

수확시기에 따른 오미자의 항산화 활성과 리그난 성분 함량 변화

최소라*† · 김창수** · 김종엽** · 유동현** · 김정만** · 김영선* · 송은주*
김영국*** · 안영섭*** · 최동근****

*전라북도농업기술원 자원식품과, **전라북도농업기술원 특화작목연구소,
농촌진흥청 국립원예특작과학원 인삼특작부, *전북대학교 농업생명과학대학

Changes of Antioxidant Activity and Lignan Contents in *Schisandra chinensis* by Harvesting Times

So Ra Choi*†, Chang Su Kim**, Jong Yeob Kim**, Dong Hyun You**, Jeong Man Kim**, Young Sun Kim*, Eun Ju Song*, Young Gook Kim***, Young Seob Ahn*** and Dong Guen Choi****

*Resources and Food Division, Jeollabukdo Agricultural Research & Extension Services, Iksan 570-704, Korea.

**Specialization Crop Research Institute, Jeollabukdo ARES, Jinan 567-807, Korea.

***Department of Herbal Crop Research, NIHHS, RDA, Eumseong 369-873, Korea.

****College of Agriculture and Life Science, Chonbuk National University, Jeonju 561-756, Korea

ABSTRACT : We investigated antioxidant activity and lignan contents by harvesting times to expand use of *Schisandra chinensis* (Turcz.) Baillon. Total polyphenol and flavonoid contents of seed was higher than those of flesh but there is not much difference in harvesting times. As RC₅₀ value, that was, the concentration of sample required for 50% reduction of 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) free radical, was 13.7~24.2 µg/ml in seed thus it showed a high antioxidant activity. Among lignan components, schizandrin content was the highest and followed by gomisin N and gomisin A in all of flesh and seed. Also these components in seed were 4~9 times more contained than those of flesh. All of them were decreased by harvesting times in flesh. But the contents of schizandrin and gomisin N were high in August 3rd and September 15th in seed, respectively. As the results, the seed of *S. chinensis* had high antioxidant activity and lignan contents so it could be potentially developed as a resource.

Key Words : Omija, *Schisandra chinensis*, Flavonoid Contents, Gomisin A, Gomisin N, Schizandrin, Total Polyphenol Contents

서 언

오미자는 (*Schisandra chinensis* (Turcz.) Baillon)는 오미자과에 속하는 낙엽활엽 덩굴성 식물로 한국, 일본, 중국 등 동아시아 지역에 주로 분포하고 있다. 2010년 오미자의 전국 재배면적은 경작지와 임야 재배지를 합쳐 1,114 ha인데 주요 재배지역은 지리산 지역을 중심으로 경북 35.8%, 전북 17.3%, 경남 16.2%를 차지하고 있으며 총생산량은 3,684 MT이다 (MIFAFF, 2011). 오미자는 복분자, 더덕 다음으로 많은 재배면적을 확보하고 있는 주요 약용작물이다.

오미자의 생리활성은 간 보호 효과 (Lee, 1995; Lee and Lee, 1991a), 결장암세포에 의한 염증으로부터 세포 손상 억제 (Lee et al., 2009), 위암 세포 사멸 및 면역력 증강 (Park et al., 2004), 백혈병을 유발하는 암세포 성장 억제 (Park et al.,

2010), 간암 세포 사멸 (Rho and Oh, 2002), 혈당강하 및 항산화 (Chae et al., 2005; Jang et al., 1996), 항케양 및 항분비 효과 (Daniel et al., 1998), LDL-cholesterol 함량 저하 (Lim and Lee, 2004), 항경련 효과 (Baek et al., 2000), 미백 효과 (Doo et al., 2007), 항균 활성 (Lee et al., 2001), 혈압 강하 (Whang et al., 2003), 면역 조절 (Kwon et al., 2001), 알코올 해독 (Lee and Lee, 1991a) 등으로 매우 다양한 약리작용이 알려져 있으며 이러한 생리활성은 주로 lignan 성분들에 의해 나타난다.

오미자에서는 schizandrin 등 30여종 이상의 lignan 성분이 분리·동정되었으며 (Nakajima et al., 1983) 이러한 lignan 성분 함량은 연차 및 수집종에 따라 차이가 있다 (Kim et al., 2003). 최근 지역특산물 개발이 활발히 이뤄짐에 따라 여러 분야의 연구가 수행되고 있지만 아직까지도 부위와 수확시

†Corresponding author: (Phone) +82-63-290-6042 (E-mail) sora0909@korea.kr

Received 2011 October 17 / 1st Revised 2011 November 28 / 2nd Revised 2011 November 30 / Accepted 2011 Nvember 30

기에 따른 생리활성 및 성분 변화에 대한 연구는 미비한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 오미자를 시기별로 수확하여 과육과 종자로 분리하고 생리활성 중 하나인 항산화 활성과 주요 lignan 성분인 schizandrin, gomisin A와 gomisin N 함량을 분석하여 물질 추출과 고기능성 가공제품 개발의 기초자료로 사용하고자 한다.

