

압출성형 공정에 의한 인삼의 수용성 성분 증대

지호균 · 조용진¹ · 김종태¹ · 장영상 · 김철진^{1,*}

중부대학교 식품생명공학과, ¹한국식품연구원

Increase of Solubility of *Ginseng Radix* by Extrusion Cooking

Ho-Kyun Jee, Young-Jin Cho¹, Chong-Tai Kim¹, Young-sang Jang, and Chul-Jin Kim^{1,*}

Department of Food Science and Biotechnology, Division of Advanced Technology, Joongbu University

¹Korea Food Research Institute

Abstract Extruded ginseng was manufactured using twin-screw extruder under 300 rpm screw speed, 21 kg/hr feed rate, 80-150°C extrusion temperature, and by addition of water (12.1-30.6%). Extraction yield and contents of total carbohydrate and uronic acid in extruded ginseng at room temperature extraction (RT) increased with increasing extrusion temperature, whereas those of boiling temperature extracts (BT) were not affected by increasing extrusion temperature. Contents of non-starch polysaccharide (NSP) in RT and BT extracts increased 340 and 142%, respectively, compared to that of raw ginseng. Main sugar compositions of NSP in RT and BT extracts were arabinose, galactose, and glucose. Extraction yields of total and crude saponins in extruded ginseng at optimize extrusion condition were higher than that of raw ginseng. In RT extracts, molecular weights of polysaccharides from raw were higher than that of extruded ginseng polymer, whereas in BT extracts molecular weights of polysaccharides from extruded ginseng were higher than those of raw ginseng polysaccharides.

Key words: ginseng, extrusion, non starch polysaccharide, saponin

서 론

인삼은 다년생초목인 *Panax Ginseng* C. A. Meyer의 뿌리이며 한국 및 만주 원산으로써 경제적으로 중요한 오가피 과 경제작물로서 한국, 일본, 만주 및 러시아에서 재배되며, *Panax Ginseng* C. A. Meyer는 구 소련의 C. A. Meyer가 명명하였다. 최근 인삼의 약리효능이 과학적으로 입증되고, 국민의 건강에 관심이 높아짐에 따라 건강식품으로 중요한 위치를 차지하고 있으며, 이에 따라 인삼을 이용하여 기호도를 높인 인삼차, 인삼엑기스, 인삼캡슐, 인삼드링크 등 다양한 가공제품이 시판·수출되고 있다. 인삼에 대한 연구는 1969년 Brekhman와 Dardymov의 adaptogen 설이 발표되면서(1) 인삼의 화학적이고 분자 생물학적인 연구를 시작으로 압, 당뇨, 간 질환, 순환계질환, 및 중추신경계 등 각종 질환에 대한 인삼의 약리효능이 계속 입증되었다(2-7). 이에 따라 사포닌, 폴리아세틸렌 및 산성다당체 등 많은 유용성분이 밝혀져 인삼 성분을 이용한 제품 시장이 점차적으로 확대되고 있다. 인삼의 유용성 성분 중 사포닌의 연구가 가장 활발히 진행 되어 왔는데, 사포닌은 비당부의 구조에 따라 protopanaxadiol(PPD)계, protopanaxatriol(PPT)계 및 oleanane계 사포닌으로 분류되며, 이 중 PPD와 PPT는 인삼 특유의 사포닌이다(8-10). PPD와 PPT는 dammarane계 triterpene으로서 PPD는 C-3, 12 위치에, PPT는 C-3, 6,

12 위치에 -OH기가 붙어 있다. 이러한 비당부에 glucose, xylose, arabinose, 및 rhamnose 등 당이 결합하여 인삼 배당체, 즉 ginsenoside를 형성한다. 그러나 인삼 사포닌은 그 화학구조에 따라 열, 산 또는 알칼리에 불안정하여 추출조건에 따라 그 부분구조가 변화하기 때문에 최근 인삼 사포닌의 화학적 변화를 막거나 사포닌의 순도를 높이기 위한 연구 등(11)이 활발히 진행되고 있다. 또한 인삼의 다당체는 약 20-30%의 전분 이외에 혈당 강하 성분인 Panaxan A-U 21종(12-14)과, 중성 다당체 및 산성다당체로 나뉜다. 산성다당체는 알콜 불용성 성분으로 인삼의 세포벽을 구성하는 분자량이 34,600 정도인 pectin 유사물질로써 galacturonic acid가 60% 정도를 차지하고 arabinose, rhamnose, glucose, 및 galactose 등이 측쇄를 구성하고 있으며, galacturonic acid moiety의 28.7%가 methyl ester로 존재한다. 특히 중성 다당체 및 ginsenoside에 비해 면역체계에 미치는 영향이 크다(15). 예를 들어 toxohormon-L의 활성을 억제하는 물질을 홍삼에서 조사한 결과 ginsenoside-Rb₂와 산성다당체임이 밝혀졌고, 그 활성은 ginsenoside-Rb₂ 보다 산성다당체가 10배 정도 더 크다(16). 이러한 이유로 예로부터 인삼을 이용할 때 오랜 시간 다린 것은 유용성 성분 추출을 극대화하기 위해서 인 것으로 사료된다. 그러나 이 같은 방법으로 인삼의 유용성 성분 즉, 세포벽 성분의 고분자 탄수화물의 수용화에 비효율적으로 많은 시간이 요구되기 때문에 편이성이 떨어진다. 이에 강한 물리적 힘을 가하여 인삼 세포벽 성분의 수용화를 극대화 한다면 인삼을 이용한 제품 및 추출에 편이성 및 저가의 기호성 식품을 개발에 기여 할 수 있을 것이라 사료된다. 이러한 관점에서 Kwon 등(17)은 마이크로웨이브 추출장치를 사용하면 인삼의 가용성 성분 및 사포닌을 에탄올 농도 40-50%, 추출온도 140°C 부근에서 3-4회 반복하여 추출 시간을 6분

