

백삼, 발효인삼, 홍삼 농축액의 이화학적 특성

공병만 · 박민주 · 민진우 · 김호빈 · 김세화 · 김세영 · 양덕춘[#]

경희대학교 고려인삼명품화사업단 및 인삼유전자원소재은행
(2008년 8월 26일 접수; 2008년 9월 19일 수리)

Physico-Chemical Characteristics of White, Fermented and Red Ginseng Extracts

Byoung-Man Kong, Min-Ju Park, Jin-Woo Min, Ho-Bin Kim, Se-Hwa Kim, Se-Young Kim, Deok-Chun Yang[#]

Korean Ginseng Center for Most Valuable Products & Ginseng Genetic Resource Bank,
Kyung Hee University, Yongin 446-701, Korea.

(Received August 26, 2008; Accepted September 19, 2008)

Abstract : Comparison of the physico-chemical characteristics were investigated among white (WG), fermented (FG) and red ginseng (RG) extracts. We observed maximum contents of extractable solids in FG, but viscosity was lower than other ginseng extracts. The contents of ash and crude protein of FG were higher than those of other ginseng extracts. The contents of carbohydrate were similar, but component Na and crude lipids were maximum in RG. We extended our study on comparison of the calories among WG, FG and RG. We noticed that comparison of the calories among WG, FG and RG showed insignificant difference.

Key words : White ginseng, Fermented ginseng, Red ginseng, Physico-chemical characteristics.

서 론

인삼은 수천 년간 사용되어져 온 대표적인 약용식물로서 세계적으로 자연 건강식품으로 각광 받고 있으며, 약리효능이 과학적으로 입증됨에 따라 한방 뿐 아니라 현대의학에서도 의약품 및 기능성 식품으로 그 수요가 증가하고 있다¹⁾. 백삼은 원료수삼의 표피를 벗기거나 그대로 일광 건조 또는 열풍 건조하여 제조한 것으로, 외형적 가공형태에 따라 직삼, 반곡삼, 곡삼으로 구분된다²⁾. 홍삼은 수삼을 장기간 저장할 목적으로 증숙하여 인삼의 전분을 호화시켜 건조한 것으로 이러한 수처리과정을 거치면서 수삼 또는 백삼과는 다른 유효 성분들이 생성된다고 알려져 있다²⁾. 그동안 주로 수삼, 백삼, 홍삼상태로 건강식품으로 사용되어오던 인삼이 새로운 포제방법에 따라서 효능이 달라지면서 새로운 가공방법이 많이 나타났는데 주로 열처리³⁾, 산처리⁴⁾, 효소처리⁵⁾ 및 미생물을 이용한 발효처리⁶⁾에 의하여 인삼, 홍삼제품이 제조되어 맞춤형 제품 등이

출시되고 있다. 발효인삼은 미생물 및 효소를 이용한 발효를 통해 특정 성분을 강화시킨 가공인삼으로 최근 들어 기능성 식품으로 주목받고 있다⁷⁾. 그러나 이런 원료 등에 대한 정확한 이화학적 분석은 개별적으로 진행되고 있으나 상호 비교한 결과보고는 되어 있지 않다.

인삼의 화학 성분은 탄수화물(60~70%), 합질소화합물(12~16%), 사포닌(3~6%), 지용성 성분(1~2%), 회분(4~6%), 비타민(0.05%) 등으로 이루어져 있다고 보고되어 있다⁸⁾. 인삼의 화학적 활성 성분에 관한 연구는 1854년 미국의 Garriques가 미국삼(*Panax quinquefolium*)으로부터 사포닌 혼합물인 무정형 물질을 분리하여 “panaquilon”이라고 명명한 후로 구체화되었다. 고려인삼의 성분연구는 1970년대 말까지는 거의 사포닌을 중심으로 이루어져 왔으나, 1980년대 이후부터는 천연물의 분리, 정제 기술이 크게 발전하면서 인삼에 포함되어 있는 극미량 사포닌 또는 비사포닌 분획에 대한 성분의 분리 및 약리활성 연구도 활발히 진행되어 왔다. 사포닌을 비롯한 백삼과 홍삼의 성분에 관한 연구는 여러 연구자들에 의해 수행되어져 오고 있으나^{9,10)}, 발효인삼과의 성분에 대한 이화학적 비교에 대한 연구는 아직 수행되지 않고 있는 실정이다.

