

원료삼 크기와 형태가 흑삼의 품질에 미치는 영향

김엽 · 김경탁 · 임태규 · 장미 · 조장원 · 이영경 · [†]홍희도

한국식품연구원 전통식품연구센터

Effects of Fresh Ginseng Size and Shape on Quality of Black Ginseng

Yan Jin, Kyung-Tack Kim, Tae-Gyu Lim, Mi Jang, Chang-Won Cho,
Young Kyoung Rhee and [†]Hee-Do Hong

Traditional Food Research Center, Korea Food Research Institute, Seongnam 13539, Korea

Abstract

Current study was performed to investigate the effect of morphological properties of black ginseng such as size and shape on the quality of black ginseng. The raw ginsengs were separated based on size (medium, large, and extra-large) and shape (straight ginseng, fibrous root ginseng). Subsequently, the raw ginsengs were steamed at 95°C for 3 h and dried in the presence of heated air at 50°C for 30 h. This process was repeated nine times for black ginseng production. The physicochemical properties such as the content of acidic polysaccharides, ginsenosides, and antioxidative activity were evaluated. Although minor difference in physicochemical properties such as acidic polysaccharide content in raw ginseng was observed, no statistical difference in the content of acidic polysaccharides, total phenols, and ginsenosides was observed during final black ginseng production based on size classification. The minor ginsenosides in fibrous root black ginseng, such as Rk3, Rh4, Rg3, Rk1, and Rg5 were higher in content than straight black ginseng. However, no correlation between the shape of ginseng and total phenol content and antioxidative activity was observed. Therefore, present results demonstrate that the difference in ginseng size in same-age and -production area does not affect the quality of black ginseng. Furthermore, difference in ginseng shape does not influence the overall quality of black ginseng. It is hypothesized that this study would be considered as supportive data for the production of high-quality black ginseng.

Key words: Korean ginseng, morphological properties, black ginseng, physicochemical properties, antioxidant activity

서론

인삼(*Panax ginseng* Meyer)은 오가피나무과(Araliaceae)에 속하는 다년생 초본류로 중국을 비롯한 우리나라의 많은 한방의서에서 체력증강, 소화기, 신경, 대사, 순환기 계통 등의 기능조절을 위한 생약재로 활용되어 왔다(Court WE 2000; Kim 등 2007). 고려인삼이 나타내는 우수한 효능은 주로 인삼의 주요성분으로 알려진 사포닌을 비롯하여 산성다당체, 페놀성화합물, 알칼로이드, 폴리아세틸렌, 정유성분, 단백질, 아미노산 및 무기원소 등 다양한 생리활성 성분에 의한 것으로,

이와 관련된 연구나 신규 성분을 발굴하기 위한 연구도 활발히 진행되고 있다(Namba 등 1974; Park JD 1996).

인삼은 가열 처리 방법에 따라 백삼, 홍삼, 흑삼 등으로 분류된다. 백삼은 수삼을 익히지 아니하고 햇볕, 열풍 또는 기타 방법으로 건조한 것을, 홍삼은 수삼을 수증기 또는 기타 방법으로 찐 후, 건조한 것을 말한다. 흑삼의 경우, 2011년부터 인삼산업법에서 인삼류로 정식 분류되면서 “수삼을 증기나 그 밖의 방법으로 찌서 익히고 건조하는 과정을 3회 이상 반복한 것으로 담흑갈색 또는 흑갈색을 띠는 것”으로 정의되어 있다. 흑삼은 수삼의 새로운 가공인삼으로 반복적인 열처

[†] Corresponding author: Hee-Do Hong, Traditional Food Research Center, Korea Food Research Institute, Seongnam 13539, Korea. Tel: +82-31-780-9285, E-mail: honghd@kfri.re.kr

리와 건조공정에 의해 마이너 진세노사이드 Rg3, Rk1, Rg5 등은 백삼과 홍삼보다 높은 함량을 나타낸다(Jin 등 2015). 또한, 기존의 백삼이나 홍삼에 비해서 항산화 활성, 항암 효과, 비만 억제 효과, 혈당 강하작용 등이 우수하다는 사실이 밝혀진 바 있다(Kim 등 2008a; Kim & Kang 2009).

실제 업체에 따라 증자온도, 증자방법, 증자횟수, 건조용기 및 건조방법, 횡수 등이 상이하어 정확한 흑삼의 정의를 규정하는데 어려움이 있다. 또한 백삼이나 홍삼과 같이 연근별, 형태별, 다양한 가공공정별 이화학적 특성, 외형적 특성 및 기능성 관련 연구는 매우 미미한 실정이다. 인삼의 경우, 재배기간이나 크기, 동일한 크기 중에서도 난발삼이나 직삼 등과 같이 형태적 특성에 따라라도 증자 및 건조 등의 가공적성이 상이하고, 성분 및 기능성의 차이를 나타낼 수 있으므로 다양한 원료삼과 가공방법에 따른 흑삼제조 및 이에 따른 성분변화에 대한 기초적인 가공적성 연구가 필요하다. 따라서 본 연구에서는 원료 인삼의 크기와 형태 등 사용한 인삼의 원료특성이 최종 흑삼의 품질에 미치는 영향을 살펴보기 위하여 원료특성별 흑삼을 제조하고, 수율 및 당류, 페놀화합물 및 진세노사이드 등 주요 이화학적 성분 특성 및 항산화 활성을 살펴보았다.

