

파일럿 스케일 쌍축 압출성형공정에 따른 인삼 성분 변화

김지용* · 이상욱¹

전주기전대학교 임상병리과(Extrusion 연구소 소장), ¹원광대학교 생물환경화학과

Changes in Ginseng Components Using the Pilot Plant Twin Screw Extruder Process

Ji-Yong Kim* and Sang-Uk Lee¹

Department of Medical Laboratory Science (Extrusion Research Laboratory Chief), Jeonju Kijeon College

¹Department of Bio-Environmental Chemistry, Wonkwang University

Abstract

The TX57-Extruder (TX-57, Wenger Co., Sabetha, Kansas, USA), run by this university, was used to observe the changes in the active ingredients of ginseng. The TX57-extruder is a pilot plant twin screw extruder whose productivity is 400-800 kg/h. Ginseng and brown rice were dried (60°C, 24 h), while the sample was pulverized into 50 mesh and mixed at a ratio of 1:9 and then extruded. The extruder operating condition was activated under two conditions of barrel temperature. The extruded products with high barrel temperature showed a high expansion rate, as well as the important ingredients of ginseng. The contents of ginsenoside-Rg2 and ginsenoside-Rh2 were high. The contents of ginsenoside-Rg4 and ginsenoside-Rg5 were increased in the extruded product with high extrusion temperature compared with the white ginseng. In addition, the process to enable more efficient ginseng processing through hydration and heat treatment by steam before extrusion was executed. As a result of extrusion, the contents of ginsenosides such as Rg2 and Rg5 contained in the recently-interested black ginseng have been increased significantly in the condition of high-barrel temperature. This result shows that the process using pilot plant twin screw extruder equipment can be useful for industrialization as a method of processing ginseng.

Key words: pilot plant twin screw extrusion, *Ginseng*, ginseng important ingredient

서 론

인삼은 오가피나무과 또는 두릅나무과로 분류되는 인삼속 식물로 *panax ginseng* C. A. Meyer 등 5-6종이 있으며, 이중 고려인삼인 *panax ginseng* C.A. Meyer는 예로부터 그 약리적 효능이 뛰어나 가장 고귀한 생약제로 사용 되었다. 인삼의 주요한 생리활성물질은 인삼사포닌(ginsenosides), polyacetylenes, 산성다당체, 인삼단백질, 페놀성 물질 등이 알려져 있다(Park, 1996; Shibata *et al.*, 1974; Yoshikawa *et al.*, 1987). 그 중에서 인삼 사포닌은 연구에 의해서 그 화학구조가 명확히 확인되었고(Shibata *et al.*, 1974), 항당뇨 활성(Joo *et al.*, 1977)을 비롯하여 항암작용, 항산화작용, 동맥경화 및 고혈압의 예방, 간 기능 촉진 및 숙취제거 효

과, 항피로 및 항스트레스 작용, 노화방지 작용, 두뇌활동 촉진, 항염증활성, 알레르기성 질환치료, 단백질합성 능력의 촉진 등이 보고되었다(Park, 1996).

인삼의 약리효과를 나타내는 중요 물질은 ginsenoside로 이는 배당체로서 한국의 인삼에는 약 30종 이상의 ginsenoside가 들어있다. 인삼에는 간 기능 증진효과(Kwak & Joo, 1980; Jeon *et al.*, 2005; Choi *et al.*, 2002), 혈당의 강화작용 및 adrenaline 유발, 고혈당 억제 효과(Jung & Jin, 1996; Kim *et al.*, 2005; Kim *et al.*, 2009a) 등의 약리효과가 보고되었고, 인삼에 대한 암에 대한 유효성은 다당체 ginsan이 killer cell을 활성화시킴으로써 암세포를 사멸시킬 수 있음이 보고된 바 있다(Kim *et al.*, 1998). 인삼의 사포닌은 저 농도에서는 혈압을 상승시키나 투여량이 많을수록 혈압을 강하시키는 효과가 있다고 보고되었다(Jeon *et al.*, 1999; Kang & Kim, 1992). 인삼의 산성 다당체 성분은 비만 또는 고지혈증을 예방하고, 콜레스테롤 대사개선에도 효과가 있다고 보고하였다(Lee *et al.*, 2008a; Kwak *et al.*, 2000).

