

압출성형이 인삼의 성분변화에 미치는 영향

유병희 · 최미정 · 정구춘¹ · 이시경*
건국대학교 분자생명공학과, ¹건국대학교 화학과

Effect of Extrusion Process on the Change of Components in Ginseng

Byung-Hee Ryu, Mi-Jung Choi, Koo-Chun Chung¹, and Si-Kyung Lee*

Department of Molecular Biotechnology, Konkuk University

¹Department of Chemistry, Konkuk University

Abstract This study was carried out to investigate the effects of the extrusion process on the change of components in ginseng. The extraction yields from ginseng by distilled water extraction were highest in the extruded ginsengs, whereas it was lowest in the white ginseng. The contents of crude saponin were highest in the extruded ginseng, and they increased as the extrusion temperature was raised. The total contents of 11 kinds of ginsenosides increased in the order of red, white and extruded ginsengs. In particular, red ginseng showed higher contents of Rg1, Rg3 and Rb2, whereas Re was highest in white ginseng. In addition, the contents of Rg2, Rh1, Rh2 and Rg3 in the extruded white ginseng became higher. Free sugar contents were greatest in red ginseng. However, they were lowest in the extruded ginseng. White ginseng had a greater L value, whereas extruded ginseng demonstrated higher a and b values. In conclusion, the extraction yields, the contents of saponin, and ginsenoside-Rg2, Rh1, Rh2 and Rg3 were increased through the extrusion process.

Keywords: red ginseng, white ginseng, extruded ginseng, crude saponin, ginsenoside

서 론

인삼은 오가피나무과 또는 두릅나무과(Araliaceae)로 분류 되는 인삼속 식물로 *Panax ginseng* C.A. Meyer 등 5-6종이 있으며(1), 이중 고려인삼인 *Panax ginseng* C.A Meyer는 예로부터 그 약리적 효능이 뛰어나 가장 고귀한 생약재로 사용되었다. 인삼의 약리효과를 나타내는 중요 물질은 ginsenoside로 이는 화학적으로 aglycone을 함유한 배당체로서 한국의 인삼에는 약 30종 이상의 ginsenoside가 들어 있다. 인삼의 약리효과는 신진대사를 원활하게 하며 간 기능 증진효과(2-4)와 혈당의 강하작용 및 adrenaline 유발, 고혈당 억제효과(5-7)가 있다고 보고되었고, 인삼성분의 암에 대한 유효성은 다당체 ginsan이 killer cell을 활성화시킴으로써 암세포를 사멸시킬 수 있음이 Kim 등(8)에 의해서 보고 된 바 있다. 또한 인삼의 사포닌은 저농도에서는 혈압을 상승시키나 투여량이 많을수록 혈압을 강하시키는 효과가 있다고 보고되었다(9,10). 또한 인삼의 산성 다당체 성분은 비만 또는 고지혈증을 예방하고, 콜레스테롤 대사 개선(11,12)에도 효과가 있다고 보고하였다.

이러한 인삼은 여러 가지 기능성을 지니고 있어 다양한 제품으로 개발되고 있는데, 최근에는 인삼이나 홍삼에 효소를 이용한

발효를 통해 특이 saponin을 강화시킨 발효인삼제품(13,14), 인삼을 120-180°C에서 30분에서 수 시간 압력가열 처리하여 만든 선삼(15), 수삼을 선별하여 껍질이 있는 상태로 증숙과 건조과정을 9회 반복하여 만드는 흑삼(16,17), 인삼을 puffing gun에 넣고 고온, 고압, 고전단력을 가해 압출성형 시켜 농축액 제조 시 전분질의 수용화를 기할 수 있는 팽화홍삼(18) 등 다양한 제품이 개발되고 있다.

이러한 공정 방법들 중 압출 성형처리는 혼합, 가열, 성형 등과 같은 공정으로 구성되어 다른 처리방법과 비교 시 빠른 시간에 수행할 수 있는 효율적인 공정이며(19), 인삼 분말을 압출성형 처리를 하면 전분 분자 붕괴가 극대화 되어 인삼 추출액의 침전 물질인 전분을 수용화 할 수 있고, 인삼 세포벽의 붕괴를 유발하여 산성다당체 등과 같은 성분의 용출이 용이하여 그에 따른 수율을 높일 수 있을 것으로 기대 된다. 백삼의 압출성형에 대한 연구는 압출성형 삼과 백삼 홍삼의 화학성분의 차이(20)에 관한 연구가 있었으며, 압출성형 조건에 따른 압출성형물의 침출 속도 및 침출물의 특성(21)에 관한 연구가 있었다.

이에 본 연구에서는 인삼 분말의 압출성형이 인삼 성분변화에 미치는 영향을 조사하고자 하였고, 압출 성형 인삼과 백삼, 홍삼 사이의 추출 수율, 조사포닌의 함량, ginsenoside 함량 및 유리당의 함량과 색도 변화 등을 비교 분석하였다. 연구에 필요한 압출성형 백삼을 제조하기 위해서 인삼분말을 쌍축압출성형장치를 사용하여 지름이 2 mm 원형 시출구 하나를 열어서 압출성형을 하였다. 또한 강한 충 밀립을 위하여 스크류 3개를 역방향으로 조합하였고 바렐을 130°C로 일정하게 가열한 채 인삼분말을 일정하게(23 kg/h) 투입하였고 가수량을 변화시켜 성형 온도를 조절하여 압출 성형하였다.

