



국내 재배 6년근 고려인삼과 미국삼의 가공방법에 따른 성분 비교

배봉석¹ · 이명우² · 이준수³ · 박철수⁴ · 한민우^{5†}

Comparison of the Constituents of Processed Korean and American Ginseng Grown in Korea for Six Years

Bong Seok Bae¹, Myeong Woo Lee², Jun Su Lee³, Chul Su Pack⁴ and Min Woo Han^{5†}

ABSTRACT

Received: 2020 December 22
1st Revised: 2021 January 19
2nd Revised: 2021 February 15
3rd Revised: 2021 February 18
Accepted: 2021 February 18

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Background: There are 12 species and two subspecies of ginseng in the genus *Panax*, of which the perennial herbaceous *Panax ginseng* C. A. Meyer and *Panax quinquefolus* L. are native to Korea and America, respectively. Korean and American ginseng are characterized by differences in their composition of ginsenosides, and given that these ginsenosides comprise multiple components that undergo hydrolysis when subjected to heat treatment, the compositions are further altered depending on the type of processing. Similarly, there will be processing-dependent changes in the contents of water-soluble components.

Methods and Results: As a consequence of processing, the number of ginsenosides in red ginseng increased from 11 to 20, whereas that in American ginseng increased from 10 to 19. In terms of ginsenoside composition, American ginseng has approximately 80% Rb1 and Re, and Korean ginseng has an evenly distributed composition of Ro, Rg1, Re, Rb1, Rc, and Rb2, each of which accounts for approximately 10% or more of the total ginsenoside composition. In addition we detected 17 and 14 types of amino acid, of which arginine had the highest content, accounting for approximately 70% - 80% of the total amino acid content. During processing, the free amino acid content of red ginseng was reduced by approximately 60%. In contrast, among the water-soluble components, the contents of free sugars and red ginseng acidic polysaccharides in processed ginseng were higher than those fresh ginseng. Furthermore, arginyl-fructosyl-glucose and maltol, which are not found in fresh ginseng, were detected in processed white and red ginseng.

Conclusions: In this study, we found that the constituents of Korean and American ginseng underwent different changes in composition during processing.

Key Words: *Panax ginseng* C. A. Meyer, *Panax quinquefolus* L., Amino Acid, Arginyl-fructosyl-glucose (AFG), Ginsenoside, Maltol, Processing Method

서 언

인삼은 *Panax* 속 식물로 12 가지 종과 2 가지 아종이 있고, 이 중 고려인삼은 *Panax ginseng* C. A. Meyer를 가리키며, 미국삼은 *Panax quinquefolus* L.로 다년생 초본 식물이다 (Shin *et al.*, 2015). 고려인삼은 동북아 지역을 중심으로 국내 외에서 많이 재배 되고 있으며 미국삼은 미국 남부 앨라배마

와 조지아주 중부지방에서 부터 캐나다의 케백주 까지 재배되고 있다 (Chung *et al.*, 1998). 인삼의 생산량은 중국, 한국, 캐나다, 미국 순으로 많이 생산되고 있다. 중국에서 가장 많이 수입 유통되는 인삼은 미국삼과 고려인삼이며, 금액 기준으로 고려인삼이 미국삼보다 부가가치가 높은 것을 알 수 있다 (Lee, 2006; Baeg and So, 2013; KATI, 2018).

이러한 인삼의 유통을 보면 식물의 뿌리인 수삼형태로 유통

[†]Corresponding author: (Phone) +82-42-870-3047 (E-mail) greenman@kgc.co.kr

¹⁾한국인삼공사 R&D본부 연구원 / Researcher, KGC Ginseng Research Institute, Daejeon 34128, Korea.

²⁾한국인삼공사 R&D본부 연구원 / Researcher, KGC Ginseng Research Institute, Daejeon 34128, Korea.

³⁾한국인삼공사 R&D본부 연구원 / Researcher, KGC Ginseng Research Institute, Daejeon 34128, Korea.

⁴⁾한국인삼공사 R&D본부 연구원 / Researcher, KGC Ginseng Research Institute, Daejeon 34128, Korea.

⁵⁾한국인삼공사 R&D본부 연구원 / Researcher, KGC Ginseng Research Institute, Daejeon 34128, Korea.

되기도 하지만 대부분의 유통은 저장의 용이성과 이동의 편리성을 추구하기 위해 백삼과 홍삼 형태로 유통되고 있다. 인삼 산업법에는 수삼을 햇벌, 열풍으로 말린 것을 백삼이라 하고 증기나 그 밖에 방법으로 찌서 익혀 말린 것을 홍삼으로 정의하고 있다 (Nam, 2005).

수삼은 홍삼의 형태로 가공처리를 하게 되면 가장 대표적인 성분인 진세노사이드가 전환되어 종류가 늘어나게 되고, 고려인삼은 수삼에서 홍삼으로 제조 될 때 malonyl-ginsenoside 성분이 줄어들고 ginsenoside Rb1, ginsenoside Rc, ginsenoside Rb 및 ginsenoside Rd 함량이 증가하고 ginsenoside Rg3 성분이 생성된다는 연구결과가 보고된 바 있다 (Gyo *et al.*, 2017) 또한, 미국삼은 증삼과정에서 ginsenoside 12 중 중 ginsenoside 7 종은 감소하였고, ginsenoside 5 종은 증가하였다 (Wang *et al.*, 2007) 열처리에 의해 수삼 중 유리 아미노산은 현저하게 감소하였고 그 중 Arginine의 함량이 현저하게 감소하였으며 (Cho *et al.*, 2008), 홍삼 제조 시 maillard 반응이 일어나 아미노산 유도체인 아미노당(arginyl-fructosyl-glucose, AFG)이 생성되었다 (Li, 1992; Matsuura, 1994).

가공 중 인삼의 성분이 변화한다. 그러나 고려인삼과 미국삼의 성분 변화에 대한 개별적인 연구 결과는 보고된 바 있지만 동일 지역, 동일 포지에서 재배된 6년근 고려인삼과 미국삼 성분을 비교한 연구가 보고된 바 없다. 또한, 대부분 경우 수삼과 홍삼의 품질특성 연구와 생육 및 형태적 특성을 비교한 연구가 대부분 이다 (Chung *et al.*, 1995; Chung and Shin, 2006).

따라서 본 연구에서는 동일한 포지에서 재배한 고려인삼과 미국삼 대상으로 동일한 가공과정 통해 전환되는 진세노사이드 성분과 새롭게 생성되는 성분을 파악하고 이를 바탕으로 고려인삼과 미국삼의 성분상의 차이점을 확인하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 시약 및 재료

본 실험에 사용한 시료는 고려인삼 (*Panax ginseng* C. A. Mayer)의 재래 종과 미국삼 (*Panax quinquefolius* L.)으로 인삼 표준 경작법에 준하여 한국인삼공사 시험포에서 6 년간 경작하여 10월 채굴한 시료로 고려인삼과 미국삼 각각 12 개체를 연구에 사용하였다 (Fig. 1).

실험에 사용한 미국삼, 고려인삼 시료 12 개체는 Genbank에서 확보한 염기서열 (*Panax ginseng* : HQ112415, HQ112416; *P. quinquefolius* : HQ112439, HQ112440)로 유전자 분석을 통하여 미국삼과 고려인삼을 판별하였다.