인삼은 전통적으로 가열처리 방법에 따라 백삼, 홍삼, 흑

*Corresponding author: Ji-Yong Kim, Department of Medical Laboratory Science, Jeonju Kijeon College, Jeonju-si, Jeollabuk-do, 54989, Korea.

Tel: +82-10-2661-9112; Fax+82-63-231-5733

E-mail: kjy111@kijeon.ac.kr

Received September 6, 2019; revised November 17, 2019; accepted November 21, 2019

삼으로 분류된다. 백삼은 수삼을 익히지 아니하고 햇볕, 열풍 또는 기타방법으로 건조한 것을, 홍삼은 수삼을 수증기 또는 기타방법으로 찐 후 건조한 것을 말한다. 흑삼의 경우 2011년부터 인삼 산업법에서 인삼류로 정식 분류되면서 “수삼을 수증기나 그 밖의 방법으로 찌서 익히고 건조하는 과정을 3회 이상 반복한 것으로 담흑 갈색 또는 흑갈색을 띠는 것”으로 정의 되어있다. 흑삼은 수삼의 새로운 가공 인삼으로 반복적인 열처리와 건조공정에 의해 마이너 진세노사이드 Rg3, Pk1, Rg5 등은 백삼과 홍삼보다 높은 함량을 나타낸다(Jin *et al.*, 2015). 또한 기존의 백삼이나 홍삼에 비해서 항산화 활성, 항암 효과, 비만억제 효과, 혈당강화 작용 등이 우수하다는 사실이 밝혀진 바 있다(Kim *et al.*, 2008a; Kim *et al.*, 2009b).

최근 인삼은 다양한 제품으로 개발되고 있는데, 인삼이나 홍삼에 효소를 이용한 발효를 통해서 특이 사포닌을 강화시킨 발효인삼제품(Kong *et al.*, 2008; Park *et al.*, 2006), 인삼을 압출성형 시켜 농축액 제조시 전분질의 수용화를 기할 수 있는 팽화홍삼 등(Kim *et al.*, 2008b)의 제품으로 개발되고 있다.

이러한 공정 방법들 중 압출성형 처리는 혼합, 가열, 성형 등과 같은 공정으로 구성되어 다른 처리 방법과 비교 시 빠른 시간에 수행할 있는 효율적인 공정이며(Son & Ryu, 2009), 인삼 분말을 압출성형 처리를 하면 전분 분자 붕괴가 극대화되어 인삼 추출액의 침전 물질인 전분을 수용화 할 수 있고, 인삼세포벽의 붕괴를 유발하여 산성다당체 등과 같은 성분의 용출이 용이하여 그에 따른 수율을 높일 수 있을 것으로 기대된다.

백삼의 압출성형에 대한 연구는 압출성형 삼과 백삼, 홍삼의 화학성분의 차이(Ha & Rhy, 2005)에 관한 연구가 있었으며, 압출성형 조건에 따른 압출성형물의 침출속도 및 침전물의 특성에 관한 연구가 있었다(Hong *et al.*, 2007).

홍삼제조 공정에서 단위공정인 증삼, 가열, 건조를 압출성형공정을 이용할 경우 가열, 찌기 이외의 압력과 전단력이 홍삼원료인 수삼에 적용하게 된다. 압출성형물의 성질은 원료의 투입속도, 수분함량, 스크류 회전속도, 사출구와 스크류의 제원과 같은 공정변수의 조절에 따라 제어가 가능하므로 수삼을 압출 성형할 경우 이와 같은 공정변수의 조절을 통해 압출성형 수삼의 특성변화가 가능할 것이다.

기존의 압출성형 연구 결과는 실험실 수준에서 압출성형을 한 결과로서 본 연구에서는 본 대학의 extrusion 연구소가 운영하는 pilot-scale 설비인 TX-57 extruder (TX-57, Wenger Company, Sabetha, KS, USA)를 활용한 연구를 수행하였다. Pilot-scale extruder TX-57은 생산량이 400-800 kg/h인 pilot-scale 설비이다. 또한 압출성형전 원료전처리가 가능한 preconditioner (DDC)를 사용함으로써 보다 효율적인 공정이 가능하다.