[#]본 논문에 관한 문의는 이 저자에게로
(전화) +82-31-201-2688
(E-mail) dcyang@khu.ac.kr

따라서 본 연구에서는 백삼, 홍삼과 대비하여 발효인삼의 일반 성분과 대한 성분 특성을 비교하였던 바, 그 결과를 이에 보고한다.

재료 및 방법

1. 실험재료

실험에 사용한 백삼 농축액(white ginseng extracts, WG), 발효인삼 농축액(fermented ginseng extracts, FG)은 (주)일화에서 생산된 일화고려인삼농축액과 발효인삼농축액을 사용하였고, 홍삼농축액(red ginseng extracts, RG)은 경희대 인삼유전자원소재은행에서 공급된 홍삼농축액을 사용하였다.

2. 백삼, 발효인삼, 홍삼 농축액의 성분 특성

1) 고형분 측정

미리 가열하여 항량으로 한 칭량접시에 시료 3~5g을 달아 뚜껑을 약간 열어 105°C 건조기에서 4시간 동안 건조시키고 데시케이터 중에서 약 30분간 식힌 후 무게를 측정하였다. 다시 칭량 접시를 1~2시간 건조하여 약 30분간 식힌 다음 무게를 측정 후 다음과 같은 식으로 계산하여 고형분 함량 값을 얻었다.

$$\text{수분(\%)} = (b-c)/(b-a) \times 100$$

a : 칭량접시의 무게(g)

b : 칭량접시와 검체의 무게(g)

c : 건조 후의 무게(g)

2) 회분(ash) 측정

미리 사기제 도가니를 500~550°C에서 1시간 강열한 후 방치하여 식힌 다음 질량을 정밀하게 측정하였다. 검체 2~4g을 도가니에 넣어 질량을 달아 처음에는 약하게 가열하다가 천천히 온도를 올려 500~550°C에서 4시간 이상 강열하여 탄화물이 남지 않을 때까지 회화하였다. 방치하여 식힌 다음 그 질량을 정밀하게 측정하였다. 다시 잔류물을 회화하고 방치하여 식힌 후 질량을 달아 회분량(%)을 측정하였다.

3) 조지방(crude lipid) 측정

시료 1~10g을 정확하게 칭량하여 Mojonnier관에 분취하였다. 물을 가하여 시료를 용해시키고 전량이 11ml가 되도록 물계 희석하였다. 여기에 ether 25ml를 가하고 마개를 닫아 가볍게 흔들어 혼합시킨 후 마개를 조금 열어 ether 증기가 옆으로 새어 나오도록 하였다. 다시 마개를 막고 30초간 격렬하게 흔들어 준 후, 석유 ether 25ml를 가하고 다시 30초간

격렬히 흔들어주었다. 상등액이 투명하게 될 때까지 방치한 후 직경 7cm의 작은 주름 여과지로 옮겨 여과하고 여액을 미리 항량 해 둔 300 ml conical flask에 모았다. Mojonnier관과 깔때기를 ether+석유 ether(1:1) 혼합액으로 세척하고 conical flask의 에테르 층을 수욕상(75°C)에서 주의하면서 날려 보냈다. Conical flask는 100°C±2°C의 건조기에 넣고 항량이 될 때까지 건조 후 데시케이터에서 식히고 칭량하였다.