재료 및 방법

1. 실험재료

전북 진안에서 2009년 8월 3일부터 9월 21일까지 7일 간격으로 수확한 오미자를 세척하고 과육과 종자로 분리하여 시료로 사용하였다.

2. 일반적인 특성

수확시기에 따른 과육의 일반적인 특성을 알아보기 위하여 건조 전 시료를 균질화시킨 후 pH, 산도 및 당도를 측정하였다. pH는 시료 5 g에 50 ml의 증류수를 넣고 원심분리하여 얻어진 상층액으로 측정하였으며 산도는 희석된 시료를 0.1 N NaOH 용액으로 pH 8.3에 도달할 때까지 적정하여 citric acid (%) 함량으로 환산하였고 당도는 디지털당도계를 사용하여 측정하였다. 또한 전체 과실에 대한 과육과 종자 무게의 비율을 조사하였다. 건조 후 건물률은 건조 전 시료 무게에 대한 건조 후 무게의 비율로 환산하였다. 색도는 시료를 분쇄하여 500 μ m 이하로 정선한 후 색차계 (Minolta Spectrophotometer CM-3500d, Minolta Co., Ltd., Japan)로 측정하였다.

3. 항산화성 검증

시료 5 g을 메탄올 150 ml가 담겨진 삼각플라스크에 넣고 24시간 동안 180 rpm으로 shaking incubator (SI-900R, Jeio-Tech, Korea)에서 3회 추출하여 농축한 후 동결건조기로 건조시켜 메탄올 추출수율을 3반복으로 조사하였다. 총 폴리페놀 함량은 Folin-Denis 방법을 변형시켜 실시하였다. 시료 1 g을 메탄올 30 ml에 넣어 24시간, 25°C에서 200 rpm으로 3회 진탕추출한 후 100 ml로 정량하였다. 2 ml tube에 메탄올 추출액 50 μ l를 넣고 증류수를 가하여 1 ml로 만든 후 Folin-Ciocalteu's phenol reagent 100 μ l를 가하여 혼합하고 3분간 실온에 방치하였다. 이 용액에 Na₂CO₃ 포화용액 200 μ l를 가하여 혼합하고 증류수를 첨가하여 2 ml로 만든 후 실온에서 1시간 방치하여 1,000 \times g에서 10분간 원심분리하였다. 상층액 250 μ l를 microplate에 옮긴 후 ELISA reader (Spectra Max 190, Molecular Devices, US)로 725 nm의 흡광도를 측정한 후 caffeic acid를 이용하여 작성한 표준곡선으로부터 총 폴리페놀 함량을 3반복으로 구하였다.

플라보노이드 함량을 알아보기 위하여 총 폴리페놀 분석과 동일한 시료 200 μ l에 diethyleneglycol 500 μ l를 넣고 1 N NaOH 50 μ l를 혼합하여 vortexing한 후 37°C 항온수조에서 진탕하고 ELISA reader로 420 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이 때 표준물질로 naringin을 사용하였으며 3반복으로 분석하였다.

DPPH radical-scavenging 활성 검정을 위해 시료를 첨가하지 않은 대조구의 DPPH free radical을 50% 환원시키는 시료의 농도인 RC₅₀을 구하고자 시료를 메탄올로 추출하여 농축한 후 메탄올 1 ml 당 1~500 μ g 농도로 희석하였다. Microplate well에 희석액 250 μ l와 0.1 mM DPPH 50 μ l를 넣고 실온에서 30분간 반응시킨 후 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 대조구의 흡광도에서 50%가 감소된 흡광도를 나타내는 시료 농도를 계산하여 RC₅₀으로 표시하였으며 3반복으로 측정하였다. 항산화제인 butylated hydroxyanisole (BHA), α -tocopherol의 RC₅₀도 함께 검정하였다.

4. Lignan 성분 함량 분석

Lignan 성분인 schizandrin, gomisin A 및 gomisin N의 함량을 분석하고자 건조 후 분쇄하여 500 μ m 이하로 정선된 시료 1 g을 3반복씩 취하여 삼각플라스크에 넣고 메탄올 30 μ l를 첨가하여 shaking incubator에서 24시간 동안 180 rpm으로 3회 추출하였다. 추출액을 100 ml로 정용하고 0.45 μ m filter로 여과하여 HPLC (Agilent 1100 series, Agilent Technologies, US)로 분석하였다. 표준품은 모두 Wako Pure Chemical Industries, Ltd. (Japan)에서 구입하였다. 칼럼은 Zorbax eclipse XDB-C₁₈ (4.6 \times 50 mm, 1.8 μ m)이며 이동상은 water-CH₃CN (50 : 50, v/v)이고 유속은 분당 1.5 ml이었으며 UV detector를 사용하여 254.4 nm에서 조사하였다. 이 때 injection volume은 5 μ l이고 retention time의 경우 schizandrin은 약 1.3 min, gomisin A는 1.6 min, gomisin N은 10.6 min이었다.