Extruder scale up 실험을 통해서 생산된 결과물의 특성

을 비교하여 산업화 가능성을 비교 검토하였다.

재료 및 방법

원료

실험에 사용한 수삼과 현미는 진안농협에서 구매하여 사용하였다.

원료 전처리

원료 수삼은 세척 후 24시간 60°C에서 건조 후 분쇄기에서 50 mesh 분쇄하여 사용하였다. 원료 현미는 수삼과 마찬가지로 24시간 60°C에서 건조 후 분쇄기에서 50 mesh 분쇄하여 사용하였다. 이후, 분쇄된 건조 수삼과 현미를 V-mixer를 이용하여 1:9의 비율로 혼합하여 압출성형 원료로 사용하였다. 수삼 건조 분쇄물과 현미를 혼합한 것은 원료 투입량이 많아 현미를 혼합한 것이고, 이후 스낵 개발에도 활용하고자 현미 건조 분쇄물을 혼합하여 사용하였다.

압출성형기

전주기전대학 extrusion 연구소에서 운영하는 extruder (TX-57, Wenger Company, Sabetha, Kansas, USA)를 사용하였다(Fig. 1).

파일럿 스케일 쌍축 압출성형기의 제원으로 생산량은 400-800 kg/h이고, live bin은 원료공급(일정한 흐름으로 원료 투입 준비, 밀도측정 가능)장치이며 feeder screw는 일정한 속도로 원료를 투입 한다.

Preconditioner (DDC: differential diameter cylinder)는 원료입자 수화(hydration), 원료입자가열, 원료 혼합(수분침가 방식: 수증기, 물 가능) 등의 기능을 한다.

쌍축 압출성형기는 바렐을 이용하여 외부 가열 및 냉각을 한다. 나이프(knife)는 제품을 커팅 하면서 모양을 조절한다.

자동운전 시스템은 extruder 작동조건을 조절하는 자동화 장치이다. 파일럿 스케일 쌍축 압출성형기의 스크류 조합은 Fig. 2와 같다. 파일럿 스케일 쌍축 압출성형기의 작동 조건은 Table 1과 같다.

원료 유효 성분 분석

건강기능식품공전에 따라 분석하였다. 분석 방법은 다음과 같다.

분말시료

시료 약 1g을 정밀히 달아 250 mL 환류용 플라스크에 취한 후, 50% 메탄올 용액 50 mL를 가하여 70-80°C 수욕에서 1시간 환류 냉각한다. 이후 식히고, 원심분리한 다음 상등액을 환저플라스크에 취한다. 잔류물에 대해서 1회 더 반복한다. 환저플라스크에 옮긴 상등액을 수욕중에서 60°C

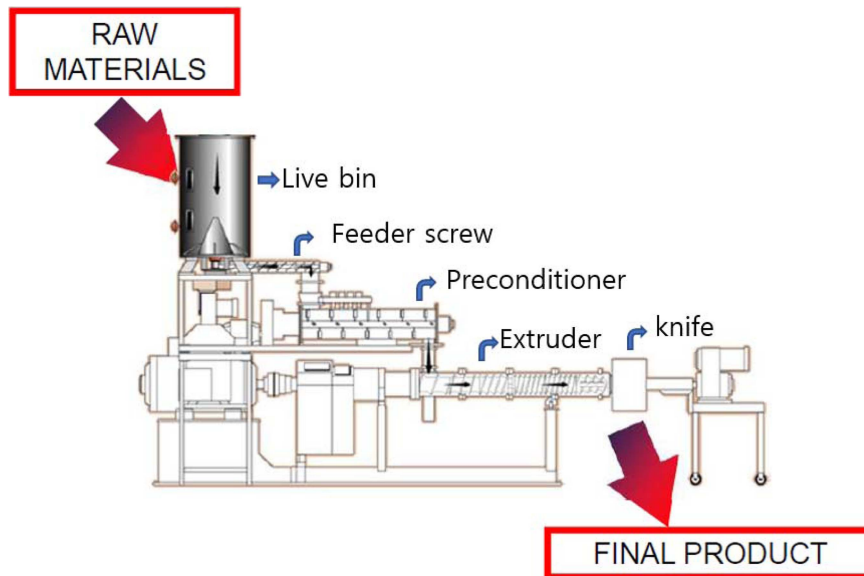


Fig. 1. Pilot-scale twin-screw extruder (TX-57).