실험에 사용한 수삼은 1 개체를 쳐두, 동체, 세미 부분을 다 포함 하도록 세로로 3 등분하여, 동결건조 수삼, 백삼, 홍삼을 제조하였으며, 동결건조 수삼은 동결건조기 (Operon, Kimpo, Korea)에서 96 시간 동결 건조하여 제조하였고, 백삼은 열풍 건조기 (Daihan scientific Co., Daegu, Korea)에서 55℃에서 72 시간 건조하여 백삼을 제조하였고, 홍삼은 98℃에서 3 시간 증숙과정을 거친 후 건조기에서 55℃에서 72 시간 건조하였다. 모든 시료는 분쇄 한 후 40 mesh 이하 체를 이용하여 균질화 하여 총 72 시료를 제작하여 성분 분석하였다.

실험에 사용된 진세노사이드 표준물질은 Chromadex 사 (Irvine, CA, USA), AMBO Institute (Daejeon, Korea)에서 90% 이상의 순도를 가지고 있는 표준물질을 구입하여 사용하였고, 아미노산 표준물질은 Waters 사 (Milford, MA, USA)에서 구입하여 사용하였다. Arginyl-fructosyl-glucose (AFG)는 AMBO Institute (Daejeon, Korea), maltose, galacturonic acid는 Sigma-Aldrich (St. Louis, MO, USA)에서 구입하여 사용하였다. 시약은 모두 특급 시약을 사용하였고 기기분석에 사용된 methanol 및 acetonitrile은 HPLC급 (Merck, Darmstadt, Germany)을 사용하였다.



Fig. 1. Pictures of fresh ginseng in Korean ginseng (*Panax ginseng* C. A. Mayer; left) and American ginseng (*Panax quinquefolius* L; right).

2. 진세노사이드 분석

진세노사이드 분석은 분말 0.5 g을 측정하여 70% methanol 10 ml 을 첨가하여 30 분간 초음파로 추출한 후 원심분리기로 3,000 rpm으로 원심분리한 후 상층액을 0.2 μ m [polyvinylidene fluoride (PVDF), Whatman 사 (Maidstone, England) 실린지 필터로 필터한 용액을 시험용액으로 사용하였다.

진세노사이드 분석에 사용된 기기는 초고성능액체크로마토그래피 (Acquity UPLC system, Waters Co., Milford, MA, USA)이고 컬럼으로는 UPLC Acquity BEH C18 컬럼 (50 mm $\times$ 2.1 mm, 1.7 μ m, Waters Co., Milford, MA, USA)을 사용하였다. 컬럼 온도는 40°C이고, 이동상 용매는 증류수 (solvent A)와 acetonitrile (solvent B)를 사용하였다.

진세노사이드 분석을 위한 이동상 gradient 조건은 0 min - 0.5 min (15% solvent B), 14.5 min (30% solvent B), 15.5 min (32% solvent B), 18.5 min (38% solvent B), 24.0 min (43% solvent B), 27.0 min - 31.0 min (55% solvent B), 33.0 min - 38 min (90% solvent B), 38.1 min - 43.0 min (15% solvent B)으로 순차적으로 조절하였고, 유량은 0.6 ml/min, 주입량은 2 μ l, 검출파장은 203 nm로 분석하였다 (Park *et al.*, 2013).

3. 유리 아미노산 분석

유리 아미노산 분석은 시료 0.1 g에 증류수 10 ml 를 첨가하여 초음파 30 분간 추출한 후 3,000 rpm으로 원심분리하고 상층액을 0.2 μ m (PVDF, Whatman Inc., Maidstone, England) 실린지 필터로 필터한 용액을 반응용액으로 사용하였다.

유리 아미노산을 분석하기 위해 Waters사에서 판매하는 Accq-fluor reagent kit (Waters Co., Milford, MA, USA)를 사용하여 형광 유도제화 반응 후 시험용액으로 사용하였다. 분석에 사용된 기기는 형광검출기 (FLD; fluorescence detector, 2475 model, Waters Co., Milford, MA, USA)가 연결된 HPLC를 사용하였고, 컬럼은 Discovery C18 (250 mm $\times$ 4.6 mm, 5 μ m SUPELCO., Bellefonte, PA, USA)을 37°C로 유지하여 분석하였다.

이동상 용매는 Accq-Tag eluent (solvent A) (Waters Co., Milford, MA, USA), acetonitrile (solvent B), 증류수 (solvent C)를 0 min - 5 min (97% solvent A, 3% solvent B), 17 min (91% solvent A, 9% solvent B), 25 min (80% solvent A, 20% solvent B), 34 min - 40 min (68% solvent B, 31% C) 40 min - 50 min (97% solvent A, 3% solvent B)의 조건으로 분석을 하였고, 유량은 1 ml/min, 주입량은 5 μ l, 검출기 파장은 방출파장 250 nm, 흡수파장 395 nm으로 설정하여 분석하였다.

4. Maltol 분석

분말 시료 0.5 g에 증류수 10 ml를 첨가하여 초음파 30 분간 추출 후 3,000 rpm으로 원심 분리하여 상층액을 0.2 μ m (PVDF, Whatman Inc., Maidstone, England) 실린지 필터로 필터한 용액을 시험용액으로 사용하였다. 분석 장비로는 초고성능액체크로마토그래피 (Acquity UPLC system, Waters Co., Milford, MA, USA)를 사용하였고, 컬럼은 UPLC Acquity BEH C18 컬럼 (100 mm $\times$ 2.1 mm, 1.7 μ m, Waters Co., Milford, MA, USA)을 사용하였으며, 컬럼 온도는 30°C로 분석을 하였다.

이동상은 phosphoric acid 0.1 %를 함유한 증류수 (solvent A)와 acetonitrile (solvent B)를 0 min - 4 min (2% solvent B), 8 min (7% solvent B), 9 min - 12 min (90 % solvent B), 13 min - 15 min (2% solvent B)의 조건으로 분석하였고, 유량은 0.4 ml/min, 주입량은 1 μ l, UV 검출기 파장은 275 nm로 분석하였다 (Kwak *et al.*, 2017).

5. 유리당, 아미노당 시험

유리당 4 종과 AF, AFG 분석을 위한 전처리는 분쇄된 시료 0.1 g을 증류수 10 ml 첨가한 후 초음파 30 분간 추출한 후 3,000 rpm으로 원심분리한 상층액 1 ml을 취하여 증류수로 10 ml로 정용한 후 0.2 μ m (PVDF, Whatman Inc., Maidstone, England) 실린지 필터로 필터하여 시험용액으로 사용하였다.

기기분석은 HPAEC-PAD (Dionex Co., Sunnyvale, CA, USA)을 사용하였고, 분석컬럼은 Dionex CarbpacTM PA-1 (4 mm $\times$ 250 mm, Thermo Fisher Scientific Inc., Frankfurt, Germany)을 사용하였으며, 이동상 조건은 250 mM NaOH (solvent A)와 증류수 (solvent B)를 0 min (93% solvent B), 35 min (50% solvent B), 45 min (0% solvent B), 60 (93% solvent B)으로 설정하여 분석하였고, 컬럼온도는 35°C, 샘플 온도는 4°C로 유지, 유속은 1.0 ml/min, 주입량은 20 μ l로 분석하였다.

6. 홍삼산성다당체 시험

홍삼산성다당체 분석은 Sigma-Aldrich (St. Louis, MO, USA)의 galacturonic acid을 표준물질로 사용하여 Carbazole-sulfuric acid 방법으로 분석하였다 (Kwak and Kim, 1996; Hyun *et al.*, 2014).

