KOREAN J. FOOD SCI. TECHNOL. Vol. 45, No. 5, pp. 550~556 (2013)
http://dx.doi.org/10.9721/KJFST.2013.45.5.550

KOREAN JOURNAL OF
한국식품과학회지
FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY

©The Korean Society of Food Science and Technology

열수추출조건이 동결건조 오미자의 추출 및 항산화 특성에 미치는 영향

박은주 · 안재준 · 권중호*
경북대학교 식품공학부

Effect of Reflux Conditions on Extraction Properties and Antioxidant Activity of Freeze Dried-*Schisandra chinensis*

Eun-Joo Park, Jae-Jun Ahn, and Joong-Ho Kwon*
School of Food Science & Biotechnology, Kyungpook National University

Abstract Reflux extraction properties of *Schisandra chinensis* were investigated with different extraction conditions of ethanol concentration (0-99%), extraction time (2-8 h), and extraction temperature (40-100°C). Different chemical properties, such as reducing sugars (RS), titratable acidity (TA), Hunter's color values, total phenolic compounds (TPC), and antioxidant activity (DPPH and ABTS assays) were analyzed for the corresponding extracts. The results showed that RS and TA increased as the extraction temperature increased. For each parameter, the maximum value was achieved, when extraction was carried out with 50% ethanol for 8 h at 100°C. Redness (a*) of the extract decreased as all 3 extraction parameters were increased. TPC increased significantly as the extraction time and temperature increased; further, the highest TPC was achieved, when extraction was carried out with 50% ethanol. The same tendency was observed for DPPH and ABTS radical scavenging activities. The highest TPC and antioxidant activity were obtained, when extraction was carried out with 50% ethanol for 4-6 h at 60-80°C, respectively.

Keywords: *Schisandra chinensis,* reflux extraction, ethyl alcohol, total phenolics, antioxidant activity

서 론

오미자나무의 종실인 오미자(*Schisandra Chinensis* Baillon)는 목련과에 속하는 낙엽성 만성 목본식물로서 6-8월에 개화하여 9-10월에 과실이 열리고 서리가 내린 후 채취하여 사용하며, 주로 우리나라 중북부지방에 분포하고 있다(1). 오미자는 수렴, 자양, 강장, 목마름 등의 약효를 가지고 있어 오래 전부터 생약원료로 한방에서 사용해 오던 소재로 중추신경 억제 작용, 혈압 강하 작용 및 알콜 해독 작용이 있는 것으로 알려져 있다. 또한 암 예방 활성(2,3), 노화 억제 활성(4), 면역 조절 작용(5), 항균활성(6) 등 다양한 생리적 기능성이 보고되고 있다. 오미자는 신맛, 단맛, 매운맛, 쓴맛, 짠맛 등 다섯 가지 맛과 향이 어우러진 독특한 풍미를 나타낼 뿐만 아니라 폴리페놀이 다량 함유되어 있어 항산화능이 매우 높은 것으로 알려져 있다(7). 최근 세계 음료시장은 높은 생리활성을 지닌 식품소재의 추출물을 이용한 음료의 소비가 급증하는 추세이며, 오미자는 상품성이 높은 추출소재로서 새롭게 주목받고 있다(8).

*Corresponding author: Joong-Ho Kwon, School of Food Science & Biotechnology, Kyungpook National University, Daegu 702-701, Korea
Tel: 82-53-950-5775
Fax: 82-53-950-6772
E-mail: jhkwon@knu.ac.kr
Received April 22, 2013; revised August 22, 2013;
accepted August 26, 2013

오미자의 기능성 성분으로는 schisandrin, schisandran, γ-schisandrin, ethamigrenal, gomisin 유도체 등이 알려져 있으며 특히 오미자 종자의 gomisin 유도체들이 높은 항산화 작용을 나타낸다고 보고된 바 있다(9). 또한 정유 성분으로서 citral, sesquicarene, α, β-chamigrene 등이 보고되었다(9). 오미자 성분에 관한 연구는 Yang 등(10)이 오미자 anthocyanin 색소의 안정성과 Lee와 Lee(11)의 오미자 부위별 유리당, 지질 및 비휘발성 유기산 조성에 대한 연구가 보고되었다. 또한 오미자의 추출과 관련된 연구로는 주로 물과 에탄올을 이용한 연구가 주를 이루고 있다(12-14). Lee 등(12)은 오미자를 열수 추출하여 추출온도 65°C, 용매비 25배의 최적 추출조건을 얻었으며, Cho 등(13)은 실온에서 추출하였을 때, 60% 에탄올 추출물이 물 추출물보다 높은 생리활성을 나타낸다고 보고하였다. 또한 Kim 등(14)의 연구에서도 60°C에서 60% 에탄올로 추출한 오미자추출물이 가장 높은 항산화능을 나타내었다고 보고된바 있다. 현재 산업적으로 오미자는 주로 실온에서 물 추출하여 농축하는 방법이 이용되고 있지만, 이 방법은 수율도 낮고, 생리활성도 약할 뿐 아니라 효율성도 크게 낮으므로, 이를 개선할 수 있는 최적의 추출조건의 확립이 필요하다. 따라서 오미자의 기능성 성분과 높은 항산화 활성을 최대한 유지하면서 경제적이고, 효율적인 추출방법이 필요한 실정이나 아직 오미자의 추출조건에 대한 연구는 아직 체계적으로 이루어지지 않은 상황이므로 향후 이러한 연구가 필요하다고 생각된다.