재료 및 방법

1. 실험재료

인삼 시료는 5년근 수삼을 안성인삼협동조합에서 구입하여 선별, 세척한 후, 크기(개체당 무게)에 따라 중(medium, M), 대(large, L), 특대(extra-large, 2L) 등급으로 나누었고, 동일한 크기에서 형태에 따라 직삼(straight ginseng, SG)과 난발삼(fibrous root ginseng, FRG)으로 나누었다. 실험에서 대조군으로 쓴 수삼시료는 동결건조기(PVTFD 10R, ILSHIN, Yangju, Korea)로 72시간 동안 건조시켰고, 흑삼시료는 95℃에서 3시간 증숙하였으며, 이어서 50℃ 열풍으로 30시간 건조하는 과정을 9회 반복하였고, 최종 흑삼의 수분함량은 인삼산업법 기준인 15% 이하이었다. 분석을 위한 시료는 실험실용 분쇄기(Cyclotec™ 1093, FOSS Co., Kyoto, Japan)로 60 mesh 이하로 분쇄하여 사용하였다. Acetonitrile, water는 HPLC 등급으로 Burdick & Jackson Co.(Muskegon, MI, USA), Merck Co.(Darmstadt, Germany) 제품을 사용하였다.

2. 총당 분석

총당 함량은 phenol-sulfuric acid(Dubois 등 1956)법으로 측정하였다. 시료 2 g에 증류수 50 mL 넣어 80℃에서 3시간 추출하여 얻은 물 추출물을 100 mL로 정용하였다. 가용성 총당 함량은 열수 추출물을 0.45 μm로 여과한 후, 총당 분석을 위한 시료로 사용하였다. 시료 1 mL와 5% phenol 1 mL를 혼합

하고, H₂SO₄ 5 mL를 가하여 30분간 방치 후 490 nm에서 흡광도를 측정하였다. 당 정량은 D-glucose(Sigma Chemical Co., St. Louis, MO, USA)를 표준물질로 사용하여 상기방법으로 작성한 표준곡선으로부터 계산하였다.

3. 산성다당체 분석

산성다당체 함량은 carbazole-sulfuric acid법(Do 등 1993)을 일부 변형하여 측정하였다. 앞서 제조한 열수 추출물 5 mL에 냉각한 EtOH 20 mL를 가하고, 2시간 반응한 후 4℃, 10,000 rpm에서 20분간 원심분리하였다. 상등액을 제거하고, 증류수 5 mL를 가하여 녹인 후 0.45 μm 필터로 여과한 다음, 산성다당체 분석용 시료로 사용하였다. 시료용액 0.5 mL와 0.125% carbazol 0.25 mL를 혼합하고, H₂SO₄ 3 mL를 가하여 85℃에서 15분간 반응하였다. 반응액은 15분간 방냉한 후 525 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질로 galacturonic acid(Sigma-aldrich Co., St. Louis, MO, USA)를 사용하여 표준곡선을 작성하고, 산성다당체의 함량을 계산하였다.

4. 총 페놀화합물 분석

총 페놀화합물 함량은 Folin-Ciocalteu법(Singleton & Rossi 1965)에 따라 측정하였다. 시료 2 g에 80% 메탄올 50 mL를 넣어 80℃에서 2시간씩 추출한 다음 여과하였다. 여액을 감압농축기로 농축하고, 증류수 10 mL에 녹인 후 시료용액으로 사용하였다. 시료용액 100 μL, 증류수 5 mL와 Folin & Ciocalteu's phenol reagent 0.5 mL를 혼합하고, 포화 Na₂CO₃ 시약 1.5 mL와 증류수 2.9 mL를 가하여 2시간 방치 후 765 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질로 gallic acid(Sigma Chemical Co., St. Louis, MO, USA)를 이용하여 검량곡선을 작성하고, 총 페놀화합물 함량을 계산하였다.

5. DPPH radical 소거능 시험

DPPH(α,α-diphenyl-β-picrylhydrazyl) 라디칼 소거활성은 Blois의 방법(Blois MS 1958)을 일부 변형하여 다음과 같이 측정하였고, 비교물질로는 항산화 물질로 널리 알려져 있는 ascorbic acid(Sigma Chemical Co., St. Louis, MO, USA)를 사용하였다. 추출된 각 시료는 일정농도로 희석한 후, 시료액 20 μL에 0.1 mM DPPH(Sigma-aldrich Co., St. Louis, MO, USA) 용액 180 μL를 가하여 암조건 하에서 30분간 반응한 후 517 nm에서 흡광도를 측정하였고, 시료의 무첨가군과 첨가군의 값을 비교하여 다음과 같은 계산식에 의해 50% 흡광도의 감소를 나타내는 검체의 농도(IC₅₀)로 나타내었다.

$$\text{Inhibition(\%)} = \frac{(\text{Control O.D.} - \text{Sample O.D.})}{\text{Control O.D.}} \times 100$$

6. 진세노사이드 분석

시료 1 g에 80% 메탄올 10 mL를 넣어 30분간 초음파 추출한 후 0.2 µm로 여과한 다음 UPLC(Hitachi Ltd., Tokyo, Japan)를 이용하여 진세노사이드 조성 및 함량을 분석하였다. 칼럼은 ACQUITY BEH C18(50×2.1 mm, 1.7 µm, Waters), 검출기는 UV detector(UV-VIS Detector 6420), 파장은 203 nm에서 측정하였으며, 이동상으로는 water(A)와 acetonitrile(B)의 gradient system(Binary Pump 6170)을 사용하였으며, gradient는 0분(15% B), 0.5분(15% B), 14.5분(30% B), 15.5분(32% B), 18.5분(38% B), 22분(41% B), 25분(55% B), 29분(55% B), 33분(70% B), 35분(90% B), 37분(90% B), 38분(15% B), 41분(15% B)이었다. 이동상의 유속은 0.6 mL/min이었으며, 시료 주입량은 3 µL, 분석온도는 45°C로 하였다.