*Corresponding author: Si-Kyung Lee, Department of Molecular Biotechnology, Konkuk University, Seoul 143-701, Korea
Tel: 82-2-450-3759

Fax: 82-2-450-3726

E-mail: lesikyung@konkuk.ac.kr

Received February 9, 2012; revised April 19, 2012;

accepted April 30, 2012

실험 재료 및 방법

수삼

시료로 사용한 인삼은 충남 금산군 소재 (주)대동고려삼에서 동일한 4년근 수삼(*Panax ginseng* C.A. Meyer)으로 제조한 백삼과 홍삼을 구입하였다. 백삼은 수삼을 1차로 50-55°C의 건조기에 수분 함량이 35%까지 건조시킨 후 일광 건조실에서 약 15일 동안 건조시켜 수분함량이 15%이하가 되도록 제조한 백삼을 사용하였다. 백삼을 제조한 것과 동일한 수삼을 98-100°C로 3시간 증자한 후 60-70°C의 건조기에서 수분 함량이 35% 이하가 될 때까지 1차 건조한 후 55-60°C의 일광건조실에서 수분함량이 15% 정도까지 15일 동안 2차 건조하여 제조한 홍삼을 사용하였다. 구입한 백삼을 분쇄하여 60 mesh로 거른 후 압출성형에 사용하였다.

압출성형 인삼분말의 제조

압출성형 인삼분말은 쌍축압출성형장치(DNDL-44, Buhler Brothers Co., Uzill, Switzerland)를 사용하였고, 지름이 2 mm 원형 사출구 하나를 열어서 압출성형을 하였다. Length/Diameter는 20으로 하였고 강한 층 밀립을 위하여 Screw Type은 66R-3, KD(RLR)-3, 44R-5, RSE(LR), 44R-4, RSE(LRL), 33R-5, ST으로 조합하였고 실험 시 설정한 압출성형 조건은 Ryu 등(22)이 특허 출원한, 인삼의 가용성분 제조방법에서 설정한 압출성형 조건에 따라 본 실험에서는 압출성형 시 screw 회전속도를 270 rpm으로 고정시키고 인삼분말을 시간당 23 kg 투입하여 가수량을 시간당 1.5 L에서 3.0 L로 변화를 주어 126, 146, 154°C의 압출 온도에서 제조한 압출성형 백삼을 실험의 원료로 사용하였다.

수분 측정

식품공전에 나와 있는 수분 함량 측정법(23)에 따라 수분 함량을 구했다. 미리 항량을 구한 칭량 접시에 검체 5g을 정밀히 달아 뚜껑을 약간 열어 놓고 105°C에서 3시간 건조 후 데시게이터 안에서 30분 방랭한 뒤 무게를 재었다. 다시 칭량접시를 1시간 건조하여 항량이 될 때까지 위의 조작을 반복해서 수분함량을 구했다.

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

- a: 칭량접시의 무게(g)
- b: 칭량접시와 검체의 무게(g)
- c: 건조 후 항량이 되었을 때의 무게(g)

$$\text{dry basis(\%)} = \frac{a}{(b-c)} \times 100$$

- a: 건조 후 무게
- b: 시료 무게
- c: 시료의 수분 함량

압출성형 백삼의 추출율

백삼, 홍삼, 압출성형 백삼 분말의 추출은 분말을 각각 2g씩 플라스크에 취한 후 증류수 및 80%의 에탄올 40 mL를 각각 넣고 85°C에서 10, 30, 60분씩 2회 추출하였으며 그 추출액을 3000 ×g으로 15분 동안 원심분리하여 상등액의 고형분 함량을 구하고 다음과 같은 식으로 추출율을 구하였다.

$$\text{추출율(\%)} = \frac{\text{(수용성 고형분(g)/총 고형분(g)(시료의 무게-수분함량))} \times 100$$

조사포닌의 함량 분석

조사포닌의 분리 및 정량은 식품공전의 butanol 추출증량법(24)에 준하였다. 100 mesh 표준체를 통과한 검체 5g을 달아 250 mL의 환류용 플라스크에 취했다. 여기에 수포화부탄올용액 50 mL를 가하고 70-80°C의 수욕에서 환류냉각하면서 1시간 추출한 후 식히고 여과한 다음 250 mL 분액여두에 옮겼다. 잔류물에 대하여 위의 조작을 2회 더 반복했다. 분액여두에 증류수 50 mL를 넣고 격렬히 흔들고 물층과 수포화부탄올층이 완전히 분리될 때까지 정지했다. 부탄올층을 미리 항량 한 농축플라스크에 옮겨 수욕상에서 농축했다. 그 잔유물에 에테르 50 mL를 넣고 40-50°C의 수욕 상에서 30분간 환류냉각기를 붙여 추출한 후 에테르를 제거했다. 잔류물을 105°C에서 항량이 될 때까지 건조 후 무게를 측정하고 다음 식으로 조사포닌의 함량을 구하였다.

$$\text{조사포닌의 함량(mg/g)} = \frac{(A-B)}{S}$$

- A: 수포화부탄올층을 농축 건조한 후의 플라스크 무게(mg)
- B: 항량을 구한 플라스크 무게(mg)
- S: 검체의 체취량(g)-검체의 수분 함량(g)

Ginsenoside의 HPLC 분석

Ginsenoside의 HPLC 분석은 건강기능식품공전의 기기분석 고속액체크로마토그래프 조건(25)에 따라 분석하였다. 각 시료의 0.5 g을 정확히 취하여 10 mL 메탄올에 sonicator를 사용해 50°C로 50분간 추출한 추출액의 상층액을 syringe filter 0.45 μm(PVDF, Chrom tech Co., Apple Valley, MN, USA)로 여과하였다. HPLC(NS-4000 series HPLC System P/N: NS-4000G, Futecs Co., Ltd, Deajeon, Korea)에 컬럼(ProntoSIL 120-5-C₁₈ ace-EPS ST(250×4.6)mm, Bisschoff Co., Leonberg, Germany)을 걸고 컬럼 온도를 30°C로 유지하였으며, 여과액 20 μL를 HPLC에 주입하였고 용매는 Acetonitrile:증류수를 75:25로 혼합하여 유속 1.2 mL/min로 흘려보냈고 UV detector를 사용하여 203 nm에서 검출하였다.