A-B-B-C-C-B-B-C-C-B-D-D-B-E-E-E

- A: Screw Top (length : 80 mm, diameter: 56.8-41.5 mm, 3/4 d pitch Length)
- B: Double Flight (length: 28.5 mm)
- C: Convey screw (length: 85.5 mm, diameter: 56.8,1/2 d pitch Length)
- D: Convey screw (length: 85.5 mm, diameter: 56.8,3/4 d pitch Length)
- E: Convey screw (length: 55.5 mm, diameter: 56.8,3/4 d pitch Length)

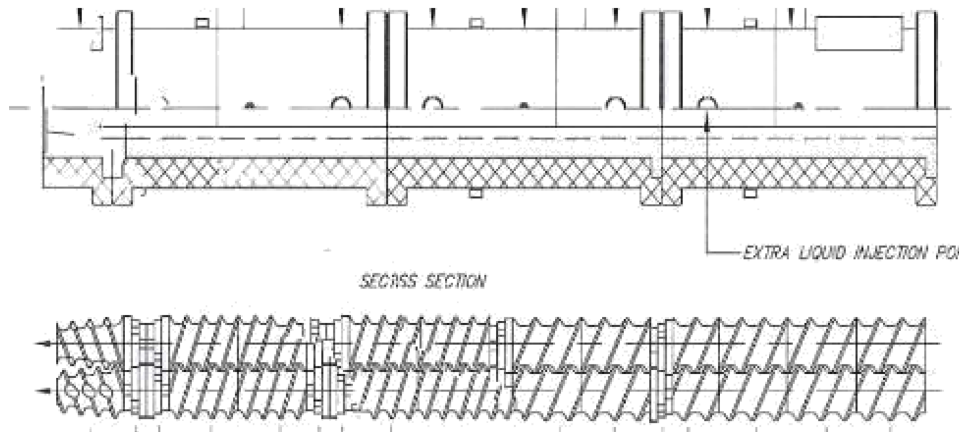


Fig. 2. Screw configuration of pilot plant twin screw extruder.

이하에서 감압 농축 한다. 농축물을 증류수:아세트니트릴 혼합액(80:20) 2 mL에 용해한다. 멤브레인 필터(0.45 μm)로 여과하여 시험용액으로 사용 하였다.

농축액 및 농축액 분말 시료

시료 약 2g을 정밀히 달아 50 mL 부피 플라스크에 취한다. 완전히 용해시킨 후 증류수를 표선까지 채운다. 멤브레인 필터(0.45 μm)로 여과하여 시험용액으로 사용하였다.

인삼성분 함유제품

시료 3-4 g을 분액여두에 취하고 n-hexane 100 mL 및 70% 메탄올 100 mL를 가하여 3시간동안 진탕 추출한다. 층이 완전히 분리될 때까지 정지한 다음 하층을 환저플라스크에 취하여 수욕중에서 감압 농축한다. 농축물을 증류수 10 mL에 용해시킨다. 멤브레인 필터(0.45 μm)로 여과하여 시험용액으로 사용하였다.

분석 및 계산

기기분석

고속액체크로마토그래피의 조건과 이동상 조건은 Table

2 및 Table 3과 같다.

계산

$$\text{진세노사이드 Rb1(또는 Rg1) 함량(mg/g)} \\ = C \times (a \times b) / S \times 1/1,000$$

C: 시험용액 중 진세노사이드 농도($\mu\text{g/mL}$)

a: 시험용액의 전량(mL)

b: 희석배수

S: 시료 채취량(g)