결과 및 고찰

1. 일반적인 특성

오미자 과육의 성숙단계에 따라 미숙과인 8월 3일부터 과숙과인 9월 21일까지 일반적인 특성인 pH, 산도 및 당도를 조사한 결과는 Table 1과 같다. pH는 성숙 초기 2.94에서 점차 낮아져 성숙시기인 9월 7일부터 과숙시기인 9월 21일까지 2.64~2.68로 비슷했다. 산도는 pH와 반대로 나타났는데 역시 9월 7일 이후에는 4.7 이상을 보여 산이 많아지는 것을 알 수 있었다. 당도의 경우 8월 3일에 5.5 °Bx를 보이다가 8월 31일 이후 급격히 증가하여 수확 후기 12.0 °Bx까지 향상되었다. 오미자 과육은 성숙이 진행됨에 따라 pH는 낮아지고 산도와 당

Table 1. General characteristics of the flesh of *S. chinensis* by harvesting times before drying.

Harvesting date		pH	Acidity (%)	Soluble solid (°Bx)
Aug.	3	2.94 ± 0.1	2.7 ± 0.1	5.5 ± 0.0*
Aug.	10	2.95 ± 0.0	2.2 ± 0.1	5.2 ± 0.3
Aug.	17	2.96 ± 0.1	3.2 ± 0.1	5.3 ± 0.3
Aug.	24	2.77 ± 0.2	3.3 ± 0.2	5.7 ± 0.3
Aug.	31	2.88 ± 0.1	4.2 ± 0.3	7.2 ± 0.3
Sept.	7	2.68 ± 0.2	4.7 ± 0.4	9.7 ± 0.6
Sept.	15	2.67 ± 0.0	4.6 ± 0.3	11.3 ± 0.6
Sept.	21	2.64 ± 0.0	4.4 ± 0.2	12.0 ± 0.0

*Each values represented mean ± SD (n = 3).

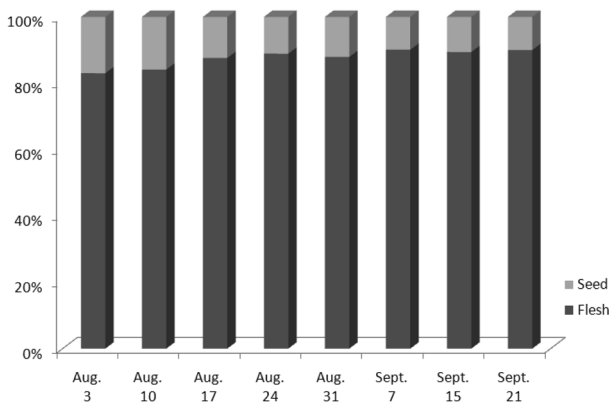


Fig. 1. The proportion of flesh to seed of *S. chinensis* fruit by harvesting times before drying.

도는 증가하였다.

수확시기에 따라 오미자 과육과 종자의 비율을 비교한 결과 수확시기가 늦어질수록 오미자 과육의 비율은 83.0%에서 90.0%까지 증가하였고 종자의 비율은 17.0%에서 10.0%로 낮아졌다 (Fig. 1).

건물률과 색도의 경우에도 수확시기에 따른 변화가 컸다. 건물률의 경우 과육은 13.5~20.3%인 반면 종자는 54.7~96.1%로 매우 높게 나타났으며 수확시기가 늦어질수록 지속적으로 증가하였다 (Table 2). 색도를 조사한 결과 종자의 경우 수확 후기로 갈수록 명도인 L값이 낮아졌으나 적색도 a값과 황색도 b값은 큰 차이가 없었다. 그러나 과육의 경우 L값과 b값은 낮아졌고 a값이 높아져 성숙이 진행될수록 색이 맑아지고 붉어지는 것을 알 수 있었다. 그러나 9월 7일부터 9월 21일 사

Table 2. Dry matter and chromaticity of *S. chinensis* by harvesting times.

Harvesting part	Harvesting date	Dry matter (%)	Hunter's color value [†]		
			L	a	b
Flesh	Aug. 3	13.6	68.1 ± 0.4	11.0 ± 0.3	8.0 ± 0.0*
	Aug. 10	17.4	72.3 ± 0.1	10.2 ± 0.0	6.9 ± 0.2
	Aug. 17	13.5	66.7 ± 0.2	15.5 ± 0.3	4.6 ± 0.1
	Aug. 24	13.9	66.2 ± 0.2	16.5 ± 0.1	4.8 ± 0.1
	Aug. 31	16.8	59.4 ± 0.1	24.4 ± 0.0	2.9 ± 0.0
	Sept. 7	18.9	50.7 ± 0.1	26.3 ± 0.1	3.5 ± 0.2
	Sept. 15	20.3	47.9 ± 0.4	26.3 ± 0.2	3.9 ± 0.0
	Sept. 21	20.1	50.5 ± 0.4	26.5 ± 0.2	3.5 ± 0.0
Seed	Aug. 3	54.7	55.6 ± 0.6	5.8 ± 0.2	12.8 ± 0.4
	Aug. 10	61.0	57.0 ± 0.8	7.3 ± 0.2	13.3 ± 0.7
	Aug. 17	57.3	52.6 ± 0.2	7.9 ± 0.1	11.4 ± 0.2
	Aug. 24	66.9	50.7 ± 1.9	8.1 ± 0.1	11.0 ± 0.3
	Aug. 31	67.3	51.0 ± 0.4	9.1 ± 0.1	10.4 ± 0.2
	Sept. 7	86.6	49.0 ± 0.5	7.3 ± 0.1	9.8 ± 0.1
	Sept. 15	84.7	49.5 ± 0.3	6.8 ± 0.4	9.5 ± 0.3
	Sept. 21	96.1	50.9 ± 0.8	6.8 ± 0.2	10.8 ± 0.5