유리당 분석

유리당의 HPLC 분석은 Shodex사(Kanagawa, Japan)의 Asahipak NH₂P-50 series 유리당 분석 조건(26)에 따라 분석하였다. 백삼, 홍삼 및 압출성형 백삼 분말을 20배 증류수에 분산시켜 50°C에서 30분간 추출하고 그 추출액을 0.45 μm syringe filter로 여과하였다. HPLC(Hutecs NS-4000, Futecs Co., Deajeon, Korea)에 컬럼(Asahipak NH₂P-50 4E, Shodex Co., Kanagawa, Japan)을 걸고 컬럼 온도를 40°C로 유지하며 여과액 5 μL를 HPLC에 주입하였다. 용매는 Acetonitrile:증류수를 75:25 비율로 혼합하였고 유속 1.0 mL/min의 흘렀으며 RI detector로 glucose, fructose, maltose, 및 sucrose를 분석 하였다. 각 유리당 standard는 Sigma-aldrich (Sigma-aldrich Korea Co., Yongin, Korea)에서 구입하였다.

압출성형 백삼 분말, 추출액의 색도

분말의 색도는 백삼, 홍삼, 압출성형 백삼을 super grinder(JL-1000, High bell Co., Hwaseong, Korea)로 2분간 분쇄하여 페트리 디쉬에 10 g씩 담은 후, 색차계(CR-300, Minolta Co., Tokyo, Japan)을 이용하여 L(명도), a(적색도), b(황색도)를 측정하였다.

추출액의 색도는 60 mesh로 거른 압출성형 백삼 분말 1g을 증류수 및 80% 에탄올 50 mL에 잘 분산시킨 후 환류 냉각기를 붙여 85°C에서 30분간 추출한 후 3000×g으로 15분 원심분리하고 그 상등액을 0.45 μm로 여과하였다. 그 여액을 spectrophotometer

(Smart Plus Spectrophotometer Sp-1900 Woonggi Science Co., Seoul, Korea)로 540 nm에서 흡광도를 측정하였다.

통계처리

통계처리한 결과는 평균과 표준편차로 표시하였으며 대조군과 시험군과의 비교는 SPSS(Statistical Package for the Social Sciences, version 12, IBM Acquires SPSS Inc, USA) 프로그램을 사용하였고, Kruskal-Wallis 검증을 사용하여 *p*값이 5% 미만일 때를 통계학적으로 유의성이 있다고 판정하였다.

결과 및 고찰

압출성형 백삼의 추출수율

압출성형이 수용성 성분의 추출 수율에 미치는 영향을 조사하기 위하여, 동일한 수삼을 이용하여 제조한 백삼과 홍삼 및 동일한 백삼을 가지고 압출 온도를 달리하여 압출성형 한 백삼 분말을 증류수 및 80% 에탄올을 이용하여 추출시간에 따른 추출 수율을 측정하여 결과를 Table 1에 나타내었다.

증류수로 추출할 경우 백삼의 추출 수율은 추출 시간에 따라 큰 차이가 없었다. 홍삼의 경우도 추출시간에 따른 변화는 적었으나 백삼에 비해 10% 정도 높은 수율을 나타냈다. 또한 압출성형 백삼의 추출수율은 압출온도에 따라 약 71-74%로 나타나 가장 높았다. 이상의 실험에서 압출성형 백삼이 일반 백삼이나 홍삼보다 높은 추출수율을 보였으며 또한 온도에 따른 유의적인 차이(*p*<0.05)는 없었으나 압출온도가 상승함에 따라 추출수율이 상승하였다. 또한 압출성형 백삼이 일반 백삼보다는 약 25%, 홍삼보다는 약 15% 높은 추출수율을 나타냈는데 이러한 결과는 압출 처리 중에 발생하는 고온, 고압 및 전단응력 등의 물리적 조건이 세포벽을 파괴하여 인삼성분의 용출을 용이하게 한 것으로 생각된다. 이는 Kim 등(27)의 압출성형 백삼의 물 추출율이 백삼이나 홍삼의 물 추출율보다 높았다는 보고와 Ralet 등(28)의 사탕무박을 압출성형하여 고품분 용해도를 16.6%에서 47.5%까지 높아졌다는 보고와 유사한 결과를 나타냈다. 또한 80% 에탄올로 추출했을 때에도 백삼과 홍삼의 시간에 따른 추출 수율은 큰 차이가 없었으나, 홍삼이 백삼에 비해서 다소 높은 수율을 나타냈다. 이는 Choi 등(29)의 홍삼 및 백삼의 용매별 추출물의 수율,

환원성 및 항산화작용 연구에서 홍삼의 추출수율이 백삼의 수율보다 높은 결과와 유사했다. 이러한 결과는 가열 시간이 많은 홍삼의 제조과정 중 증삼 과정에서 고온에 의해 고분자의 전분이 부분적으로 분해 또는 가용화되었기 때문인 것으로 생각된다.

80% 에탄올을 이용한 추출시간에 따른 추출수율은 인삼의 종류에 따라 차이가 거의 없었다. 인삼의 종류 간의 추출수율은 홍삼의 추출수율이 약 30%로 가장 높았으며 백삼과 압출성형 백삼의 수율은 유사하였다. 이러한 결과는 Ku 등(30)이 인삼 세포벽의 압출성형처리에 의한 수용화 효과 연구에서 80% 에탄올을 용매로 사용했을 경우 압출성형 백삼의 용해도가 원료백삼의 용해도와 큰 차이를 나타내지 않은 결과와 일치하였다.