이에 본 연구는 오미자를 이용한 효과적인 추출과 추출물의 항산화 특성을 확인하기 위하여 물과 에탄올을 용매로 하여 온도 및 추출시간에 따른 추출특성을 확인하고 기능성 추출소재를 얻고자 하였다.

재료 및 방법

실험재료

본 연구에서 사용한 오미자는 2012년에 문경에서 생산된 생 오미자를 구입하여 심온고(–70°C)에서 하루 동안 보관 후 동결건조(MCFD8518, Ilshinbiobase, Yangju, Korea)하였다. 동결 건조된 시료의 수분함량은 6.21±0.09%이었으며, 건조된 시료는 40 mesh로 분쇄한 후 실험에 사용하였다.

추출방법 및 조건

동결건조된 오미자의 추출방법은 환류추출방법을 이용하여 에탄올 농도(%), 추출시간(h), 추출온도(°C)를 달리한 3가지의 조건에 따른 추출특성을 분석하였다. 농도에 따른 추출특성 시험은 60°C, 2시간 동안 에탄올 농도 0, 50, 70, 99%에서 추출하였으며, 온도에 따른 추출특성 시험은 50% 에탄올, 2시간 동안 40, 60, 80, 100°C의 조건에서 추출하였다. 시간에 따른 추출특성 시험은 50% 에탄올, 60°C에서 2, 4, 6, 8시간 동안 추출하였다. 이때 얻어진 각 추출물은 감압 여과 장치(JP/N-1000SW, EYELA, Tokyo, Japan)에 의해 여과(Whatman No. 1, Whatman plc, Maidstone, UK)하여 –20°C에서 냉동 보관하면서 시료로 사용하였다.

환원당 함량 측정

오미자 추출물의 환원당 함량은 Nelson-Somogyi 변법(15)에 의해 A시약(Na_2CO_3, $NaHCO_3$, Rochelle salt, Na_2SO_4)과 B시약(H_2SO_4, $CuSO_4$)을 1:24로 혼합하여 D시약을 제조하였고, Ammonium molybdate, H_2SO_4 와 $Na_2HASO_47H_2O$를 혼합하여 C시약을 제조하였다. 시료 0.5 mL에 D시약 0.5 mL를 첨가하여 20분간 가열한 후 C시약 0.5 mL와 증류수 5 mL를 가하여 흡광도 520 nm에서 5회 반복 측정하였다.

기계적 색도 측정

오미자 추출물의 기계적 색도는 색차계(CM-3600d, Konica Minolta, Osaka, Japan)를 이용하여 Hunter's Scale에 의한 L^*(명도), a^*(적색도), b^*(황색도) 값을 측정하였으며, 증류수를 대조구(L^*=100, a^*=0.00, b^*=0.00)로 하여 5회 반복하여 측정하였다.

적정 산도 측정

오미자 추출물의 총산 함량은 0.1 N NaOH 용액으로 pH 8.35까지 적정하여 초산 함량(%)으로 나타내었으며 5회 반복 측정하여 평균값으로 나타내었다.

총 페놀 함량 측정

오미자 추출물의 총 페놀 함량은 Folin-Ciocalteu 방법(16)에 의해, 시료 0.2 mL과 증류수 1.8 mL를 혼합하고 Folin-Ciocalteu's phenol reagent 0.2 mL를 가하였다. 6분 후, 7% Na_2CO_3 2 mL를 혼합하여 750 nm에서 분광광도계(Optizen 2120UV, Mecasys Co. Ltd., Daejeon, Korea)를 이용하여 5회 반복 측정하였다. 함량은 gallic acid를 표준물질로 하여 0, 25, 50, 100, 200 ppm으로 검량선을 작성한 후 건물량 기준 mg gallic acid equivalent (GAE)/100 g으로 나타내었다.

항산화능 측정

시료의 항산화능은 α,α'-diphenyl-β-pycrylhydrazyl (DPPH) radical 소거능(17) 및 2,2'-azino-bis-3-ethylbenozothiazoline-6-sulfonic acid (ABTS) radical 소거능(18)으로 측정하였다. DPPH radical 소거능은 시료 1 mL에 517 nm에서 흡광도를 1.00±0.02로 조정한 DPPH 용액 5 mL를 혼합하고 30초 후 517 nm에서 흡광도를 측정하였다.

ABTS radical 소거능 측정은 7.4 mM ABTS와 2.45 mM potassium persulfate를 약 하루 동안 혼합 및 암소 방치하여 ABTS 양이온을 충분히 형성시킨 후 734 nm에서 흡광도 값을 0.70±0.02로 조정하였다. 시료 0.2 mL에 희석된 ABTS 용액 4 mL를 가하여 흡광도의 변화를 정확히 6분 후에 측정하였다. 항산화능은 trolox를 표준물질로 하여 검량선을 작성한 후 건물량 기준 μM trolox equivalent antioxidant capacity (TEAC)/g으로 나타내었다.

결과 및 상관성 분석

본 실험은 분석에 영향을 미치는 모든 변수들은 Excel 2010, SAS program (SAS Institute, Cary, NC, USA)을 이용하여(19) Duncan's multiple range test 방법으로 결과 값들의 유의성을 분석하였으며(20), 결과 정리는 Origin 8.0 software (Origin Lab. Co., Northampton, MA, USA)를 사용하였다(21).