[†]L : lightness, a : redness, b : yellowness.

*Each values represented mean ± SD (n = 3).

오미자의 항산화 활성과 Lignan 성분 함량 변화

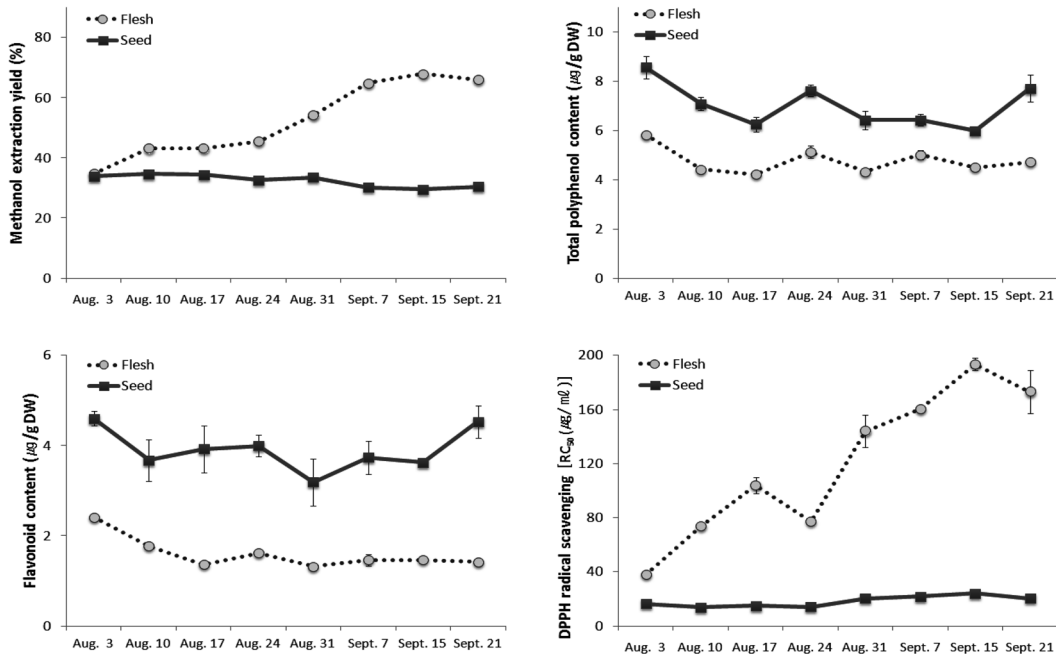


Fig. 2. Methanol extraction yield and antioxidant activities of *S. chinensis* by harvesting times. Bars represented mean \pm SD (n = 3).

이에는 큰 차이가 없었다.

2. 항산화 활성

오미자의 생리활성 검정을 위해 메탄올 추출수율을 비교한 결과 (Fig. 2) 과육의 메탄올 추출수율은 34.7~67.9%로 종자의 29.6~34.7%보다 높은 경향이였다. 과육의 메탄올 추출수율은 수확시기가 늦어질수록 증가하여 9월 21일에는 8월 3일에 비해 33.2%나 증가하였다. 이와는 반대로 종자의 추출수율은 성숙이 진행될수록 낮아져 수확 후기에는 초기에 비해 4.3% 낮아졌다.

항산화 활성을 알아보기로 총 폴리페놀, 플라보노이드 함량 및 DPPH free radical 소거능인 RC₅₀을 비교한 결과 총 폴리페놀 함량은 종자에서 5.99~8.57 mg/g DW로 과육 4.22~5.83 mg/g DW에 비해 높았다. 시기에 따른 차이는 크지 않았지만 미숙과인 8월 3일에 다소 높은 경향이였다. 플라보노이드 함량 역시 비슷한 경향이였다. 본 실험에서 RC₅₀은 항산화제인 BHA의 경우 1.5 µg/ml, α-tocopherol 2.9 µg/ml 를 보였다. 오미자의 RC₅₀은 과육과 종자간 차이가 많았다. 과육의 경우 8월 3일 37.9 µg/ml 로 나타난 반면 꾸준히 증가하여 9월 21일경 수확이 거의 끝날 무렵에는 173.1 µg/ml 로 초기에 비해 135.2 µg/ml 높아져 성숙이 진행될수록 항산화성이 떨어지는 것으로 나타났다. 약용작물의 열매에서 항산화성이 떨어지는 경우는 꾸지뽕나무에서도 조사되어 미숙과는 RC₅₀이 186.0 µg/ml 로, 과숙과는 358.8 µg/ml 으로 나타났으며 (Choi et al.,

2009) 본 실험의 오미자 과육 역시 비슷한 RC₅₀의 변화를 보였다.