압출성형 백삼의 조사포닌 함량 변화

압출성형이 인삼의 주요 생리활성물질인 사포닌의 함량에 미치는 영향을 조사하기 위하여 백삼과 홍삼 그리고 압출조건에 따른 압출성형 백삼 1g 중의 조사포닌 함량을 측정하여 결과는 Table 2와 같다.

백삼과 홍삼의 조사포닌 함량은 각각 42.59, 45.50 mg/g으로서 홍삼의 조사포닌 함량이 백삼의 조사포닌 함량보다 다소 높았으며 이는 Ha 등(20)이 홍삼, 백삼 및 압출성형 건조수삼의 성분특성에서 홍삼의 조사포닌 함량이 백삼의 조사포닌 함량보다 많다는 결과와 일치 했다. 또한 Nam(31)의 홍삼과 백삼의 비교 연구에서 백삼에 비해 홍삼의 사포닌 함량이 높았다는 결과와도 일치하였다.

압출성형 백삼의 조사포닌 함량은 백삼이나 홍삼에 비해 높았으며, 압출온도가 증가할 수록 조사포닌 함량도 증가하는 경향을 보였다. 이러한 결과는 다양한 조건에서 물리적 힘을 가하여 압출성형 한 백삼분말에서 조사포닌의 함량이 50% 이상 증가하였다고 보고한 Kim 등(27)의 연구 결과와 유사하였다. 이는 압출성형 처리 시 고온, 고압 등 물리적 요인에 의해 세포벽 성분이 분해됨으로써 추출 시 세포내 성분이 쉽게 용출되어 조사포닌 추출수율이 증가한 것에 기인하는 것으로 생각된다.

Ginsenosides의 변화

압출성형이 ginsenosides 조성 및 함량에 미치는 영향을 조사하기 위해 백삼, 홍삼, 압출성형 백삼 1g 중의 protopanaxatriol과

Table 1. Yields of the extracts from white, red and extruded ginsengs with distilled water and 80% ethanol (Unit: %)

Samples	Distilled water extract			Ethanol extract		
	Time (min)			Time (min)		
	10	30	60	10	30	60
White ginseng	46.76±0.16 ⁽²⁾	48.16±3.00 ^c	48.66±1.25 ^c	23.92±0.77 ^b	23.61±0.90 ^b	23.96±0.26 ^b
Red ginseng	58.80±0.40 ^b	58.96±2.40 ^b	60.19±0.89 ^b	28.78±0.11 ^a	30.85±1.71 ^a	31.34±0.11 ^a
EGA ⁽¹⁾	71.01±0.16 ^a	71.61±1.14 ^a	71.63±2.11 ^a	23.82±0.47 ^b	24.13±0.87 ^b	24.39±1.34 ^b
EGB	73.11±0.14 ^a	73.68±0.67 ^a	73.18±1.73 ^a	25.92±0.72 ^b	24.50±0.39 ^b	23.54±0.40 ^b
EGC	74.46±0.06 ^a	74.34±1.56 ^a	73.21±1.82 ^a	25.21±0.84 ^b	24.63±1.31 ^b	24.39±0.68 ^b

⁽¹⁾EGA: Extruded ginseng at 126°C, EGB: Extruded ginseng at 146°C, EGC: Extruded ginseng at 154°C

⁽²⁾Values within the same column with different letter superscripts are significantly different each other at *p*<0.05 using Kruskal-Wallis.

Table 2. The contents of crude saponin in white, red and extruded ginsengs (Unit: mg/g)

Samples	White ginseng	Red ginseng	EGA ⁽¹⁾	EGB	EGC
Crude saponin	42.59±1.4 ^c	45.50±1.5 ^c	59.61±3.2 ^b	67.42±2.7 ^a	67.88±0.2 ^a

⁽¹⁾EGA: Extruded ginseng at 126°C, EGB: Extruded ginseng at 146°C, EGC: Extruded ginseng at 154°C

⁽²⁾Values within the row with different letter superscripts are significantly different each other at *p*<0.05 using Kruskal-Wallis.

Table 3. The comparison of protopanaxatriol ginsenosides contents in white, red and extruded ginsengs

Samples	Protopanaxatriol ginsenosides ($\mu\text{g/g}$)					
	Rg1	Re	Rf	Rg2	Rh1	Total
White ginseng	2,040.8	2,677.5	717.3	82.9	81.9	5,600.4
Red ginseng	2,303.2	2,183.3	754.2	270.0	152.4	5,663.1
EGA ¹⁾	1,246.3	1,876.8	620.0	273.2	160.8	4,177.1
EGB	1,122.8	1,547.6	507.1	294.5	290.1	3,762.1
EGC	1,008.2	977.5	508.4	297.7	675.2	3,467.0

¹⁾EGA: Extruded ginseng at 126°C, EGB: Extruded ginseng at 146°C, EGC: Extruded ginseng at 154°C

Table 4. The comparison of protopanaxadiol ginsenosides contents in white, red and extruded ginsengs

Samples	Protopanaxadiol ginsenosides ($\mu\text{g/g}$)						
	Rh2	Rg3	Rd	Rc	Rb2	Rb1	Total
White ginseng	53.7	120.8	538.5	1,528.4	1,286.4	2,208.7	5,736.5
Red ginseng	287.2	502.1	578.5	1,534.1	1,641.2	2,573.2	7,116.3
EGA ¹⁾	294.6	175.7	195.5	1,194.3	771.3	2,528.6	5,160.0
EGB	407.5	241.4	425.2	1,016.5	746.3	1,071.8	3,908.7
EGC	543.2	410.7	510.6	673.6	606.2	936.5	3,680.8