7. 통계분석

실험결과와 통계분석에는 IBM SPSS Statistics(Ver 22.0, IBM Corp., Armonk, NY, USA)를 이용하였으며, 유의성 검증을 위해 ANOVA 분산분석 및 Duncan's multiple range test를 실시하였다.

결과 및 고찰

1. 원료삼의 외형 특성

흑삼의 가공적성에 미치는 영향을 살펴보기 위하여 동일 지역, 동일시기에 채굴한 수삼을 사서 등급기준에 따라 분류하였다. 원료삼 크기에 따른 가공적성 실험에 사용한 원료삼의 특성은 Table 1과 같으며, 실험은 크기별로 세 그룹(중, 대, 특대)으로 나누어 수행하였다. 중(M) 그룹의 무게는 53~68 g의 범위였으며, 평균값은 58.4 g이었고, 동체의 직경은 2.23~2.71 cm의 범위였으며, 평균값은 2.41 cm이었다. 대(L) 그룹의 무게는 68~93 g의 범위였으며, 평균값은 78.1 g이었고, 동체의 직경은 2.11~3.23 cm의 범위였으며, 평균값은 2.70 cm이었다. 특대(2L) 그룹의 무게는 96~145 g의 범위였으며, 평균값은 115.2 g이었고, 동체의 직경은 2.57~3.83 cm의 범위였으며, 평균값은 3.24 cm이었다.

원료삼의 형태별 흑삼 가공적성 실험에 사용한 원료삼의 특성은 Table 2와 같으며, 형태별로 직삼, 난발삼 두 개 그룹으로 나누어 흑삼을 제조하고, 가공적성을 검토하였다. 원료 직삼의 무게는 96~145 g의 범위였으며, 평균값은 115.2 g이었고, 동체의 직경은 2.57~3.83 cm의 범위였으며, 평균값은 3.24 cm이었다. 난발삼의 무게는 106~167 g의 범위였으며, 평균값은 127.5 g이었고, 동체의 직경은 3.39~3.93 cm의 범위였으며, 평균값은 3.66 cm이었다.

Table 1. Sample information of different size ginsengs

Sample	M	L	2L
Cultivation regions	Gyeonggi-do		
Supplier	Anseong Ginseng Agricultural Cooperatives		
Harvest time	2015.12		
Variety	<i>Panax ginseng</i> Meyer		
Cultivation years	5 years old		
Weight (g)	53~68	68~93	96~145
Diameter (cm)	2.23~2.71	2.11~3.23	2.57~3.83

M, medium size ginseng; L, large size ginseng; 2L, extra-large size ginseng

Table 2. Sample information of straight ginseng and fibrous root ginseng

Sample	SG	FRG
Cultivation regions	Gyeonggi-do	
Supplier	Anseong Ginseng Agricultural Cooperatives	
Harvest time	2015.12	
Variety	<i>Panax ginseng</i> Meyer	
Cultivation years	5 years old	
Weight (g)	96~145	106~167
Diameter (cm)	2.57~3.83	3.39~3.93

SG, straight ginseng; FRG, fibrous root ginseng

2. 흑삼의 제조 및 수율

수삼을 95°C에서 3시간 증숙한 후 50°C에서 30시간 건조하는 과정을 9회 반복하였으며, 최종 흑삼의 수분함량은 인삼 산업법 기준인 15% 이하이었다. 증숙을 거치는 동안 백색에서 흑갈색으로 변하는 것으로 나타났고, 크기별, 형태별 원료 모두에서 외관적으로 터짐이나 갈라짐과 같은 현상은 나타나지 않았다(Fig. 1). 최종 흑삼의 수율은 크기등급 M은 28.5%, L은 25.9%, 2L은 27.9%이었고, 형태별 흑삼 제조 시에 직삼은 27.9%, 난발삼은 29.9%의 수율을 나타내었다.

3. 총당 및 산성다당체 함량

인삼에 함유되어 있는 성분 중에서 가장 많은 비율을 차지하고 있는 물질은 당류이며, 그 중에서 산성다당체는 사포닌에 이은 인삼내의 주요 유용성분으로 많은 연구가 진행되고 있다. 산성다당체는 펙틴 유사물질로서 galacturonic acid가 96~98% 정도를 차지하고, 그 외 glucose, arabinose, rhamnose 및 galactose 등으로 구성되어 있다(Min 등 1984). 산성다당체는 항암면역 증강 작용(Kim 등 1997)이 있으며, 콜레스테롤 에스트라제 활성억제 및 지방분해효소 활성(Hwang & Lee 1992)