오미자 종자의 경우 RC₅₀이 13.7~24.2 µg/ml로 과육보다 훨씬 낮은 RC₅₀을 보여 높은 항산화성을 보였다. 또한 종자의 성숙이 진행될수록 RC₅₀이 다소 증가하긴 했지만 그 차이는 10.5 µg/ml 밖에 되지 않았다. 이상의 결과로 오미자의 항산화성 물질은 과육보다는 종자에 많은 것을 알 수 있었다. 오미자 종자와 과육의 항산화성은 추출용매에 따라 다양한 반응을 보이는데 (Lee and Lee, 1991b) 종자의 분획용매 가운데에서는 ethyl acetate에서 높은 DPPH radical 소거능을 보인다 (Jung et al., 2000). 여러 lignan 화합물 가운데 gomisin J는 산화로 인한 세포손상으로 유기된 신경손상보호작용을 한다고 알려져 있다 (An et al., 2006). 또한 오미자의 물 추출물에서 보이는 항산화성은 주요 색소인 cya-3-O-xylrut에 의해 나타난다 (Kim et al., 2009). 그러나 아직까지도 오미자의 항산화성을 보이는 물질 추출이나 동정에 관한 연구는 많지 않아 이에 관한 연구가 시급한 실정이며 종자의 경우 폴리페놀, 플라보노이드 등의 함량이 높아 이에 관한 생리활성 연구도 진행되어야 할 것으로 생각된다.

3. Lignan 성분 함량

오미자에서 분리된 lignan은 deoxyschizandrin 등 30여종이 넘는데 이들은 pregomisin이 제거된 dibenzocyclooctadiene 골격이 있고, biphenyl 배치는 R과 S형이 존재한다. Biphenyl

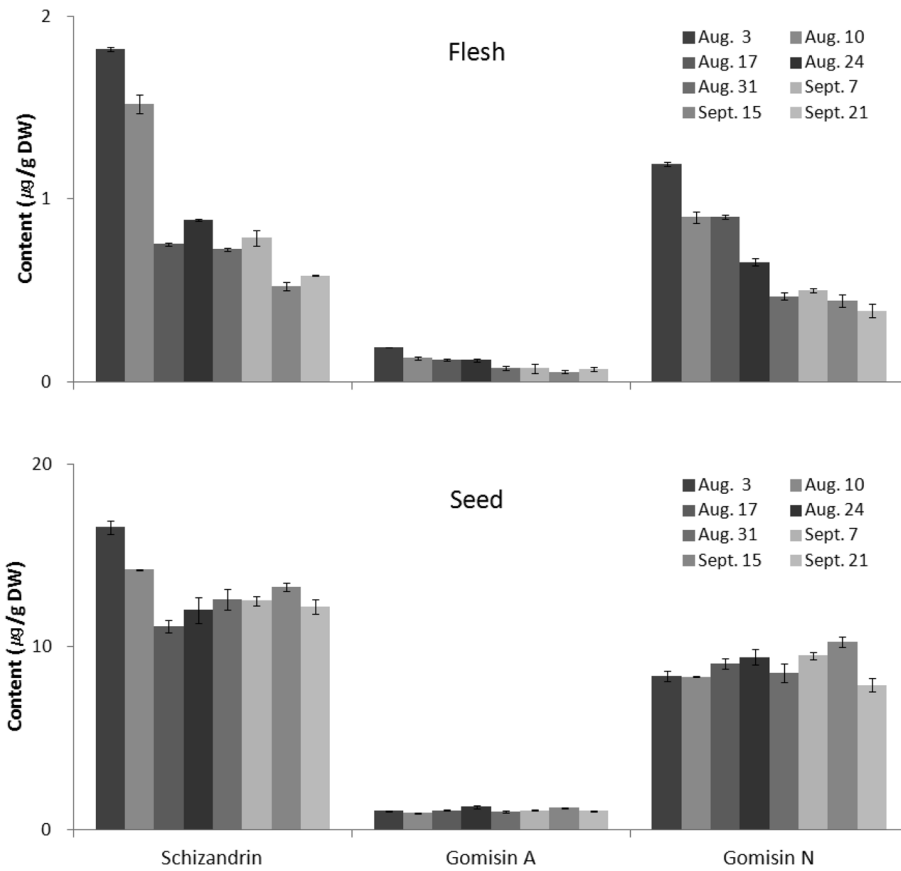


Fig. 3. The content of lignans in flesh and seed of *S. chinensis* by harvesting times. Bars represented mean \pm SD (n = 3).