1/1,000: 단위환산계수

결과 및 고찰

Table 1. Pilot plant extruder operation condition

Extrusion operating conditions	Sample	
	A	B
DDC water (kgs/h)	20	20
DDC steam (kgs/h)	30	30
Extruder water (kgs/h)	0	0
Extruder steam (kgs/h)	0	0
Feed rate (kgs/h)	300	300
Extruder speed (RPM)	400	400
Knife speed (RPM)	1800	1800
Zone 1 temp. ($^{\circ}\text{C}$)	60	90
Zone 2 temp. ($^{\circ}\text{C}$)	90	100
Zone 3 temp. ($^{\circ}\text{C}$)	110	120
Zone 4 temp. ($^{\circ}\text{C}$)	110	140
Feed speed (RPM)	50	50
Downspout temp. ($^{\circ}\text{C}$)	85	85
Die number	2	2
Die size (mm)	4	4
Cutting flight number	4	4

Table 2. HPLC operation condition

Content	Condition
HPLC	Agilent 1200
Feeding volume	20 μL
Detector wavelength	UV, 203 nm
Colum temperature	35 $^{\circ}\text{C}$
Colum	Ace 5 C ₁₈ (4.6 mm \times 250 mm \times 5 μm)
Mobile phase	A : distilled water , B : acetonitrile
flow velocity	1.2 mL/min

Table 3. HPLC mobile phase condition

Time (min)	A solution (%)	B solution (%)
0	80	20
6	79	21
7	77	23
25	77	23
30	67	33
45	63	37
50	45	55
60	20	80
65	0	100
80	0	100
80.1	80	20
90	80	20

압출성형물의 직경과 단면

압출성형 시료 A와 B의 평균 직경과 단면의 길이는 Table 4와 같다.

즉, 높은 바렐 온도에서 작동하여 만든 시료 B는 보다 큰 직경과 단면 길이를 나타내고 extruder 바렐 온도가 증가할수록 팽화율이 증가 하는 결과를 나타냈다.

시료의 성분 분석 결과

시료의 성분 분석 결과는 Table 5와 같다. 일반적으로 식물의 세포벽은 셀룰로오스, 헤미셀룰로오스, 펙틴, 리그닌, 다당류 등의 고분자 물질로 구성되어 있으며, 이들 각각의 성분들이 상호간에 이온결합, 공유결합, 수소결합 등을 통해 서로 치밀한 결합조직을 이루고 있다. 따라서 인삼 중 유효성분을 최대한 용출시키기 위해서는 인삼을 구성하고 있는 세포벽의 강한 결합조직을 약화시켜 용매에

Table 4. Length and diameter of extrudate

Sample	Sample A ¹⁾	Sample B ²⁾
Length (mm)	10.4 \pm 0.2	16.4 \pm 0.3
Diameter (mm)	11.1 \pm 0.3	13.8 \pm 0.4

¹⁾Sample A: Barrel Temp.(zone1: 60 $^{\circ}\text{C}$, zone 2: 90 $^{\circ}\text{C}$, zone 3: 110 $^{\circ}\text{C}$, zone 4: 110 $^{\circ}\text{C}$)

²⁾Sample B: Barrel Temp.(zone1: 90 $^{\circ}\text{C}$, zone 2: 100 $^{\circ}\text{C}$, zone 3: 120 $^{\circ}\text{C}$, zone 4: 140 $^{\circ}\text{C}$)

Table 5. Ginsenoside content of extruded sample (unit : mg/g)

Ginsenoside	Raw material	Extruded sample A	Extruded sample B
Rg1	14.68	11.18	13.31
Re	15.26	12.68	14.08
Rf	4.08	3.31	3.84
Rb1	24.49	19.77	21.78
Rg2	5.56	4.69	51.11
Rh1	0.37	0.21	0.19
Rb2	5.11	4.02	4.70
Rb3	1.49	1.17	1.40
Rd	1.84	1.36	1.39
Rg4	0.12	0.19	0.37
F2	1.31	0.57	1.38
Rg3	1.05	1.16	1.09
Com K	0.21	0	0
Rg5	3.06	55.81	68.2
Rh2	0.26	0.26	0.43
Total Ginsenoside	78.89	116.38	183.27

의해 용출시키는 것이 좋으며, 특히 세포벽을 수용화시키는 방법에는 화학적으로 산 또는 알칼리를 사용하거나 효소 처리하는 방법, 물리적으로 autoclaving, popping, blanching, extrusion하는 방법이 알려져 있다(Hwang *et al.*, 1994).