결과 및 고찰

용매 및 용매농도에 따른 추출 특성

동결 건조한 오미자로부터 용매의 농도에 따른 추출특성을 알아보고자, 열수 추출물과 에탄올 추출물(50, 70, 99%)에 대해 60°C에서 2시간 동안 추출하여 이화학적 특성과 항산화능을 분석하였다. 에탄올 농도에 따른 오미자 추출물의 환원당 함량은 50% 에탄올 추출물에서 가장 높은 함량을 나타내었으며, 열수 추출물과 70% 에탄올 추출물은 50% 에탄올 추출물과 크게 차이를 나타내지 않았으나, 99% 에탄올 추출물은 환원당 함량이 크게 감소하였다(Table 1). 즉, 환원당 함량은 에탄올(50, 70%)추출물> 열수 추출물>에탄올(99%) 추출물 순으로 나타나, 에탄올이 물과 혼합할 경우 환원당 추출에 크게 영향을 미치는 것으로 나타났다. 적정산도 역시 50% 에탄올 추출물에서 가장 높은 산도를 나타내었으며, 열수 추출물, 70% 에탄올 추출물은 약간 감소하였지만, 99% 에탄올 추출물은 산도가 크게 감소하였다(Table 1). Na 등(22)과 Kim 등(23)은 결명자와 오미자를 에탄올 농도에 따라 추출하였을 때, 열수 추출물이 가장 높은 적정산도를 나타내었고, 에탄올 농도가 증가할수록 적정산도는 감소한다고 하여 본 연구와 상이한 결과를 나타내었다. 에탄올 농도에 따른 오미자 추출물의 기계적 색도는 에탄올 농도가 증가할수록 적색도(a^*)와 황색도(b^*)는 유의적으로 감소하였다. 명도(L^*)는 열수 추출물과 70% 에탄올 추출물에서는 변화가 거의 없었으나, 50% 에탄올 추출물은 명도가 감소하였으며, 99% 에탄올 추출물은 가장 높은 명도를 나타내었다(Table 1). 오미자 추출물의 적색도가 감소한 이유는 주 색소인 안토시아닌이 에탄올 농도가 증가할수록 추출률이 낮아지는데 기인하는 것으로 사료된다(24). 에탄올 농도에 따른 총 폴리페놀 함량은 50% 에탄올 추출물에서 71.59 mg GAE/100 g으로 가장 높은 함량을 나타내었고, 에탄올 농도가 증가할수록 감소하였으며, 열수 추출물에서 가장 낮은 함량을 나타내었다(Fig. 1). 이와 같은 경향은 DPPH 라디칼 소거능과 ABTS 라디칼 소거능에서도 유사한 경향을 나타내어 오미자 추출물의 항산화성과 폴리페놀 함량은 매우 밀접한 관계가 있는 것으로 판단되었다. 특히 DPPH 및 ABTS 라디칼 소거능은 폴리페놀 함량과 마찬가지로 50% 에탄올 추출물에서 가장 높은 결과를 나타내었고, 에탄올 농도가 증가함(70, 99%)에 따라 감소하였다. 그러나 에탄올 농도가 증가함에 따라 각 라디칼 소거능(DPPH 및

Table 1. Effect of ethanol concentration on reducing sugar, titratable acidity and Hunter's color value of *Schisandra chinensis* extracts[1)]

Ethanol conc. (%)	Reducing sugar (mg/100 g)	Titratable acidity	Hunter's color		
			L*	a*	b*
0	513.34±3.62[2)b]	0.93±0.00[b]	57.75±0.53[b]	58.75±0.38[a]	16.22±0.08[a]
50	523.96±4.17[a]	0.94±0.00[a]	49.86±0.06[c]	45.92±0.04[b]	13.13±0.02[b]
70	518.58±3.67[ab]	0.91±0.01[c]	57.67±0.01[b]	42.53±0.02[c]	11.31±0.01[c]
99	395.11±6.78[c]	0.76±0.00[d]	59.93±0.42[a]	36.42±0.22[d]	6.93±0.08[d]

[1)]Extraction was performed at 60°C for 2 h on a mixture composed of 5 g of *Schisandra chinensis* powder and 50 mL of different ethanol concentration.
[2)]Mean of standard deviation (n=5).
[a-d]Values with different superscript within a same column are significantly different (p<0.05) by Duncan's test.

