

Physicochemical characteristics of *Sengmaksan* added with *Liriope platyphylla* roasted for different times

Gyeong-Wha Kim, Min-Jung Kang, Jae-Ran Kang, Jung-Hye Shin*
Namhae Garlic Research Institute, Namhae 52430, Korea

뽕잎 첨가 생맥산을 볶는 시간을 달리한 맥문동을 첨가한 생맥산의 이화학적 특성

김경화 · 강민정 · 강재란 · 신정혜*
남해마늘연구소

Abstract

This study investigates, the physicochemical characteristics of *Sengmaksan* (SM) prepared with *Liriope platyphylla* (LP) that had been roasted for different times (0, 30, 60, and 90 min, denoted as S-0, S-30, S-60, and S-90, respectively). The Hunter's color values such as lightness (L), redness (a), and yellowness (b) were the highest in S-0, while the lowest was found in S-90. The amount of soluble solid and reducing sugar content of S-60 were higher than the others. None of the samples exhibit significant differences in, their pH and acidity. The total content of phenolic compounds increased with the LP roasting time, but the total flavonoid and total anthocyanin contents of the SM decreased at the same time. The total ginsenoside (Ro, Rb2, Re, Rf, Rg1, Rg2, Rg3, Rh1, and Rh2) content did not show significant differences. The DPPH and ABTS radical scavenging activities increased according to the concentration, as well as with the LP roasting time. The ferric reducing antioxidant power (FRAP) showed trends similar to the radical scavenging activity, but it was more sensitive to the LP roasting time. From these results, the active ingredient in S-60 was higher, and the antioxidant activities of SM increased along with the roasting time of LP.

Key words : *Sengmaksan*, *Liriope platyphylla*, ginseng, *Schizandra chinensis*, roasting

서 론

생맥산(生脈散, *saengmaegsan*)은 인삼(*Panax ginseng* C.A. Meyer), 맥문동(*Liriope platyphylla* F. T. Wang & T. Tang), 오미자(*Schizandra chinensis* Baillon)를 이용하여 만든 전통 한방음료로 온몸이 나른하고 기운이 없으며, 열이나 더위에 땀을 많이 흘리고 입이 마르며 온몸이 노곤하고 맥이 약한 데 쓴다(1).

생맥산의 처방 중 인삼은 오가과(두릅나무과: Araliaceae)에 속한 다년생 초본식물로 광범위하게 사용되고 있는 한방

의 천연물이며 다양한 약리적 효능을 나타내는 것으로 알려져 있다(2). 인삼의 효능을 나타내는 주요 활성물질은 사포닌인 진세노사이드로 활성산소를 억제하는 항산화작용(3,4), 암독소 호르몬에 대한 길항작용이 있으며(5), 인삼의 비사포닌계 생리활성 물질로는 polyacetylenes, phenolic compounds 등이 알려져 있는데 이들은 당뇨, 동맥경화성 질환, 고혈압증과 심부전, 약성종양, 성기능 장애 등에서 임상효능을 지닌다(6). 오미자는 신맛, 단맛, 매운맛, 쓴맛 및 짠맛 등 5가지 맛이 조화를 이루어 특유의 맛을 낸다고 '오미자'라 불리게 된 유래를 갖고 있다(7). 오미자 열매의 유용생리활성으로는 조골세포 분화촉진 활성(8), 항당뇨 및 고혈압 억제효과(9), 항산화 활성(10), 항염증 활성(11), 혈전 용해활성(12) 및 암세포 성장억제활성(13) 등이 알려져 있다. 민간에서는 오미자를 강장제로 사용하며, 한방에서는 폐 기능을 강하게 하는 정천, 진해 거담제 및 피를 맑게 하는 청혈 및 보신제로 사용하고 있다(14). 맥문동은

*Corresponding author. E-mail : whanbee@hanmail.net
Phone : 82-55-860-8947, Fax : 82-55-860-8945
Received 29 January 2018; Revised 20 February 2018;
Accepted 23 February 2018.
Copyright © The Korean Society of Food Preservation. All rights reserved.

짧고 굵은 뿌리줄기에서 잎이 모여 나와서 포기를 형성하고, 흔히 뿌리 끝이 커져서 생겨난 부위인 괴경을 주로 한약재로 이용하여 왔다(15). 괴경은 혈당강하, 당뇨예방 및 항염증 작용이 있다고 하여 한방에서 주로 생맥산, 온경탕, 감초탕 등 여러 보음약으로 사용되어 왔다(16). 맥문동의 주된 성분은 steroid계 saponin, homo-isoflavonoid류 및 sitosterol류 등이며(17), 이들 성분은 항암 효과(18), 지질감소 효과(19), 신경세포보호 효과(20), 성장호르몬 분비촉진 효과(21), 뇌세포보호 및 기억력증진 효과(22)가 있는 것으로 보고되어 있다. 맥문동은 예로부터 다기능 음료형태로 사용되고 있으나 맥문동 열수 추출물은 신맛과 짠맛을 함께 가지고 있어 맥문동 음료 제조 시 맥문동의 효능에 비해 기호적인 측면의 향상이 요구되어 왔다(23).

우리나라의 음료시장은 차별화 및 세분화가 이루어져 특정 세대, 연령별 소비자의 다양한 욕구를 충족시키기 위한 제품 개발이 이루어지고 있으며 일상적인 음료 섭취에서도 소비자는 자신의 기호에 맞으면서 건강에 좋은 음료를 찾고 있다. 음료에 사용되는 천연원료의 이화학적 특성을 증진시키기 위한 가공방법들은 증숙, 열풍건조, 볶음공정 등이 있다. 증숙 공정은 증기를 이용해 열처리를 함으로써 세포의 구성성분들의 변화를 유도하고 새로운 화합물을 만들어 내거나 세포 조직을 파괴하여 유용성분 용출을 극대화하는 공정이다(24). 열풍 건조는 타 건조방법에 비해 건조시간이 짧으며 건조과정이 간단하여 산업적으로 많이 사용되어 지고 있는 방법이며(25), 볶음 공정은 짧은 시간에 높은 온도로 처리하여 갈변반응을 촉진시키므로 독특한 향미가 형성되어 기호도를 높일 수 있는 방법이다(26). 증숙, 열풍 건조, 볶음공정 같은 가공공정은 침출차 제조에 있어서 세포벽 분해, 세포내부의 공간증대, polyphenolics와 갈변 물질 간의 상호작용을 촉진시켜 식품의 화학적 성분을 변화시키며, 생리활성 성분 및 수용성 고형분의 추출을 용이하게 해준다(27).

본 연구에서는 전통 한방음료인 생맥산의 이화학적 특성과 생리활성을 향상시킬 수 있는 방법을 찾고자 생맥산의 재료 중 가장 많은 비율을 차지하는 맥문동의 건열 덩음 처리 시간을 달리한 후 생맥산을 제조하여 유효성분 및 항산화 활성 변화를 분석하였다.