시료 0.1 g을 측정하여 10 ml 증류수를 첨가한 후 초음파 추출기로 30 min 간 추출하고 3,000 rpm으로 원심 분리하여 상층액 2 ml에 8 ml ethanol을 넣은 후 4°C에서 24 시간 방치 후 원심분리 후 침전물만 2 ml의 증류수로 용해하여 Carbazole-sulfuric acid 방법에 의해 발색된 시료 용액을 525 nm에서 흡광도를 측정하여 표준물질과 비교하여 함량을 분석하였다.

7. 통계분석

본 시험에서 얻어진 각각의 결과는 One-way ANOVA 분석을 수행하였으며 Duncan's Multiple Range Test (DMRT)로 유의성을 검증하였다. 통계적 유의성을 5% 수준에서 검정하였다 ($p < 0.05$). 통계에 사용한 통계처리 프로그램은 IBM SPSS Statistics v20 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)를 이용하여 통계처리 하였다.

결과 및 고찰

1. 진세노사이드 조성

진세노사이드 분석은 Park 등 (2013)에서 제시한 30 종 동시분석 방법을 사용하였고, 표준물질의 종류는 ginsenoside Rg2(r), notoginsenoside R1, Rh2(S), Rh2(r)의 표준물질 미보유로 PPD(s), PPD(r), PPT(s)의 3 종류를 추가 시켜 총 29 종 [ginsenoside Ro, Rg1, Re, Rf, Rh1, Rg2(S), Rb1, Rc, Rb2, Rd, Rg3(S), Rg3(R), F3, Ra1, F1, Rb3,

CO (compound O), Rg6, Rk3, F4, Rh4, F2, PPT(S) (protopanaxatriol), CY (compound Y), CK (compound K), Rk1, Rg5, PPD(S) (protopanaxadiol), PPD(R) (protopanaxadiol)]을 분석하였다. 첨가한 3 종류의 성분이 분석에서는 불검출로 결과에는 영향을 미치지 않았으며 가공별로 진세노사이드 조성은 Table 1과 같다.

고려인삼과 미국삼의 진세노사이드의 종류는 백삼과 홍삼으로 제조되는 과정에서 주요 진세노사이드가 전환되는 것을 확인할 수 있었다. 고려인삼의 경우 수삼에서는 진세노사이드 29 종 중 11 종의 진세노사이드 성분이 검출 되었고 백삼에서는 ginsenoside Rh4 생성되어 12 종의 진세노사이드가 검출되었으며, 홍삼에서는 수삼의 11 종의 진세노사이드에서 20 종의 진세노사이드로 검출되는 진세노사이드의 종류가 증가되는 것을 확인할 수 있었다.

미국삼은 수삼에서 진세노사이드 10 종이 검출되었고 백삼 가공 시 ginsenoside F4 생성되어 11 종의 진세노사이드가 검출되었으며, 홍삼으로 가공된 미국삼의 경우 19 종의 진세노

Table 1. The composition of ginsenosides in processing methods.

(unit : %)

Ginsenosides	Korean Ginseng (<i>Panax ginseng</i> C. A. Mayer)			American Ginseng (<i>Panax quinquefolus</i> L.)		
	FG ¹⁾	WG ²⁾	RG ³⁾	FG	WG	RG
Ro	11.54±3.35 ^a	11.11±3.06 ^a	7.27±2.07 ^b	4.80±1.85 ^c	5.21±1.64 ^c	3.51±1.05 ^c
Rg1	14.70±3.66 ^a	11.08±2.60 ^b	11.31±3.07 ^b	1.01±0.58 ^c	1.16±0.96 ^c	0.67±0.34 ^c
Re	22.81±4.88 ^{ad}	19.63±3.78 ^{ab}	13.74±2.90 ^c	25.21±4.97 ^{de}	27.13±6.21 ^e	18.11±3.80 ^b
Rf	5.51±1.10 ^a	5.14±1.08 ^a	3.99±0.69 ^b	-	-	-
Rh1	-	-	0.36±0.11	-	-	-
Rg2(s)	1.01±0.36 ^a	1.20±0.31 ^a	1.20±0.46 ^a	0.15±0.08 ^b	0.25±0.07 ^{bc}	0.41±0.09 ^c
Rb1	19.64±4.14 ^a	23.25±2.59 ^{ab}	28.63±3.50 ^b	59.34±6.94 ^c	53.51±13.17 ^d	66.63±4.41 ^e
Rc	11.32±2.42 ^a	12.02±2.49 ^a	12.75±2.59 ^a	4.58±1.03 ^{bc}	6.01±2.71 ^b	3.43±0.61 ^c
Rb2	6.92±2.30 ^a	8.67±2.73 ^b	10.75±3.47 ^c	0.76±0.32 ^d	0.99±0.40 ^d	0.50±0.12 ^d
Rd	1.71±1.03 ^a	1.64±0.69 ^a	1.70±0.84 ^a	3.35±1.35 ^b	4.53±2.90 ^b	4.04±1.41 ^b
Rg3(s)	-	-	0.58±0.14 ^a	-	-	0.42±0.08 ^b
Rg3(r)	-	-	0.24±0.05 ^a	-	-	0.24±0.05 ^a
Ra1	3.93±3.57 ^a	4.67±4.11 ^a	4.10±3.85 ^a	-	-	-
Rb3	0.91±0.40 ^a	1.36±0.29 ^b	1.31±0.43 ^b	0.76±0.21 ^{ac}	0.99±0.34 ^a	0.61±0.09 ^c
Rg6	-	-	0.24±0.06 ^a	-	-	0.22±0.04 ^a
F4	-	-	0.25±0.07 ^a	-	0.03±0.01 ^c	0.19±0.04 ^b
Rh4	-	0.21±0.04 ^a	0.64±0.10 ^b	-	-	-
F2	-	-	-	0.03±0.02 ^a	0.20±0.16 ^b	0.02±0.01 ^a
Rk1	-	-	0.27±0.10 ^a	-	-	0.43±0.07 ^b
Rg5	-	-	0.68±0.11 ^a	-	-	0.57±0.09 ^b
PPD ⁴⁾	44.43±3.84 ^a	51.63±4.18 ^b	61.01±3.82 ^c	68.83±6.42 ^d	66.23±7.92 ^d	76.89±4.49 ^e
PPT ⁵⁾	44.03±3.23 ^a	37.26±3.34 ^b	31.72±2.84 ^c	26.37±5.16 ^d	28.56±7.1 ^{cd}	19.60±4.00 ^e
OA ⁶⁾	11.54±3.35 ^a	11.11±3.06 ^a	7.27±2.07 ^b	4.80±1.85 ^c	5.21±1.64 ^c	3.51±1.05 ^c

¹⁾FG; freeze drying ginseng, ²⁾WG; white ginseng, ³⁾RG; red ginseng, ⁴⁾PPD; protopanaxadiol-type [Rb1, Rc, Rb2, Rd, Rg3(s), Rg3(r), Ra1, Rb3, F2, Rk1, Rg5], ⁵⁾PPT; protopanaxatriol-type [Rg1, Re, Rh1, Rf, Rg2(s), Rg6, F4, Rh4], ⁶⁾OA; oleanane-type (Ro). All values are expressed as means ± SD (n = 12). Means within a row followed by the same letter are not significantly different based on the Duncan's Multiple Range Test (DMRT, $p < 0.05$).

사이드가 생성된 것을 확인할 수 있었다.