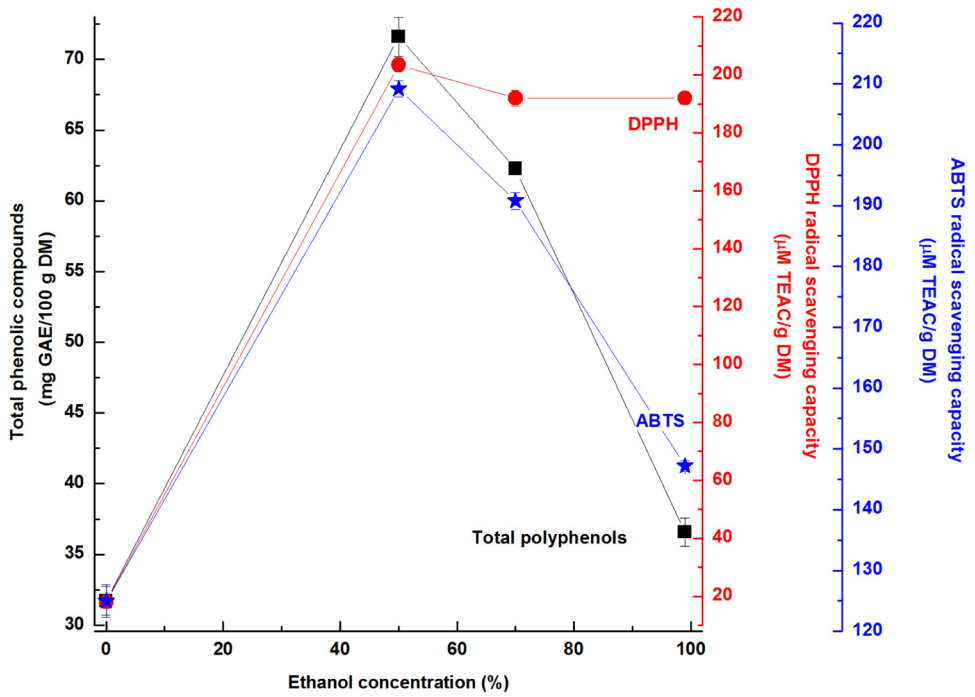

Fig. 1. Effect of ethanol concentrations for the reflux extraction of freeze-dried *Schisandra chinensis* on total phenolics, DPPH radical scavenging capacity and ABTS radical scavenging capacity.

ABTS)의 감소 정도는 차이를 보였는데, ABTS 라디칼 소거능은 에탄올 농도 50% 이후 급격하게 감소하였으나, DPPH 라디칼 소거능의 경우 소폭 감소하였다. 이러한 차이는 DPPH 라디칼 소거능의 경우 자유라디칼을 소거하는 반면, ABTS는 양이온 라디칼을 소거하는 차이를 가지므로, 오미자 에탄올 추출물에 존재하는 폴리페놀류의 추출 정도와 각 기질에 결합하는 정도가 다르므로, 라디칼을 소거능의 차이가 나는데 기인하는 것으로 판단된다(25). Kim과 Suh(26)는 용매와 농도를 달리하여 대황을 추출하였을 때 총 폴리페놀 함량은 50% 에탄올>80% 메탄올>95% 에탄올>열수 순으로 나타났다고 하여, 본 연구와 유사한 결과를 나타내었다. 따라서 오미자의 에탄올 농도는 50%가 유용성분의 추출에 가장 적당한 것으로 판단되었다.

추출시간의 영향

오미자 항산화 유용성분의 효과적인 추출을 위해 환류추출방법을 이용한 추출실험에서 온도는 60°C, 에탄올 농도는 50%로 고정한 후 추출시간의 영향을 검토하였다. 환원당 함량은 2시간 추출 시 가장 낮은 추출률을 나타내었고, 4시간 추출 시 가장 높은 함량을 나타내었다(Table 2). 적정 산도는 추출시간이 증가할수록 유의적으로 증가하였다. 기계적 색도는 추출시간이 증가할수록 명도(L*)와 적색도(a*)는 감소하였고, 황색도(b*)는 증가하였다(Table 2). Lee 등(12)은 오미자 열수 추출 조건 최적화 시험에서 추출온도 및 시간이 증가할수록 색상은 모두 매우 크게 증가하나, 6시간 이후에는 서서히 감소한다고 하여, 용매에 따라 추출물의 색상 변화가 크게 다른 것으로 나타났다. 추출시간이 증가함에 따라 총 폴리페놀 함량 및 항산화력 역시 증가하였는데 폴리페놀의 경우 6시간까지 크게 증가하고, 이후에는 소폭 감소하여, 6시간 추출 시 폴리페놀이 거의 추출되는 것으로 확인되었다(Fig. 2). DPPH 및 ABTS 라디칼 소거능은 2시간 추출 시 가장 낮은 항산화력을 나타내었으나, 4시간 이후에는 모두 비슷한 항산화력을 나타내었다. 따라서 환원당, 적정산도 등 이화학적 특성과 항산화능을 고려하면 4-6시간의 추출시간이 가장 적합한 것으로 판단되었다.

온도에 따른 추출 특성

오미자 추출물의 추출온도에 따른 영향을 확인하기 위하여 에

Table 2. Effect of reflux extraction (RE) time on reducing sugar, titratable acidity and Hunter's color of *Schisandra chinensis*[1)]

Extraction time (hr)	Reducing sugar (mg/100 g)	Titratable acidity	Hunter`s color		
			L*	a*	b*
2	492.18±3.36[2)c]	0.94±0.00[d]	51.82±0.39[a]	47.29±0.31[a]	11.69±0.08[d]
4	565.53±2.20[a]	1.04±0.00[c]	46.15±0.47[b]	44.43±0.39[b]	14.41±0.13[c]
6	563.57±1.53[ab]	1.08±0.00[b]	42.68±0.26[c]	39.45±0.22[d]	14.72±0.18[b]
8	560.39±2.54[b]	1.09±0.00[a]	41.59±0.17[d]	40.55±0.15[c]	15.22±0.05[a]

[1)]Extraction was performed at 60°C on a mixture composed of 5 g of *Schisandra chinensis* powder and 50 mL of 50% ethanol.
[2)]Mean of standard deviation (n=5)
[a-d]Values with different superscript within a same column are significantly different (p<0.05) by Duncan's test.