*Corresponding author: Chul-Jin Kim, Korea Food Research Institute, San 46-1, Baekhyn-dong, Bundang-ku, Songnam-si, Kyong-gido 463-420, Korea
Tel: 82-31-780-9272
E-mail: chjkim@kfri.re.kr
Received January 17, 2006; accepted March 29, 2006

이내로 단축시킬 수 있다고 하였고, 이때 가용성 성분은 에탄올 함량이 낮을수록, 사포닌 성분은 에탄올 함량이 높을수록 증가한다고 하였다. 그러나 총 추출율은 40% 내외로 기존의 추출방법에 비하여 비슷한 결과를 나타내었다. 따라서 보다 많은 물리적인 힘을 가할 수 있는 방법으로 압출 성형 공법을 이용하고자 한다. 압출성형은 단일 공정으로 반죽, cooking, 성형 및 살균이 이루어져 노동력 및 시간 절약에 이점을 가지고 있어 스넥, 크래커, 및 씨리얼 등을 제조하는 식품산업에 많이 이용되고 있다. 특히 압출성형공정 중 마찰열, 전단응력 및 고온에 의해 세포벽의 구성 매트릭스를 붕괴하여 고분자의 수용화에 많은 영향을 끼친다(18). 또한 사과박을 압출성형 처리한 결과, 기계적 에너지 소모율(SME, specific mechanical energy consumption)에 비례하여 고흡분의 용해도 지수(WSI)가 증가 하였고, 이는 수용성 식이섬유의 증가에 기인하며, 총 식이섬유의 양에는 변화가 없다고 하였으며 특히, 110-170 kWh/ton 범위의 SME에서 압출처리된 사과박은 열수 추출만으로도, 산 추출(HCl pH 1.8, 85°C) 펙틴과 같은 점조성을 갖는 펙틴을 얻을 수 있어, 압출성형 처리가 세포벽 성분을 수용화시켜 pectin의 추출율을 증가시켰다고 보고된 바 있다(19).

이에 본 연구는 세포벽 성분 수용화 극대화의 방안으로 압출성형을 이용하여 미삼을 압출 성형함에 따라 압출 성형 조건이 인삼의 세포벽 성분 수용화에 미치는 영향을 규명하고, 인삼 추출율을 극대화하는 최적 압출성형 조건을 확립하기 위하여 수행되었다.

재료 및 방법

재료

인삼분은 전원삼엽사(금산, 대한민국)에서 구입한 4 년근 백미삼을 건조하여 60 메쉬 이하로 분쇄한 것을 0°C 냉동고에 보관하면서 실험하였다. 사용된 인삼분의 조지방, 조단백질, 회분, 조섬유 및 전분의 함량은 각각 1.60, 16, 7.3, 6.1 및 18.6%였다.

압출 처리 미삼분 제조

쌍축압출성형장치(DNDL-44, Buhler Brothers Co., Uzill, Switzerland)를 사용하여 지름이 2 mm인 원형 사출구 하나를 열어 압출성형 하였다(Fig. 1). 즉, Table 1에서 보는 바와 같이 3개의

Table 1. Screw configuration and extrusion condition

Extruder	Co-rotating, intermeshing twin-screw extruder Buhler Brothers Co., DNDL-44, Uzwil, Switzerland
L ¹⁾ /D ²⁾ 20	2, 3 barrel heating
Heater	135°C
Screw Type	66 ³⁾ R ⁴⁾ *3 ⁵⁾ , KD ⁶⁾ (RL ⁷⁾ R), 44R*5, RSE ⁸⁾ (LR), 44R*4, RSE(LRL), 33R*5, ST ⁹⁾
Die	orifice type (Φ 2 mm)

¹⁾L: length, ²⁾D: diameter, ³⁾screw pitch, ⁴⁾right handed, ⁵⁾the number of screw, ⁶⁾KD: kneading disk element, ⁷⁾L: left handed, ⁸⁾RSE: reverse screw element, ⁹⁾ST: screw top.

