 또는 160°C에서 180°C 까지 2°C/min.의 승온조건이었고 검출기는 200°C로 하였다. 얻어진 크로마토그램은 Fig. 1의 B와 같다.

종자의 물 침지에 따른 성분변화를 알아보기 위해 4개월 동안 상온에서 물에 침지된 종자와 상온 저장된 종자의 schizandrin과 기름함량을 비교하였다. 그리고 종자기름에 함유된 schizandrin 함량을 비교하기 위해 Soxtec 지방추출기를 이용한 hexane 용매추출과 고온압착추출을 하였다. 그리고 오미자 음료제조 후 발생하는 부산물인 종자내 유효성분이 남아

있을 것이라는 것을 확인하기 위해 분쇄되지 않은 온전한 상태의 종자와 과실을 물 추출하여 schizandrin 수율을 조사 비교하였다.

결과 및 고찰

과실부위별 schizandrin과 기름성분 분포

오미자 인제수집종의 과실에 함유된 schizandrin 성분과 기름함량을 과피, 과육, 종자로 구분하여 함량비교를 하였다 (Table 1). 사용된 과실의 평균 100과중은 생중 30.43g, 건중 7.78g으로 건조감량이 25.6%로 나타났으며, 과실의 총 무게에 대한 각 부위의 생중과 건중 비율은 과피 36.7%, 28.2%, 과육 44.8%, 30.2%, 종자 18.5%, 41.6%로 각각 나타났다.

Schizandrin 성분은 과실 전체에 0.52%, 종자에는 1.01%를 함유하고 있어 대부분 종자내에 함유되어 있었으며 과육에는 0.06%로 매우 적은 양만이 검출되었다. 기름함량의 경우는 종자에 27.6%, 과실에 16.1%로 나타났다. 따라서 지용성 성분인 schizandrin 성분과 기름성분은 종자에 대부분 함유되어 있음을 알 수 있었다. Nakajima *et al.*(1983)도 오미자의 리그난 성분은 종자에 많이 함유하였다고 보고하였고, Zhang *et al.*(1993)은 생육시기별 성분변화를 조사한 결과 종자가 형성될 때 리그난 성분이 생성되고 과실이 성숙될 때 당, 기름 등 다른 성분이 증가하는 것으로 고찰한 바 있다.

수집종의 schizandrin과 기름함량 및 지방산 분석

국내 수집종 55계통에 대한 schizandrin성분과 기름함량, 그리고 지방산 조성을 분석한 결과는 Table 2와 같다. 추출분석 재료로는 schizandrin 분석에 과실을 이용하였으며 기름이나 지방산분석에는 종자를 이용하였다. 이는 과실에는 거의 기름 성분이 검출되지 않았으며 오미자 음료를 이용할 때는 물로 추출하므로 과육의 색소나 당, 유기산 등의 성분이 추출될 것이며 종자내 기름성분은 거의 추출이 안될 것으로 추정을 하였기 때문이다. 본 결과에서 오미자의 주요 지방산은 palmitic acid, stearic acid, oleic acid, linoleic acid, linolenic acid에

Table 1. Distribution of schizandrin and oil in different parts of fruits in Inje cultivar of *Schizandra chinensis*.

Parts	Fresh weight (g)	Dry weight (g)	Schizandrin (%)	Oil (%)
Epicarp	11.2(36.7) [†]	2.2(28.2)	0.27(14.9)	- [‡]
Mesocarp [‡]	13.6(44.8)	2.4(30.2)	0.06(3.6)	-
Seeds	5.6(18.5)	3.2(41.6)	1.01(81.5)	27.6
100 Fruits	30.4(100)	7.8(100)	0.52(100)	16.1

[†]Figures in parenthesis indicate the ratio of the absolute amount of fresh weight, dry weight and schizandrin in each part to one of whole fruit.

[‡]Mesocarp included endocarp part in fruit.

[‡]Almost not measurable.

Table 2. Mean, standard deviation, and coefficients of variation of schizandrin content in fruits, and oil content and fatty acid composition in seeds of 55 lines of collected *Schizandra chinensis*.