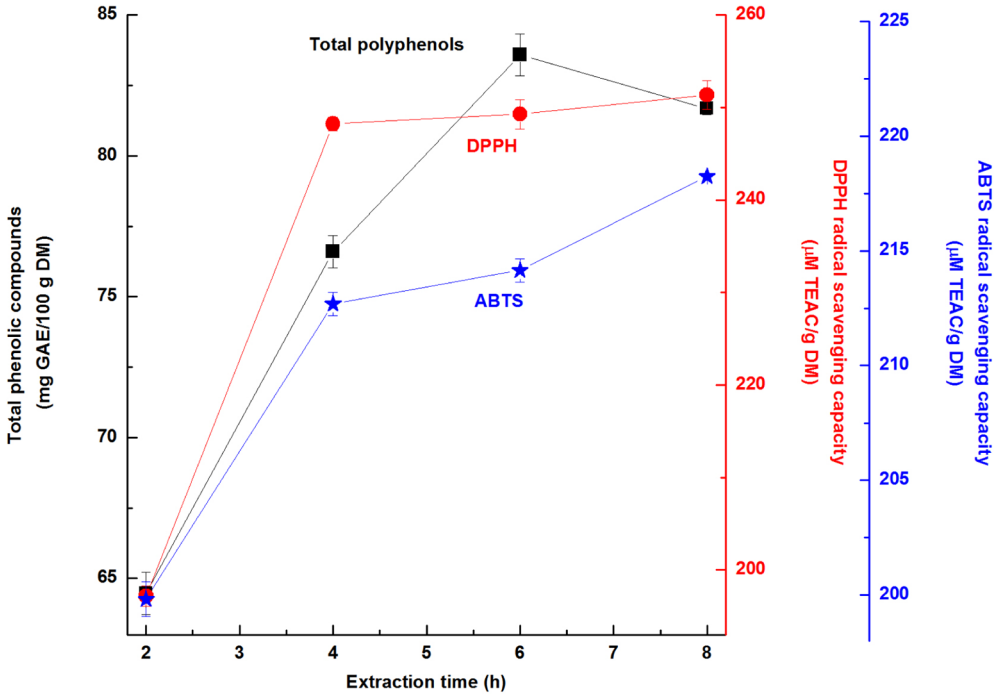

Fig. 2. Effect of extraction time for the reflux extraction of freeze-dried *Schisandra chinensis* on total phenolics, DPPH radical scavenging capacity and ABTS radical scavenging capacity.

탄올 농도 50%, 추출시간은 2시간으로 고정하여 온도 조건별(40-100°C) 추출특성을 비교하였다. 환원당 함량은 40-80°C까지는 서서히 증가(500.49-535.94 mg/100 g)하였으나, 100°C 온도 구간에서 934.96 mg/100 g으로 급격히 증가하였다(Table 3). 적정산도 역시 80°C 이하에서는 0.96-1.03으로 차이가 크지 않았으나, 100°C 구간에서 1.83으로 매우 높은 산도를 나타내었다. 기계적 색도 측정결과, 명도(L*)는 40-60°C 구간은 큰 변화가 없었으나, 60°C 이후에는 크게 감소하여 어두운 색상으로 변화하였고, 황색도(b*)는 40-80°C 구간까지 서서히 증가하다가 80°C 이후에는 빠르게 감소하였다. 적색도(a*)는 온도가 증가함에 따라 안토시아닌 색소가 파괴되어 적색도가 유의적으로 감소함을 알 수 있었다. Lee 등(12)은 오미자 열수 추출 시 추출온도가 증가함에 따라 명도와 적색도는 급격히 증가하며, 황색도는 감소하다 80°C 이후 다시 증가한다고 하여, 본 실험결과와 상반된 결과를 나타내는 것으로 확인되었으며, 이는 용매에 따라 색도의 차이가 나타나는 것으로 판단된다. 추출온도에 따른 총 폴리페놀함량은 온도가 증가함에 따라 유의적으로 증가하였으며, 특히 40-80°C 구간에서는 증가폭이 낮았으나, 100°C 구간에서는 매우 크게 증가하였다(Fig. 3). 이와 같은 경향은 DPPH와 ABTS 라디칼 소거능도 역시 비슷하게 나타났는데, 특히 DPPH 라디칼 소거능의 경우 40-80°C 구간에서는 278.4-321.2 μM TEAC/g으로 점차적으로 증가하였으나, 100°C 구간에서는 599.3 μM TEAC/g으로 크게 증가하였다. ABTS 라디칼 소거능은 40-60°C 구간에서 200.4-202.2 μM TEAC/g으로 큰 변화가 없었으나, 80°C 구간에서 226.7 μM TEAC/g, 100°C 구간에서 290.2 μM TEAC/g 으로 크게 증가하였다. Kim 등(14)은 60°에서 추출한 오미자 열수 추출물과 오미자 60% 에탄올 추출물의 항산화력을 비교하였을 때, 60% 에탄올 추출물이 가장 높은 DPPH 및 ABTS 라디칼 소거능을 나타내었다고 하였으며, 열수 추출물은 온도 및 시간에 따른 유의적인 차이를 나타내지 않았고, 에탄올 추출물 보다 낮은 항산화력을 나타낸다고 하였다. 또한 Kwoen 등(27)은 상황버섯을 다양한 방법으로 추출하여 DPPH 라디칼 소거능을 측정한 결과 열수 추출물보다 에탄올 추출물의 항산화력이 높게 나타났다고 하여 본 실험결과를 뒷받침 하였다.