배치와 cyclooctadiene환의 산화상태는 밀접한 관계가 있는데 biphenyl인 R 배치화합물은 cyclooctadiene환에 전혀 산소관능기 (수산기 및 acyloxy기)가 붙지 않는 group 1의 lignan과 7위치에 수산기를 붙인 group 3의 lignan만 분리되어 있다. 그러나 S형 배치는 cyclooctadine 환에 전혀 산소관능기를 붙이지 않은 group 2의 lignan, 6위치에 수산기 및 acyloxy기를 붙인 group 4의 lignan 및 6, 7위치에 수산기 또는 acyloxy기를 붙인 group 5가 얻어졌다 (Nakajima *et al.*, 1983). 오미자의 주요 약리성분은 schizandrin, gomisin A 및 N으로 알려져 있는데 (Sohn *et al.*, 1989) shizandrin과 gomisin A는 group 3에 속하며 gomisin N은 group 2에 속한다.

약용작물은 수확시기에 따라 약리성분 함량 변화가 많은데 (Choi *et al.*, 2007) 본 실험에서 오미자 과육과 종실의 lignan 성분 함량은 schizandrin > gomisin N > gomisin A 순으로 나타났다 (Fig. 3). 건물중 1 g당 종자의 schizandrin 함량은 11.11~16.54 mg, gomisin N은 7.91~10.26 mg, gomisin A는 0.90~1.24 mg이 함유되어 있었는데 schizandrin 함량은 과육에 비해 9배, gomisin A는 4배, gomisin N은 7배 이상의 함유량을 보였다. 수확시기에 따라 종자의 schizandrin 함량은

8월 3일 16.54 mg/g DW로 가장 높았으나 8월 17일 11.11 mg/g DW로 감소하였고 다시 증가하여 9월 15일에는 13.26 mg/g DW, 9월 21일에는 12.18 mg/g DW를 보였다. Gomisin A 함유량은 많지 않아 큰 차이를 볼 수 없었으며 gomisin N은 성숙 초기에 비해 오히려 성숙과인 9월 15일에 10.26 mg/g DW로 다소 높았다. 과육은 종자의 달리 수확시기에 따라 lignan 함량이 감소하여 8월 3일 schizandrin은 1.82 mg/g DW, gomisin A는 0.19 mg/g DW, gomisin N은 1.19 mg/g DW로 나타났으나 9월 21일에는 각각 0.58, 0.07, 0.39 mg/g DW로 감소하여 오히려 미숙과에서 높은 경향이였다.

이러한 lignan 성분들은 다양한 약리작용을 가지고 있는데 schizandrin은 중추신경억제 및 진정, 진해, 위액 분비 억제, 스트레스 케양방제, 이담작용 등이 있으며 gomisin A 역시 중추신경억제 및 진정, 진해, 스트레스케양방제 등 비슷한 효과가 있고 (Maeda *et al.*, 1981) CCl₄ 처리에 의해 유기된 간 장애로 상승된 혈중 내 GOT, GPT를 저하시킨다 (Kim *et al.*, 2008). Schizandrin, gomisin A와 N, schizandrol A는 염증으로 인한 뇌 손상을 줄이는 역할도 한다 (Choi *et al.*, 2009).

Hung *et al.* (2007)은 열매의 hexane 추출물에서 schizandrin 등 14종의 lignan을 분리한 뒤 알츠하이머 병의 주요 치료제인 acetylcholinesterase (AChE) inhibitors로써 검토한 결과 gomisin A는 AChE 억제에 가장 높은 효과를 보였으며 lignan 성분 중 함량이 낮은 gomisin C, D, G와 schisandrol B도 효과가 있다고 보고하였다. 또한 schizandrin은 GABA 분해효소인 succinic semialdehyde dehydrogenase를 65% 정도 감소시켜 생체 내에서 신경전달물질인 GABA 농도를 증가시킴으로서 항경련 효과가 있는데 gomisin A와 N은 효과가 없다 (Baek *et al.*, 2000). Gomisin N은 weweizisu C, gomisin J와 함께 도파민 함량 저해 효과 (Seo *et al.*, 2004)와 항염효과 (Oh *et al.*, 2010), 백혈병 암세포 생육 저해 활성 (Park *et al.*, 2010)도 높다. Gomisin A는 식물생장조절제로서 고추 종자의 발아를 억제하였으며 gomisin N은 발아를 촉진시켜 식물생장조절제로 개발가능성도 검토된 바 있다 (Shin *et al.*, 2010).