압출성형 공정은 혼합, 분쇄, 가열, 성형, 건조와 같은 단 위조작 과정을 거치며 짧은 시간에 일련의 공정이 이루어 지므로 효율적이고 경제적이다. 압출성형 공정 중에 발생하는 고열, 고압, 고전단력에 의해 고밀도 조직이 팽화하여 밀도가 낮아지고 내부에 기공이 형성되어 부드러운 조직이 되면서 표면적이 증가하여 용매와 이온 교환력이 향상되고 용해도가 높아지고 유효성분이 확산속도가 증가한다. 특히, 수용성 성분의 용출이 용이해져 각종 유효성분의 추출수율이 증가하는 것으로 보고되었다(Yoon *et al.*, 2005; Rhy *et al.*, 2012).

Table 5의 분석 결과에서 Rg2와 Rh2의 함량이 시료 B에서 높게 나타났다. 선행 연구 결과(Rhy *et al.*, 2012)에서 백삼보다 압출성형 온도가 높은 압출성형물에서 함량이 증가하는 결과와 일치한다.

즉, 이러한 결과는 protopanaxatriol (PT)계 사포닌인 Re는 C-20의 위치에 glucose 1분자와 C-6 위치에 glucose와 rhamnose 1분자 씹을 가지고 있는데 C-20 위치의 glucose는 산 또는 열에 의해 쉽게 분해되어 Rg2로 전환된다.

백삼이 압출성형 공정을 거치면서 물리적 에너지에 의해 고온 고압 처리되므로 백삼의 Re가 분해되어 Rg2로 전환된 것으로 생각된다.

PT계 사포닌인 Rb2는 C-20 위치에 2개의 당과 결합하고 있으며 C-3 위치에 2개의 glucose와 결합하고 있다. C-20 위치의 당은 산 또는 열에 의해서 쉽게 분해되어 Rg3를 생성하며 분해가 더욱 지속되면 Rh2로 전환된다는 결과(Rhy *et al.*, 2012)와 일치한다.

이상의 실험에서 인삼 중의 PD계 사포닌인 Rb2는 압출 시 가해지는 물리적 에너지에 의해 생성된 고온 고압에 의해 C-20 위치의 당 부위가 가수분해 되어 Rg3를 생성하고 더 나아가 C-3 위치의 glucose 분자까지도 부분적으로 분해시켜 Rh2로 전환되는 것으로 생각된다.

수삼을 찌서 건조한 홍삼은 열에 의해서 생성되는 홍삼 특유의 성분인 Rg2, Rg3, Rh1, Rh2 등이 암 예방작용, 암 세포성장 억제작용(Keum *et al.*, 2000; Kim *et al.*, 1999b), 혈압강화 작용(Kim *et al.*, 2000), 뇌신경세포 보호작용(Bao, 2005), 항 혈전작용(Jung *et al.*, 1998), 항 산화작용(Keum *et al.*, 2000)이 있다고 하여 홍삼만의 장점으로 주목받고 있다.

홍삼 특유의 성분인 인삼사포닌 배당체가 열에 의해서 가수 분해되어 생성되는 prosapogenin 형태의 인공물인데, 최근에 열이나 압력과 같은 물리적 방법(Kwon *et al.*, 2001)과 효소를 이용한 생화학적 방법(Hasegawa *et al.*, 1996; Hasegawa *et al.*, 1997)에 의해서 고농도 인삼 prosapogenin

제제가 개발되고 있다.

홍삼 가공 시 쪄 때 열에 의해서 생성되는 인공물인 진세노사이드로서 주름 개선효능(Jeung *et al.*, 2007)이 알려진 진세노사이드 Rg2로 보고되었고, 홍삼 특유성분으로 항암작용(Keum *et al.*, 2003), 혈압강화작용(Kim *et al.*, 1999a), 뇌신경 보호 작용(Yang *et al.*, 2009), 항 혈전작용(Lee *et al.*, 2009), 항산화작용(Keum *et al.*, 2000)을 나타내는 진세노사이드 Rg3의 연구결과가 있다.