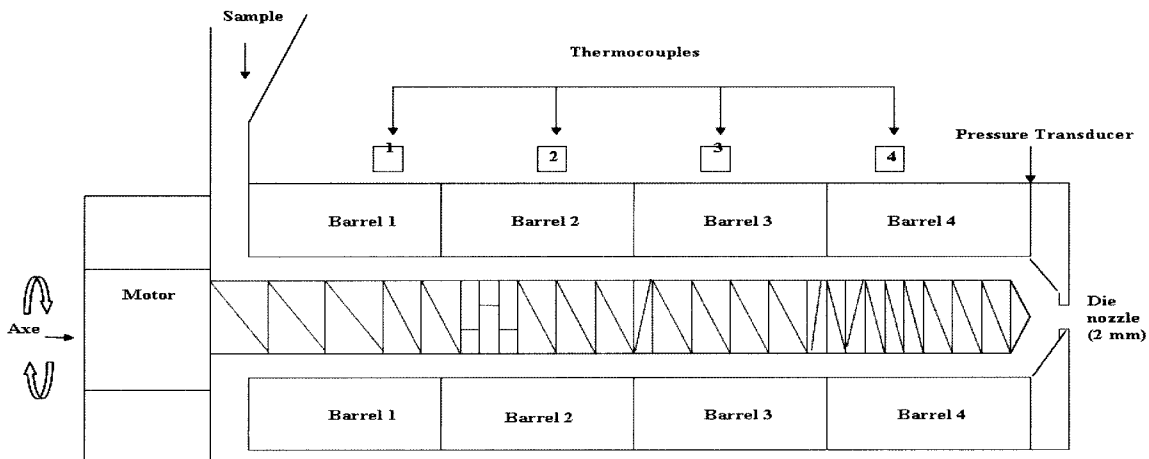
reverse element screw 조합을 사용하여 미삼분말투입을 일정하게 (21 kg/hr)하고, 가수량을 변화시켜 압출성형 하였다. 이때 2, 3번 barrel은 135°C로 가열하였고, 압출온도 155°C에서는 4번 barrel을 135°C로 유지 하였다. 압출성형 시 온도와 압력을 측정하고자 사출구와 스크류 전면사이에 thermocouple 및 transducer를 통하여 압출성형 온도와 압력을 측정하면서 압출미삼을 제조하였다. 가수량 변화에 따른 압출온도(Extrusion Temp.) 변화는 Table 4에 나타낸 것과 같다. 미삼분말에 구연산을 10% 혼합한 혼합미삼분말을 가수량이 가장 낮은 처리구를 비교대조구로 하여 압출성형 하였다.

압출 미삼의 추출방법 및 추출액 분석

압출 미삼 분말 10 g을 취해 환류냉각기를 이용하여 95°C(열수)와 상온에서 150 mL 물을 가해 2시간 동안 교반하여 추출하였다. 추출물을 원심 분리(7,700 g×10 min)하여 얻은 상정액을 추출액으로 하였다.

수분용해지수(Water Soluble Index: WSI) 및 수분 흡착지수(water absorption index: WAI)

WSI 및 WAI는 Anderson 등(20)의 방법에 따라 구하였다. 즉, WSI는 추출액 10 mL을 알루미늄 접시에 넣어 105°C에서 건조된 고흡분을 측정하여 다음과 같은 식으로 구하였고, WAI는 원심분리 후 생성된 침전물의 수분함량으로 구하였다.



Configuration of screws ;
66R * 3 44R*2 KD(kneading disk) - R*L*R
44R * 3 RSE(reverse) - L 44R * 4 RSE(reverse) -L
RSE(reverse)-R*3 33R*4 Screw top

Fig. 1. Schematic diagram of twin-screw extruder.

Table 2. Condition of HPLC for analysis of free sugar

HPLC	Waters 600E
Detector	RI (Differential Refractometer) Waters 410
Column	Sugar-pak (6.5×300 mm, Waters, Milford, MA, USA)
Mobile phase	Water (HPLC grade)
Flow rate	0.6 mL/min
Injection volume	20 µL

$$WSI = \frac{\text{Soluble solid (g/10 mL)} \times 150 \text{ mL} \times 100}{\text{Sample (g)}}$$

$$WSI = \frac{\text{Weight of precipitate}}{\text{Weight of dry solids}}$$

TCH 및 Uronic acid 함량

추출액에 함유된 총당은 glucose를 표준물질로 하여 phenol sulphuric reaction(21)법을 사용하여 얻은 값에 0.9를 곱하여 total carbohydrate(TCH)량으로 환산하였다. Uronic acid 함량은 Carbazole reaction법(22)에 의해 D-galacturonic acid를 standard로 사용하여 측정하였다.