오미자에 함유되어 있는 다양한 lignan 성분은 재배지역에 따른 차이가 있는데 중국과 한국산 오미자에는 schizandrin과 gomisin A, N이 주요 성분인데 비해 일본산에는 schizandrin과 deoxyschizandrin이 많이 함유되어 있으며 성숙이 진행될수록 과실 전체적인 성분함량은 감소한다 (Nakajima *et al.*, 1983). 본 실험에서는 우리나라에서 재배되고 있는 오미자의 schizandrin과 gomisin A, N 함량을 과육과 종자로 분리하여 분석하였는데 세 성분 모두 과육보다 종자에 많았다. 수확시기에 따라 과육의 경우는 세 성분 함량 모두 수확기가 늦어질수록 감소하였으나 종자의 경우에는 성분과 시기에 따라 다소 다른 경향을 보여 schizandrin은 8월 3일에, gomisin N은 9월 15일에 함량이 최고로 나타나 오미자의 lignan 성분 변화는 부위와 시기에 따라 다르게 변화함을 알 수 있었다.

이상의 결과, 오미자 과육은 성숙이 진행될수록 산도와 당도는 증가하며 항산화 활성과 주요 약리성분인 schizandrin과 gomisin A, N은 과육보다 성숙 초기인 종자에 많기 때문에 이를 활용할 수 있는 다양한 제품개발과 또 다른 생리활성에 관한 연구도 수행되어야 할 것으로 본다.

감사의 글

본 논문은 농촌진흥청의 원예·특용작물 경쟁력 제고 기술 개발 연구사업으로 수행된 연구 (RIMS 코드 : 20110401-030-593-001-03-00) 결과의 일부로 연구비 지원에 깊은 감사를 드립니다.

LITERATURE CITED

An, RB, Oh SH, Jeong GS and Kim YC. (2006). Gomisin J

with protective effect against *t*-BHP-induced oxidative damage in HT22 cells from *Schizandra chinensis*. *Natural Product Sciences*. 12:134-137.

Baek NI, Han JT, Ahn EM, Park JK, Cho SW, Jeon SG, Jang JS, Kim CK and Choi SY. (2000). Isolation of anticonvulsant compounds from the fruits of *Schizandra chinensis* Baill.. *Journal of the Korean Society of Agricultural Chemistry and Biotechnology*. 43:72-77.

Chae HJ, Hwang HI, Lee IS and Moon HY. (2005). Comparison of on rat intestinal digestive enzyme inhibitory activity and antioxidant enzyme activity of Korean and Chinese *Schizandra chinensis*. *Journal of Experimental & Biomedical Sciences*. 11:517-523.

Choi MS, Kwon JK, Jeon SJ, Go HS, Kim KC, Ryu JR, Lee JM, Han SH, Cheong JH, Ryu JH, Bae KH, Shin CY and Ko KH. (2009). *Schizandra chinensis* alkaloids inhibit lipopolysaccharide-induced inflammatory responses in BV2 microglial cells. *Biomolecules & Therapeutics*. 17:47-56.

Choi SR, Ju IO, You DH, Song YE, Jang I and Ryu J. (2007). Changes of major components and growth characteristics according to harvesting times of *Artemisia capillaris* Thunberg. *Korean Journal of Medicinal Crop Science*. 15:189-193.

Choi SR, You DH, Kim JY, Park CB, Kim DH and Ryu J. (2009). Antioxidant activity of methanol extracts from *Cudrania tricuspidata* Bureau according to harvesting parts and time. *Korean Journal of Medicinal Crop Science*. 17:115-120.

Daniel EH, Juan LH and Georg W. (1998). Evaluation of the anticler and antisecretory activity of extracts of *Aralia elata* root and *Schizandra chinensis* fruit in the rat. *Journal of Ethnopharmacology*. 23:109-114.

Doo IS, Lim KS, Hwang CY, Park MC and Kim NK. (2007). A study on the melanin synthesis inhibition and whitening effect of *Schizandrae Fructus*. *The Journal of Korean Oriental Medical Ophthalmology & Otolaryngology & Dermatology*. 20:51-62.

Hung TM, Na MK, Min BS, Ngoc TM, Lee IS, Zhang XF and Bae KH. (2007). Acetylcholinesterase inhibitory effect of lignans isolated from *Schizandra chinensis*. *Archives of Pharmacal Research*. 30:685-690.

Jang EH, Pyo YH and Ahn MS. (1996). Antioxidant effect of omija (*Schizandra chinensis* Baillon) extracts. *Korean Society of Food and Cookery Science*. 12:372-376.

Jung GT, Ju IO, Choi JS, and Hong JS. (2000). The antioxidative, antimicrobial and nitrite scavenging effects of *Schizandra chinensis* Ruprechii (Omija) seed. *Korean Journal of Food Science and Technology*. 32:928-935.

Kim KS, Park CG and Bang JK. (2003). Varietal and yearly differences of lignan contents in fruits of collected lines of *Schizandra chinensis* Baillon. *Korean Journal of Medicinal Crop Science*. 11:71-75.

Kim SH, Joo MH and Yoo SH. (2009). Structural identification and antioxidant properties of major anthocyanin extracted from Omija (*Schizandra chinensis*) fruit. *Journal of Food Science*. 74:134-140.