특히, 흑삼의 주요 함유 성분인 진세노사이드 Rg5의 경우 압출성형에 의해서 많은 함량의 증가를 보였다. 이러한 결과는 선행 연구결과와 유사한 결과를 나타낸다(Lee *et al.*, 2012).

본 실험에 사용한 pilot-scale twin-screw extruder는 압출성형전에 preconditioner (DDC)에서 steaming 처리에 의하여 가열을 함으로써 인삼의 유효성분 함량이 증가하는데 많은 도움을 줄 수 있다. 이는 스팀처리 하지 않은 인삼의 ginsenoside 조성은 Rb1, Rb2, Rb3, Rc, Rd이며, 스팀 처리 후 Rg3, Rg5, Rk1 나아가 Rh2, Rh3, Rk2 등 진세노사이드 함량이 높은 홍삼을 나타낸 연구 결과(Wang *et al.*, 2016)와 유사한 결과를 나타냈다.

Pilot-scale twin-screw extruder는 steaming에 의한 예비 가열과 extruder에서의 가공 공정으로 스팀처리와 extrusion 처리를 병행하여 공정이 진행되어 효과적인 공정으로 사용될 수 있다.

압출성형 백삼에서 PT계 사포닌인 Re는 압출온도가 높을수록 함량이 낮아진 반면, Re의 가수분해로 생성되는 Rg2의 함량이 지속적으로 증가하였다는 결과(Ryu, 2010)와 일치한다. Rh2 또한 압출 온도의 상승과 더불어 함량이 증가함을 알 수 있었다. Rg4와 Rg5에도 백삼보다 압출성형 온도가 높은 압출성형물에서 함량이 증가하는 결과를 보였다.

이상의 결과에서 압출성형을 통하여 향후 제품 개발 시 높은 추출수율, 사포닌 량이 높은 제품을 만들 수 있는 가능성을 보여주는 결과라 생각된다.

본 실험에서 흑삼에 존재하는 Rg5의 함량이 압출성형물에서 많이 증가함을 알 수 있다. 이는 선행 연구(Lee, 2014)의 결과와 일치하는 것으로 흑삼의 제조 특성 결과와 유사한 결과를 나타냈다. 구증구포 후 함량 증가가 현저한 Rg5는 항염증 작용(Nah *et al.*, 1997) 등의 약리효능을 가지는 것으로 보고되었다. 특히, 흑삼의 연구에서 전염증성 매개체 및 사이토카인의 발현에 대해 더 우수한 억제효과를 나타냈다(Lee, 2017). 이들 결과를 종합해 볼 때 흑삼이 상대적으로 우수한 항염증작용 및 항통증작용을 나타낸다.

본 실험의 결과는 pilot-scale twin-screw extruder 활용 시 흑삼의 특징적인 유효성분을 높일 수 있는 가공 공정으로 활용이 가능함을 보여주는 결과라 사료된다.

요 약

압출성형 결과 최근 관심이 많은 구증구포 흑삼에 함유되는 진세노사이드인 Rg2, Rg5 등의 함량이 바렐온도가 높은 조건에서 매우 많이 증가되는 결과를 볼 수 있다 기존의 연구는 실험실 수준의 압출 성형기를 사용하였으나 산업화가 가능한 pilot-scale 설비를 사용하여 scale-up 공정의 가능성을 확인하였다. 또한 preconditioner를 활용하여 압출성형 전에 수증기에 의한 수화 및 열처리를 통해서 보다 효율적인 인삼 가공공정이 가능한 공정으로 운영하였다. 압출성형 결과 최근 관심이 많은 구증구포 흑삼에 함유되는 진세노사이드인 Rg2, Rg5 등의 함량이 바렐온도가 높은 조건에서 매우 많이 증가되는 결과를 볼 수 있다. 이는 pilot scale twin-screw extruder 설비를 활용한 공정이 인삼의 가공 공정으로 산업화에 유용하게 사용될 수 있는 결과라 사료된다.

감사의 글

본 논문은 교육부 특성화지원사업의 지원으로 이루어진 연구결과로 연구비 지원에 감사드립니다.