사포닌 및 유리당 분석

추출액에 4배 용적의 ethanol을 가하여 생성된 침전물을 제거한 상정액을 감압농축하고 이를 다시 물에 녹여서 물포화 부탄올로 4회 반복 추출하고, 물층과 부탄올 층을 분리 하였다. 부탄올 층을 한데 모아 감압 농축하여 잔유물을 105°C에서 건조시켜 생성된 고형분의 무게를 조사포닌 함량으로 구하였다(23). 또한 물층을 한데 모아 감압 농축하여 유리당으로 회수 하였다. 분획된 유리당을 건조하여 다시 물에 녹여 membrane filter(0.45 µm pore size)로 여과한 후 glucose, fructose, maltose, lactose, 및 sucrose를 표준물질로 하여 HPLC로 분석하였으며 분석조건은 Table 2에 나타내었다.

비전분 탄수화물의 함량 및 당조성

비전분 다당체 구성 성분과 당조성은 Uppsala method(24)에 의하여 분석하였다. 즉, 비전분 다당체의 구성 성분은 thermostable α-amylase(Teramyl L-120, Novozym)와 amyloglucosidase(Sigma)를 반응시켜 80% ethanol 용액을 가하여 전분 분해물을 제거하고, 생성된 침전물을 non-starch polysaccharide(NSP), 비전분 탄수화물)로 회수하여, 중성당 및 uronic acid residues 등으로 측정하였다. 또한 이를 황산으로 가수분해한 후, 생성된 neutral sugars를 alditol acetates로 유도체를 만들어 gas-liquid chromatography로 당조성을 측정하였다.

총사포닌 함량 및 조성

조사포닌을 메탄올에 녹이고 일정 부피로 하여 사포닌 추출액으로 한다. 사포닌 추출액 100 µL를 정확히 취하여 시험관에 넣고 얼음물 속에서 8%바닐린-에탄올 용액 0.3 mL과 72% 황산용액 4 mL을 가한다. 시험관을 60°C의 물중탕에서 10분간 가온하여 내용액을 발색시키고 545 nm에서 분광도를 측정하였다(23). 표준 정량곡선은 ginsenoside Rg를 사용하여 같은 발색법에 의하여 발색시켜 구하였다.

Table 3. Condition of HPLC for analysis of saponin

Column	Carbohydrate ES, 5 µm, 250×4.6 mm(Alltech, USA)				
Pump	S-3740(SOMA, Japan)				
Detector	ELSD (Alltech, USA)				
Mobile phase	A: Acetonitrile : Water : Isoprophyl alcohol (80:5:15) B: Acetonitrile : Water : Isoprophyl alcohol (67:21:12)				
Gradient	Time	0	28	35	45
	%B	25	85	75	90
Flow rate	0.8 mL/min				
Injection	20 µL				

Table 4. Extrusion condition for ginseng

Sample	Water rate (kL/hr)	M.C ¹⁾ (%)	Extrusion temp. (°C)	Torque (%)	SME ²⁾ (J/kg)
80t	9.3	37.65	85	40	918.7
100t	5.5	36.23	100	58	1362.6
120t	3.7	27.60	120	62	1526.4
155t	2.9	25.10	155	50	1545.2
155C	2.9	25.60	155	47	1288.2

¹⁾M.C: moisture contents, ²⁾SME: special mechanical energy.

HPLC를 이용한 ginsenoside 분석

각각의 추출액에서 분획 및 추출된 조사포닌을 MeOH에 용해하여 시료를 0.2 µm filter로 여과 후 사포닌 추출액을 membrane filter(0.45 µm pore size)로 여과하여 Table 3의 조건하에서 HPLC로 분석하였다.

분자량 분포도

최적 압출 조건에서 압출처리된 미삼의 상온(RT)및 열수(BT)에서 수용성 물질을 80% ethanol을 넣어 침전시켜 생성된 고분자물을 건조하여 효소에 의해 전분을 제거하고 0.3% NaCl에 녹인 후 Sepharose CL-4B(Sigma)가 충전된 column(1.6×96 cm)에 loading 하여 1 mL/min의 속도로 5.8 mL씩 분획하여 총당 및 우론산 함량을 측정하여 분자량을 구하였다. 이때 사용된 표준물질은 dextran(M.W.: 2,000,000, 520,000, 39,200 및 9,300, Sigma, USA)과 glucose였다.