Compounds	Mean (%)	Min. (%)	Max. (%)	Std. Dev.	CV (%)
Schizandrin	0.84	0.37	1.64	0.23	27.9
Oil	27.9	17.8	37.3	4.5	16.2
Palmitic(16:0)	3.6	2.6	5.8	0.3	17.6
Stearic(18:0)	0.6	0.1	2.3	0.3	50.8
Oleic(18:1)	19.7	14.0	26.7	2.3	11.7
Linoleic(18:2)	73.1	63.0	79.4	2.6	3.6
Linolenic(18:3)	3.0	1.3	8.2	1.0	33.8
Saturated	4.2	3.2	8.1	0.8	19.4
UFA [†]	95.8	94.2	97.5	0.6	0.7

[†]UFA indicates total unsaturated fatty acids.

대해서만 비교 분석하였으나 실제로는 Fig. 1의 B와 같이 주요 지방산이외에 동정되지 않은 저급지방산이 많이 분포되었다.

Schizandrin 함량분포는 최고 1.64%(총주 300)에서 최저 0.37%(총주 671-1)이었으며, 기름함량은 최고 37.3%(총주 542)에서 최저 17.8%(총주 685)를 나타내 기름보다는 schizandrin 함량의 변이 폭이 더 큰 것으로 나타났다. 그리고 지방산성분의 평균 조성은 palmitic acid 3.6%, stearic acid 0.6%, oleic acid 19.7%, linoleic acid 73.1%, linolenic acid 3.0%이었으며 총 불포화 지방산조성이 95.8%로 매우 높게 나타났다. 오미자 종자의 지방산조성 중 linoleic acid가 가장 높았다는 보고(이, 1999)와 같은 경향이었으며, 이러한 조성은 홍화 종실과 비슷하였는데 홍화 종실의 지방산조성은 linoleic acid가 70~78%이었으며 oleic acid가 10~20%로 보고되었다 (Kang *et al.*, 1992).

추출조건에 따른 schizandrin과 기름의 수율변화

인제수집종 종자에 함유되어 있는 종자기름함량(Table 3)은 Soxtec 지방추출기를 이용했을 때는 27.6%, 그리고 고온압착 추출기를 사용하였을 때 31.5%를 나타내 압착한 경우가 약간 더 많았다. 오미자 기름을 얻을 경우 과실은 고온에 의해 과육에 기름이 흡착되어 기름이 나오지 않았으나 종자만 분리하여 기름을 짰 경우는 기름이 잘 추출되었다. 그리고 추출된 기름에 함유된 schizandrin 함량을 조사한 결과 Soxtec 추출의

Table 3. Changes of contents of oil in seeds and schizandrin in oils extracted from seeds with Soxtec Extractor and Pressing Extractor in Inje cultivar of *Schizandra chinensis*.

Extraction methods	Oil (%) in seeds	Schizandrin (%) in oil
Soxtec extraction	27.6	4.29
Pressed extraction	31.5	3.90
LSD _{0.05}	3.4	0.46

Table 4. Schizandrin content and its extraction yield extracted with boiling water from seeds and fruits without grinding in Inje cultivar of *Schizandra chinensis*.

Sample conditions	Schizandrin (%)	Extraction yield (%) [†]
Seeds without grinding	0.24	23.8
Fruits without grinding	0.09	17.3

[†]Extraction yield indicate percent value compared with that in Table 1(boiling 80% methanol extraction).

Table 5. Comparison of schizandrin and oil contents in seeds soaked with water and seeds stored at room temperature in Inje cultivar of *Schizandra chinensis*.

Storage conditions	Schizandrin (%)	Oil (%)
Seeds soaked with water for 4 months	1.18	25.2
Seeds stored at room temp.(Control)	1.01	27.6
LSD _{0.05}	0.13	3.1

경우 4.29%, 압착 추출한 경우 3.90%를 보였다. 따라서 종자에 1.01% 함유량을 나타낸 것을 비교하면 대부분의 약리성분인 schizandrin 성분은 기름에 함유되어 있어 오미자 추출 종자기름이 약용으로 이용될 가능성이 있을 것으로 기대되었다.