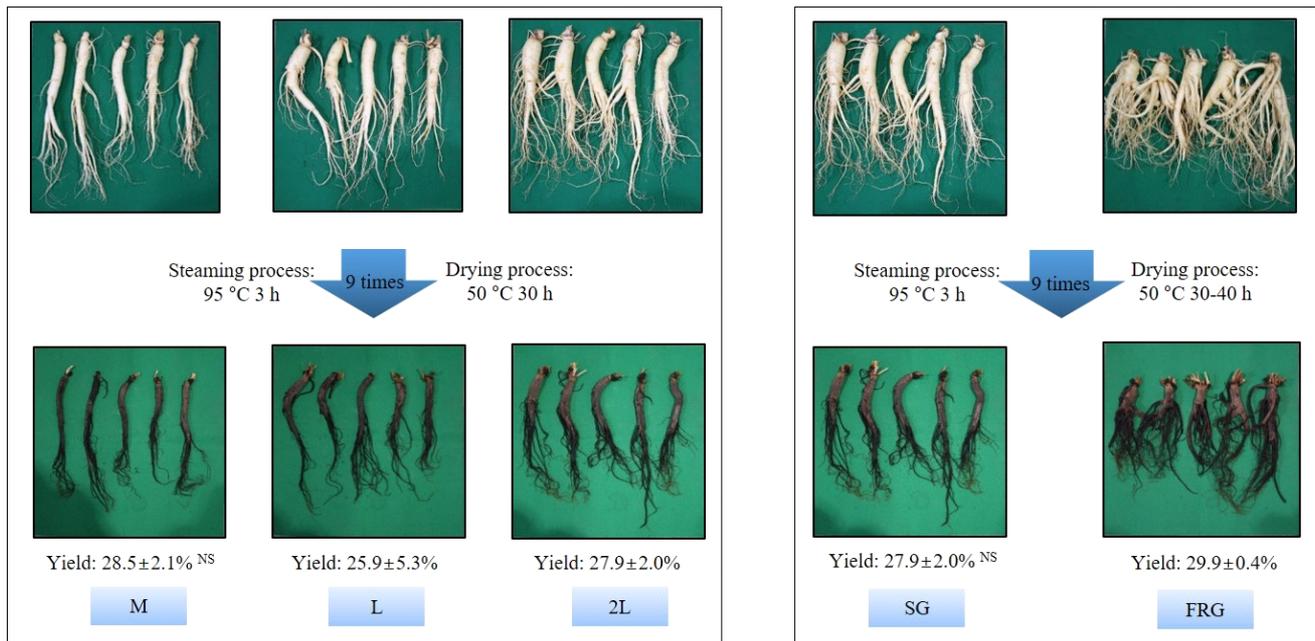


Fig. 1. Appearance of different type ginsengs. M, medium size ginseng; L, large size ginseng; 2L, extra-large size ginseng; SG, straight ginseng; FRG, fibrous root ginseng. Mean values ± S.D. (n=5). NS, not significant.

이 있다고 밝혀졌다.

인삼 크기에 따른 총당 함량을 분석한 결과는 Fig. 2에 나타내었다. 총당은 흑삼에서 수삼보다 증가하는 경향을 보였는데, 증숙 과정에서 maltose, fructose와 같은 유리당이 생성되어 가용성 총당의 증가가 일어난 것으로 사료된다. 총당 함량은 수삼과 흑삼에서 크기에 따른 유의적인 차이는 없었다. 산성다당체는 Fig. 3에서 보면 수삼에서는 크기등급 2L에서 29.94 mg/g으로 함량이 가장 높았고, 흑삼에서는 크기등급 L의 함량이 67.14 mg/g으로 가장 높았다. 최종 흑삼에서 원료삼에 비해서 크기등급 M은 산성다당체가 3.3배, L은 3.4배, 2L은 2.5배 증가하는 것으로 나타내었다. 최종 흑삼에서 크기

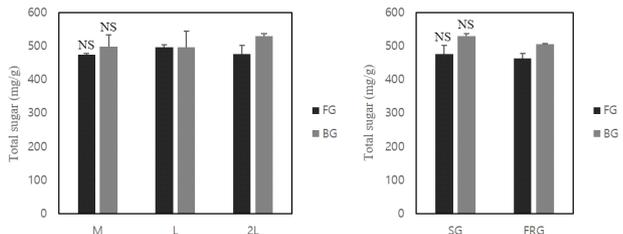


Fig. 2. Total sugar contents of different type ginsengs. FG, fresh ginseng; BG, black ginseng; M, medium size ginseng; L, large size ginseng; 2L, extra-large size ginseng; SG, straight ginseng; FRG, fibrous root ginseng. Mean values ± S.D. (n=3). NS, not significant.

등급 L의 산성다당체 함량이 다소 높았고, 또한 원료삼 대비 증가된 함량도 다소 높았으나, 모든 실험군 간에 유의적인 차이는 없었다.

형태별 실험의 산성다당체 측정 결과는 Fig. 3과 같다. 산성다당체의 경우, 직삼 및 난발삼의 수삼과 흑삼의 함량은 각각 29.94 mg/g에서 63.26 mg/g으로, 42.06 mg/g에서 81.44 mg/g으로 유의적으로 증가하는 것으로 나타내었다(p<0.01). 직삼은 증숙과정 중 2.1배로 증가하였고, 난발삼은 1.9배로 증가하여 증가률은 직삼이 다소 높은 것으로 나타내었다. 이는 열

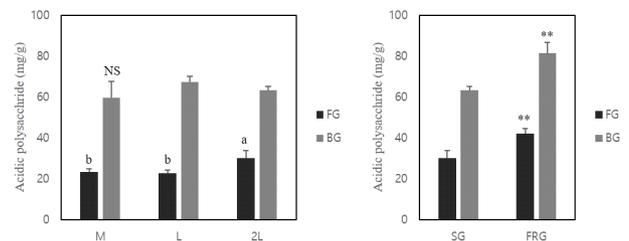


Fig. 3. Acidic polysaccharide contents of different type ginsengs. FG, fresh ginseng; BG, black ginseng; M, medium size ginseng; L, large size ginseng; 2L, extra-large size ginseng; SG, straight ginseng; FRG, fibrous root ginseng. Mean values ± S.D. (n=3). NS, not significant; a~b means with different alphabet superscripts on bars are significantly different at p<0.05; **p<0.01 versus FG (untreated group).

처리에 의해 조직성분이 분해되어 산성다당체가 가용화되기 쉬운 상태가 되어 추출 효율이 높아지는 것으로 연구된 바 있으며, 본 연구에 의하면 원료삼 크기에 따른 실험에서는 흑삼의 산성다당체 함량이 유의적인 차이가 없었고, 형태별 실험에서는 난발삼 흑삼의 산성다당체 함량이 직삼 형태에 비해 다소 높은 것으로 나타내었다.