재료 및 방법

재료 및 시료의 제조

생맥산 제조를 위한 맥문동, 건조 백삼 및 오미자는 (주)자연애제약(Sancheong, Korea)에서 생산하여 품질관리하고 있는 것을 1 또는 2 kg 단위로 포장된 것을 구입하여 사용하였다. 건조된 맥문동 600 g을 지름 28 cm, 높이 10 cm의 용기에 담아 용기 내부 온도는 $160\pm 3^{\circ}\text{C}$ 로 유지하면서

각각 30, 60, 및 90분간 계속해서 저어주면서 건열 덩음 처리하였다. 처리 조건별 맥문동과 건조 인삼 및 오미자를 각각 2:1:1의 무게비로 혼합하여 흐르는 물에서 30초간 세척한 다음 10분 정도 자연 건조하여 물기를 제거한 후 건조 시료의 무게 대비 7배의 물을 가하여 추출물을 제조하였다. 가열 초기는 온도를 빠르게 승온시켜 10분 후에 100°C 에 도달하게 하여 5분간 유지하다가 이후부터는 $94\pm 2^{\circ}\text{C}$ 로 유지하면서 75분간 더 가열한 후 면포와 여과지로 차례로 여과한 여액을 실험용 시료로 사용하였다. 이 때 덩음 처리하지 않은 맥문동을 동일한 방법으로 추출하여 대조군으로 하였다.

색 도

추출액의 색은 색차계(Ultra Scan VIS, Hunter Associates Laboratory Inc., Reston, VA, USA)를 이용하여 측정하였다. 이 때 표준색판의 L, a, b 값은 각각 99.41, -0.13 및 0.06이었으며, 각 시료는 5회 이상 반복 측정하여 평균값으로 나타내었다.

가용성 고형분 함량, pH 및 산도

가용성 고형분은 여과한 시료액을 일정량 취하여 자동굴절당도계(PR-201 a, Atago Co., Tokyo, Japan)로 3회 반복 측정하였다. pH와 산도는 생맥산 추출액 1 mL에 3차 증류수를 49 mL 가하여 균질화한 후 자동적정기(G20 compact titrator, Mettler Toledo, Langacher, Greifensee, Switzerland)를 이용해 동시에 분석하였다.

환원당

Dinitrosalicylic acid(DNS)법에 따라 증류수로 희석한 시료액 1 mL를 취하여 DNS시약 3 mL을 가한 후 끓는 물에서 15분간 중탕 가열한 다음 찬물에서 냉각하였다. 이것을 분광광도계(Libra S 35, Biochrom Ltd., Cambridge, England)로 570 nm에서 흡광도를 측정하여 Glucose(Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA)을 표준물질로 한 검량곡선에 따라 정량하였다.

총 페놀 화합물

시료 추출 여액 1 mL에 Foline-Ciocalteau 시약 0.5 mL를 넣고 3분간 충분히 교반한 다음 10% Na_2CO_3 용액을 0.5 mL 가하여 실온의 암실에서 1시간 정치한 후 760 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질로 gallic acid(Sigma-Aldrich Co.)를 사용하여 시료와 동일한 방법으로 분석하여 얻은 검량선으로부터 총 페놀 화합물의 함량을 산출하였다.

총 플라보노이드

플라보노이드 함량은 시료액 50 μL 에 1 N NaOH 50 μL 를 넣고 diethylene glycol 200 μL 를 혼합하여 진탕한 후 37°C

인큐베이터에서 5분간 반응시킨 다음 420 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이 때 rutin(Sigma-Aldrich Co.)을 표준물질로 하여 얻은 검량선으로부터 총 플라보노이드 함량을 계산하였다.

총 안토시아닌

총 안토시아닌 함량은 pH differential method(28)를 변형하여 측정하였다. 96-well plate에 적당한 농도로 희석한 시료 10 µL를 넣고 각각 2.5 mM potassium chloride buffer (pH 1.0)와 400 mM sodium acetate buffer(pH 4.5) 190 µL씩을 넣고 510 nm와 700 nm에서 흡광도를 각각 3회 반복 측정하였다. 표준물질은 cyaniding-3-glucoside equivalents의 분자량과(MW)과 몰흡광계수($\epsilon=26,900 \text{ M}^{-1} \text{ cm}^{-1}$) 값으로부터 monomeric anthocyanin pigment 방법을 변형하여 아래의 식에 따라 산출하였다(29).

$$\text{총 안토시아닌 함량(mg/100 g)} = \frac{A \times \text{MW} \times 1,000 \times V}{\epsilon}$$

A(흡광도)=(A_{510 nm}-A_{700 nm}) pH 1.0-(A_{510 nm}-A_{700 nm}) pH 4.5
 MW(cyanidin-3-glucoside의 분자량) : 449.2
 ϵ (cyanidin-3-glucoside 분자 흡광도) : 26,900 M⁻¹ cm⁻¹
 V : 시료의 최종부피(mL)

진세노사이드 함량

시료액 3 mL에 50% MeOH 27 mL을 가한 후 15분 동안 초음파 추출한 다음 여과하였다. Sep-Pak Plus C18 cartridge에 MeOH 3 mL을 서서히 용출시켜 conditioning을 하고 3 mL의 3차 증류수로 2차 conditioning 시켰다. 이어 추출 시료액 2 mL을 cartridge에 loading하고 10 mL의 3차 증류수로 서서히 용출하여 당류 등을 제거하였다. 이어서 cartridge에 2 mL의 MeOH를 천천히 loading하여 ginsenoside 성분을 용출한 후 이것을 0.45 µm membrane filter로 여과하였다. Ginsenoside 함량은 HPLC-DAD(Agilent 1260, Agilent Technologies, Palo Alto, CA, USA)로 분석하였다. 분석 컬럼은 Agilent Zorbax SB-C₁₈(4.6×250 mm, 5 µm, Agilent Technologies)를 사용하고, 컬럼 온도는 40°C, UV 검출기의 검출파장은 203 nm로 분석하였다. 이동상 용매는 물과 acetonitrile을 70 분간 gradient로 유속 0.6-0.8 mL/min으로 시료 주입량 20 µL 흘려주었다. 진세노사이드 표준물질을 시료와 동일한 조건에서 분석하여 머무름 시간 비교해 확인하며 검량곡선으로부터 그 함량을 산출하였다.

DPPH 라디칼 소거활성

1,1-Diphenyl-2-picrylhydrazyl(DPPH) 라디칼 소거활성은 DPPH에 대한 전자공여 활성으로 나타낸 것으로 보라색의 시약은 시료의 항산화 활성이 높을수록 탈색이 되는 원리를 이용한 것이다(30). 에탄올로 1.5×10⁻⁴ M 농도가

되도록 조절된 DPPH 용액 100 µL와 시료 100 µL를 혼합한 다음 실온에서 20분간 반응시킨 후 분광광도계를 이용하고, 525 nm에서 흡광도를 측정 후 시료 무첨가구에 대한 시료첨가구의 흡광도비로 계산하여 %로 나타내었다.