¹⁾EGA: Extruded ginseng at 126°C, EGB: Extruded ginseng at 146°C, EGC: Extruded ginseng at 154°C

protopanaxadiol ginsenosides의 함량을 분석한 결과는 Table 3 및 4와 같다. 총 ginsenosides 함량은 홍삼이 백삼에 비해 다소 높았으며, 압출성형 백삼은 백삼과 홍삼에 비해 낮았다. 개별 사포닌으로서는 protopanaxatriol(PT)계 사포닌인 ginsenoside-Rg2와 ginsenoside-Rh1이 홍삼에서 각각 270.0, 152.4 $\mu\text{g/g}$ 으로 나타나, 홍삼이 백삼에 비해 많은 양을 함유하고 있었고, protopanaxadiol(PD)계 사포닌인 ginsenoside-Rh2, ginsenoside-Rg3는 홍삼이 백삼에 비해 높게 함유되어 있었다. 이는 Nam(31)의 홍삼과 백삼의 비교 고찰에서 고온으로 증삼 제조한 홍삼이 백삼에 비해 ginsenoside-Re의 함량은 적고, ginsenoside-Rg2, -Rh1, -Rh2, -Rg3의 함량이 높았다는 결과와 일치하였다.

또한 Table 3에서와 같이, 백삼에서 triol계 ginsenoside인 ginsenoside-Re의 함량이 2,677.5 $\mu\text{g/g}$ 이었으나 압출온도 126°C에서 제조한 압출성형 백삼에서는 1,876.8 $\mu\text{g/g}$, 146°C에서는 1,547.6 $\mu\text{g/g}$, 154°C에서는 977.5 $\mu\text{g/g}$ 으로 나타나 압출온도가 높을수록 ginsenoside-Re의 함량이 낮아진 반면, ginsenoside-Rg2의 함량이 백삼보다 압출성형 백삼에서 높았다. 압출성형 백삼의 경우 압출온도가 126°C에서 보다 146°C에서 ginsenoside-Rg2 함량도 증가하였다. 이상의 결과는 Jee(32)의 압출성형에 의한 인삼 산성 다당체의 수용화 증대 및 항스트레스 활성 연구에서 실험한 압출성형 인삼과 백삼의 추출액의 ginsenosides 분석 결과와 유사했고, Kim 등(27)의 미삼의 압출공정에 의한 세포벽 수용화 및 재구성 기법 연구에서 압출성형 인삼과 백삼 추출액의 ginsenosides 분석 결과와도 일치하였다. 이러한 결과는 protopanaxatriol(PT)계 사포닌인 ginsenoside-Re는 C-20의 위치에 glucose 1분자와 C-6 위치에 glucose와 rhamnose 1분자씩을 가지고 있는데 C-20 위치의 glucose는 산 또는 열에 의해 쉽게 분해되어 ginsenoside-Rg2로 전환된다. 백삼이 압출성형 공정을 거치면서 물리적 에너지에 의해 고온 고압 처리되므로 백삼의 ginsenoside-Re가 분해되어 ginsenoside-Rg2로 전환된 것으로 생각된다.

한편 Table 4에서 보는 바와 같이, 백삼에서 protopanaxadiol(PD)계 사포닌인 ginsenoside-Rb1, -Rb2, -Rc는 각각 2,208.7, 1,286.4, 1,528.4 $\mu\text{g/g}$ 으로 3종 ginsenosides의 합은 5,023.5 $\mu\text{g/g}$ 이

었으나 압출성형 백삼의 3종 ginsenosides의 합은 126°C에서는 4,494.2 $\mu\text{g/g}$, 146°C에서는 2,834.6 $\mu\text{g/g}$ 및 154°C에서는 2,216.3 $\mu\text{g/g}$ 으로 압출온도가 상승할수록 ginsenoside-Rb1, -Rb2, -Rc의 함량은 감소하였다. 반면, ginsenoside-Rg3의 함량은 백삼이 120.8 $\mu\text{g/g}$ 이었으며 압출성형 백삼에서는 126°C에서 175.7 $\mu\text{g/g}$, 146°C에서 241.4 $\mu\text{g/g}$, 154°C에서 410.7 $\mu\text{g/g}$ 으로 압출온도가 높아짐에 따라 증가하였다. Ginsenoside-Rh2 또한 백삼에서는 53.7 $\mu\text{g/g}$ 이었으나 압출성형 백삼에서는 압출온도의 상승과 더불어 함량이 증가함을 알 수 있었다. Jee(32)의 압출성형에 의한 인삼 산성 다당체의 수용화 증대 및 항스트레스 활성 연구에서 실험한 압출성형 인삼과 백삼의 추출액의 ginsenosides 분석 결과 및 Kim 등(27)의 미삼의 압출공정에 의한 세포벽 수용화 및 재구성 기법 연구에서 압출성형 인삼과 백삼의 추출액의 ginsenosides 분석 결과에서도 압출성형 인삼의 Rb2, Rc의 함량이 백삼에 비해 줄어들었고, Rg3의 함량이 백삼에 비해 늘어나 본 실험의 결과와 유사했다.

Protopanaxadiol(PD)계 사포닌인 ginsenoside-Rb2, -Rc는 C-20 위치에 2개의 당과 결합하고 있으며 C-3 위치에 2개의 glucose와 결합하고 있다. C-20 위치의 당은 산 또는 열에 의해 쉽게 분해되어 ginsenoside-Rg3를 생성하며 분해가 더욱 지속되면 ginsenoside-Rh2로 전환된다. 이상의 실험에서 인삼 중의 PD계 사포닌인 ginsenoside-Rb2, -Rc는 압출 시 가해지는 물리적 에너지에 의해 생성된 고온 고압에 의해 C-20 위치의 당 부위가 가수분해되어 ginsenoside-Rg3를 생성하고 더 나아가 C-3 위치의 glucose 분자까지도 부분적으로 분해시켜 ginsenoside-Rh2로 전환되는 것으로 생각된다.