오미자 음료를 제조할 때 오미자는 생체 또는 건체를 분쇄하지 않고 그대로 추출 이용하게 되는데, Table 4는 오미자 종자나 과실을 분쇄하지 않고 끓는 물로 추출하였을 때 종자에 0.24%, 과실에 0.09%의 schizandrin 함량을 나타냈다. 정상적인 분석방법인 분쇄시료에 대한 80% methanol 추출결과(Table 1)와 비교하면 추출수율이 종자와 과실 각각 23.8%와 17.3%로 매우 낮게 나타났다. 오미자 과실을 음료제조에 이용한 후에도 나머지 종자에는 약리성분이 상당량 남아 있을 것이므로 종자는 부산물로서 이용될 가능성이 있었다.

상온에서 장기간(4개월) 물에 침지상태로 저장된 후의 종자에는 기름이 25.2%, schizandrin 성분이 1.18%가 함유한 것으로 나타나(Table 5) 대부분의 지용성 약리성분인 schizandrin 과 기름성분이 물에 녹지 않고 남아 있음을 알 수 있었다. 상온 저장된 종자의 schizandrin 함량보다 물에 침지된 종자가 약간 높았는데 이는 침지기간 중에 종자내 수용성 성분이 유출되었을 가능성이 있어 상대적으로 종자무게가 감소되었기 때문이라 생각된다.

종합하면 schizandrin과 기름성분은 종자에 주로 분포하였으며 물 추출 후에도 상당량의 성분이 종자에 남아 있었다. 종자기름은 schizandrin과 불포화지방산 조성이 높게 나타났다. 따라서 색소와 유기산 등이 함유된 과육은 색소추출원료나 음료, 차 등 식품으로 이용하고, 나머지 종자는 schizandrin과 같은 지용성 약리성분이 주로 함유되어 있으므로 약리성분을 추출하거나 기름을 추출하여 약용으로 이용하는 두가지 용도, 즉 식품과 약용으로 동시에 이용될 수 있을 것으로 생각되었다.

이를 위해서는 과육과 종자를 분리하는 기술과 색소와 같은 수용성 물질의 추출 후 약리성분 추출방법의 개발이 필요할 것으로 생각되었다.

적 요

오미자 인제수집종의 과실부위별 schizandrin과 기름함량은 종자에서 가장 높았는데 각각 1.01%와 27.6%로 나타났다. 국내 수집종 오미자 55계통에 대한 성분분석 결과, 과실에 함유된 schizandrin의 함량은 평균 0.84%이었고, 종자에 함유된 기름함량은 평균 27.9%이었으며 지방산조성은 palmitic acid 3.6%, stearic acid 0.6%, oleic acid 19.7%, linoleic acid 73.1%, linolenic acid 3.0%로 불포화지방산조성이 95.8%로 높게 나타났다.

인제수집종 종자에서 용매추출한 기름은 4.29%의 schizandrin을 함유하여 오미자의 schizandrin은 종자기름에 대부분 함유되었다. 분쇄하지 않은 종자와 과실을 끓는 물로 추출하였을 경우 schizandrin 수율은 각각 23.8%와 17.3%로 낮게 나타났다. 그리고 4개월 동안 물에 침지된 종자내 schizandrin과 기름성분은 상온 저장된 종자와 비슷한 함량인 1.18%와 25.2%를 나타내, 오미자 음료제조 후 부산물인 종자는 기름이나 지용성 약리성분을 추출할 수 있는 원료로 이용될 가능성이 있었다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 대형공동연구로 1997~1999년도에 수행된 산학관공동연구과제의 일부 결과이며 연구비 지원에 사의를 표합니다.