ABTS 라디칼 소거활성

2,2'-Azino-bis(3-ethylbenzo-thiazoline-6-sulphonic acid) diammonium salt(ABTS) 라디칼 소거능 측정은 7 mM ABTS 용액에 potassium persulfate를 2.4 mM이 되도록 용해시킨 후 암실에서 12-16시간 동안 반응시킨 다음 415 nm에서 흡광도가 1.5가 되도록 증류수로 희석하였다. 이 용액 100 µL에 농도별 시료액을 100 µL 가하여 실온에서 5분간 반응시킨 후 415 nm에서 흡광도를 측정하였으며, 시료첨가구와 무첨가구의 흡광도 비로부터 ABTS 라디칼 소거능을 산출하였다.

Ferric-reducing antioxidant power(FRAP)

FRAP에 의한 항산화 활성의 측정은 환원력을 이용한 방법으로 Benzie와 Strain(31) 방법을 응용하여 측정하였다. Reaction solution은 300 mM acetate buffer(pH 3.6), 40 mM HCl에 녹인 10 mM 2,4,6-tris(2-pyridyl)-s-triazine(TPTZ) 및 20 mM iron(III) chloride를 10:1:1로 실험직전에 만들어 사용하였다. 시료액 40 µL, 증류수 40 µL, reaction solution 100 µL를 차례로 혼합하여 37°C에서 5분간 반응시킨 후 593 nm에서 흡광도를 측정하였으며, FeSO₄로 작성한 검량곡선에 대입하여 환산하였다.

통계처리

모든 실험은 3회 이상 반복하여 실시하였으며 실험으로부터 얻은 결과는 SPSS statistics 18(IBM, Armonk, NY, USA)을 사용하여 분석하였다. 결과치는 실험군당 평균±표준편차로 표시하였고, 통계적 유의성 검정은 일원배치 분산분석 한 후 p<0.05 수준에서 Duncan's multiple range test를 시행하였다.

결과 및 고찰

색 도

덧음 처리 시간을 달리한 맥문동을 첨가한 생맥산의 색도 변화는 Table 1과 같다. 생맥산의 L 값은 대조군에서 33.08±0.01로 가장 높았으며, 사용된 맥문동의 덧음 처리 시간이 증가함에 따라 L 값은 유의적으로 감소하여 90분간 덧음 처리한 맥문동이 첨가된 S-90에서는 28.31±0.01이었다. 이러한 경향은 열처리 온도와 시간에 따른 고려홍삼의 수용성 갈변물질에 대한 연구에서 처리 온도가 높고, 시간이 길어질수록 색도의 L 값이 감소한다는 내용과 일치한다

(32).

적색도를 나타내는 a 값 또한 L 값처럼 대조군(11.57±0.03)보다 더욱 처리한 맥문동 첨가군들에서 유의적으로 낮았지만 더욱 처리 시간에 따른 변화의 경향은 확인되지 않았다. 이는 부재료로 첨가되는 오미자가 생맥산의 색에 영향을 미쳤기 때문으로 생각되는데, 더욱 처리하지 않은 맥문동으로 제조된 대조군의 경우는 오미자의 색이 잘 발현되어 적색도가 높은 반면 더욱 처리된 맥문동이 첨가된 생맥산에서는 맥문동의 갈변으로 인해 상대적으로 오미자의 색이 약해지면서 대조군에 비해 적색도가 더 낮아진 것으로 판단된다.

황색도를 나타내는 b 값은 a 값과 유사한 경향으로 대조군에서 가장 높았고, 다음으로 60분간 더욱 처리 한 생맥산을 첨가한 S-60시료에서 10.06±0.03이었고 S-90 시료는 5.30±0.04으로 가장 황색도가 낮았다.

Table 1. Hunter color value of *Sengmaksan* with *Liriope platyphylla* roasted different times

Sample code ¹⁾	L	a	b	ΔE
S-0	33.08±0.01 ^{2)D3)}	11.57±0.03 ^D	11.56±0.04 ^D	68.34±0.01
S-30	31.59±0.02 ^C	10.35±0.01 ^B	9.55±0.06 ^B	69.29±0.01
S-60	30.99±0.01 ^B	11.43±0.03 ^C	10.06±0.03 ^C	70.12±0.01
S-90	28.31±0.01 ^A	7.62±0.03 ^A	5.30±0.04 ^A	71.72±0.01

¹⁾S-0, *Sengmaksan* with *Liriope platyphylla*; S-30, *Sengmaksan* with *Liriope platyphylla* roasted for 30 min at 160±5 °C; S-60, *Sengmaksan* with *Liriope platyphylla* roasted for 60 min at 160±5 °C; S-90, *Sengmaksan* with *Liriope platyphylla* roasted for 90 min at 160±5 °C.

²⁾All values are mean±SD (n=4).

^{3)A-D)}Means with different superscript within the same column are significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).

가용성 고형분, pH, 산도 및 환원당

더욱 처리 시간을 달리한 맥문동을 첨가한 생맥산의 가용성 고형분, pH, 산도 및 환원당의 함량을 분석한 결과는 Table 2와 같다. 생맥산의 가용성 고형분 함량은 6.47±0.06-7.10±0.00 °Brix의 범위로, 맥문동의 더욱 처리 시간에 따른 일정한 경향성을 보이지는 않았으며, S-60 시료에서 가장 높았다. 생맥산의 pH는 대조군에서 3.70±0.00이었으며, 더욱 맥문동이 첨가된 생맥산 시료들에서는 3.71±0.00-3.74±0.04로 대조군과 유의적인 차이는 없었고, 산도 또한 유의적인 차이는 없었다.

생맥산에서 pH는 오미자의 함량이 증가할수록 낮아지며 이는 오미자에 함유되어 있는 유기산의 영향으로 보고되어 있다(1). 하지만 본 연구에서는 오미자의 함량이 동일하여 시료간의 pH와 산도에 유의적인 차이가 없는 것으로 생각된다.

생맥산의 환원당 함량은 더욱 처리된 맥문동을 첨가한 시료들에서 더 높았는데, 대조군에서는 32.78±0.06 g/100 g이었고, 60분간 더욱 처리한 맥문동이 첨가된 생맥산에서

37.32±0.05 g/100 g으로 가장 높은 함량이었다.

생맥산과 그 원료들의 환원당과 총당 함량을 분석한 결과 당류는 대부분이 원료들로부터 유리되는데, 맥문동이 인삼과 오미자의 당 함량에 비해 높아 생맥산의 환원당과 총당에는 맥문동이 기여하는 바가 크다고 보고되어 있다(33). 본 연구의 결과에서 더욱 처리를 거친 맥문동이 첨가된 생맥산의 환원당 함량이 더 높은 것도 더욱 과정을 거친 맥문동으로부터 당류가 많이 유리되었기 때문으로 추정된다.