압출성형 백삼의 유리당 함량변화

인삼 분말 1g 중의 당 조성 및 함량을 조사하기 위하여 홍삼, 백삼, 압출성형 백삼의 주요 당 함량을 분석한 결과는 Table 5와 같다.

추출된 4종의 유리당 총량은 백삼이 132.27 mg/g, 홍삼이 175.02 mg/g으로 홍삼이 백삼보다 32.3%나 더 높게 함유하고 있

Table 5. The contents of free sugars in white, red and extruded ginsengs
(Unit: mg/g)

Samples	Fructose	Glucose	Sucrose	Maltose	Total
White ginseng	3.990	14.272	37.197	76.808	132.267
Red ginseng	2.866	1.818	42.335	127.999	175.018
EGA ¹⁾	2.879	5.204	42.873	12.666	63.622
EGB	3.762	2.517	24.205	1.003	31.487
EGC	1.658	1.890	18.962	3.611	26.121

¹⁾EGA: Extruded ginseng at 126°C, EGB: Extruded ginseng at 146°C, EGC: Extruded ginseng at 154°C

는 것으로 나타났다. 홍삼 중에는 백삼보다 fructose와 glucose 등 단당류의 함량이 낮았으며 특히 glucose 함량은 약 1/8로 크게 감소하였다.

Kim 등(33)은 수삼의 열처리 조건에 의한 홍삼 추출물의 수율 및 물리적 특성에 관한 연구에서 수삼 증삼 시 수삼의 전분질이 단당류로 분해되어 홍삼 중의 아미노산과 같은 질소원과 반응하여 갈색화 반응을 일으킨다고 하였으며, Nam(31)의 홍삼과 백삼의 비교 연구에서 홍삼 증삼 시 전분 분해와 아미노 카르보닐 반응이 일어난다고 하여 홍삼제조 시 증삼 및 건조과정에 단당류가 아미노 카르보닐 반응에 이용된 것으로 생각된다.

한편 이당류인 sucrose와 maltose는 홍삼 중에 더 높게 함유되어 있으며 특히 maltose의 함량은 백삼보다 홍삼에서 높았다. 또한 각 압출 온도에서 제조된 압출성형 백삼의 유리당 함량은 백삼에 비해 매우 낮았다. 특히 glucose와 maltose 함량이 압출과정 중에 크게 낮아져서 백삼중의 함량에 비해 각각 36.5%와 16.5%에 지나지 않았다. 이는 Jee(32)가 백삼과 압출성형 백삼의 유리당 함량 분석 시 압출성형 백삼이 일반 백삼에 비해 fructose, glucose, maltose의 함량이 낮았다는 결과와 일치하였다.

압출성형 백삼의 색도 변화

압출성형 백삼 제조 시 압출 온도가 백삼 분말의 색도에 미치는 영향을 조사하기 위해 백삼, 홍삼, 압출성형 백삼 분말의 L(명도), a(적색도), b(황색도) 값을 측정하여 비교한 결과는 Table 6과 같다. 인삼의 명도(L)는 백삼 분말이 홍삼 분말보다 다소 높았다. 이는 Hong 등(21)의 증삼에 따른 고려인삼의 이화학적 특성 변화 연구에서 백삼 분말과 증삼 횟수에 따른 홍삼 분말의 명도를 비교한 결과 백삼분말이 홍삼 분말보다 높은 명도 값을 나타낸 결과와 일치했다.

또한 압출성형 백삼이 일반 백삼에 비해 낮은 명도 값을 나타내었으며 압출 온도가 높을수록 명도는 더 낮아지는 경향을 보였다. Ha 등(34)은 배럴온도와 스크류 회전 속도에 따른 압출성형 수삼의 특성 연구에서 압출온도 증가에 따라 명도가 감소한다고 보고하였고, Kim 등(35)은 압출성형 시 수분 함량 및 스크류 회전 속도가 압출성형 백삼의 색도에 미치는 영향에 관한 실험에서 수분함량이 적을수록 압출성형 백삼의 명도가 낮아진다고 보고하여 본 실험의 결과와 유사하였다. 적색도(a)는 홍삼이 백삼보다 다소 높았다. 이는 Hong 등(21)의 증삼에 따른 고려인삼의 이화학적 특성 변화 연구에서 홍삼분말이 백삼 분말보다 높은 적색도를 나타냈다는 보고와 일치하였다. 압출성형 백삼은 백삼이나 홍삼에 비해 높은 적색도를 나타내었다. 이러한 결과는 수분함량 감소와 스크류 회전 속도 증가를 통해 압출온도를 증가시키면 적색도가 증가하였다고 보고한 Kim 등(35)의 결과와 유사하였으며 압출 온도가 증가함에 따라 압출성형 백삼의 적색도가 증가하였다고 보고한 Ha 등(34)의 결과와도 유사했다. 이와

Table 6. Colorimetric characteristics of white, red and extruded ginsengs powder

Powder samples	Color		
	L	a	b
White ginseng	81.77±0.06 ²⁾	3.13±0.02 ^b	6.90±0.14 ^b
Red ginseng	77.62±0.02 ^b	4.23±0.01 ^b	7.20±0.03 ^a
EGA ¹⁾	75.14±0.03 ^b	5.82±0.28 ^{ab}	8.56±0.08 ^a
EGB	72.61±0.07 ^b	6.56±0.44 ^a	8.36±0.13 ^a
EGC	71.98±0.02 ^b	7.14±0.03 ^a	7.89±0.05 ^a

¹⁾EGA: Extruded ginseng at 126°C, EGB: Extruded ginseng at 146°C, EGC: Extruded ginseng at 154°C

²⁾Values within the same column with different letter superscripts are significantly different each other at p<0.05 using Kruskal-Wallis. L: Lightness, a: redness b: yellowness.