인용문헌

- 油田正樹. 1985. 五味子の 藥理・生化學. 現代東洋醫學 6(4): 58-64.
- Hikino, H., Y. Kiso, H. Taguchi and Y. Ikeya. 1984. Antihepatotoxic actions of lignoids from *Schizandra chinensis* fruits. *Planta Medica* 50(3):213-217.
- Huang, Y. S., Y. He and J. T. Zhang. 1990. Antioxidative effects of three components isolated from fruit of *Schisandrae*. *Chinese J. of Pharmacology & Toxicology*. 4(4):275-277.
- 장은희. 1995. 오미자 용매별 추출물의 항산화효과에 관한 연구. 성신여자대학교대학원 석사학위논문.
- Kang, K. C., J. H. Park, S. B. Baek, H. S. Jhin and K. S. Rhee. 1992. Optimization of beverage preparation from *Schizandra chinensis* Baillon by response surface methodology. *Kor. J. Food Sci. & Techn.* 24(1):74-81.
- Kim, O. C. and H. J. Jang. 1994. Volatile components of *Schizandra chinensis* Baillon. *Kor. J. Agric. Chem. & Biotech.* 39(1):30-36.
- 戶田靜男. 1989. 新抗酸化劑 五味子の 抗酸化性. 月刊フーケシカル(Food Chemicals) 4:32-36.
- 이창복. 1989. 대한식물도감. 향문사. 서울. 375p.

- 이창복, 김윤식, 김정석, 이정석. 1989. 신고 식물분류학. 향문사. 서울. 203p.
- Lee, J. S. and S. W. Lee. 1990. Effect of water extract in fruits of Omija (*Schizandra chinensis* Baillon) on CCl₄ toxicity. *Kor. J. Dietary Culture* 5(2):253-257.
- 이갑연. 1999. 제주특산 흑오미자 재배 및 대량증식기술과 특수성분 및 천연음료 개발. 산림청 임업연구원 제주임업시험장. 농림부 농림수산물기술관리센터. 농림기술개발사업 최종보고서. pp. 132-193.
- 문관심. 1984. 약초의 성분과 리용. 일월서각편(1991). 과학,백과사 전출판사. pp.205-208.
- Lee, S. H. and Y. S. Lim. 1998. Antimicrobial effects of *Schizandra chinensis* extract on pathogenic microorganism. *Kor. J. Food Sci. & Nutrition* 27(2):239-243.
- Nakajima, K. H., H. Taguchi, Y. Ikeya, T. Endo and I. Yosioka. 1983. The constituents of *Schizandra chinensis* Baill. XIII. Quantitative analysis of lignans in the fruits of *Schizandra chinensis* Baill. by High Performance Liquid Chromatography. *Jap. J. Pharm. Soc.* 103(7):743-749.
- 노완섭, 박종선. 1992. 한국산 재래종 잇꽃 종실의 지질성분. *한국농화학회지*. 35(2):110-114.
- Ryu, S. N., K. S. Kim, E. B. Lee, S. S. Kang, J. S. Kim, S. A. Cheon and B. H. Lee. 1998. Acute toxicity of fruit pigment and seed oil of *Schizandra chinensis* in mice. *Kor. J. of Intl. Agriculture*. 10(3):37-41.
- Slanina, J., E. Taborska and L. Lojkova. 1997. Lignans in the seeds and fruits of *Schizandra chinensis* cultured in Europe. *Planta Medica*. 63(2): 277-280.
- 田口平八郎. 1985. 五味子の化學. 現代東洋醫學 6(4):65-74.
- Tang, W. and G. Eisenbrand. 1992. *Schizandra chinensis* Baill. Chap. 111. In Chinese Drugs of Plant Origin-Chemistry, Pharmacology, and Use in Traditional and Modern Medicine-. Springer-Verlag. Berlin Heidelberg New York, Germany. pp.903-917.
- Toda, S., M. Kimura, M. Ohnishi, K. Nakashima, Y. Ikeya, H. Taguchi and H. Mitsuhashi. 1988. Natural antioxidants. IV. Antioxidative compounds isolated from *Schizandra* fruit. *Jap. J. of Pharmacognosy*. 42(2):156-159.
- Yang, H. C., J. H. Lee and K. B. Song. 1982. Anthocyanins in cultured Omija(*Schizandra chinensis* Baillon) and its stability. *Kor. J. Agric. Chem. Soc.* 25(1):35-43.
- Zhang, Y. Y., K. Nakajima, E. Miki, Y. Ikeya, K. Hayashi, M. Okada, M. Maruno, Y. Z. Guo and H. Mitsuhashi. 1993. Development course of fruit of *Schizandra chinensis* Baill. collected in Liaoning Province of China and seasonal variation of lignan contents in the fruitlets. *Jap. J. of Pharmacognosy*. 47(2):165-172.