4) 조단백(crude protein) 측정

통상적으로 질소함량 2~3 mg의 해당 양 만큼 시료를 채취하였다(이 경우엔 분해 촉진제 0.5 g, sulfuric acid(H₂SO₄; 95%, 비중 1.84) 3~5 ml, 30% 과산화수소(H₂O₂) 1 ml 첨가 후 분해·냉각하고 증류수 20 ml 첨가). Sulfuric acid는 끓는점을 높여주며 N 이외의 성분을 분해하는 작용을 하는데 여기에 산화효과를 높여주는 potassium sulfate 와 ammonia의 생성반응을 촉진하는 copper sulfate 1g을 혼합하여 만든 분해촉진제 노칠염을 1~2g flask, kjeldahl에 넣었다. Micro kjeldahl 분해 장치에 연결하여 가열시 처음에는 흑색에서, 흑갈색, 다갈색, 녹갈색, 담녹색, 청색으로 변하였는데 청색이 된 후 한 시간 정도 더 가열한 뒤 냉각시켰다. 분해액을 100 ml measuring flask로 옮긴 뒤 100 ml 정용하였다. 이 flask, kjeldahl를 증류수로 세척하여 세척액도 함께 정용하였다. 수증기 발생장치에 증류수가 갑자기 끓는 현상을 방지하는 비등석, 역류 세척 시 질소가 증류수로 들어 올 경우를 대비한 sulfuric acid 및 혼합지시약 1~2 방울을 첨가한 뒤 수증기발생장치를 작동하였다. Conical flask에 0.05 N 황산 10 ml와 메틸레드 0.2 g, 메틸렌블루 0.1 g을 에탄올 300 ml에 녹여 여과하여 만든 브런스위크 시액 2~3방울 첨가하고 냉각관 선단에 용액, 황산이 잠기도록 장치 증류플라스크에 시료 희석액 20 ml과 30% sodium hydroxide solution 25 ml을 넣고 증류하였다. Conical flask에 ammonia가 100 ml 모아지면 냉각관 선단 세척액을 conical flask에 함께 모아 증류를 종료시켰다. 역세척을 2~3회 실시하고 뷰렛에 0.05 N sodium hydroxide solution을 채워 암모늄 가스가 포집된 황산용액을 적정(종말점 : 녹색) 공시험 실시 후 조단백의 함량을 계산하였다.

5) 탄수화물(Carbohydrate) 측정

탄수화물의 함량은 식품의약품안전청의 식품공전¹²⁾ 계산법을 이용하여 먼저 추출물 중에 함유된 수분, 회분, 단백질, 지질의 함량을 구한 후 다음 식을 통해 값을 산출하였다.

$$\text{탄수화물} = 100 - (\text{수분} + \text{회분} + \text{단백질} + \text{지질})$$

6) 열량(calorie) 분석

열량은 다음 식을 통해 계산하였다.

$$\text{열량} = (\text{단백질 함량} * 4) + (\text{지방 함량} * 9) + (\text{탄수화물 함량} * 4)$$

7) 점성도(viscosity) 측정

미리 수욕의 온도를 25°C로 맞춘 후 수욕과 점도계를 연결 시켜주는 순환펌프를 작동시켰다. 검체 11.5g을 어댑터 (small sample adapter)에 담은 후 어댑터와 점도계를 결합 하였다. 점도계의 rpm을 0.5로 맞추고, 점도 값이 cp로 표시 되도록 하였다. 약 5분간 0.5 rpm으로 작동시킨 뒤, 2.0 rpm으로 변경하고 다시 5분간 2.0을 유지하여 5.0 rpm으로 변경하였다. 5분 후에 값을 읽어주며 수욕의 온도를 26, 27, 28, 29, 30, 35, 40, 45, 50, 55°C로 조절하면서 각 시간마다 5분간 유지시킨 후 값을 측정하였다.

8) 나트륨(Na) 측정

식품공전¹²⁾의 미량영양성분 시험법 중 나트륨 분석법인 ICP법(유도결합 플라즈마, inductively coupled plasma)을 택 하여 실험을 수행하였다. 이 방법은 아르곤 가스에 고주파를 유도결합방법으로 걸어 방전되어 얻어진 아르곤 플라즈마에 시험 용액을 주입하여 원소의 발광광도를 측정하여 시험용액 중의 원소의 농도를 측정하는 방법이다.

$$C = A \times (50 \text{ ml} / B)$$

A = ICP-AES에서 측정한 원소의 농도(μg/ml)

B = 시료의 무게(g) 또는 양(ml)

C = 시료의 원소 농도(μg/ml 또는 μg/g, ppm)

결과 및 고찰

1. 고형분 측정

고형분이란 액상 시료의 수분을 모두 증발시켰을 때 남는 유효성분의 함량으로 인삼 추출물의 고형분은 60% 이상이며, 수분을 40% 함유하고 있다. 고형분은 사포닌, 합질소화합물(단백질, 아미노산, 펩티드, 핵산, 알칼로이드), 지용성 성분(지질, 지방산, 정유, 식물스테롤, 유기산, 페놀계 화합물, 폴리아세틸렌, 테르페노이드), 비타민(수용성 비타민), 회분(무기질) 그리고 대부분을 차지하는 탄수화물(다당류, 3당류, 2당류, 단당류, 조섬유, 펙틴)로 구성되어 있다.