결과 및 고찰

압출미삼 제조

2번과 3번 barrel 온도를 135°C로 가열하여 Table 4에서 보는 바와 같이 일정량 시료 투입에 수분량을 변화시켜 압출 인삼을 제조한 결과, 투입되는 수분에 따라 압출온도는 각각 80, 100, 120, 및 155°C였다. 또한 투입되는 수분의 감소에 따라 기계적 소모 에너지(SME), 압출온도 및 torque는 증가하는 경향을 나타내었다. 수분이 감소됨에 따라 시료의 점도가 증가되고 이에 따라 기계적 소모 에너지가 증가된 것으로 사료된다. Feltcher 등(25)은 수분이 증가됨에 따라 압출성형기 내 시료가 낮은 점도를 형성하고, 이는 곧 압출압력 및 기계적 소모 에너지를 낮추는 결과를 보고하여 본 실험의 결과와 같은 현상을 나타내었다. 구연산이 첨가된 미삼의 경우 같은 양의 시료를 투입하지만 실질적으로 투입되는 인삼의 양은 18.9 kg/hr이고 나머지 10%는 수분에

비전분 탄수화물의 추출율이 증가하였기 때문이라 사료된다. 또한 비전분 탄수화물의 추출율 및 우론산 추출율의 증가는 압출 공정 즉, 열과, 전단응력이 인삼의 세포벽 성분 다당체 및 이의 결합을 붕괴하였지만, oligomer 이하의 수준으로는 붕괴되지 않아 80% ethanol에 침전된 것으로 사료되며, 이에 따라 미삼의 세포벽 성분인 산성다당체의 추출율도 증가된 것이라 판단된다. 열수추출물의 경우도 총당, 우론산, 전분 및 비전분 탄수화물의 추출율은 증가 되었지만, 그 증가 폭은 그리 높지 않았다. 고분자물에 함유된 전분의 추출율도 상온추출에서 보다 적은 양이 추출되었다. 이는 압출처리와 고온에서의 추출로 미삼에 함유된 전분성분이 일부 붕괴되어 80% ethanol에 침전되지 않은 것으로 사료된다. 또한 상온추출과 비교할 때 총당, 우론산, 및 비전분 탄수화물의 추출율은 더 높은 결과를 나타내었다. 이 같은 결과로 인삼은 압출성형 후 고온에서 추출할 경우 세포벽 성분의 수용화가 극대화 되는 것을 알 수 있었다. 즉, 비전분 탄수화물 추출율 및 전분의 붕괴는 압출성형에 의한 물리적 전단에 의해 높일 수 있음을 확인 하였다. 또한 압출처리 미삼은 상온 추출에서도 많은 양의 비전분 탄수화물이 용해되는 것을 확인 하였다. 또한 비전분 탄수화물을 분획하기 위해 각각의 추출물을 80% ethanol로 침전 시킨 후 생성된 침전물을 분획하고, 침전된 고분자물에

Termamyl 및 Amyloglucosidase를 처리하여 전분 성분을 분해한 후 80% ethanol 용액으로 다시 침전시켜 생성된 침전물을 비전분 탄수화물로 회수 하였다. 압출미삼에서 추출된 비전분 탄수화물의 주된 구성당은 arabinose와 galactose임을 Table 7에 나타내었다. 압출미삼의 arabinose 함량은 상온 및 열수추출물에서 대조구에 비해 적은 양을 보였다. 특히 155C의 열수추출물의 arabinose의 함량은 raw에 비해 3배정도 적게 나타났다. 상온추출의 경우 압출미삼은 galactose의 함량 비율이 대조구에 비해 적게 나타내었다. 그러나 비전분 탄수화물의 함량은 대조구에 비해 4배정도 증가함을 고려할 때 galactose가 함유된 80% ethanol 불용성 탄수화물이 압출성형에 의해 수용화 되었음을 확인하였다. 압출온도가 155°C 이상에서 단독으로 압출성형 된 미삼과 구연산이 첨가된 압출미삼의 비전분 탄수화물에서는 미량이지만 xylose가 측정되었으나, 열수에서 추출된 모든 미삼의 비전분 탄수화물에서 xylose가 측정되었다. 특히, 155C에서는 xylose 함량이 raw에 비해 6배정도 높게 나타났다. 상온에서 추출된 압출미삼의 glucose 함량이 raw에 비해 5배 정도 높은 비율로 함유되었지만, 열수에서 추출된 미삼의 비전분 탄수화물에 glucose 함량 비율은 raw에 비해 큰 차이를 보이지 않았다.