Kim SH, Kim YS, Kang SS, Bae KH, Hung TM and Lee SM. (2008). Anti-apoptotic and hepatoprotective effects of gomisin A on fulminant hepatic failure induced by D-galactosamine and

- lipopolysaccharide in mice. *Journal of Pharmacological Sciences*. 106:225-228.
- Kwon J, Lee SJ, So JN and Oh CH.** (2001). Effects of *Schizandra chinensis* fructus on the immunoregulatory action and apoptosis of L1210 cells. *Korean Journal of Food Science and Technology*. 33:384-388.
- Lee JS and Lee SW.** (1991a). Effects of water extracts of endocarps and seeds of omija (*Schizandra chinensis* Baillon) on drugs metabolism. *Journal of the East Asian Society of Dietary Life*. 1:185-190.
- Lee JS and Lee SW.** (1991b). The studies of composition of fatty acids and antioxidant activities in parts of omija (*Schizandra chinensis* Baillon). *Journal of the Korean Society of Dietary Culture*. 6:147-153.
- Lee JY, Min YK and Kim HY.** (2001). Isolation of antimicrobial substance from *Schizandra chinensis* Baillon and antimicrobial effect. *Korean Journal of Food Science and Technology*. 33:389-394.
- Lee YK.** (1995). Effect of omija (*Schizandra chinensis* Baillon) methanol extract on benzo(a)pyrene induced hepatotoxicity in rats. *Journal of the East Asian Society of Dietary Life*. 5:21-27.
- Lee YM, Lee KS and Kim DK.** (2009). Aqueous extract of *Schizandra chinensis* suppresses dextran sulfate sodium induced generation of IL-8 and ROS in the colonic epithelial cell line HT-29. *Natural Product Sciences*. 15:185-191.
- Lim SC and Lee C.** (2004). Effects of *Schizandra chinensis* Baill. on lipid lowering and antioxidant in hyperlipidemic rat. *Korean Journal of Plant Resources*. 7:216-221.
- Maeda S, Sudo K, Abarada M, Ikeya Y, Taguchi H, Yoshioka I and Harada M.** (1981). Pharmacological studies on *Schizandra* fruit. I. General pharmacological effects of gomisins A and schizandrin. *Yakugaku Zasshi*. 101:1030-1041.
- MIFAFF.** (2011). An actual output of a crop for a special purpose in 2010. Ministry for Food, Agriculture, Forestry and Fisheries. Gwacheon, Korea.
- Nakajima K, Taguchi H, Ikeya Y, Endo T and Yosioda I.** (1983). The constituents of *Schizandra chinensis* Baill. XIII. Quantitative by high performance liquid chromatography. *Yakugaku Zasshi*. 103:743-749.
- Oh SY, Kim YH, Bae DS, Um BH, Pan CH, Kim CY, Lee HJ and Lee JK.** (2010). Anti-inflammatory effects of gomisins N, gomisins J, and schizandrin C isolated from the fruit of *Schizandra chinensis*. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*. 74:285-291.
- Park C, Hwang HJ, Choi BT, Choi TH and Kim BW.** (2010). G1 arrest of the cell cycle by gomisins N, a dibenzocyclooctadiene lignan, isolated from *Schizandra chinensis* Baill in human leukemia U937 cells. *Journal of Life Science*. 20:977-982.
- Park JH, Kim JH, Kim DH, Mun HC, Lee HJ, Seo SM, Paik KH, Ryu LH, Park JI and Lee HY.** (2004). Comparison of immuno-stimulatory activities by purification process of *Schizandra chinensis* Baillon fruits. *Korean Journal of Medicinal Crop Science*. 12:141-148.
- Rho SN and Oh HS.** (2002). Effect of omija (*Schizandra chinensis* Baillon) extracts on the growth of liver cancer cell line SNU-398. *The Korean Journal of Nutrition*. 35:201-206.
- Seo SM, Lee HJ, Park YK, Lee MK, Park JI and Paik KH.** (2004). Lignans from the fruits of *Schizandra chinensis* and their inhibitory effects on dopamine content in PC12 cells. *Natural Product Sciences*. 10:104-108.
- Shin WJ, Lee YJ, Son BG, Kang JS, Lee YJ, Park YH, Lee YG, Kim YC, Choi IS, Kim ST and Choi YW.** (2010). Effect of lignans from *Schizandra chinensis* Baillon on seed germination in pepper. *Journal of Life Science*. 20:430-436.
- Shon HJ, Bock JY, Baik SO and Kim YH.** (1989). Determination of lignan compounds in fruits of *Schizandra chinensis* Baillon by capillary-GC(FID). *Journal of the Korean Society of Agricultural Chemistry and Biotechnology*. 32:350-356.
- Whang IT, Kim KS, Park JY, Kim CS, Song JS and Han JH.** (2003). Study on the effects of Fructus *Schizandrae* on the cerebral blood flow and blood pressure. *Korean Journal of Oriental Physiology & Pathology*. 17:1224-1230.