오미자 기능 성분과 항산화 활성 및 이화학적 특성 간의 상관성

오미자의 최적 추출조건을 설정하기 위하여 에탄올 농도, 추출시간 및 추출온도에 따른 각 실험결과간의 상관성을 분석하여

Table 3. Effect of reflux extraction (RE) temperature on reducing sugar, titratable acidity and Hunter's color value of *Schisandra chinensis*[1)]

Extraction temp. (°C)	Reducing sugar (mg/100 g)	Titratable acidity	Hunter's color		
			L*	a*	b*
40	500.49±1.69[2)c]	1.00±0.00[c]	49.73±0.28[a]	54.88±0.29[a]	10.68±0.04[c]
60	505.38±4.58[c]	0.96±0.00[d]	49.88±0.36[a]	44.75±0.28[b]	13.14±0.08[b]
80	535.94±1.53[b]	1.03±0.00[b]	27.84±0.06[b]	32.99±0.05[c]	13.86±0.02[a]
100	934.96±1.69[a]	1.83±0.00[a]	12.36±0.02[c]	24.36±0.06[d]	8.17±0.01[d]

[1)]Extraction was performed for 2 h on a mixture composed of 5 g of *Schisandra chinensis* powder and 50 mL of 50% ethanol.
[2)]Mean of standard deviation (n=5).
[a-d]Values with different superscript within a same column are significantly different (p<0.05) by Duncan's test.

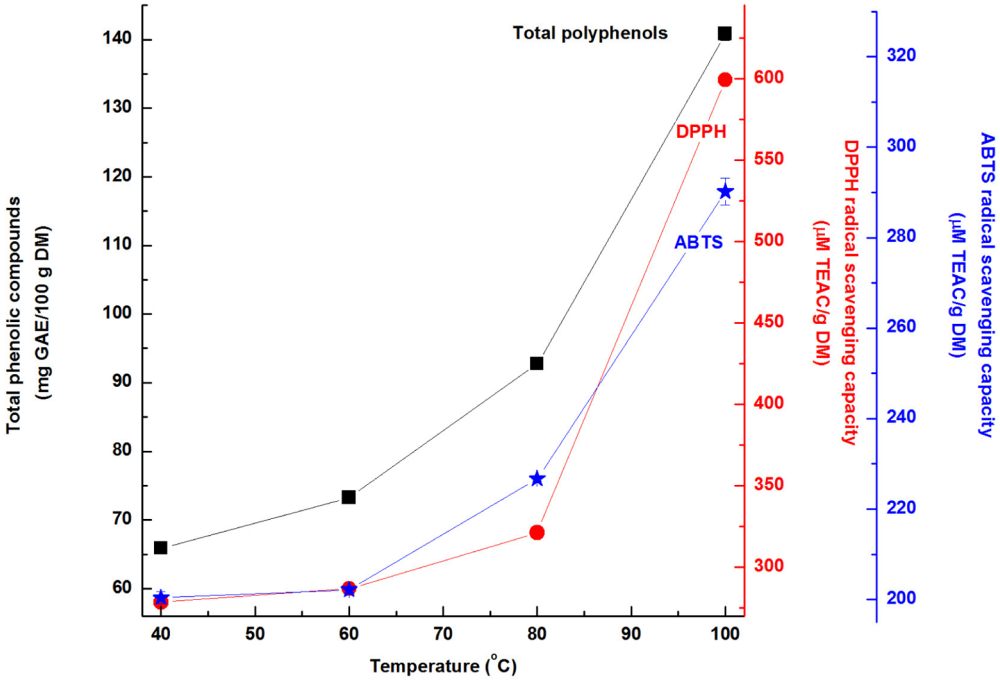

Fig. 3. Effect of extraction temperature for the reflux extraction of freeze-dried *Schisandra chinensis* on total phenolics, DPPH radical scavenging capacity and ABTS radical scavenging capacity.

Table 4에 나타내었다. 우선 에탄올 농도에서는 총 폴리페놀함량과 DPPH 항산화능과 ABTS 항산화능은 매우 높은 상관성(0.694<r<0.999, p<0.01, 0.001)을 나타내었다. DPPH 항산화능은 ABTS 항산화능과 유의적인 상관관계(r=0.693, p<0.01)가 인정되었으며, 적색도와는 높은 음의 상관관계를 나타내었다(r=–0.875, p<0.01). Macheix 등(28)과 Gil 등(29)은 폴리페놀과 같은 친수성 항산화물질은 자연계 식물체에 널리 존재하며, 이들은 DPPH 및 FRAP 라디칼 소거능 등 항산화능과 매우 밀접한 관계를 지닌다고 보고한 바 있다(r>0.9, p<0.05). 적색도는 환원당함량 및 적정산도와 밀접한 상관성(0.634<r<0.702, p<0.05, 0.01)을 나타내었다.

추출시간 및 온도에 따른 총 폴리페놀함량은 DPPH 항산화능(0.948<r<0.975, p<0.001, 0.01), ABTS 항산화능(0.947<r<0.997, p<0.001), 환원당 함량(0.926<r<0.964, p<0.001), 적색도(–0.920<r<–0.960, p<0.001) 및 적정산도(0.953<r<0.979, p<0.001)등 모든 실험항목에서 강한 상관관계를 나타내었다. 또한 DPPH 항산화능과 ABTS 항산화능 역시 높은 상관성(0.969<r<0.970, p<0.001)을 나타내었는데, Awika 등(30)은 수수와 수수가공품의 항산화능을 측정한 결과 ORAC, ABTS 및 DPPH 항산화능 사이에 높은 상관성을 나타내었다고 하였다. 적색도는 추출시간 및 온도에 따라 DPPH 항산화능(r=–0.815--0.822, p<0.01), ABTS 항산화능(r=–0.864--0.912, p<0.01), 환원당(r=–0.782--0.787, p<0.01) 및 적정산도(r=–0.759--0.914, p<0.01, 0.001)와 높은 부의 상관관계를 나타내었다. 이상의 결과로 미루어 볼 때, 오미자의 총 페놀함량 및 오미자의 색상은 추출시간 및 온도에 매우 높은 의존성을 나타낸다고 판단되며, 총 페놀 함량과 적색도는 오미자 추출물의 이화학적 품질 및 항산화능을 나타내는 직간접적인 마커 물질로 이용 가능하리라 사료된다.