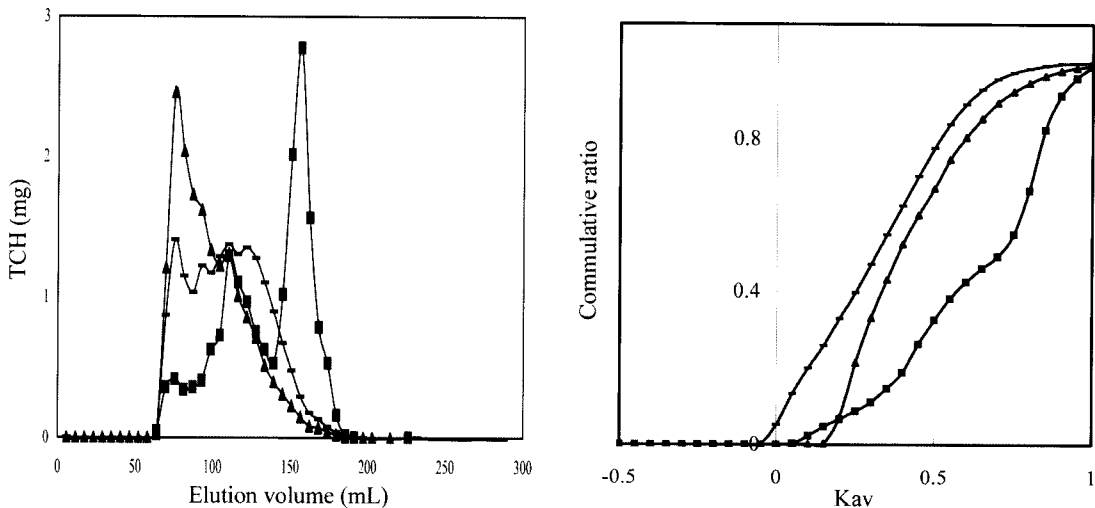


Fig. 3. GPC chromatogram on Sepharose CL-4B of NSP prepared from room temperature extraction. ■: raw TCH, ▲:155t TCH, ○: 155C TCH.

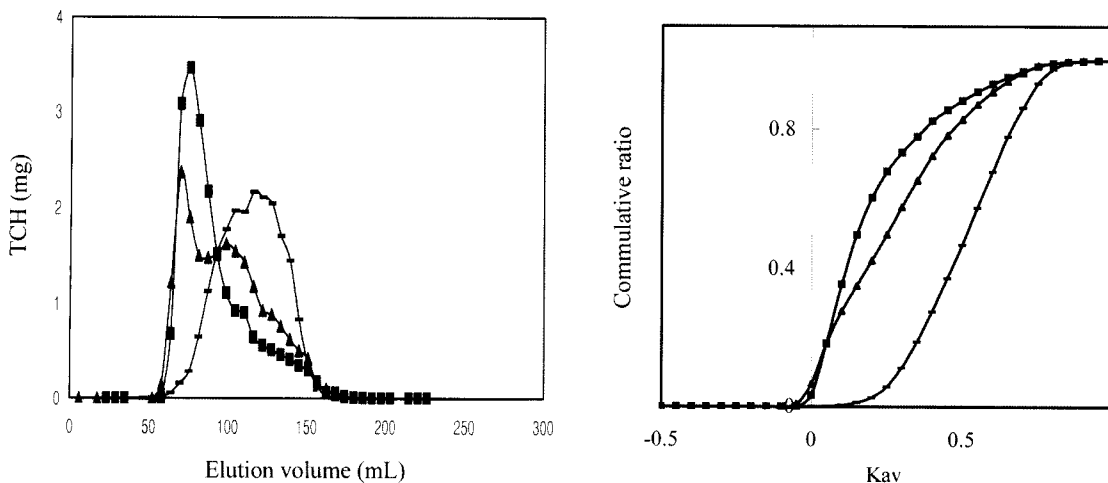


Fig. 4. GPC chromatogram on Sepharose CL-4B of NSP prepared from boiling temperature extraction. ■: raw TCH, ▲:155t TCH, ○: 155C TCH.