4. 총 페놀화합물 함량

식물체에 널리 분포되어 있는 페놀성 물질의 phenolic hydroxyl이 거대분자와 결합하여 항암, 항균, 항산화작용, 진경작용, 간보호작용, 혈압강화작용 등 생리활성기능을 갖는 것으로 알려져 있다(Park 등 2003; Lee 등 2006). 인삼의 페놀성 물질로는 gentisic acid, salicylic acid, protocatechuic vanillic acid, ρ -benzoxy-benzic acid 등 10여종 이상의 페놀성 화합물이 보고되어 있고, 위에서 설명한 다양한 생리활성과 관련이 있는 것으로 보고되고 있다(Han 등 1981; Wee 등 1989; Wee 등 1990; Yang HS 2003). 일반적으로 결합형 폴리페놀이 열처리로 인해 유리형으로 전환되고, 고분자가 저분자 페놀화합물로 전환되거나, 새롭게 페놀화합물이 생성되어 총 페놀화합물 함량이 증가하는 것으로 보고되어 있다(Choi 등 2005).

인삼 크기별 흑삼 제조시의 총 페놀화합물 함량을 분석한 결과는 Fig. 4와 같다. 크기등급 M은 초기 1.03 mg/g에서 6.58 mg/g으로 6.4배 증가하였고, L은 초기 1.06 mg/g에서 7.02 mg/g으로 6.6배 증가하였으며, 2L는 1.10 mg/g에서 7.01 mg/g으로 6.4배 증가하였다. 초기 원료수삼에서는 크기에 따른 유의적인 차이는 없었다. 최종 흑삼에서는 크기등급 L과 2L에서 다소 높은 함량을 나타내었고, 초기수삼과 비교하였을 때 크기등급 L에서 증가량이 다소 높은 것으로 나타났으나, 전반적으로 원료삼 크기에 따른 흑삼의 총 페놀화합물 함량은 유의적인 차이를 나타내지 않았다.

원료수삼 형태별 흑삼 제조 시의 총 페놀화합물 함량을 측

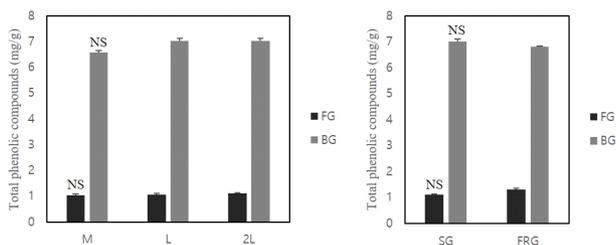


Fig. 4. Total phenolic compounds of different type ginsengs. FG, fresh ginseng; BG, black ginseng; M, medium size ginseng; L, large size ginseng; 2L, extra-large size ginseng; SG, straight ginseng; FRG, fibrous root ginseng. Mean values \pm S.D. (n=3). NS, not significant.

정한 결과는 Fig. 4에 나타내었다. 직삼의 총 페놀화합물 함량은 초기 수삼 1.10 mg/g에서 7.01 mg/g으로 6.4배 증가하였고, 난발삼은 초기 수삼 1.30 mg/g에서 6.80 mg/g으로 5.2배 증가하였다. 그러나 원료수삼 및 최종 흑삼에서 형태에 따른 총 페놀화합물의 함량의 유의적인 차이는 없었다. 이는 Jo 등 (2011)의 연구결과와 유사한 결과로 인삼의 가장 작은 세근 말단 부분에서 가장 높은 폴리페놀 함량을 나타내지만, 주근, 지근, 세근을 그룹으로 묶어 비교한 결과는 각 그룹 간에 차이가 없는 것으로 보고된 바 있다.

5. DPPH 라디칼 소거활성

원료삼의 특성에 따른 최종 흑삼의 항산화 활성 분석을 위하여 DPPH 라디칼 소거활성법을 적용하였다. 인체에 무해하고 항산화력이 우수한 천연 항산화제에 관한 연구가 오래전부터 진행되어 왔으며, 식물추출물로부터 라디칼 소거 기능을 탐색함으로써 천연 항산화제를 개발할 수 있다. 본 연구에서는 DPPH 라디칼 소거활성을 IC₅₀ 값으로 나타내었고, 산화제 ascorbic acid와 비교 분석하였다(Fig. 5). 산화제 ascorbic acid의 IC₅₀ 값은 0.005 mg/mL이었고, 원료수삼의 IC₅₀ 값은 크기에 따라 크기등급 M은 18.38 mg/mL, L은 18.61 mg/mL, 2L은 18.39 mg/mL로 큰 차이가 없었으며, 흑삼 제조 시에 원료 수삼과 비교할 때 DPPH 라디칼 소거활성이 크기등급 M은 18배 높아지고, L과 2L은 21배로 급격히 높아지는 것으로 나타났다. 최종 흑삼에서는 크기가 증가할수록 항산화 활성이 다소 증가하였으나, 유의적인 차이는 없었다.

원료수삼의 형태를 달리하여 흑삼을 제조 시에 직삼의 IC₅₀ 값은 초기 수삼 18.39 mg/mL에서 0.85 mg/mL로 DPPH 라디칼 소거활성이 21배 증가하였고, 난발삼은 수삼 16.17 mg/mL에서 0.94 mg/mL로 DPPH 라디칼 소거활성이 17배 증가하였다. 원료 수삼에서는 난발삼의 DPPH 라디칼 소거활성이 다소 높게 나타났지만, 흑삼으로 제조 시에는 큰 차이가 없었다. 이는 총 페놀화합물 결과와 유사한 경향이었다. DPPH 라디

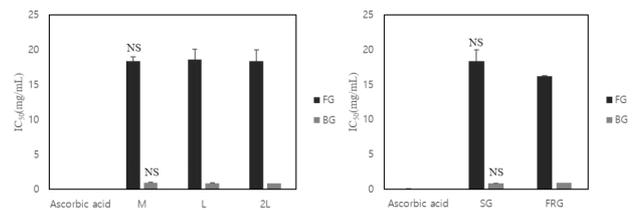


Fig. 5. DPPH radical scavenging activity of different type ginsengs. FG, fresh ginseng; BG, black ginseng; M, medium size ginseng; L, large size ginseng; 2L, extra-large size ginseng; SG, straight ginseng; FRG, fibrous root ginseng. Mean values \pm S.D. (n=3). NS, not significant.