더욱 조건이 온화한 경우에는 더욱에 의해서 맥문동의 구조가 가용성 성분의 용출이 용이한 형태로 변화하였으나 더욱 조건이 과도한 경우에는 유기산, 당 등 가용성 물질이 중합에 의하여 불용성 거대분자를 생성하거나 Maillard 반응 또는 카라멜화 등 갈변반응에 의해 melanoidin 등이 색소 형성에 관여함으로써 가용성 물질의 양이 감소한다고 보고되어 있다(34). 본 연구의 결과에서 가용성 고형분과 환원당 함량은 S-60 시료에서 가장 높았으며, S-90 시료에서 오히려 감소한 것은 상대적으로 열처리 시간이 길어지면서 맥문동에 함유되어 있던 당류가 갈변 색소형성에 관련하기 때문으로 생각된다.

Table 2. Soluble solid, pH, acidity and reducing sugar contents of *Sengmaksan* with *Liriope platyphylla* roasted different times

Sample code ¹⁾	Soluble solid (°Brix)	pH	Acidity (%)	Reducing sugar (g/100 g)
S-0	6.90±0.00 ^{2)C3)}	3.70±0.00 ^A	0.76±0.02 ^A	32.78±0.06 ^A
S-30	6.47±0.06 ^A	3.74±0.04 ^A	0.76±0.02 ^A	34.85±0.12 ^B
S-60	7.10±0.00 ^D	3.71±0.00 ^A	0.76±0.01 ^A	37.32±0.05 ^C
S-90	6.70±0.00 ^B	3.71±0.00 ^A	0.75±0.01 ^A	33.05±0.04 ^B

¹⁾S-0, *Sengmaksan* with *Liriope platyphylla*; S-30, *Sengmaksan* with *Liriope platyphylla* roasted for 30 min at 160±5 °C; S-60, *Sengmaksan* with *Liriope platyphylla* roasted for 60 min at 160±5 °C; S-90, *Sengmaksan* with *Liriope platyphylla* roasted for 90 min at 160±5 °C.

²⁾All values are mean±SD (n=4).

^{3)A-D)}Means with different superscript within the same column are significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).

총 페놀 화합물, 플라보노이드 및 안토시아닌 함량

총 페놀 화합물은 식물계에 널리 분포되어 물질로 다양한 구조와 분자량을 가지며 phenol hydroxyl기를 통해 항산화, 항암 및 항균 등의 생리기능을 가지는 것으로 알려져 있다(35).

생맥산의 주재료가 되는 맥문동의 더욱 시간을 0, 30, 60 및 90분으로 달리하여 생맥산을 제조한 후 총 페놀 화합물, 플라보노이드 및 안토시아닌 함량을 분석한 결과는 Table 3과 같다. 생맥산의 총 페놀 화합물의 함량은 대조군에서 247.24±2.46 mg/100 g이었으며, 맥문동의 더욱 처리 시간이 증가함에 따라 유의적으로 그 함량이 증가하여 S-90에서는 345.46±0.34 mg/100 g으로 정량되었다.

Table 3. Total anthocyanin, phenolic compounds and flavonoids contents of *Sengmaksan* with *Liriope platyphylla* roasted different times

Sample code ¹⁾	Total phenolic compounds (mg/100 g)	Flavonoid (mg/100 g)	Total anthocyanin (mg/L)
S-0	247.24±2.16 ^{2)A3)}	69.94±0.86 ^B	1.34±0.26 ^A
S-30	268.24±5.60 ^B	69.09±1.67 ^{AB}	1.25±0.13 ^A
S-60	310.01±9.45 ^C	66.77±0.97 ^A	1.17±0.19 ^A
S-90	345.46±0.34 ^D	66.48±2.35 ^A	0.96±0.19 ^A

¹⁾S-0, *Sengmaksan* with *Liriope platyphylla*; S-30, *Sengmaksan* with *Liriope platyphylla* roasted for 30 min at 160±5°C; S-60, *Sengmaksan* with *Liriope platyphylla* roasted for 60 min at 160±5°C; S-90, *Sengmaksan* with *Liriope platyphylla* roasted for 90 min at 160±5°C.

²⁾All values are mean±SD (n=4).

^{3)A-D}Means with different superscript within the same column are significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).

감국차 제조시 볶음 처리과정을 거침으로써 총 페놀 화합물의 함량은 2배 정도 더 증가하며 볶음 시간이 길어짐에 따라 증가하는 경향을 나타내는데, 이는 볶음 공정으로 인해 내부 조직이 파괴되어 페놀 화합물이 쉽게 용출되기 때문이라고 보고(36)는 본 연구의 결과와 일치하였다.

생맥산과 그 원료 중의 총 페놀 화합물 함량을 비교한 결과 오미자, 인삼, 생맥산, 맥문동의 순으로 그 함량이 높아 생맥산의 총 페놀 화합물은 오미자와 인삼에서 주로 유래하는 것으로 보고되어 있는데(37), 본 연구에서와 같이 맥문동을 볶음 처리하여 첨가하는 것은 상대적으로 낮은 맥문동의 총 페놀 화합물 함량 증가에 직접적으로 기여할 것으로 생각된다.

총 플라보노이드 함량은 대조군에서 69.94±0.86 mg/100 g으로 가장 높았으며, S-30의 플라보노이드 함량은 대조군과 유의차가 없었다. 볶음 시간이 60분과 90분으로 더 길어진 맥문동이 첨가된 생맥산의 총 플라보노이드 함량은 각각 66.77±0.94 mg/100 g과 66.48±2.35 mg/100 g으로 대조군에 비해서는 유의적으로 낮은 함량이었으나 두 시료 간에는 차이가 없었다.

Hwang 등(37)은 배즙을 열처리할 때 총 페놀 화합물과 플라보노이드 함량은 110-140°C에서는 처리시간이 길어질수록 그 함량이 더 높은 경향을 보이지만 150°C에서는 처리시간이 길어질수록 오히려 그 함량이 감소하였는데, 이는 열처리에 의한 탄화의 영향일 것으로 추정하였다. 본 연구의 결과에서도 60분과 90분 처리된 맥문동이 첨가된 생맥산에서 플라보노이드 함량이 유의차를 보이지 않은 것도 160°C의 고온에서 상대적으로 장시간의 열처리에 노출되었기 때문에 탄화에 의한 영향이 있을 것으로 추정된다.