Table 7. Changes of color intensity of extract of white, red and extruded ginsengs

Samples	O.D at 540 nm	
	Distilled water extract	Ethanol extract
White ginseng	0.222	0.021
Red ginseng	0.248	0.026
EGA ¹⁾	1.111	0.065
EGB	0.968	0.132
EGC	1.159	0.254

¹⁾EGA: Extruded ginseng at 126°C, EGB: Extruded ginseng at 146°C, EGC: Extruded ginseng at 154°C

같은 결과는 압출처리 시 발생하는 고온과 낮은 수분 활성도, 당 성분 등에 의하여 갈변반응이 일어나 갈색화가 진행되는 것에 기인하는 것으로 생각된다.

반면에 황색도(b)는 홍삼이 백삼보다 높은 값을 나타냈으며, 이는 Hong 등(21)의 증삼에 따른 고려인삼의 이화학적 특성 변화 연구에서 홍삼분말이 백삼 분말보다 높은 황색도를 나타냈다는 보고와 일치 했다. 또한 압출성형 백삼은 백삼이나 홍삼에 비해 황색도가 높았다.

한편 압출 온도가 인삼 분말 추출액의 색도에 미치는 영향을 조사하기 위하여 인삼 분말을 증류수 또는 80% 에탄올로 추출하여 540 nm에서 흡광도를 측정한 결과는 Table 7과 같다. 표에서 보는 바와 같이, 증류수 추출액과 에탄올 추출액의 흡광도는 백삼과 홍삼이 큰 차이를 보이지 않았으나 압출 성형백삼 추출액의 흡광도는 크게 증가하여 홍삼이나 백삼에 비해 높았다. 또한 80% 에탄올 추출액에 비해 증류수 추출액의 흡광도가 훨씬 높게 나타났는데 이는 Sung 등(36)이 추출조건이 홍삼 엑기스의 색상과 관능적 성질에 미치는 영향에서 에탄올의 농도가 증가 할수록 추출액의 흡광도가 낮아지고, 90% 에탄올로 추출 시 물 추출액에 비하여 흡광도가 60%에 불과했다는 결과와 유사했다. 이로써 인삼의 열처리에 의해 다량의 수용성 갈변물질이 생성된다고 생각된다.

요 약

본 연구에서는 인삼의 수용성 물질의 추출 수율을 높이고 압출 온도가 ginsenoside 및 당의 변화에 미치는 영향을 조사하기 위하여 압출온도를 달리하여 제조한 압출성형 백삼의 추출수율과 성분의 변화를 조사하였다. 인삼의 증류수 추출 수율은 압출

성형 백삼이 가장 높았으며 백삼이 가장 낮았다. 압출 성형백삼의 경우는 압출 온도가 높을수록 추출 수율이 증가하였다. 또한 증류수 추출시 80% 에탄올 추출시보다 추출수율이 증가하였다. 조사포닌 함량은 압출 성형 백삼이 가장 높았으며 이는 압출 온도가 증가함에 따라 조사포닌 함량도 증가하였다. 11종의 총 ginsenoside 함량은 홍삼이 가장 높았다. 백삼에서는 Re의 함량이 가장 높았고, 홍삼에서는 Rg1, Rg3, Rb2가 가장 높았다. 압출성형 백삼에서는 Rg2, Rh1 및 Rh2의 함량이 증가되었다. 인삼의 유리당 함량은 홍삼이 가장 높았으며 압출 성형 인삼이 가장 낮았다. 인삼의 명도(L)값은 백삼이 가장 높았으며 압출 성형백삼이 가장 낮았다. 적색도(a)와 황색도(b) 값은 압출성형 백삼이 가장 높았다. 이상의 실험에서 압출 성형 백삼은 정수로 추출 시 추출 수율이 백삼에 비해 25%이상 높았고, 조사포닌 함량도 약 20% 높았다. 또한 Rg2, Rh1, Rh2, Rg3의 ginsenoside 함량이 백삼에 비해 월등히 높았다. 이는 압출 성형 백삼을 이용하여 제품 개발 시 높은 추출 수율, 사포닌 함량이 높은 제품을 만들 수 있을 가능성을 보여 주는 결과라 생각된다.