백삼(WG), 발효인삼(FG), 홍삼(RG) 농축액의 고형분 및 수분함량을 분석한 결과 WG 63.28%, FG 64.82%, RG 60.2% 로 인삼 및 홍삼 모두 60% 이상이어야 한다는 건강기능식품법에 의한 법적 기준을 만족하였으며, 발효인삼 농축액(FG)의 고형분 함량이 가장 높게 측정되었다(Fig. 1-A).

2. 회분(ash) 측정

회분은 인삼 중에 4~6% 함유되어 있으며, 인삼의 무기질 성분은 인삼의 영양성분적 측면과 약리효능적 측면을 고려한 특이성 구분에 초점을 맞추어 다수의 연구자들에 의해 연구되어져 왔다. 그 결과 일반 식물체에서와 같이 N, P, K, Ca, Mg등의 다량원소를 포함하여 Na, Fe, Mn, Zn, Al, Cu, Mo, B, Se, Sr, Ba, Ce, Cr, Cs, La, Rb, Sc, Th, Ti,

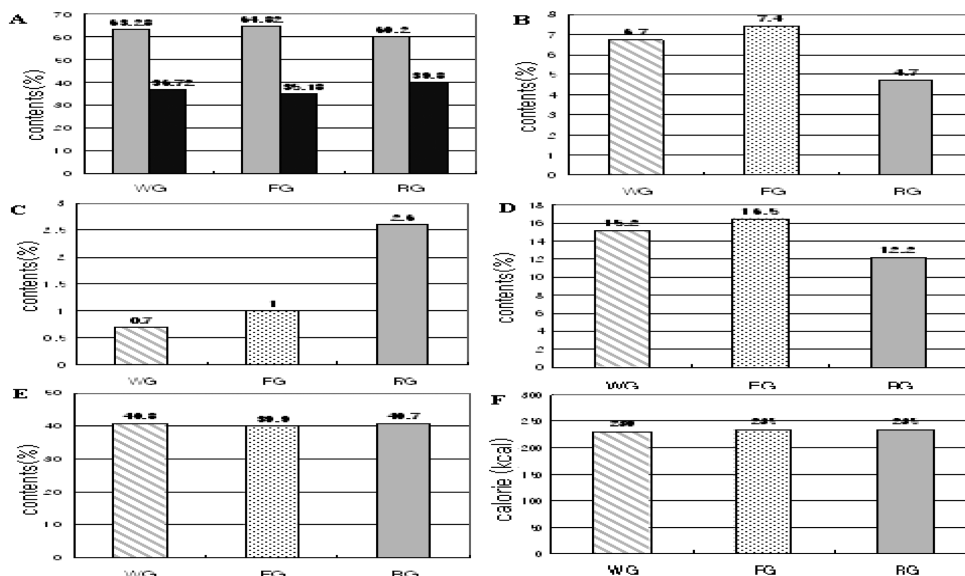


Fig. 1. Comparative analysis of distinct constituents of white ginseng extracts(WG), fermented ginseng extracts(FG) and red ginseng extracts(RG). (A), soluble solid and moisture; (B), ash; (C), crude lipids; (D), crude protein; (E), carbohydrate; (F), calorie.

Co, V, Ge 등의 미량원소가 확인 또는 정량되었다¹²).

WG, FG, RG의 회분 분석 결과 WG 6.62%, FG 7.44%, RG 4.7%로 FG가 가장 높은 것으로 나타났다. 이 결과는 백삼과 홍삼의 무기질 성분 비교 시 대부분의 경우에서 백삼에 그 함량이 많이 존재한다는 결과²)와 일치하며 FG가 WG 보다 높은 것은 발효 시 효소를 이용했기 때문인 것으로 추측된다(Fig. 1-B).

3. 조지방(crude lipid) 측정

인삼 중에 지용성 성분은 1~2% 정도 함유되어 있으며, 지질, 지방산, 정유(essential oil), 식물스테롤(phytosterol), 유기산, 페놀계 화합물, 폴리아세틸렌, 테르페노이드 등으로 구성되어 약리 효능뿐만 아니라 향기성분 등에도 영향을 주는 것으로 알려져 있다¹³).