안토시아닌 색소는 노화억제, 망막장애의 치료 및 시력 개선 효과, 항산화 작용 등 다양한 생리 활성을 갖는 것으로 보고됨에 따라 인체에 무해한 천연 색소 및 기능성 소재로서 각광받고 있다(38). 생맥산의 안토시아닌은 오미자에서

용출된 성분이며, 총 안토시아닌 함량은 대조군에서 1.34±0.26 mg/L이고, 볶음 처리한 맥문동 첨가군에서는 0.96±0.19-1.25±0.13 mg/L으로 실험군간에 유의적인 차이는 없었는데, 이는 본 연구에서 오미자는 별도의 가공을 거치지 않았고, 첨가량이 일정하였기 때문으로 생각된다.

진세노사이드 함량

볶음 처리 시간을 달리한 맥문동을 첨가한 생맥산의 진세노사이드 조성 및 함량을 분석한 결과는 Table 4와 같다. 총 11종의 진세노사이드(Ro, Rb1, Rb2, Rd, Re, Rf, Rg1, Rg2, Rg3, Rh1, Rh2)를 분석한 결과 Rb1과 Rd를 제외한 9종이 검출되었으며, 볶음 처리를 하지 않은 대조군에서 검출되지 않던 진세노사이드 Rg1이 맥문동의 볶음 처리 후 생맥산에서 검출되었다. 대조군 대비 S-90에서는 진세노사이드 중 Rb2, Rh2 및 Rg3의 함량은 감소하였고, Ro, Re 그리고 Rf의 함량은 증가하였으나 진세노사이드의 총 함량은 시료군간에 차이가 없었다. 즉 진세노사이드의 총 함량은 대조군에서 61.78±1.79 mg/100 g이던 것이 S-30에서는 61.71±1.08 mg/100 g, S-60은 63.32±2.01 mg/100 g, S-90에서는 61.52±2.27 mg/100 g으로 통계적인 유의차가 없었다.

진세노사이드 Rb1의 경우 20번 탄소에 연결된 두 개의 glucose 중 하나가 제거되면 Rd가 되고 또 하나가 제거되면 Rg3가 형성된다(39). Rg3는 3번 탄소에서 glucose 하나가 제거될 경우에는 Rh2가 형성된다(39). 인삼의 진세노사이드가 당과 물 분자의 제거 정도에 따라 구조 및 성상이 달라지는 것과 같이 맥문동도 볶음 처리를 거치면서 진세노사이드의 변환이 발생하였을 것이라 추정된다.

Table 4. Ginsenoside of *Sengmaksan* with *Liriope platyphylla* roasted different times

	(mg/100 g)			
Ginsenoside	S-0 ¹⁾	S-30	S-60	S-90
Ro	8.89±0.09 ^{2)A3)}	10.25±0.25 ^B	11.76±0.05 ^C	11.69±0.12 ^C
Rb2	10.60±0.54 ^B	10.30±0.28 ^B	10.27±0.68 ^B	8.52±0.45 ^A
Re	7.82±0.60 ^A	7.77±0.04 ^A	7.57±0.45 ^A	8.65±0.51 ^B
Rf	3.15±0.01 ^A	3.81±0.20 ^B	3.82±0.20 ^B	3.71±0.20 ^B
Rg1	-	1.12±0.06 ^A	1.11±0.09 ^A	1.16±0.02 ^A
Rg2	5.33±0.30 ^A	5.12±0.11 ^A	5.04±0.14 ^A	5.42±0.17 ^A
Rg3	8.01±0.01 ^B	8.09±0.01 ^B	8.55±0.01 ^B	7.71±0.57 ^A
Rh1	6.63±0.15 ^A	6.62±0.12 ^A	6.47±0.29 ^A	6.64±0.20 ^A
Rh2	11.35±0.10 ^C	8.63±0.11 ^B	8.73±0.10 ^B	8.03±0.03 ^A
Total	61.78±1.79 ^A	61.71±1.08 ^A	63.32±2.01 ^A	61.52±2.27 ^A

¹⁾S-0, *Sengmaksan* with *Liriope platyphylla*; S-30, *Sengmaksan* with *Liriope platyphylla* roasted for 30 min at 160±5°C; S-60, *Sengmaksan* with *Liriope platyphylla* roasted for 60 min at 160±5°C; S-90, *Sengmaksan* with *Liriope platyphylla* roasted for 90 min at 160±5°C.

²⁾All values are mean±SD (n=4).

^{3)A-C}Means with different superscript within the same row are significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).

DPPH 라디칼 소거 활성

전자공여능 측정에 사용된 DPPH는 자유라디칼로서 항산화 활성을 지닌 성분이 라디칼을 환원시키는 능력이 크면 높은 항산화활성 능력을 지닌 것으로 기대할 수 있고, 인체 내 활성 라디칼에 의한 노화 등을 억제하는 척도로 이용할 수 있다(40).

볶음 처리 시간을 달리한 맥문동을 첨가한 생맥산의 DPPH 라디칼 소거능(Table 5)은 시료의 처리 농도에 비례하여 증가하여 25 µL/mL 농도에서 36.13±1.04-47.58±1.14%이던 것이 100 µL/mL 농도에서는 74.20±2.14-90.34±0.27%로 증가하였으며, 맥문동의 볶음 처리 시간이 증가함에 따라 DPPH 라디칼 소거능은 농도별로 유의적으로 증가하여 S-90 시료에서 가장 높았다.

Lee JY 등(41)은 발효한 더덕 차는 열처리 온도와 시간이 증가함에 따라 DPPH 라디칼 소거능이 증가한다고 하였으며, Hong 등(42)은 180°C에서 40분간 열처리한 치커리의 DPPH 라디칼 소거능이 대조구에 비해 2배가량 증가된다고 보고하였다. 또, 여러 온도와 시간에서 로스팅 한 칩의 DPPH 라디칼 소거활성은 대조군에 비해 더 높으며, 총 페놀화합물의 함량이 가장 높은 조건에서 라디칼 소거활성도 높다고 보고되어 있다(43). 이들의 결과는 본 연구의 결과와 동일한 경향이었다.

일반적으로 식품은 가열과정에서 생성되는 갈색물질이 지질에 대한 강한 항산화력을 가지는 것으로 보고되었는데(44), 본 연구에서도 맥문동의 볶음 처리 시간이 증가할수록 갈변현상이 증가됨에 따라 생성된 갈변물질이 항산화력에 영향을 미친 것으로 판단된다.

Table 5. DPPH radical scavenging activity of *Sengmaksan* with *Liriope platyphylla* roasted different times

Sample code ¹⁾	Concentration (µL/mL)		
	25	50	100
S-0	36.13±1.04 ^{2(a3)A4)}	50.30±1.05 ^{bA}	74.20±2.14 ^{cA}
S-30	38.56±1.21 ^{aB}	52.91±1.70 ^{bB}	73.85±1.65 ^{cA}
S-60	43.82±1.23 ^{aC}	66.04±1.84 ^{bC}	87.39±1.64 ^{cB}
S-90	47.58±1.14 ^{aD}	69.92±0.36 ^{bD}	90.34±0.27 ^{cB}

¹⁾S-0, *Sengmaksan* with *Liriope platyphylla*; S-30, *Sengmaksan* with *Liriope platyphylla* roasted for 30 min at 160±5°C; S-60, *Sengmaksan* with *Liriope platyphylla* roasted for 60 min at 160±5°C; S-90, *Sengmaksan* with *Liriope platyphylla* roasted for 90 min at 160±5°C.