요 약

오미자 유효성분의 식품 소재화를 위한 기초 자료를 얻기 위해 물과 에탄올을 이용하여 에탄올 농도(%), 추출온도(°C), 추출시간(h)을 달리한 추출물의 이화학적 특성과 항산화 작용을 확인하였다. 환원당 함량은 추출온도가 증가할수록 증가하였고 에탄올 농도는 50%, 추출시간은 4시간 추출하였을 때 높은 함량을 나타내었다. 산도는 에탄올 농도 50%, 추출시간 8시간, 추출온도 100°C일 때 가장 높은 적정 산도를 나타내었다. 색도는 명도(L*)는 추출온도, 추출시간이 증가할수록 감소하는 것을 알 수 있었

Table 4. Correlation coefficients among total phenolics contents, antioxidant ability, reducing sugar, Hunter's value and titratable acidity

Extraction condition	Trait	Total polyphenol	DPPH	ABTS	Reducing sugar	Hunter's *a** value	Titratable acidity
Ethanol (%)	Total polyphenol	1.000	-	-	-	-	-
	DPPH	0.694**	1.000	-	-	-	-
	ABTS	0.999***	0.693**	1.000	-	-	-
	Reducing sugar	0.533^{ns}	-0.231^{ns}	0.530^{ns}	1.000	-	-
	Hunter's *a** value	-0.271^{ns}	-0.875**	-0.267^{ns}	0.634*	1.000	-
	Titratable acidity	0.484^{ns}	-0.294^{ns}	0.484^{ns}	0.990***	0.702**	1.000
Time (h)	Total polyphenol	1.000	-	-	-	-	-
	DPPH	0.948***	1.000	-	-	-	-
	ABTS	0.947***	0.969***	1.000	-	-	-
	Reducing sugar	0.926***	0.994***	0.936***	1.000	-	-
	Hunter's *a** value	-0.960***	-0.822**	-0.864**	-0.782**	1.000	-
	Titratable acidity	0.979***	0.970***	0.992***	0.940***	-0.914***	1.000
Temp. (°C)	Total polyphenol	1.000	-	-	-	-	-
	DPPH	0.975**	1.000	-	-	-	-
	ABTS	0.997***	0.970***	1.000	-	-	-
	Reducing sugar	0.964***	0.999**	0.958***	1.000	-	-
	Hunter's *a** value	-0.920***	-0.815**	-0.912**	-0.787**	1.000	-
	Titratable acidity	0.953***	0.996**	0.950***	0.998***	-0.759**	1.000

^{ns}; Not significant. *, **, ***; Significant at $p<0.05$, 0.01, or 0.001, respectively.

고, 오미자의 주 색상인 적색도(a*)는 에탄올 농도, 추출온도, 추출시간이 증가할수록 감소하는 경향을 보였다. 총 폴리페놀 함량은 50% 에탄올 추출물에서 가장 높은 함량을 나타내었고 추출시간과 온도가 증가할수록 유의적으로 증가하였다. 이와 같은 경향은 DPPH 및 ABTS 라디칼 소거능에서도 유사한 경향을 나타내었다. 각 추출조건별 실험 인자들의 상관성을 분석한 결과, 에탄올 농도는 총 페놀 및 ABTS 항산화능과 매우 높은 상관성을 나타내었다. 추출시간과 온도에 따른 총 페놀함량은 DPPH 및 ABTS 항산화능, 환원당 함량, 적색도, 적정산도에서 강한 상관관계를 나타내었고, 각 실험 항목 사이에서도 모두 높은 상관성을 나타내었다. 이상의 결과로 볼 때 오미자의 최적 추출조건은 용매는 50% 에탄올, 추출시간 4-6시간, 추출온도는 60-80°C의 조건이 가장 바람직하다고 사료된다.

감사의 글

본 연구논문은 교육과학기술부의 재원으로 지원을 받아 수행된 산학협력 선도대학(LINC) 육성사업의 연구결과입니다(과제번호: 2012-D-0033-010112).