WG, FG, RG의 조지방 측정 결과 WG 0.66%, FG 1.0%, RG 2.6%로 RG가 WG에 비해 4배가량 높은 것으로 조사되었다(Fig. 1-C). RG가 WG보다 많은 조지방을 함유하는 것은 수삼 중의 estrase 등의 효소가 홍삼 제조 과정 중 열처리에 의해 불활성화되어 유지가 되나 WG은 완전한 건조 과정에서 estrase 효소가 작용되어 쉽게 분해되며¹⁴), 휘발성 향기성분 등으로 전환되어 향기성분 및 품질에 영향을 주는 것으로 판단되며, 이러한 결과로 WG, FG, RG의 향기성분 차이가 발생하는 것으로 생각된다.

4. 조단백(crude protein) 측정

인삼의 주요 질소 화합물은 수용성 단백질, 펩티드, 유리아미노산 등이 있고 미량 함유 성분으로는 당단백질(glycoprotein), 아민(amines), 알칼로이드(alkaloids), 비타민, 유리뉴클레오사이드(free nucleosides) 및 핵산염기(nucleic acid bases) 등이 있다. 최근 인삼의 전통적인 품질지표와 화학성분에 대한 상관성 연구를 통해 인삼에 함유된 질소화합물의 중요성이 강조되고 있다¹³).

WG, FG, RG의 조단백을 측정한 결과 WG 15.2%, FG 16.5%, RG 12.2%로 FG가 가장 높게 나타났다. 조단백은 단백질 및 아미노산 등이 혼합된 형태로 존재한다. 이러한 단백질 속에는 많은 효소 등이 존재하고 있으며, 이는 열에 매우 불안정하여 쉽게 변성되고 불활성화 되어 효소의 본래 활성을 잃는다. 또한 단백질은 열에 의해 파괴 또는 변성되어 일부 아미노산으로 전환되며, 이 아미노산 중 일부는 당과 결합하여 amino-sugar라는 새로운 물질로 전환된다고 알려져 있다. 따라서 RG가 조단백질 함량이 가장 낮은 원인으로 홍삼 제조 조건에 의해 단백질이 새로운 물질로 전환되었거나 엑스로 빠져 나갔을 가능성이 있으며, FG가 가장 높게 나타

난 것은 발효 과정에 있어서 효소를 투입하였기 때문인 것으로 생각된다(Fig. 1-D).

5. 탄수화물(carbohydrate) 측정

탄수화물은 인삼 중 60~70% 함유되어 가장 큰 비중을 차지하고 있으며, 에너지를 제공할 뿐만 아니라, 단맛을 제공하는 중요한 영양소이다¹).

WG, FG, RG의 탄수화물 측정 결과, WG 40.8%, FG 39.9%, RG 40.7%로 큰 차이 없이 유사한 결과를 보였다(Fig. 1-E). 백삼과 홍삼의 유리당 함량을 비교해 보면 glucose와 fructose는 홍삼에 조금 더 함유되어 있으나 백삼의 경우 sucrose가 약 3배 정도 많이 존재함을 알 수 있다¹⁵). 이 sucrose는 체내에서 sucrase에 의해 glucose와 fructose로 분해되므로 결과적으로 홍삼에서 더 함량이 많이 나타나게 되고 총 함량에는 큰 변화가 생기지 않는 것으로 여겨진다.

6. 열량(calorie) 분석

우리 몸에서 열량을 내는 영양소는 탄수화물, 단백질, 지방이며, 이들은 각각 1g당 4 kcal, 4 kcal, 9 kcal의 열량을 낸다¹¹).

WG, FG, RG의 열량을 열량 계산법에 의거하여 계산해본 결과 WG 230 kcal, FG 235 kcal, RG 235 kcal로 큰 차이를 나타내지 않았다(Fig. 1-F).

7. 점성도(viscosity) 측정

WG, FG, RG의 온도별 점성도 변화를 측정한 결과 25°C 기준 WG 6,789 cP, FG 665 cP, RG 14,090 cP로 RG가 WG의 2.1배, FG의 21.2배 높은 것으로 나타났다(Fig. 2). WG, FG, RG 모두 온도를 높일수록 점성도는 떨어졌으며, FG에서는 온도가 증가할수록 급격히 떨어지는 경향을 보였으며, 40°C이상 가열시 점성도의 차이는 크게 나타나지 않았다(Fig. 2). 이는 이미 RG의 경우에는 열처리에 의하여 점성도가 고형분 측정 결과 FG가 RG보다 고형분 함량이 높았지만 점성도가 RG에 비해 낮게 나타난 것은 원료 추출 시 사용되는 용매의 영향 및 발효 과정에 의해 다당류가 단당류로 전환되었기 때문인 것으로 추측된다.