²⁾All values are mean±SD (n=4).

^{3)a-c}Means with different superscript within the same row are significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).

^{4)A-C}Means with different superscript within the same column are significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).

ABTS 라디칼 소거 활성

ABTS는 비교적 안정한 free radical로서 DPPH 방법과

함께 항산화활성을 스크리닝하는데 많이 이용되고 있다(45). 또한, lipophilic 또는 hydrophilic 항산화 물질의 측정에 적용 가능한 방법으로 이 방법에 의한 항산화 활성은 ABTS radical을 억제하거나 소거하는 것에 의해 이루어진다(46).

Table 6은 생맥산의 ABTS 라디칼 소거능을 나타낸 것으로 DPPH 라디칼 소거능과 동일한 경향으로 시료의 처리 농도가 높을수록 활성이 더 높았으며, 100 µL/mL 농도에서 활성은 94.19±0.54-98.83±0.08%였다. 맥문동의 볶음 처리 시간이 증가할수록 활성이 유의적으로 증가하였는데, S-30 과 S-60 시료 간에는 활성의 차이가 미미하였으나 S-90에서는 유의적으로 활성이 더 높았다.

전처리 방법을 달리하여 맥문동 열수 추출물의 라디칼 소거능을 비교 실험하였을 때 생건조 맥문동보다 볶음 시료에서 라디칼 소거능이 유의적으로 높은 것으로 보고되어 있고(47), 무처리 보다는 가압 볶음 처리한 무말랭이 열수 추출물의 라디칼 소거 효과가 더 높아졌다는 보고(48)도 있다. 이들의 결과는 본 연구의 결과와도 잘 일치하였는데, 이러한 결과는 볶음 과정에서 유효성분이 증가하거나 새로운 유효성분이 생성되기 때문으로 추정된다.

Table 6. ABTS radical scavenging activity of *Sengmaksan* with *Liriope platyphylla* roasted different times

Sample code ¹⁾	Concentration (µL/mL)		
	25	50	100
S-0	44.05±0.95 ^{2(a3)A4)}	71.70±0.23 ^{bA}	94.19±0.54 ^{cA}
S-30	46.77±1.07 ^{aB}	74.58±0.65 ^{bB}	95.71±0.11 ^{cB}
S-60	50.16±1.71 ^{aC}	77.19±0.36 ^{bC}	96.34±0.09 ^{cC}
S-90	60.28±1.77 ^{aD}	86.76±0.76 ^{bD}	98.83±0.08 ^{cD}

¹⁾S-0, *Sengmaksan* with *Liriope platyphylla*; S-30, *Sengmaksan* with *Liriope platyphylla* roasted for 30 min at 160±5°C; S-60, *Sengmaksan* with *Liriope platyphylla* roasted for 60 min at 160±5°C; S-90, *Sengmaksan* with *Liriope platyphylla* roasted for 90 min at 160±5°C.

²⁾All values are mean±SD (n=4).

^{3)a-c}Means with different superscript within the same row are significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).

^{4)A-D}Means with different superscript within the same column are significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).

FRAP

FRAP 분석은 colored ferrous TPTZ 복합체에 의해 ferricion이 ferrous로 전환되어지는 과정을 분석함으로써 시료내의 항산화력을 측정하는 방법으로 낮은 pH에서 환원제에 의해 Fe3+-TPTZ 복합체가 Fe2+-TPTZ으로 환원되는 원리에 기초하여 대부분의 항산화제가 환원력을 가지고 있다는 점에 착안하여 고안되어진 방법이다(49).

볶음 처리 시간을 달리한 맥문동을 첨가한 생맥산의 FRAP 변화는 Table 7과 같다. 환원력은 항산화력의 정도를 나타내는 지표로 환원력의 값이 증가할수록 높은 항산화력을 가지는 것으로 알려져 있는데(50,51), 본 연구에서도 동

일한 경향으로 맥문동의 덩음 처리 시간이 증가함에 따라 생맥산의 환원력이 증가하였다. 즉, 25 $\mu\text{L}/\text{mL}$ 농도에서 맥문동을 덩음 처리 하지 않은 S-0의 FRAP는 $67.24 \pm 1.39 \mu\text{M}$ 이었으며, 90분간 덩음 처리한 맥문동이 첨가된 생맥산인 S-90은 $109.03 \pm 1.92 \mu\text{M}$ 로 활성이 1.6배 더 높았다.

더덕의 볶음 온도 및 시간이 증가함에 따라 FRAP는 증가하였고(52), 볶음 처리된 자색고구마 역시 볶음 처리를 거치지 않은 자색 고구마에 비해 FRAP가 증가하였다는 보고(53)는 본 연구의 결과와도 일치하였다.

Table 7. FRAP of Sengmaksan with *Liriope platyphylla* roasted different times

Sample code ¹⁾	Concentration ($\mu\text{L}/\text{mL}$)		
	25	50	100
S-0	$67.24 \pm 1.39^{2(a)3(A4)}$	108.10 ± 0.62^{bA}	151.25 ± 0.48^{cA}
S-30	78.34 ± 1.13^{bB}	122.64 ± 1.15^{bB}	167.38 ± 0.49^{bB}
S-60	84.30 ± 0.42^{cC}	137.62 ± 0.38^{bC}	174.17 ± 2.36^{cC}
S-90	109.03 ± 1.92^{dD}	166.85 ± 1.50^{bD}	207.34 ± 0.43^{dD}

¹⁾S-0, *Sengmaksan* with *Liriope platyphylla*; S-30, *Sengmaksan* with *Liriope platyphylla* roasted for 30 min at $160 \pm 5^\circ\text{C}$; S-60, *Sengmaksan* with *Liriope platyphylla* roasted for 60 min at $160 \pm 5^\circ\text{C}$; S-90, *Sengmaksan* with *Liriope platyphylla* roasted for 90 min at $160 \pm 5^\circ\text{C}$.

²⁾All values are mean \pm SD (n=4).

^{3)a-c}Means with different superscript within the same row are significantly different by Duncan's multiple range test ($p < 0.05$).

^{4)A-D}Means with different superscript within the same column are significantly different by Duncan's multiple range test ($p < 0.05$).