이는 진세노사이드 성분 중 PPT 계열 성분은 가수분해에 의해 [Rg1→Rh1→Rh4, Rk3], [Re→Rg2→F4, Rg6]로 전환된다 (Lee *et al.*, 2015). 본 연구결과 고려인삼에서는 ginsenoside Rh4가 먼저 생성되었고, 미국삼에서는 ginsenoside F4가 먼저 생성되었으며, 미국삼 홍삼에서는 Rh4가 검출되지 않았다. 이는 ginsenoside Rg1 비율이 미국삼이 고려인삼에서의 비율보다 현저히 낮은 비율에 의한 것으로 사료 된다.

PPD 계열 성분인 Rb1, Rc, Rb2, Rc, Ra1, Rb3 은 열 가수분해에 의해 ginsenoside Rg3로 전환되며 다시 ginsenoside Rk1와 Rg5로 전환되기 때문에 가공과정에서 진세노사이드 종류가 늘어나는 것을 확인할 수 있었다. 따라서, 일반적으로 열풍으로 건조하는 백삼제조 보다 수분이 존재하는 상태에서 열로 쪄서 가공하는 홍삼제조 과정에서 더 많은 진세노사이드의 전환이 이루어지는 것을 확인 할 수 있었다 (Fig. 2).

진세노사이드 Rf와 Ra1은 고려인삼에서만 검출이 되었고, 미국삼은 ginsenoside F2가 특이적으로 검출되었다. 이는 이전 Qi 등 (2011)에서 연구된 바 있으며, Hong과 Choi (2009)는 고려인삼의 마커로 ginsenoside Rf를 제시하기도 했다. 진세노사이드 조성을 보면 미국삼은 ginsenoside Rb1과 Re 조성이 약 80%로 대부분의 함량을 차지하고 있지만, 고려인삼은 10% 이상의 조성을 나타내는 성분이 ginsenoside Ro, Rg1, Re, Rb1, Rc, Rb2으로 조성이 고르게 분포되어있는 특성을 보였다. 이는 미국삼에 비해 진세노사이드가 고려인삼이 균등 분포되어 있다는 Lee 등 (2000)의 연구와 같은 결과를 확인하였다 (Fig. 3).

가공과정 중 PPD계 사포닌의 조성은 점점 높아지는 경향을

확인 하였는데 이는 malonyl기를 가진 ginsenoside Rb1, Rc, Rb2, Rd에서 malonyl 기가 탈락되어 PPD계의 진세노사이드 함량이 높아지는 것으로 판단할 수 있으며, 따라서, 홍삼으로 가공되어 지면 PPD/PPT 비율이 증가하는 것을 알 수 있었다 (In *et al.*, 2017).

Qi 등 (2011)에 의하면 고려인삼과 미국삼의 PPD/PPT 비율은 고려인삼이 2.0 보다 작고, 미국삼은 2.0 보다 높다는 결과를 발표하였고 본 연구와 같은 결과를 보였으며, 이는 앞서 언급한 malonyl ginsenoside의 성분이 전환되어 PPD계 함량의 증가한 원인으로 추측할 수 있었다 (Du *et al.*, 2004).

고려인삼과 미국삼의 가공과정 중 진세노사이드 전환에 의해 PPD/PPT 비율이 변화되는데 이는 Rg1/Rb1 비율이 높으면 중추신경계 자극 효과가 있고 Rg/Rb1 비율이 낮으면 중추신경계 진정작용이 있다는 연구 결과들도 있어 PPD/PPT 비율에 관련한 명확한 연구도 추후 이루어져야 할 것으로 사료 된다 (Chu and Zhang, 2009).

2. 유리 아미노산 함량

유리 아미노산 분석에 사용한 표준물질은 총 17 종류로 이중 14 종의 성분이 검출되었다 (Fig. 4 and Fig. 5). Lee 등 (2000)에 의하면 인삼 속 식물 중 고려인삼과 미국삼에서 17 종의 아미노산을 분석한 결과 arginine 성분이 가장 많은 것으로 보고되었으며, 이는 본 실험과 같은 결과를 확인할 수 있었다.

Table 2의 결과에서 보는 바와 같이 arginine의 함량이 고려인삼은 3.2%, 미국삼은 2.1%의 함량을 나타내었다. 그러나 가공과정에서 arginine의 함량은 고려인삼 1.3%, 미국삼은 0.9% 수준으로 감소하는 것으로 나타내었고 이는 기존 수삼에서 홍

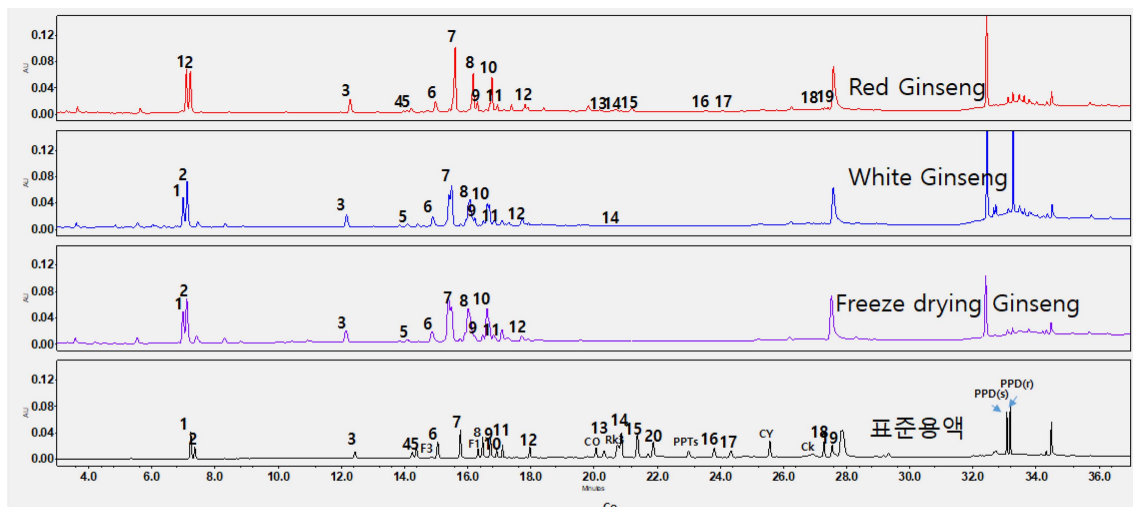


Fig. 2. UPLC chromatogram of ginsenosides in Korean ginseng (*Panax ginseng* C. A. Meyer). Peak number indicated ginsenoside species [1; Rg1, 2; Re, 3; Rf, 4; Rh1, 5; Rg2(s), 6; Ro, 7; Rb1, 8; Rc, 9; Ra, 10; Rb2, 11; Rb3, 12; Rd, 13; Rg6, 14; Rh4, 15; F4, 16; Rg3(s), 17; Rg3(r), 18; Rk1, 19; Rg5].