References

1. Jeong HS, Joo NM. Optimization of rheological properties for processing of omija-pyun(omija jelly) by response surface methodology. Korean J. Soc. Food Cookery Sci. 19: 429-438 (2003)
2. Nomura M, Nakachiyama M, Ohtaki Y, Sudo K, Aizawa T, Aburada M, Miyamoto KI. Gomisin A, a lignan component of *Schizandrora* fruits, inhibits development of preneoplastic lesions in rat liver by 3'-methyl-4-dimethylamino-azobenzene. Cancer Lett. 76: 11-18 (1994)
3. Ohtaki Y, Hida T, Hiramatsu K, Kanitani M, Ohshima T, Nomura M, Wakita H, Aburada M, Miyamoto KI. Deoxycholic acid as an endogenous risk factor for hepatocarcinogenesis and effects of gomisin A, a lignan component of *Schizandra* fruits. Anticancer Res. 16: 751-755 (1996)
4. Nishiyama N, Chu PJ, Saito H. An herbal prescription, S-113m, consisting of biota, ginseng and S*chizandra*, improves learning performance in senescence accelerated mouse. Biol. Pharm. Bull. 19: 388-393 (1996)
5. Long ZZ, Xie SS. Experimental study on the enhancement of the immunosuppresive effect of cortisone by wurenchun, an extract of *Schizandra chinensis* Baill isolation and structure determination of five new lignans gomisin A, B, C, F and G and the absolute structure of schizandrin. Chem. Pharmacol. Bull. 27: 1383-1394 (1979)
6. Li XJ, Zhao BL, Liu GT, Xin WJ. Scavenging effects on active oxygen radicals by schizandrins with different structures and configurations. Free Radical Bio. Med. 9: 99-104 (1990)
7. Lee JS, Lee SW. Effect of water extracts in fruit of omija (*Schizandra chinensis* Baillon) on alcohol metabolism. Korean J. Dietary Culture 5: 259-262 (1990)
8. Haglind C, Tengblad J. Effects of caffeine containing energy drinks. Scand. J. Nutr. 43: 169-175 (1994)
9. Ikrya Y, Kanatani H, Hakojaki M, Takuchi J, Mitsuhashi H. The constituents of S*chizandra chinensis* Baillon. Chem. Pharm. Bull. 36: 3974 (1988)
10. Yang HC, Lee JM, Song KB. Anthocyanins in cultured omija (*Schizandra chinensis* Baillon) and its stability. J. Korean Agr. Chem. Soc. 25: 35-43 (1982)
11. Lee JS, Lee SW. A study on the compositions of free sugar, lipids, and nonbolatile organic acids in parts of omija (*Schizandra chinensis* Baillon). Korean J. Dietary Culture 4: 177-179 (1989)
12. Lee WY, Choi SY, Lee BS, Park JS, Kim MJ, Oh SL. Optimization of extraction conditions from *omija* (*Schizandra chinensis* Baillon) by response surface methodology. Korean J. Food Preserv. 13: 252-258 (2006)
13. Cho YJ, Ju lS, Kim BC, Lee WS, Kim MJ, Lee BG, An BJ, Kim JH, Kwon OJ. Biological activity of *omija* (*Schizandra chinensis* Baillon) extracts. J. Korean Soc. Appl. Biol. Chem. 50: 198-203 (2007)
14. Kim SI, Sim KH, Ju SY, Han YS. A study of antioxidative and hypoglycemic activities of omija (*Schizandra chinensis* Baillon) extract under variable extract conditions. Korean J. Food Nutr. 22: 41-47 (2009)

15. Marais JP, De Wit JL, Quicke GV. A critical examination of the Nelson-Somogyi method for the determination of reducing sugars. Anal. Biochem. 15: 373-381 (1966)
16. Singleton VL, Rossi Jr. JA. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic- phosphotungstic acid reagents. Am. J. Enol. Viticult. 16: 144-158 (1965)
17. Blois MS. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. Nature 181: 1199-1200 (1958)
18. Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, Rice-Evans C. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorzation assay. Free Radical Biol. Med. 26: 1231-1237 (1999)
19. SAS Institute, Inc. SAS Users Guide, Statistical Analysis Systems Institute, Cary, NC, USA (1986)
20. Duncan DB. Multiple range and multiple *F* tests. Biometrics 11: 1‐42 (1955)
21. Origin. Origin tutorial manual. version 6.0. Microcal Software. Inc. Northampton, MA, USA. pp. 20-45 (1999)
22. Na GM, Han HS, Ye SH, Kim HK. Extraction characteristics and antioxidative activity of *Cassia tora* L. extracts. Korean J. Food Culture 19: 499-505 (2004)
23. Kim HK, Na GM, Ye SH, Han HS. Extraction characteristics and antioxidative activity of *Schizandra chinensis* extracts. Korean J. Food Culture 19: 484-490 (2004)
24. Vanini LS, Hirara TA, Kwiatkowski A, Clemente E. Extraction and stability of anthocyanins from the Benitaka grape cultivar (*Vitis vinifera* L.). Braz. J. Food Technol. 12: 213-219 (2009)
25. Thaipong K, Boonprakob U, Crosby K, Cisneros-Zevallos L, Byrne DH. Comparison of ABTS, DPPH, FRAP and ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts. J. Food Compos. Anal. 19: 669-675 (2006)
26. Kim CJ, Suh HJ. Antioxidant activities of Rhubarb extracts containing phenolic compounds. Korean J. Food Culture 20: 77-85 (2005)
27. Kwoen DJ, Youn SJ, Cho JG, Choi UK, Kang SC. Antioxidant activities and biological properties of *Phellinus linteus* extracts according to different extraction methods. J. Korean Soc. Appl. Biol. Chem. 49: 91-96 (2006)
28. Macheix JJ, Fleuriet A, Billot J. Fruit Phenolics. CRC Press, Boca Raton, FL, USA. pp. 1-24 (1990)
29. Gil MI, Tomas-Barberan FA, Hess-Pierce B, Kader AA. Antioxidant capacities, phenolic compounds, carotenoids, and vitamin C contents of nectarine, peach, and plum cultivars from California. J. Agr. Food Chem. 50: 4976-4982 (2002)
30. Awika JM, Rooney LW, Wu X, Prior RL, Cisneros-Zevallos L. Screening methods to measure antioxidant activity of sorghum (*Sorghum bicolor*) and sorghum products. J. Agr. Food Chem. 51: 6657-6662 (2003)