분자량 분포도

상온 및 열수에서 추출된 raw, 155t, 및 155C의 비전분 탄수화물 분자량 분포를 GPC로 분석한 결과 Fig. 3과 4에 나타내었다. 상온에서 추출된 비전분 탄수화물의 경우, 미삼을 압출처리 함에 따라 대조구에 비하여 상대적으로 고분자 물질이 많이 포함되어 있었고, 열수에서 추출된 비전분 탄수화물의 경우는 대조구에서 압출처리 미삼에 비해 고분자 물질이 많이 포함되어 있었다. 또한 155C와 155t를 비교하였을 때 비전분 탄수화물의 고분자 물질 포함 정도는 상온 추출에서는 155C가, 열수 추출에서는 155t가 더 높게 나타났다. 이는 세포벽 성분의 추출 정도에서 기인된다고 사료된다. 즉, 대조구의 분자량을 볼 때 상온에서는 고분자의 비전분 탄수화물이 다소 적게 추출되지만, 압출처리에 의해 분자량이 큰 비전분 탄수화물이 많이 추출되는 것으로 판단된다. 이는 압출성형의 물리적인 힘이 미삼의 세포벽 구성 성분의 붕괴 및 결합력을 약화시켜 상온에서도 고분자의 수용성을 높이는 것으로 판단된다. 또한 열수에서 추출된 비전분 탄수화물의 분자량을 보면, 대조구에서 처리구보다 높은 분자량을 보였는데, 이는 추출온도에 따른 영향이라 판단된다. 즉, 추출온도가 높아짐에 따라 상온에서 추출되지 않은 미삼 고분자 물질이 추출된 것으로 여겨지며, 또한 압출처리 미삼에 함유된 비전분 탄수화물의 분자량이 대조구에 비하여 다소 낮은 분자량을 갖는 것은 압출처리 중 미삼의 고분자 물질이 일부 붕괴 된 것으로 사료된다.

요 약

압출조건 즉, screw speed, screw configuration, 압출온도 및 원료투입량 등을 고정하고, 가수량을 조절하여 압출미삼을 제조하여 냉수 및 열수에서의 추출율, 총당, 우론산 및 비전분 탄수화물의 함량과 당 조성을 분석하였다. 가수량이 감소될수록 압출온도와 SME는 증가하고, 고형분, 총당 및 우론산의 추출율도 증가하였다. 추출율 증가는 열수추출에서 보다 상온추출에서 크게 증가하였다. 최적조건인 압출온도 155°C에서 처리한 미삼 분말의 비전분 탄수화물의 추출율이 증가 하였고, 추출된 NSP의 분자량은 냉수추출에서는 압출처리 미삼이 열수추출에서는 대조구에서 큰 분자량이 추출되었다. NSP의 당 조성은 미삼의 비전분 다당체의 주된 구성당은 arabinose와 galactose였고, 상온에서 추출된 압출 미삼의 경우 높은 함량의 glucose가 측정되었으며, 열수에서 추출된 미삼의 비전분 다당체는 대조구와 압출미삼 모두에서 glucose 및 xylose가 측정되었다. 이상의 결과로 구연산이 첨가된 미삼과 첨가되지 않은 미삼을 이용하여 155°C에서 압출성형 하는 것이 최적조건임을 확인하였다. 최적조건에서 압출성형 된 압출미삼의 냉수추출의 경우 사포닌 추출율은 대조구에 비해 약 2배가량 높게 나타났다. 또한 압출처리에 의해 사포닌의 구성 성분 중 Rg3가 생성되었다.

감사의 글

본 논문은 농림부에서 시행한 농림기술개발사업의 연구비 지원에 의해 수행된 연구결과와 일부로 이에 감사드립니다.

문 헌

1. Brekhman II, Dardymov IV. New substance of plant origin which increase nonspecific resistance. Annu. Rev. Pharmacol. 9: 419-430 (1969)
2. Kikuchi Y, Sasa H, Kita T, Hirata J, Tode T. Inhibition of human