요 약

생맥산의 이화학적 특성 및 생리활성을 향상시키기 위해 주 재료 중 하나인 맥문동을 0(S-0, 대조군), 30(S-30), 60(S-60), 90(S-90)분간 건열 덩음 처리하여 생맥산을 제조한 후 유효성분 및 항산화 활성을 분석하였다. 생맥산의 색도 중 L 값은 S-0에서 가장 높았으며, 덩음 처리 시간이 증가함에 따라 유의적으로 감소하였다. 생맥산의 a 값과 b 값은 대조군보다 덩음 처리한 맥문동 첨가군들에서 낮았지만, 덩음 처리 시간에 따른 경향성을 보이지는 않았다. 생맥산의 가용성 고형분의 함량(7.10 ± 0.00 °Brix)과 환원당 함량(37.32 ± 0.05 g/100 g)은 S-60에서 가장 높고, pH와 산도는 모든 조건에서 유의적인 차이가 없었다. 생맥산의 총 페놀 화합물 함량은 맥문동의 덩음 처리 시간이 증가함에 따라 유의적으로 증가하여 S-90에서 345 ± 0.34 mg/100 g으로 정량되었으며, 총 플라보노이드 함량은 S-0에서 가장 높고 S-60에서 감소하였지만 S-90과 유의적인 차는 없었다. 생맥산의 총 안토시아닌 함량은 오미자에서 용출된 것이기 때문에 대조군과 덩음 처리한 맥문동 첨가군에서 차이가

없었다. 생맥산의 총 진세노사이드(Ro, Rb2, Re, Rf, Rg1, Rg2, Rg3, Rh1, Rh2) 함량은 차이가 없었지만, Ro, Re, Rf, Rb2, Rh2, Rg3는 S-0과 S-90을 비교하였을 때 당과 물 분자의 제거 정도에 따라 고분자에서 저분자 진세노사이드로 변형되어 그 함량이 증가하거나 감소하였다. 생맥산의 DPPH와 ABTS 라디칼 소거능 및 FRAP법에 따른 항산화 활성은 맥문동의 덩음 처리 시간이 증가함에 따라 뚜렷하게 증가하는 경향이였다. 이상의 결과로부터 생맥산의 유효성분은 맥문동을 1시간 정도로 적절히 덩음 처리하였을 때 가장 높고, 항산화 활성은 맥문동의 덩음 처리 시간이 증가할수록 높아지는 것을 확인할 수 있었다.

References

- Hur NY, Baek EK (2005) Development of traditional drinks using *Sangmaksan*. Korean J Culinary Res, 11, 166-178
- Ko SR, Choi KJ, Kim YH (1996) Comparative study on the essential oil components of panax species. J Ginseng Res, 20, 42-48
- Siddiqi MH, Siddiqi MZ, Ahn S, Kim YJ, Yang DC (2014) Ginsenoside Rh1 induces mouse osteoblast growth and differentiation through the bone morphogenetic protein 2/runt-related gene 2 signalling pathway. J Pharm Pharmacol, 66, 1763-1773
- Bak MJ, Jeong WS, Kim KB (2014) Detoxifying effect of fermented black ginseng on H_2O_2 -induced oxidative stress in HepG2 cells. Int J Mol Med, 34, 1516-1522
- Lee SD, Hwang WI (1991) Effect of ginsenosides of red ginseng on lipolytic action of toxohormone-L from cancerous ascites fluid. Korean J Ginseng Sci, 15, 106-111
- Nam KY (2002) Clinical applications and efficacy of Korean ginseng (*Panax ginseng* C.A Meyer). J Ginseng Res, 26, 111-131
- Kim MK, Lee JM, Do JS, Bang WS (2015) Antioxidant activities and quality characteristics of *Omiija* (*Schizandra Chinesis* Baillon) cookies. Food Sci Biotechnol, 24, 931-937
- Caichompoo W, Zhang QY, Hou TT, Gao HJ, Qin LP, Zhou XJ (2009) Optimization of extraction and purification of active fractions from *Schisandra chinensis* (Turcz.) and its osteoblastic proliferation stimulating activity. Phytother Res, 23, 289-292
- Jo SH, Ha KS, Moon KS, Lee OH, Jang HD, Kwon YI (2011) *In vitro* and *in vivo* anti-hyperglycemic effects

- of *Omija* (*Schizandra Chinensis*) fruit. Int J Mol Sci, 12, 1359-1370
10. Jeon YH, Kil JH, Lim SM, Kim MH, Kim MR (2008) Analysis of antioxidative activity and antimutagenic effect of ethanol extract from *Schizandra Chinensis* Baillon. J East Asian Soc Diet Life, 18, 746-752
 11. Guo LY, Hung TM, Bae KH, Shin EM, Zhou HY, Hong YN, Kang SS, Kim HP, Kim YS (2008) Anti-inflammatory effects of schisandrin isolated from the fruit of *Schizandra Chinensis* Baillon. Eur J Pharmacol, 591, 293-299
 12. Kwon HJ, Park CS (2008) Biological activities of extracts from *Omija* (*Schizandra Chinensis* Baillon). Korean J Food Preserv, 15, 587-592
 13. Nomura M, Nakachiyama M, Hida T, Ohtaki Y, Sudo K, Aizawa T, Aburada M, Miyamoto KI (1994) Gomisins A, a lignan component of *Schizandra* fruits, inhibits development of preneoplastic lesions in rat liver by 3'-methyl-4-dimethylamino-azobenzene. Cancer Lett, 76, 11-18
 14. Kim MS, Sung HJ, Park JY, Sohn HY (2017) Evaluation of anti-oxidant, anti-microbial and anti-thrombosis activities of fruit, seed and pomace of *Schizandra Chinensis* baillon. J Life Sci, 27, 131-138
 15. Yook CS (1997) Colored medicinal plants of Korea. Academy Publishing Co Inc, Seoul, Korea, p 62
 16. Shibata M, Noguchi R, Suzuki M, Iwase H, Soeda K, Niwayama K, Kataoke E, Hamano M (1971) Pharmacological studies on medicinal plant components. I. On the extracts of *Ophiopogon* and some folk medicine. Proc Hoshi Pharm, 13, 66-76
 17. Park JH, Geon DG (2003) Pharmacognostical studies on the Chinese crude drug "Maig Moon Dong". Korean J Pharmacogn, 34, 6-9
 18. Baek NI, Cho SJ, Bang MH, Lee IJ, Park CG, Kim MS, Kim KS, Sung JD (1998) Cytotoxicity of steroid-saponins from the tuber of *Liriope platyphylla* W. T.. J Korean Soc Agric Chem Biotech, 41, 390-394
 19. Rhee IJ, Kim EJ, Jeong SW, Yang JJ, Lee IS (2003) Effects of *Liriope tuber* extracts on lipid metabolism in rats fed high cholesterol diet. Korean J Pharmacogn, 34, 65-69
 20. Kim SY, Seok KH, Kim HC, Heo JY (2004) Pharmaceutical composition of *Ophiopogon japonicus* having enhancement of the neuriteout growth and neurotrophic effects. Korean Patent 10-0449245
 21. Kim JS, Ha HG, Jung DY, Lee JH, Kim JS (2005) *Liriope tuber* extract for promotion of growth hormone secretion. Korean Patent 10-0497947
 22. Kim SJ (2006) Brain cell protection and increase of memorial ability from *liriope*s tuber extract component. Korean Patent 10-0635440
 23. Kim HC (2001) Hanyak-Yakrihak (Oriental medicinal pharmacology). Jipmoondang, Seoul, Korea, p 488-492
 24. Song CH, Seo YC, Choi WY, Lee CG, Kim DU, Chung JY, Chung HC, Park DS, Ma CJ, Lee HY (2012) Enhancement of antioxidative activity of *Codonopsis lanceolata* by stepwise steaming process. Korean J Med Crop Sci, 20, 238-244
 25. Kim NM, Kim DH (2000) Quality change of cinnamon extract prepared with various drying methods. Korean J Food Nutr, 13, 152-157
 26. Park MH, Sohn HJ, Jeon BS, Kim NM, Park CK, Kim AK, Kim KC (1999) Studies on flavor components and organoleptic properties in roasted red ginseng marc. J Ginseng Res, 23, 211-216
 27. Redgwell RJ, Trovato V, Curti D (2003) Cocoa bean carbohydrates: roasting-induced changes and polymer interactions. Food Chem, 80, 511-516
 28. AOAC (1990) Official methods of analysis. 15th ed, Association of official analytical chemists, Washington DC, USA, p 69-88
 29. Giusti MM, Wrolstad RE (2001) Characterization and measurement of anthocyanins by UV-visible spectroscopy. In: Current Protocos in Food Analytical Chemistry, Wrolstad RE (Editor), John Wiley & Sons, New York, USA, F1.2.1-13
 30. Blois MS (1958) Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. Nature, 181, 1199-1200
 31. Benzie IF, Strain JJ (1999) Ferric reducing/antioxidant power assay: direct measure of total antioxidant activity of biological fluids and modified version for simultaneous measurement of total antioxidant power and ascorbic acid concentration. Methods Enzymol, 299, 15-27
 32. Lee JW, Lee SK, Do JH, Shim KH (1998) Characteristics of the water soluble browning reaction of Korean red ginseng as affected by heating treatment. J Ginseng Res, 22, 193-199
 33. Lee SH, Park CS, Kim DJ, Kim SM (2009) An Analysis of *Saengmaegsan's* ingredients and a comparison study on anti-oxidation effects according to kinds of extract. J Korean Orient Med, 30, 26-41
 34. Kim DH (1998) Food Chemistry, Tamgudang publishing Co, Seoul, Korea, p 401-447