컬 소거능은 항산화능을 지닌 페놀성 물질 함량이 높을수록 소거활성이 증가되며, 따라서 free radical 물질인 DPPH의 소거활성은 유의적인 상관관계를 갖는 것으로 나타내었다.

6. 흑삼의 진세노사이드 함량

수삼 크기에 따른 흑삼의 진세노사이드 함량의 변화를 살펴본 결과는 Table 3에 나타내었다. 초기 수삼에 주요 진세노사이드인 Rg1과 Re 그리고 Rb1, Rb2, Rc, Rd가 많이 검출되었으나, 흑삼 특이 진세노사이드는 검출되지 않았다. 반면에, 구증구포한 흑삼에는 흡수가 빠르고, 인체에 항암활성이 강한 흑삼 특이 진세노사이드인 Rh1, Rg2, Rk3, Rh4, Rg3, Rk1 그리고 Rg5 등이 많이 형성되었다. 인삼을 크기에 따라 진세노사이드 함량을 비교한 결과, 수삼에서는 크기별 뚜렷한 경향을 보이지 않았으며, 흑삼에서는 크기등급 L에서 흑삼의 지표성분인 Rk3, Rh4, Rk1, Rg5 등 진세노사이드 함량이 다소 높은 것으로 나타났지만 큰 차이는 없었다.

형태에 따른 흑삼의 진세노사이드 함량은 Table 4와 같다. 수삼에서는 난발삼의 주요 진세노사이드 함량이 직삼에 비해 2배 이상 높은 것으로 나타내었다. 이는 Ahn 등(2008)과 Li 등(2009)의 연구결과와 유사한 결과로서 난발삼이 직삼에 비해 지근과 세근이 많아 진세노사이드 함량이 높은 것으로 사료되었다. 이는 구증구포 후 흑삼에서도 마찬가지로 흑삼

Table 4. Ginsenosides contents (mg/g) of straight ginseng and fibrous root ginseng

Ginsenoside (mg/g)	SG		FRG	
	FG	BG	FG	BG
Rg1	2.00±0.13	1.54±0.14	4.11±0.16	1.54±0.02
Re	2.66±0.11	1.84±0.27	5.48±0.18	2.05±0.02
Rf	1.83±0.21	0.74±0.10	2.78±0.34	0.95±0.01
Rh1(S)	ND	0.33±0.05	ND	0.36±0.01
Rg2(S)	ND	0.59±0.08	ND	0.72±0.02
Rg2(R)	ND	0.30±0.04	ND	0.31±0.01
Rb1	1.37±0.03	3.25±0.08	3.59±0.05	4.32±0.02
Rc	0.61±0.01	2.16±0.02	1.63±0.02	2.61±0.01
Rb2	0.45±0.01	2.08±0.02	1.33±0.01	2.36±0.02
Rb3	0.15±0.01	0.49±0.02	0.31±0.01	0.55±0.02
Rd	0.23±0.00	0.65±0.01	0.33±0.00	0.88±0.01
Rk3	ND	0.39±0.01	ND	0.45±0.04
Rh4	ND	1.33±0.04	ND	1.65±0.11
Rg3(S)	ND	0.56±0.03	ND	0.70±0.00
Rg3(R)	ND	0.33±0.01	ND	0.37±0.01
Rk1	ND	0.96±0.01	ND	1.32±0.03
Rg5	ND	5.70±0.40	ND	7.12±0.66

FG, fresh ginseng; BG, black ginseng; SG, straight ginseng; FRG, fibrous root ginseng; ND, not detected. Mean values ± S.D. (n=3)

Table 3. Ginsenosides contents (mg/g) of different size ginsengs

Ginsenoside (mg/g)	M		L		2L	
	FG	BG	FG	BG	FG	BG
Rg1	2.06±0.12	1.28±0.04	2.75±0.11	1.44±0.01	2.00±0.13	1.54±0.14
Re	3.23±0.14	1.80±0.09	2.59±0.19	1.73±0.01	2.66±0.11	1.84±0.27
Rf	1.87±0.11	0.77±0.00	1.99±0.06	0.74±0.00	1.83±0.21	0.74±0.10
Rh1(S)	ND	0.29±0.01	ND	0.32±0.00	ND	0.33±0.05
Rg2(S)	ND	0.62±0.01	ND	0.56±0.01	ND	0.59±0.08
Rg2(R)	ND	0.28±0.01	ND	0.30±0.01	ND	0.30±0.04
Rb1	1.88±0.12	2.91±0.13	1.52±0.08	3.63±0.14	1.37±0.03	3.25±0.08
Rc	0.83±0.02	1.87±0.05	0.95±0.04	2.14±0.02	0.61±0.01	2.16±0.02
Rb2	0.65±0.02	1.71±0.04	0.82±0.05	1.93±0.02	0.45±0.01	2.08±0.02
Rb3	0.27±0.03	0.36±0.01	0.22±0.01	0.45±0.02	0.15±0.01	0.49±0.02
Rd	0.29±0.02	0.81±0.02	0.28±0.01	0.70±0.02	0.23±0.00	0.65±0.01
Rk3	ND	0.35±0.02	ND	0.44±0.02	ND	0.39±0.01
Rh4	ND	1.22±0.06	ND	1.51±0.06	ND	1.33±0.04
Rg3(S)	ND	0.67±0.10	ND	0.58±0.01	ND	0.56±0.03
Rg3(R)	ND	0.39±0.02	ND	0.34±0.00	ND	0.33±0.01
Rk1	ND	0.97±0.03	ND	1.04±0.04	ND	0.96±0.01
Rg5	ND	5.85±0.51	ND	6.28±0.53	ND	5.70±0.40