- ovarian cancer cell proliferation in vitro by ginsenoside-Rh2 and adjuvant effects of cisplatin in vivo. Anticancer Drugs 2: 63-67 (1991)
3. Singh VK, Agarwal SS, Gupta BM. Immunomodulatory activity of *Panax ginseng* extract. Planta Med. 50: 462-465 (1984)
4. Huo Y, Chen Y. The effect of *Panax ginseng* extracts (GS) on insulin and corticosteroid receptors. J Trad. Chi. Med. 8: 293-295 (1988)
5. Benishin CG. Action of ginsenoside Rb1, on choline uptake in central cholinergic nerve endings. Neurochem. Int. 21: 1-5 (1992)
6. Kim HY, Chen X, Gillis CN. Ginsenoside protect pulmonary vascular endothelium against free radical induced injury. Biochem. Biophys. Res. Comm. 189: 670-676 (1992)
7. Kang SY, Kim ND. The antihypertensive effect of red ginseng saponin and the endothelium-derived vascular relaxation. Korean J. Ginseng Sci. 18: 175-182 (1992)
8. Shibata S, Tanaka O, Soma K, Iita Y, Ando T, Nakamura, H. Studies on saponins and sapogenins of ginseng. The structure of panaxatriol. Tetrahedron. Lett. 42: 207-213 (1965)
9. Ogita S, Samugawa K. Clinical effectiveness of Korean ginseng on patients with climacteric disturbances. Ginseng Rev. 18: 95-97 (1994)
10. Shibata S, Tanaka O, Ando T, Sado M, Tsushima S, Ohsawa T. Protopanaxadiol, a genuine sapogenin of ginseng saponins. Chem. Pharm. Bull. 14: 595-600 (1966)
11. Shin JY, Choi EH, Wee JJ. New methods for separation of crude ginseng saponins. Korean J. Food Sci. Technol. 33: 166-172 (2001)
12. Gao QP, Kiyohra H, Cyong JC, Yamada H. Chemical properties and anti-complementary activities of heteroglycans from leaves of *Panax ginseng*. Planta Med. 57: 132-136 (1989)
13. Konno C, Sugiyana K, Kano M, Takahashi M, Hikino H. Isolation and hypoglycemic activity of panaxans A, B, C, D, and E glycans of *panax ginseng* root. Planta. Med. 50: 434-436 (1984)
14. Gao QP, Kiyohara H, Jong JC, Yamada H. Further structural studies of anti-complementary acidic heteroglycans from the leaves of *Panax ginseng* C.A. Meyer. Carbohydr. Res. 196: 111-125 (1990)
15. Lee SD, Lee KS, Okuda H, Hwang WI. Inhibition of curde acidic polysaccharide of korean ginseng on lipolytic action of toxohormone-L from cancerous ascites fluid. Korean J. Ginseng Sci. 14: 10-13 (1990)
16. Masuno H, Yamasaki N, Okuda H. Purification and characterization of a lipolytic factor (toxohormone-L) from cell-free fluid of ascites sarcoma 180. Cancer Res. 41: 184-188 (1981)
17. Kwon Jh, Belanger JMR, Yaylanyan VA. Application of the microwave-assisted process to the fast extraction of ginseng saponins. Food. Res. Int. 36: 491-498 (2003)
18. Ralet MC, Della Vall G, Thibault JF. Raw and extruded fibre from pea hulls. Part I. Composition and physico-chemical properties. Carbohydr. Polym. 20: 17-23 (1993)
19. Hwang JK, Kim CJ, Kim JT. Extrusion of apple pomace facilitates. J. Food Sci. 63: 841-844 (1998)
20. Anderson RA, Conway HF, Pfeifer VF, Griffin Tr, EJ. Gelatinization of corn grits by roll-and extrusion cooking. Cereal Sci. Today. 14: 4-12 (1969)
21. Dubois M, Gilles KA, Hamilton JK, Rebers PA, Smith F. Colorimetric method for determination of sugar and related substances. Anal. Chem. 28: 350-366 (1956)
22. Southgate DAT. Determination of Food Carbohydrates, Oxford University Press, London, England. pp. 99-144 (1976)
23. Korea Ginseng and Tobacco Research Institute. Analytical Methods of Ginseng Components. Jeilmunhwa-sa, Taejeon, Korea. pp. 57-61 (1991)
24. Theander O, Aman P, Westerlund E, Andersson R, Pettersson D. Total dietary fiber as neutral sugar residues, uronic acid residue, and kalsol lignin (The uppsal method): Collaborative study. J. AOAC Int. 78: 1030-1044 (1995)
25. Feltcher SI, Richmond, P, Smith AC. An experimental study of twin screw extrusion-cooking of maize grits. J. Food Eng. 4: 291-312 (1985)
26. Ng A, Lecain S, Parker ML, Smith AC, Waldron KW. Modifica-

- tion of cell-wall polymers of onion waste III. Effect of extrusion-cooking on cell-wall material of outer fleshy tissues. *Carbohydr. Polym.* 39: 341-349 (1999)
27. Matthee V, Appleddrf H. Effect of cooking on vegetable fiber. *J. Food Sci.* 43: 1344 (1978)
28. Nyman M, Palsson KE, Asp NG. Effect of processing on dietary fiber in vegetables. *Lebesm. Wiss. Technol.* 20: 29-39 (1987)
29. Ralet MC, Thibault JF, Della Valle, G. Solubilization of sugar-beet pulp cell wall polysaccharides by extrusion-cooking. *Lebensm. Wiss. Technol.* 24: 107-112 (1991)
30. Na K, Yun JM, Choi MJ, Hwang JK. Extraction of pectic polysaccharides from extruded ginseng fiber. *Food Sci. Biotechnol.* 13: 486-489 (2004)
31. Akao T, Kida H, Kanaoka M, Hattori M, Kobashi K. Intestinal bacterial hydrolysis is required for the appearance of compound K in rat plasma after oral administration of ginsenoside Rb1 from *Panax ginseng*. *J. Pharm. Pharmacol.* 50: 1155-1160 (1988)
32. Hasegawa H, Sung JH, Benno Y. Role of human intestinal *prevotella oris* in hydrolyzing ginseng saponin. *Planta Med.* 63: 436-440 (1997)