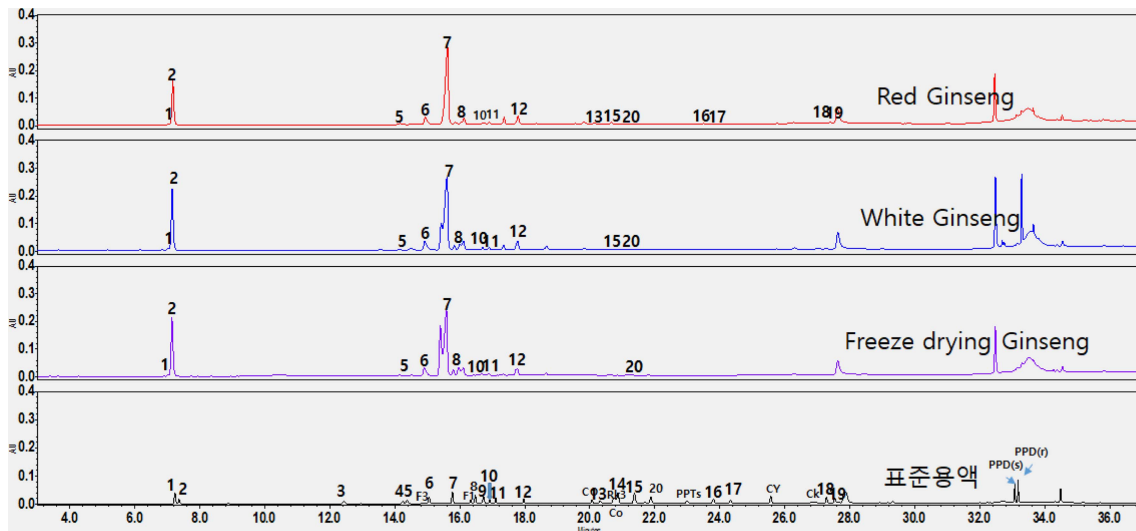


Fig. 3. UPLC chromatogram of ginsenosides in American ginseng (*Panax quinquefolius* L.). Peak number indicated ginsenoside species [1; Rg1, 2; Re, 3; Rf, 5; Rg2(s), 6; Ro, 7; Rb1, 8; Rc, 10; Rb2, 11; Rb3, 12; Rd, 13; Rg6, 15; F4, 16; Rg3(s), 17; Rg3(r), 18; Rk1, 19; Rg5, 20; F2].

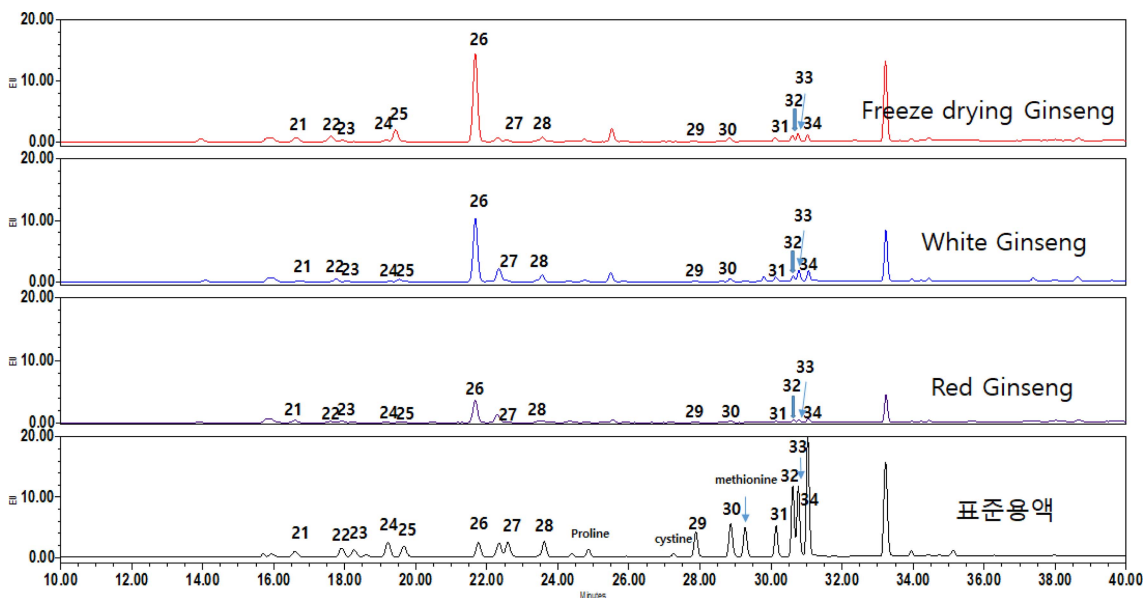


Fig. 4. HPLC chromatogram of amino acids in Korean ginseng (*Panax ginseng* C. A. Meyer). Peak number indicated amino acid species (21; Asparagine, 22; Serine, 23; Glutamine, 24; Glycine, 25; Histidine, 26; Arginine, 27; Threonine, 28; Alanine, 29; Tyrosine, 30; Valine, 31; Lysine, 32; Isoleucine, 33; Leucine, 34; phenylalanine).

삼으로의 가공과정에서 maillard reaction 반응이 촉진됨에 따라 arginine의 함량이 감소한다는 기존 연구와 같은 경향을 보였다 (In et al., 2017).

분석된 유리아미노산의 14종의 합은 고려인삼이 미국삼보다 높게 나타났으며, 수삼에서 홍삼으로 가공과정에서 둘 다 약 60%의 함량이 줄어드는 것을 알 수 있었다.

이는 Matsuura 등 (1994), Li 등 (1992)에서 당과 아미노

산의 결합반응인 maillard 반응이 일어나 아미노산 유도체가 생기는 원인으로 볼 수 있다. Arginine의 조성 비율이 14종 아미노산 중 약 70% - 80%를 차지하였고 이는 고려인삼이나 미국삼 둘 다 유사하였으며 가공과정 중 그 비율의 변화가 크지 않을 것을 볼 수 있었다. 가공과정 중 arginine 변화가 유리 아미노산 14종의 합에 미치는 영향이 가장 큰 것을 알 수 있었다.

Table 2. The content of free amino acid in processing methods.

(unit: mg/g)

Free amino acid	Korean ginseng (<i>Panax ginseng</i> C. A. Mayer)			American ginseng (<i>Panax quinquefolus</i> L.)		
	FG	WG	RG	FG	WG	RG
Asparagine	1.75±0.52 ^a	0.88±0.71 ^{bd}	1.28±0.21 ^c	1.23±0.32 ^{cd}	0.55±0.16 ^b	0.92±0.28 ^d
Serine	1.44±109 ^a	0.83±0.92 ^{ab}	0.59±0.58 ^b	0.97±0.52 ^{ab}	0.89±0.64 ^{ab}	0.40±0.27 ^b
Glutamine	0.49±0.23 ^a	0.30±0.20 ^{bc}	0.20±0.08 ^c	0.36±0.12 ^{ab}	0.30±0.13 ^{bc}	0.20±0.14 ^c
Glycine	0.18±0.15 ^a	0.12±0.12 ^{ab}	0.05±0.04 ^b	0.15±0.07 ^a	0.11±0.06 ^a	0.05±0.02
Histidine	5.39±2.05 ^a	1.50±1.67 ^b	0.09±0.04 ^c	3.69±1.06 ^d	1.00±0.72 ^{bc}	0.14±0.11 ^c
Arginine	31.94±11.01 ^a	16.21±12.28 ^{bc}	13.88±8.59 ^{bc}	20.60±4.91 ^b	15.39±5.33 ^{bc}	9.29±3.19 ^c
Threonine	0.20±0.11 ^{ab}	0.20±0.10 ^{ab}	0.08±0.03 ^c	0.27±0.24 ^a	0.22±0.10 ^a	0.10±0.05 ^{bc}
Alanine	0.31±0.19 ^a	0.88±0.57 ^b	0.15±0.04 ^a	0.27±0.11 ^a	0.83±0.22 ^b	0.11±0.05 ^a
Proline	-	-	-	-	-	-
Cystine	-	-	-	-	-	-
Tyrosine	0.21±0.37 ^{ab}	0.28±0.24 ^b	0.08±0.11 ^{ac}	0.06±0.003 ^{ac}	0.15±0.04 ^{abc}	0.04±0.03 ^c
Valine	0.10±0.05 ^{ab}	0.14±0.05 ^b	0.04±0.01 ^c	0.13±0.06 ^b	0.19±0.08 ^d	0.06±0.03 ^{ac}
Methionine	-	-	-	-	-	-
Lysine	0.48±0.32 ^a	0.44±0.28 ^{ab}	0.11±0.11 ^c	0.31±0.05 ^{bd}	0.39±0.10 ^{ab}	0.16±0.03 ^{cd}
Isoleucine	0.10±0.06 ^a	0.14±0.05 ^{ac}	0.05±0.02 ^b	0.13±0.05 ^a	0.17±0.06 ^c	0.06±0.02 ^b
Leucine	0.15±0.05 ^a	0.42±0.14 ^b	0.05±0.01 ^c	0.18±0.05 ^a	0.40±0.10 ^b	0.08±0.03 ^c
Phenylalanine	0.15±0.14 ^a	0.34±0.14 ^b	0.05±0.03 ^c	0.13±0.05 ^{ad}	0.32±0.08 ^b	0.06±0.03 ^{cd}
Total amino acid	39.31±9.60 ^a	22.68±19.08 ^{bd}	16.70±16.95 ^{cd}	28.46±3.61 ^b	20.91±6.70 ^{bcd}	11.68±6.99 ^c
Arginine/total amino acid (%)	81.20±3.50 ^a	71.50±5.43 ^a	83.10±4.54 ^b	72.40±5.94 ^a	73.60±3.63 ^a	79.60±4.29 ^b