FG, fresh ginseng; BG, black ginseng; M, medium size ginseng; L, large size ginseng; 2L, extra-large size ginseng; ND, not detected. Mean values ± S.D. (n=3)

특이 진세노사이드 Rk3, Rh4, Rg3, Rk1, Rg5 등은 난발삼이 직삼에 비해 13~38% 더 높은 것으로 나타났다. 흑삼 특이 진세노사이드는 열처리과정을 거치는 동안 결합한 당이 이탈하거나, C-20 위치의 수산기의 이성화에 의해 20(S)-와 20(R)-로 구분되었다(Nah 등 1997). 진세노사이드 Rg3는 항종양 효과(Liu 등 2009), 항비만 효과(Hwang 등 2009), 신경보호효과(Tian 등 2005), 항불안 효과(Kim 등 2009), 혈액순환촉진작용(Matsuda 등 2000); Rk1은 혈소판 응집억제 효과(Lee 등 2009), 항종양 효과(Kim 등 2008b) 등이 보고되었다. 또한 증포 후 함량 증가가 현저한 Rg5는 항유방암 효과(Kim & Kim 2015), 항염증 작용(Lee SM 2014) 등의 약리효능을 가지는 것으로 보고되었다.

요 약

흑삼은 고기능성 신규 인삼제품으로 높은 관심의 대상이 되고 있지만, 흑삼제조와 관련된 기초 연구는 아직 미미한 실정이다. 본 연구에서는 원료삼의 외형적 특성이 흑삼제품의 품질에 미치는 영향을 살펴보기 위하여 동일지역, 동일시기에 수확된 5년근 수삼을 시중에서 구입한 후, 크기별(중, 대, 특대) 또는 형태별(직삼, 난발삼)로 분류하고, 흑삼 제조시의 수율과 당류, 폴리페놀 및 진세노사이드 등 주요 이화학적 성분 및 항산화 활성을 비교하였다. 원료삼의 크기별 이화학적 특성을 살펴본 결과, 흑삼의 산성다당체, 흑삼특이 미량 진세노사이드인 Rk3, Rh4, Rg5, Rk1의 함량은 크기등급 L에서 다소 높았으나, 전체적으로 원료삼의 크기에 따른 흑삼의 이화학적 특성은 유의적인 차이는 없었다. 원료삼의 형태에 따른 흑삼의 이화학적 특성 분석결과에서는 난발삼의 산성다당체, 흑삼 특이 미량 진세노사이드인 Rk3, Rh4, Rg5, Rk1의 함량이 직삼보다 다소 높은 경향을 나타내었으나, 폴리페놀 함량과 항산화 활성은 형태에 따른 유의적인 차이가 없었다. 전반적으로 흑삼 제조 시 원료삼의 크기는 흑삼품질에 큰 영향을 미치지 않는 것으로 판단되었으나, 원료삼의 형태는 주요 활성성분인 산성다당체, 진세노사이드 함량에 다소 영향을 미치는 것으로 판단되었다. 본 연구결과는 고품질 흑삼제조를 위한 기초자료로 활용 가능할 것이라 기대된다.

감사의 글

본 연구는 농림축산식품부 고부가가치식품기술개발사업에 의해 이루어진 것으로 연구비 지원에 감사드립니다.

References

- Ahn IO, Lee SS, Lee JH, Lee MJ, Jo BG. 2008. Comparison of ginsenoside contents and pattern similarity between root parts of new cultivars in *Panax ginseng* C. A. Meyer. *J Ginseng Res* 32:15-18
- Blois MS. 1958. Antioxidant determination by the use a stable free radical. *Nature* 181:1199-1200
- Choi Y, Lee SM, Chun J, Lee HB, Lee J. 2005. Influence of heat treatment on the antioxidant activities and poly phenolic compounds of Shiitake (*Lentinus edodes*) mushroom. *Food Chem* 99:381-387
- Court WE. 2000. Ginseng: The Genus *Panax*. Harwood Academic Publishers, Amsterdam, Netherlands pp.23-39
- Do JH, Lee HO, Lee SK, Jang JK, Lee SD, Sung HS. 1993. Colorimetric determination of acidic polysaccharide from *Panax ginseng*, its extraction condition and stability. *Korean J Ginseng Sci* 17:139-144
- Dubois M, Gilles KA, Hamilton JK, Robers PA, Smith F. 1956. Colorimetric method for determination of sugar and related substances. *Anal Chem* 28:350-356
- Han BH, Park MH, Han YN. 1981. Studies on the antioxidant components of Korean ginseng (III). Identification of phenolic acid. *Arch Pharm Res* 4:53-58
- Hwang JT, Lee MS, Kim HJ, Sung MJ, Kim HY, Kim MS, Kwon DY. 2009. Antiobesity effect of ginsenoside Rg3 involves the AMPK and PPAR- γ signal pathways. *Phytother Res* 23:262-266
- Hwang YK, Lee SD. 1992. Inhibitory activity of acidic polysaccharides of Korean red ginseng on lipolytic action of toxohormone-L from cancerous ascites fluid. *Korean J Food Nutr* 5:7-12
- Jin Y, Kim YJ, Jeon JN, Wang C, Min JW, Noh HY, Yang DC. 2015. Effect of white, red and black ginseng on physico-chemical properties and ginsenosides. *Plant Foods Hum Nutr* 70:141-145
- Jo JE, Kim KH, Kim MS, Choi EJ, Byun MW, Yook HS. 2011. Antioxidant activity from different root parts of 6-year-old *Panax ginseng* C. A. Meyer (Yun-poong). *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40:493-499
- Kim EK, Lee JH, Cho SH, Shen GN, Jin LG, Myung CS, Oh HJ, Kim Dh, Yun JD, Roh SS, Park YJ, Seo YB, Song GY. 2008a. Preparation of black *Panax ginseng* by new methods and its antitumor activity. *Kor J Herbology* 23:85-92
- Kim HJ, Hwangbo MH, Lee JW, Im HG, Lee IS. 2007. Antioxidant effects of ginseng powder on liver of benzo(a)