8. 나트륨(Na) 측정

나트륨은 인삼 중에 미량 함유 되어 있으며, 칼륨, 염소와 체내 조직의 중요한 부분에서 밀접하게 관련되어 있다. 이 세 미네랄은 신경자극을 전달하는 전기를 띤 이온으로서 전해질의 균형을 잘 조화해 주며, 영양소가 장에서 혈액으로 운반될 때의 침투성 압력을 조절한다. 또한 체액을 정상적으로 유지,

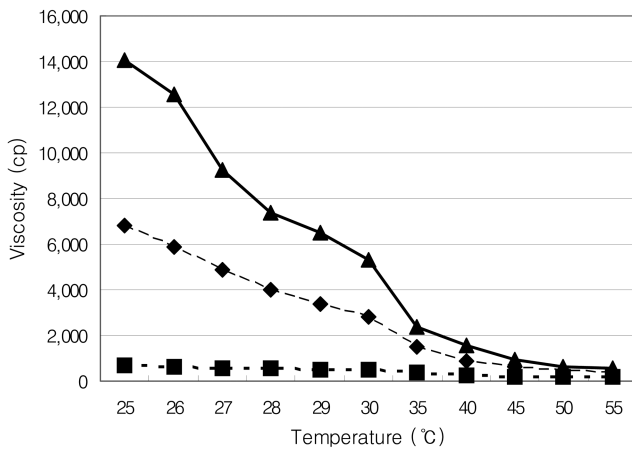


Fig. 2. Viscosity variation of white ginseng extracts (WG), fermented ginseng extracts (FG) and red ginseng extracts (RG) by different temperature. -◆-, WG; -■-, FG; -▲-, RG.

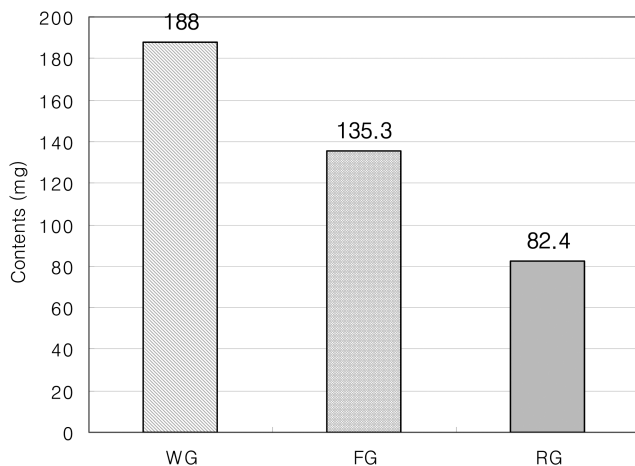


Fig. 3. Comparative analysis of sodium of white ginseng extracts (WG), fermented ginseng extracts (FG) and red ginseng extracts (RG).

위의 염산 생성에 필요하며, 다른 많은 호르몬 분비에도 크게 이바지 한다¹⁵⁾.

WG, FG, RG의 나트륨 성분을 분석한 결과 WG 188 mg/100 g, FG 135.3 mg/100 g, RG 82.4 mg/100 g으로 WG가 RG보다 2배가량 높은 것으로 나타났다(Fig. 3). 그러나 추출물이 아닌 백삼 및 홍삼에 대한 나트륨 성분 함량 비교 시 홍삼에 더 많은 양의 나트륨이 함유되어 있다는 보고도 있다²⁾.

요 약

본 연구에서는 시중에 유통되고 있는 백삼 농축액(white ginseng extract, WG), 발효인삼 농축액(fermented ginseng extract, FG), 홍삼 농축액(red ginseng extract, RG)에 대해 고형분, 점성도, 회분, 조지방, 조단백, 탄수화물, 나트륨, 열량 등을 분석하였다.