All values are expressed as means ± SD (n = 12). Means within a row followed by the same letter are not significantly different based on the Duncan's Multiple Range Test (DART, $p < 0.05$).

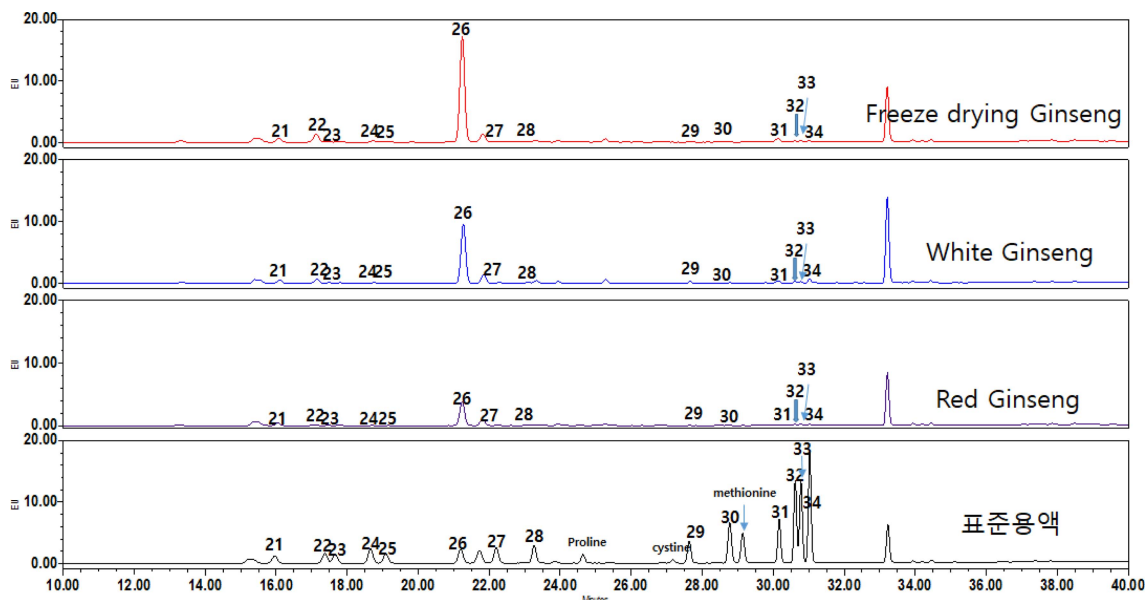


Fig. 5. HPLC chromatogram of amino acids in American ginseng (*Panax quinquefolus* L.). Peak number indicated amino acid species (21; Asparagine, 22; Serine, 23; Glutamine, 24; Glycine, 25; Histidine, 26; Arginine, 27; Threonine, 28; Alanine, 29; Tyrosine, 30; Valine, 31; Lysine, 32; Isoleucine, 33; Leucine, 34; phenylalanine).

3. Arginine, 유리당, AFG, Maltol, 홍삼산성다당체 함량

유리당은 glucose, sucrose, fructose, maltose 4 종을 분석

하였다 (Table 3). 가공과정에서 고려인삼과 미국삼 모두 백삼과 홍삼 제조과정에서 유리당 4 종의 함량이 증가하는 경향을

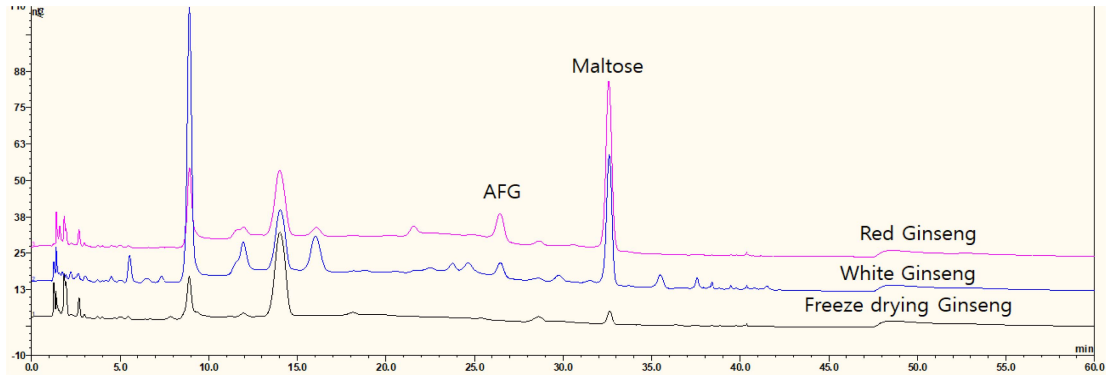


Fig. 6. HPAEC-PAD chromatogram of AFG and Maltose in Korean Ginseng (*Panax ginseng* C. A. Mayer).

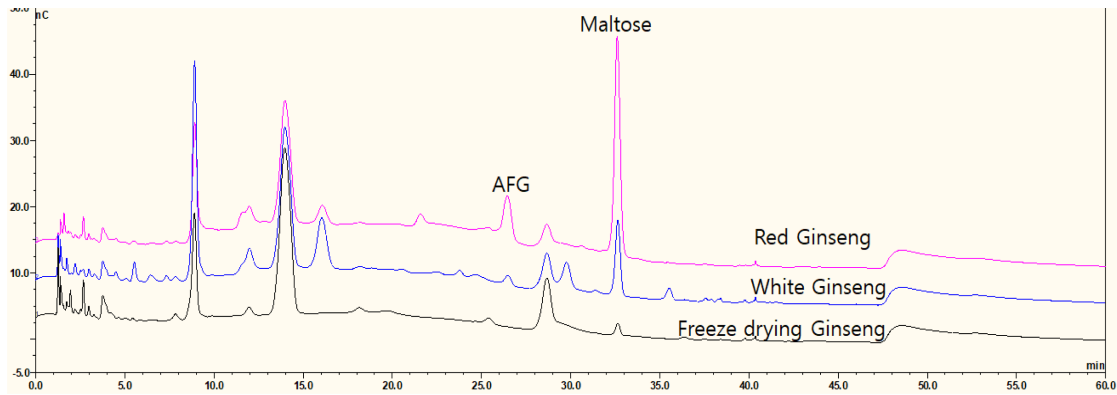


Fig. 7. HPAEC-PAD chromatogram of AFG and Maltose in American ginseng (*Panax quinquefolus* L.).