- pyrene-treated mice. *Korean J Food Sci Technol* 39:217-221
- Kim KH, Jung IS, Chung HY, Jo SK, Yun YS. 1997. Preclinical evaluation of polysaccharides extracted from Korean red-ginseng as an antineoplastic immunostimulator. *J Ginseng Res* 21:78-84
- Kim SJ, Kim AK. 2015. Anti-breast cancer activity of Fine Black ginseng (*Panax ginseng* Meyer) and ginsenoside Rg5. *J Ginseng Res* 39:125-134
- Kim SN, Kang SJ. 2009. Effects of black ginseng (9 times-steaming ginseng) on hypoglycemic action and changes in the composition of ginsenosides on the steaming process. *Korean J Food Sci Technol* 41:77-81
- Kim TW, Choi HJ, Kim NJ, Kim DH. 2009. Anxiolyticlike effects of ginsenosides Rg3 and Rh2 from red ginseng in the elevated plus-maze model. *Planta Medica* 75:836-839
- Kim YJ, Kwon HC, Ko H, Park JH, Kim HY, Yoo JH, Yang HO. 2008b. Anti-tumor activity of the ginsenoside Rk1 in human hepatocellular carcinoma cells through inhibition of telomerase activity and induction of apoptosis. *Biol Pharm Bull* 31:826-830
- Lee JG, Lee YY, Kim SY, Pyo JS, Yun-Choi HS, Park JH. 2009. Platelet antiaggregating activity of ginsenosides isolated from processed ginseng. *Pharmazie* 64:602-604
- Lee SJ, Park DW, Jang HG, Kim CY, Park YS, Kim TC, Heo BG. 2006. Total phenol content, electron donating ability and tyrosinase inhibition activity of pear cut branch extract. *Kor J Hort Sci Technol* 24:338-342
- Lee SM. 2014. Anti-inflammatory effects of ginsenosides Rg5, Rz1, and Rk1: Inhibition of TNF- α -induced NF- κ B, COX-2, and iNOS transcriptional expression. *Phytother Res* 28:1893-1896
- Li X, Kang SJ, Han JS, Kim JS, Choi JE. 2009. Effects of root diameter within different root parts on ginsenoside composition of Yunpoong cultivar in *Panax ginseng* C. A. Meyer. *Korean J Medicinal Crop Sci* 17:452-457
- Liu TG, Huang Y, Cui DD, Huang XB, Mao SH, Ji LL, Song HB, Yi C. 2009. Inhibitory effect of ginsenoside Rg3 combined with gemcitabine on angiogenesis and growth of lung cancer in mice. *BMC Cancer* 9:1471-2407
- Matsuda H, Kubo T, Kubo M. 2000. Chemical changes of ginsenoside-Rb1 in stomach and improving effects of its product, 20(S)-ginsenoside-Rg3 on a peripheral circulation disorder. *The Ginseng Review* 28:12-15
- Min KC, Jo JS, Kim ES. 1984. Studies on the nonstarchy polysaccharides of Korean ginseng, *Panax ginseng*, C. A. Meyer II. physicochemical properties of pectic substances. *Korean J Ginseng Sci* 8:105-113
- Nah SY, Unteutsch A, Bunzow JR, Cook SP, Beacham DW, Grandy DK. 1997. Mu and delta opioids but not kappa opioid inhibit voltage-activated Ba²⁺ currents in neuronal F-11 cell. *Brain Res* 766:66-71
- Namba T, Yoshizaki M, Tomimori T, Kobashi K, Mitsui K. 1974. Chemical and biochemical evaluation of ginseng and related crude drugs. *Yakugaku Zasshi* 94:252-260
- Park CK, Jeon BS, Yang JW. 2003. The chemical components of Korean ginseng. *Korean J Food Industry Nutr* 8:10-23
- Park JD. 1996. Recent studies on the chemical constituents of Korean ginseng (*Panax ginseng* C. A. Meyer). *Korean J Ginseng Sci* 20:389-415
- Singleton VL, Rossi JA. 1965. Colorimetry of total phenolic with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagent. *Am J Enol Vitic* 16:144-158
- Tian J, Fu F, Geng M, Jiang Y, Yang J, Jiang W, Wang C, Liu K. 2005. Neuroprotective effect of 20(S)-ginsenoside Rg3 on cerebral ischemia in rats. *Neurosci Lett* 374:92-97
- Wee JJ, Park JD, Kim MW. 1989. Identification of phenolic antioxidants components isolated from *Panax ginseng*. *J Korean Agric Chem Soc* 32:50-56
- Wee JJ, Park JD, Kim MW. 1990. Structural study on a permethyl ether of a new polyphenolic compound isolated from *Panax ginseng*. *J Ginseng Res* 14:27-29
- Yang HS. 2003. *In vitro* evaluation of the cytotoxicity of gallic acid and vitamin A. *Korean J Oral Anatomy* 27:1-10

Received 10 August, 2016

Revised 29 August, 2016

Accepted 27 September, 2016