35. Choi YM, Kim MH, Shin JJ, Park JM, Lee JS (2003) The antioxidant activities of the some commercial teas. J Korean Soc Food Sci Nutr, 32, 723-727
36. Yu JS, Hwang IG, Woo KS, Chang YD, Lee CH, Jeong JH, Jeong HS (2008) Physicochemical characteristics of *Chrysanthemum indicum* L. flower tea according to different pan-firing times. Korean J Food Sci Technol, 40, 297-302
37. Hwang IG, Woo KS, Kim TM, Kim DJ, Yang MH, Jeong HS (2006) Change of physicochemical characteristics of Korean pear (*Pyrus pyrifolia* Nakai) juice with heat treatment conditions. Korean J Food Sci Technol, 38, 342-347
38. Kang CS, Ma SJ, Cho WD, Kim JM (2003) Stability of anthocyanin pigment extracted from mulberry fruit. J Korean Soc Food Sci Nutr, 32, 960-964
39. Kim SD, Seu JH (1982) Conversion of ginseng saponin with the enzyme produced by *Rhizopus* sp. (Part 1) Confirmation of conversion of ginsenoside-Rb1 to ginsenoside-Rd. Korean J Appl Microbiol Biotechnol, 10, 267-273
40. Choi WS (2012) Development of functional beverage using yam (*Dioscorea opposita* Thunb.). Food Ind Nutr, 17, 20-22
41. Lee JY, Kim BK, Park HJ (2013) Antioxidant activities and quality characteristics of fermented *Codonopsis lanceolata* tea according to heating processes. Korean J Food Nutr, 26, 693-699
42. Hong MJ, Lee GD, Kim HK, Kwon JH (1998) Changes in functional and sensory properties of *Chicory* roots induced by roasting processes. Korean J Food Sci Technol, 30, 413-418
43. Choi GH, Kim JM, Park IJ, Kim BG, Kim HY, Jeong JH, Cho JH (2017) Antioxidative activity of roasted *Pueraria lobata* root extracts. Korean J Food Preserv, 24, 440-445
44. Hwang CR, Shin JH, Kang MJ, Lee SJ, Sung NJ (2012) Antioxidant and antiobesity activity of solvent fractions from red garlic. J Life Sci, 22, 950-957
45. Cho WG, Han SK, Sin JH, Lee JW (2008) Antioxidant of heating pork and antioxidative activities of *Rubus coreanus* miq. extracts. J Korean Soc Food Sci Nutr, 37, 820-825
46. Miller NJ, Rice-Evans C (1997) Factors affecting the antioxidant activity determined by the ABTS^{•+} radical cation assay. Free Radical Res, 26, 195-199
47. Yang MO (2013) Antioxidant and sensory properties of hot water extract of *Liriope* tubers treated at various preprocess. J East Asian Soc Diet Life, 23, 645-653
48. Song YB, Choi JS, Lee JE, Noh JS, Kim MJ, Cho EJ, Song YO (2010) The antioxidant effect of hot water extract from the dried radish (*Raphanus sativus* L.) with pressurized roasting. J Korean Soc Food Sci Nutr, 39, 1179-1186
49. Choi JS, Kim HY, Seo WT, Lee JH, Cho KM (2012) Roasting enhances antioxidant effect of bitter melon (*Momordica charantia* L.) increasing in flavan-3-ol and phenolic acid contents. Food Sci Biotechnol, 21, 19-26
50. Kim JH, Lee SC, Ju YC (2007) Effect of far-infrared irradiation on the antioxidant activity of extracts from *Phellinus igniarius* and *Ganoderma lucidum*. Korean J Food Sci Technol, 39, 386-389
51. Hwang CR, Oh SH, Kim HY, Lee SH, Hwang IG, Shin YS, Lee JS, Jeong HS (2011) Chemical composition and antioxidant activity of Deoduk (*Codonopsis lanceolata*) and *Doragi* (*Platycodon grandiflorum*) according to temperature. J Korean Soc Food Sci Nutr, 40, 798-803
52. Lee JY, Kim BK, Park HJ (2013) Quality characteristics and antioxidant activities of fermented *Deodeok* tea with *Pleurotus eryngii* mycelium. J East Asian Soc Diet Life, 23, 637-644
53. Cho KM, Joo CO (2012) Enhances antioxidant effect of purple sweet potato by roasting. Korean J Food Preserv, 19, 735-743