Table 3. The content changes of the arginine, arginyl-fructosyl-glucose, free sugar and red ginseng polysaccharide in processing methods. (unit; mg/g)

Analytes	Korean ginseng (<i>Panax ginseng</i> C. A. Mayer)			American ginseng (<i>Panax quinquefolus</i> L.)		
	FG	WG	RG	FG	WG	RG
Arginine	31.9±11.0 ^a	16.2±12.3 ^{bc}	13.9±8.6 ^{bc}	20.6±4.9 ^b	15.4±5.3 ^{bc}	9.3±3.2 ^c
Maltose	1.8±0.8 ^a	26.4±9.5 ^b	53.0±22.0 ^c	1.0±0.3 ^a	7.8±5.9 ^a	28.1±6.8 ^b
AFG ¹⁾	-	18.4±5.1 ^a	73.9±13.4 ^b	-	12.2±5.2 ^a	42.9±7.6 ^c
free sugar ²⁾	49.1±6.3 ^a	71.3±16.9 ^b	109.1±25.1 ^c	36.5±2.9 ^d	40.9±9.7 ^{ad}	64.9±7.5 ^b
Maltol	-	0.1±0.1 ^a	0.4±0.1 ^b	-	0.1±0.0 ^c	0.3±0.1 ^d
Red ginseng acidic polysaccharide (carbazol-sulfuric acid method)	4.0±0.5 ^a	9.5±2.1 ^b	31.4±4.7 ^c	5.6±0.8 ^a	4.5±1.0 ^a	35.2±4.1 ^d

¹⁾AFG; arginyl-fructosyl-glucose, ²⁾Free sugar; sum of glucose, sucrose, fructose, maltose. All values are expressed as means ± SD (n = 12). Means within a row followed by the same letter are not significantly different based on the Duncan's Multiple Range Test (DART, p < 0.05).

나타내었다 이는 네 개의 성분 중 maltose 의 함량 증가가 영향을 미치는 것으로 보이는데 이는 수삼이 백삼과 홍삼제조 과정에서 열처리에 의해 다당체와 식물 속에 있는 배당체의 당이 가수 분해 하여 환원당이 증가되기 때문으로 추측된다 (Ko et al., 1996).

AFG 의 함량은 수삼에는 없고 백삼 보다 홍삼의 가공과정에서 그 양이 더 증가하는 것을 볼 수 있었다. 이는 In 등

(2017)이 단순히 건조과정에서의 AFG 생성보다 수분이 함유되어 건조되는 증삼 후 건조과정에서의 증가가 더 크다는 연구 결과와 일치하는 것을 확인할 수 있다 (Fig. 6 and Fig. 7).

Arginyl-fructosyl-glucose (AFG)의 함량은 고려인삼이 미국삼보다 홍삼에서 더 많은 함량이 검출되었다. AFG의 생성 메카니즘을 보면 arginine과 maltose가 홍삼의 증삼 제조과정 중

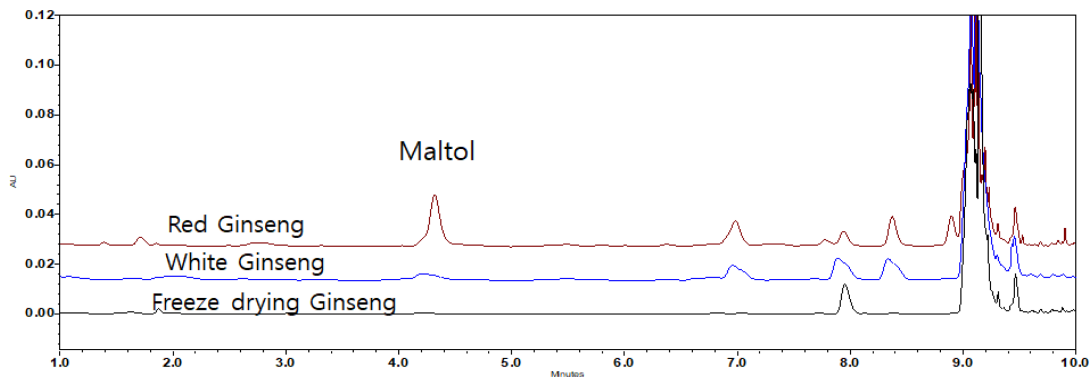


Fig. 8. UPLC chromatogram of Maltol in American Ginseng (*Panax quinquefolus* L.).

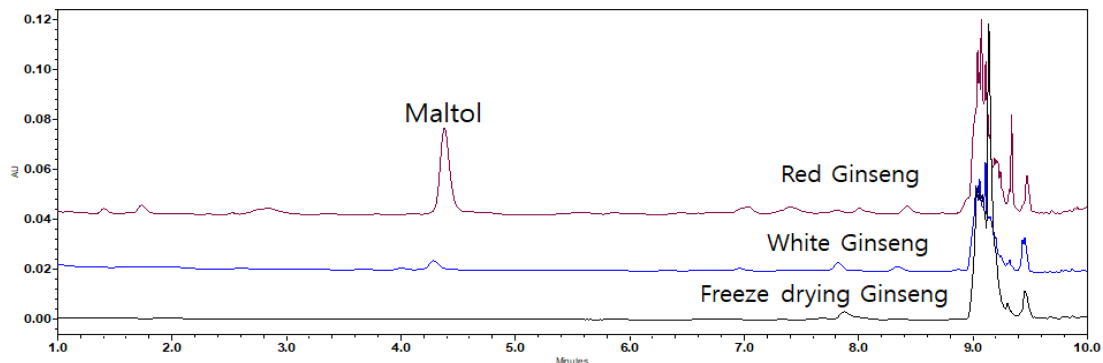


Fig. 9. UPLC chromatogram of Maltol in Korean Ginseng (*Panax ginseng* C. A. Meyer).

maillard reaction 반응이 촉진됨에 따라 AFG가 생성되는데 (Matsuura *et al.*, 1994), AFG의 생성에 따라 arginine의 함량이 줄어드는 것을 확인하였으나 maltose는 수삼에서 함량이 거의 없는 것으로 보아 다른 전구물질로부터 생성되어지는 것으로 판단된다. 이는 인삼의 열처리 과정 중 다당류의 일부가 가수분해하여 환원당이 생성되고 이 환원당이 아미노당 (arginy-fructosyl-glucose, AFG) 생성 메카니즘에 영향을 주는 것으로 추측된다.

Maltol은 홍삼의 구수하고 달콤한 향을 가지는 홍삼의 대표적인 향 성분으로 홍삼의 장기 저장에도 생성되는 향산화 활성을 가지는 물질이다 (Matsuura *et al.*, 1984). 수삼에서는 maltol이 없지만 백삼에서 생성되고, 홍삼에서는 그 양이 더욱 증가 하는 것을 볼 수 있었다 (Fig. 8, 9). 고려인삼을 증삼 열처리한 홍삼의 maltol 함량이 미국삼에서 증삼 열처리한 홍삼보다 더 많이 검출되었다.