문 헌

1. Korea Food and Drug Administration. The Korean Herbal Pharmacopoeia. Dongwon Culture Co., Seoul, Korea. p. 151 (2002)
2. Kwak HS, Joo CN. Effect of ginseng saponin fraction on ethanol metabolism in rat liver. Korean J. Ginseng Sci. 12: 76-81 (1980)
3. Jeon BH, Seong GS, Chun SG, Sung JH, Chang CC. Antioxidative effects of white ginseng and red ginseng on liver of high fat diet-treated mice. J. Ginseng Res. 29: 138-144 (2005)
4. Choi HJ, Zhang YB, Choi C. Identification of biologically active compounds from *Panax ginseng* C.A. Meyer. Korean J. Food Sci. Technol. 34: 493-497 (2002)
5. Jung NP, Jin SH. Studies on the physiological and biochemical effects of Korean ginseng. Korean J. Ginseng Sci. 20: 431-471 (1996)
6. Kim JH, Hahm DH, Yang DC, Kim JH, Lee HJ, Shim I. Effect of crude saponin of Korean red ginseng on high-fat diet-induced obesity in the rat. J. Pharmacol. Sci. 97: 124-131 (2005)
7. Kim SH, Kang JS, Lee SJ, Chun YJ. Antidiabetic effect of Korean red ginseng by puffing process in streptozotocin-induced diabetic rats. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 37: 701-707 (2009)
8. Kim KH, Lee YS, Jung IS, Park SY, Chung HY, Lee IR, Yun YS. Acidic polysaccharide from *Panax ginseng*, ginsan, induces Th1 cell and macrophage cytokinase and generates LAK cells in synergy with IL-2. Planta Med. 64: 110-115 (1998)
9. Jeon BH, Kim HS, Chang SJ. Effect of saponin and non-saponin of *Panax ginseng* on the blood pressure in the renovascular hypertensive rats. J. Ginseng Res. 23: 81-87 (1999)
10. Kang SY, Kim ND. The antihypertensive effect of red ginseng saponin and the endothelium-derived vascular relaxation. Korean J. Ginseng Sci. 16: 175-182 (1992)
11. Lee SK, So SH, Hwang EI, Koo BS, Han GH, Ko SB, Kim NM. Effect of ginseng and herbal plant mixtures on anti-obesity in obese SD rat induced by high fat diet. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 37: 437-444 (2008)
12. Kwak YS, Wee JJ, Hwang SY, Kyung JS, Kim SK. Effect of crude saponin fraction from Korean red ginseng on physiological functions of old female rat. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 29: 460-465 (2000)
13. Kong BM, Park MJ, Min JW, Kim HB, Kim SH, Kim SY, Yang DC. Physico-chemical characteristics of white, fermented and red ginseng extracts. J. Ginseng Res. 32: 238-243 (2008)
14. Park SJ, Kim DH, Peak NS, Kim SS. Preparation and quality characteristics of the fermentation product of ginseng by lactic acid bacteria (FGL). J. Ginseng Res. 30: 88-94 (2006)
15. Park JH. Development of Sun Ginseng as a New Processed Ginseng. pp. 69-72 In: The Korean Society of Crop Science Conference. Spring, May 01, Concorde Hotel Gyeongju, Korea. The Korean Society of Crop Science, Suwon, Korea (2002)
16. Kim EK, Lee JH, Cho SH, Shen GN, Jin LG, Myung CS, Oh HJ, Kim DH, Yun JD, Roh SS, Park YJ, Seo TB, Song KY. Preparation of black panax ginseng by new methods and its anti-tumor activity. Korean J. Herbol. 23: 85-92 (2008)
17. Han ST, Whang WK, Kim IH, Yang BW, Cho SH, Ko SK. Analysis of ginsenosides of black ginseng. Yakhak Hoeji 49: 490-494 (2005)
18. Kim HJ, Lee KD, Lee IS. Effects of puffing red ginseng powder on antioxidant enzyme activities in benzo(a)pyrene-treated mice. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 37: 847-852 (2008)
19. Son HJ, Ryu KH. Chemical compositions and antioxidant activity of extract from a extruded white ginseng. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 38: 946-950 (2009)
20. Ha DC, Ryu GH. Chemical components of red, white, and extruded root ginseng. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 34: 247-254 (2005)
21. Hong HD, Kim YC, Rho JH, Kim KT, Lee YC. Changes on physicochemical properties of *Panax ginseng* C.A. Meyer during repeated steaming process. J. Ginseng Res. 31: 222-229 (2007)
22. Ryu JS, Kim SH, Ryu BH. Manufacturing process of soluble components for ginseng. Korea patent 10-0841656 (2008)
23. KFIA. Korean Food Standards Codex. Korea Food Industry Association, Seoul, Korea. p. 539 (2000)
24. KFIA. Korean Food Standards Codex. Korea Food Industry Association, Seoul, Korea. p. 417 (2000)
25. KHASA. Health Functional Food Code. Korea Health Supplements Association, Seongnam, Korea. p. 424 (2010)
26. Shodex Co. Manual for Food Analysis with Shodex Columns. Shodex Co., Tokyo, Japan. p. 5 (2006)
27. Kim CJ, Jo YJ, Kim JT, Ji HK, Ku MY, Choi HS, Choi YJ, Oh HJ. Study on the solubilization and fabrication of cell wall components of ginseng radix by extrusion process. Korea Food Research Institute Report. pp. 18-37 (2005)
28. Ralet MC, Thivault JF, Della VG. Solubilization of sugar-beet pulp cell wall polysaccharides by extrusion-cooking. LWT-Food Sci. Technol. 24: 107-112 (1991)
29. Choi KJ, Kim mw, Hong SK, Kim DH. Effect of solvents on the yield, brown color intensity, UV absorbance, reducing and antioxidant activities of extracts from white and red ginseng. J. Korean Agric. Chem. Soc. 26: 8-18 (1983)
30. Ku MY, Jee HK, Lim JT, Jo YJ, Kim, CJ. Effect on solubilization of ginseng's wall by extrusion process. pp. 49. In: Proceedings of the Ginseng Society Conference. May 02, Korea Food Research Institute, Seongnam, Korea. The Korean Society of Ginseng, Seoul, Korea (2003)
31. Nam KY. The comparative understanding between red and white ginsengs processed ginsengs (*Panax ginseng* C.A Meyer). J. Ginseng Res. 29: 1-18 (2005)
32. Jee HK. Effect of extrusion process on increase of solubility of acidic polysaccharides and efficacy of extracts on anti-stress activities in ginseng. PhD thesis, Jungbu University, Geumsan, Korea (2006)
33. Kim SC, Chio KJ, Yang W, Kim SB. Effect of preheating condition of raw ginseng on the yield and physical property of Korean red ginseng extract. Korean J. Medicinal Crop Sci. 8: 146-150 (2000)
34. Ha DC, Lee JW, Ryu GH. Effect of barrel temperature and screw speed on characteristics of extruded raw ginseng. J. Ginseng Res. 29: 107-112 (2005)
35. Kim BS, Ryu GH. Properties of extracts from extruded root and white ginseng at different conditions. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 34: 306-310 (2005)
36. Sung HS, Kim WJ, Yang CB. Effect of extracting conditions on the color and sensorial properties of red ginseng extract. Korean J. Ginseng Sci. 10: 94-100 (1986)