백삼 농축액, 발효인삼 농축액, 홍삼 농축액의 고형분 조사 결과, 발효인삼 농축액, 백삼 농축액, 홍삼 농축액 순으로 발효인삼 농축액이 가장 높았으나, 점성도는 홍삼 농축액에서 가장 높게 나타났다. 백삼 농축액, 발효인삼 농축액, 홍삼 농축액 모두 온도를 높일수록 점성도는 떨어지는 경향을 보였으며 40°C 이상 가열 시에는 점성도의 차이가 크게 나타나지 않았다. 회분과 조단백질의 함량은 발효인삼농축액이 가장 높았으며, 조지방은 홍삼농축액에서 가장 높게 나타났다. 탄수화물 함량은 세 농축액에서 큰 차이 없이 유사한 결과를 보였으며, 나트륨 함량은 백삼농축액이 가장 높았다. 그러나 열량에 있어서는 백삼 농축액, 발효인삼 농축액, 홍삼 농축액에서 큰 차이가 없는 것으로 조사되었다.

현재 활발히 연구 중인 백삼 농축액, 발효인삼 농축액, 홍삼 농축액 각각의 이화학적 특성을 분석하여 앞으로의 연구 및 신제품 개발에 이용할 수 있는 결과를 얻을 수 있었다. 이를 토대로 항산화, 면역활성, 혈관이완작용에 미치는 영향을 규명하고 인삼농축액, 발효인삼농축액, 홍삼농축액의 효능 차이를 비교 평가하는 실험이 이루어져야 할 것이다.

사 사

본 논문은 2008년도 정부(과학기술부)의 재원으로 자생식물 이용기술개발사업단(code PF06222-00)과 과학재단 인삼유전 자원소재은행사업의 지원으로 수행된 연구결과로 연구비 지원에 감사드립니다.

인용문헌

1. 고지훈 : 고려인삼. 인삼연초연구원. 천일인쇄사, p. 63 (1994).
2. 한국인삼사 편집위원회 : 한국인삼사(하권). 동일문화사, p. 16-167 (2002).
3. Kitagawa, I., Yoshikawa, M., Yoshihara, M., Hayashi, T. and Taniyama, T. : Chemical studies of crude drugs (1). Constituents of Ginseng radix rubra. *Yakugak Zasshi*. **103**(6), 612-622 (1983).
4. Han, B. H., Park, M. H. and Han, Y. N. : Degradation of ginseng under mild acidic condition. *Planta Med.* **44**, 146-149 (1982).
5. Suzuki, Y., Ko, S. R., Choi, K. J., Uchida, K., Lee, Y. G. and Kim Y. H. : Enzymatic glycosylation and hydrolysis of ginseng saponins. *Proc. 7th Int. ginseng Symp.* Seoul. 373-374 (1998).
6. Hasegawa, H., Sung, J. H., Matsumiya, S. and Uchiyama, M. : Main ginseng saponin metabolites formed by intestinal *Prevotella oris* in hydrolyzing ginseng saponins. *Planta Med.*

- 63(5), 436-440 (1997).
7. 성종환 : 유산균 발효로 약효가 활성화된 신개념 인삼; 비삼 (秘蔘). 고려인삼학회 학술대회지. 고려인삼학회 03 춘계총회 및 학술대회. p. 14-18 (2003).
 8. 조재성, 목성균, 원주연.: 최신인삼재배. 선진문화사 (1998).
 9. Ha, D. C. and Ryu, G. H. : Chemical components of red, white and extruded root ginseng. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **34**(2), 247-254 (2005).
 10. Nam, K. Y. : The comparative understanding between red ginseng and white ginseng, processed ginsengs (*Panax ginseng* C. A. Meyer). *J. Ginseng Res.* **29**(1), 1-18 (2005).
 11. 식품의약품안전청 : 식품공전 2007. 서울. (2007).
 12. 남기열.: 최신고려인삼(성분 및 효능편). 천일인쇄소. (1996).
 13. 박기현, 김신일, 김영숙, 김혜영, 이정숙, 강규상, 이유희 : 인삼 연구 보고서 (효능분야). 한국인삼연초연구소, p. 1-32 (1990).
 14. 남기열 : 홍삼과 백삼의 비교 고찰. 고려인삼학회지. **29**(1), 8-14 (2005).
 15. 한국인삼연초연구소 : 인삼성분연구. p. 166-167 (1983).