Maltol은 maltose와 아미노산이 반응하여 maltol과 glycoside B가 생성되는데 (Li, 1992), 고려인삼의 수삼에 있는 아미노산의 함량이 미국삼보다 많아서 고려인삼의 홍삼이 미국삼보다 maltol 함량이 많이 생성되는 것으로 추측된다.

홍삼산성다당체는 면역증진 immuno activator (Lee *et al.*, 2015) 및 항고지혈 효과가 연구된 주요 성분이다 (Kwak *et*

al., 2010). 본 연구 결과, 수삼의 경우, 홍삼산성다당체 함량은 고려인삼과 미국삼에서 큰 차이를 나타내지 않았으며, 증삼 열처리한 홍삼의 경우에서도 홍삼산성다당체의 함량은 고려인삼과 미국삼에서 큰 차이를 보이지 않았다. 그러나 가공과정에서 백삼 가공과정에서 생성되는 홍삼산성다당체 보다 홍삼 가공과정에서 홍삼산성다당체의 함량이 더 많이 생성되는 것을 볼 수 있었다. 이는 Kwak 등 (1996)이 홍삼 가공과정에서 수삼의 다당체가 가용화되기 쉬운 상태로 전환되어 더 많은 양의 다당체가 추출된다고 보고한 결과와 같았다.

이상의 연구 결과를 종합하여 보면 고려인삼과 미국삼을 백삼, 홍삼으로 가공하는 과정에서 아미노산인 arginine은 감소하였고 maltose, AFG, maltol, 홍삼산성다당체는 그 함량이 증가하는 것을 확인하였으며, 증가된 성분들은 미국삼으로 가공한 홍삼보다 고려인삼으로 가공한 홍삼에서 더 많이 생성되는 것을 확인할 수 있었다.

REFERENCES

- Baeg IH and So SH. (2013). The world ginseng market and the ginseng(Korea). Journal of Ginseng Research. 37:1-7.
 Cho EJ, Piao X, Jang MH, Baek SH, Kim HY, Knag KS, Kwon SW and Park JH. (2008). The effect of steaming on

- the free amino acid contents and antioxidant activity of *panax ginseng*. Food Chemistry. 107:876-882.
- Chu S and Zhang J.** (2009). New achievements in ginseng research and its future prospects. Chinese Journal of Integrative Medicine. 15:403-408.
- Chung CM and Shin JK.** (2006). Comparison of grade of raw and red ginseng on each factor of quality in Korean and American ginseng. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 14:229-233.
- Chung YY, Lee MG, Chung CM and Jo JS.** (1998). Comparison of plant growth and morphological characteristics among the Korean ginseng, the American ginseng and the bamboo ginseng. Journal of Ginseng Research. 22:147-153.
- Du X, Wills RBH and Stuart DL.** (2004). Changes in neutral and malonyl ginsenosides in American ginseng(*Panax quinquefolium*) during drying, storage and ethanolic extraction. Food Chemistry. 86:155-159.
- Hong HD and Choi SY.** (2009). Rapid determination of ginsenoside Rb1, Rf, and Rg1 in Korean ginseng using HPLC. Journal of Ginseng Research. 33:8-12.
- Korea Agro-Fisheries and Food Trade Corporation(KATI).** (2018). Ginseng domestic production and overseas market trend. Agro-Fisheries and Food Trade Corporation. Naju, Korea. p.1-17.
- In G, Ahn NG, Bae, BS, Lee MW, Park HW, Jang KH, Cho BG, Han CK, Park CK and Kwak YS.** (2017). *In situ* analysis of chemical components induced by steaming between fresh ginseng, steamed ginseng, and red ginseng. Journal of Ginseng Research. 41:361-369.
- Ko SR, Choi KJ and Han KW.** (1996). Comparison of proximate composition, mineral nutrient, amino acid and free sugar contents of several *Panax* Species. Journal of Ginseng Research. 20:36-41.
- Kwak YS and Kim EM.** (1996). The physicochemical properties of crude polysaccharide fraction isolated from Korean ginseng(*Panax ginseng* C. A. Meyer). Korean Journal of Food Science and Technology. 28:389-392.
- Kwak YS, Kyung JS, Kim JS, Cho JY and Rhee MH.** (2010). Anti-hyperlipidemic effects of red ginseng acidic polysaccharide from Korean red ginseng. Biological and Pharmaceutical Bulletin. 33:468-472.
- Kwak YS, Han MW, Bae BS, Ahn NG, Yu HY, Park CS, Baeg IH and Cho BG.** (2017). The changes of physicochemical characteristics and quality stability of Korean red ginseng (*Panax ginseng* C. A. Meyer) stored over 20 Years. Korean Journal of Pharmacognosy. 48:329-338.
- Lee DP.** (2006). A study on the cooling effect claim and development procedure of the American ginseng. Journal of Ginseng Research. 30:158-164.
- Lee HJ, Yoo BS and Byun SY.** (2000). Differences in free amino acids between Korean ginsengs and mountain ginsengs. Korean Society for Biotechnology and Bioengineering Journal. 15:323-328.
- Lee SM, Bae BS, Park HW, Ahn NG, Cho BG, Cho YL and Kwak YS.** (2015). Characterization of Korean red ginseng (*Panax ginseng* Meyer): History, preparation method, and chemical composition. Journal of Ginseng Research. 39:384-391.
- Li X.** (1992). Studies on the transforming mechanism of amino acid components in ginseng in the course of ginseng processing. Journal of Ginseng Research. 16:64-67.
- Matsuura H, Hirao Y, Yoshida S, Kunihiro K, Fuwa T, Kasai R and Tanaka O.** (1984). Study of red ginseng: New glucosides and a note on the occurrence of Maltol. Chemical and Pharmaceutical Bulletin. 32:4674-4677.
- Matsuura Y, Wheng Y, Takaku T, Kameda K and Okuda H.** (1994). Isolation and physiological activities of a new amino acid derivative from Korean red ginseng. Journal of Traditional Medicines. 11:256-263.
- Nam KY.** (2005). The comparative understanding between red ginseng and white ginsengs processed ginsengs(*Panax ginseng* C. A. Meyer). Journal of Ginseng Research. 29:1-18.
- Nam KY, Yang BW, Shin WS and Park JD.** (2018). A comprehensive review of the comparative studies of Korean (*Panax ginseng*) and American(*Panax quinquefolium*) ginsengs on the thermogenic response. Korean Journal of Pharmacognosy. 49:203-218.
- Park HW, In G, Han ST, Lee MW, Kim SY, Kim KT, Cho BG, Han GH and Chang IM.** (2013). Simultaneous determination of 30 ginsenosides in *Panax ginseng* preparations using ultra performance liquid chromatography. Journal of Ginseng Research. 37:457-467.
- Qi L, Wang C and Yuan C.** (2011). Ginsenosides from American ginseng: Chemical and pharmacological diversity. Phytochemistry. 72:689-699.
- Shin BK, Kwon SW and Park JH.** (2015). Chemical diversity of ginseng saponins from *Panax ginseng*. Journal of Ginseng Research. 39:287-298.
- Wang C, Aung HH, Ni M, Wu J, Tong R, Wicks S, He T and Yuan C.** (2007). Red American ginseng: Ginsenoside constituents and antiproliferative activities of heat-processed *Panax quinquefolius* roots. Planta Medica. 73:669-674.