References

- Bao HY, Zhang J, Yeo SJ, Myung CS, Kim HM, Kim JM, Park JH, Cho JS, Kang JS. 2005. Memory enhancing and neuroprotective effects of selected ginsenosides. *Arch. Pharm. Res.* 28: 335-342.
- Choi HJ, Zhang YB, Choi C. 2002. Identification of biologically active compounds from *Panax ginseng* C.A. Meyer. *Korean J. Food Sci. Technology.* 34: 493-497.
- Ha DC, Rhy GH. 2005. Chemical components of red, white, and extruded root ginseng. *J Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 38: 946-950.
- Hasegawa H, Sung JH, Benno Y. 1997. Role of human intestinal prevotella oris in hydrolyzing ginseng saponins. *Planta. Med.* 63: 436-440.
- Hong HD, Kim YC, Rho JH, Kim KT, Lee YC. 2007. Changes on physicochemical properties of panax ginseng C.A. Meyer during repeated steaming process. *J. Ginseng Res.* 31: 222-229.
- Hwang JK, Kim CT, Hong SI, Kim CJ. 1994. Solubilization of plant cell walls by extrusion. *J. Korea Soc. Food Sci. Nutr.* 23: 358-370.
- Yang I, Hao J, Zhang J, Xia W, Dong X, Hu X, Kong F, Cui X. 2009. Ginsenoside Rg3 promotes beta-amyloid peptide degradation by enhancing gene expression of neprilysin. *J. Pharm. Pharmacol.* 61: 375-380.
- Yoon SR, Lee MH, Park JH, Lee IS, Kwon JH, Lee GD. 2005. Changes in physicochemical compounds with heating treatment of ginseng. *J. Korean Soc. Nutr.* 34: 1572-1578.
- Yoshikawa M, Kitagawa I, Taniyama T, Shibuya H, Nota T. 1987. Chemical studies on crude drug processing.V.On the constituents of ginseng radix rubra (2); Comparison of the constituents of white ginseng and red ginseng prepared from the same panax ginseng root. *Yakugaku Zasshi.* 107: 495-505.
- Jeon BH, Kim HS, Chang SJ. 1999. Effect of saponin and non-saponin of panax ginseng on the blood pressure in the renovascular hypertensive rats. *J. Ginseng Res.* 23: 81-87.
- Jeon HB, Seong GS, Chun SG, Sung JH. 2005. Antioxidative effects of white ginseng and red ginseng on liver of high fat diet-treated mice. *J. Ginseng Res.* 29: 138-144.
- Jeong SJ, Han SH, Kim DY, Lee JC, Kim HS, Kim BH, Lee JS, Hwang EH, Park JK. 2007. Effect of m Rg2, a mixture of ginsenosides containing 60% Rg2, on the ultraviolet B-induced DNA repair synthesis and apoptosis in NIH3T3 cells. *Int. J. Toxicol.* 26: 151-158.
- Jin Y, Kim KT, Lim TG, Jang M, Cho CW. 2016. Effect of Fresh Ginseng Size and Shape on Quality of Black Ginseng. *Korea J. Food Nutr.* 29: 610-617.
- Jin Y, Kim YJ, Jeon JN, Wang C, Min JW, Noh HY, Yang DC. 2015. Effect of white, red and black ginseng on physicochemical properties and ginsenosides. *Plant. Foods Hum. Nutr.* 70: 141-145.
- Joo CN, Koo JD, Kim DS, Lee SJ. 1977. Biochemical studies of ginseng saponins.XI. The effects of ginseng saponins on alcohol dehydrogenase. *Hanguk Saenghwa Hakhoe Chi.* 10: 109-120.
- Jung KY, Kim DS, Oh SR, Lee IS, Lee J.J, Park JD, Kim SI, Lee HK. 1998. Platelet activating factor antagonist activity of ginsenosides. *Biol. Pharm. Bull.* 21: 79-80.
- Jung NP, Jin SH. 1996. Studies on the physiological and biochemical effects of Korean ginseng. *Korean J. Ginseng Sci.* 20: 431-471.
- Kang SY, Kim ND. 1992. The antihypertensive effect of red ginseng saponin and the endothelium-derived vascular relaxation. *Korean J. Ginseng Sci.* 16: 175-182.
- Keum YS, Han SS, Chun KS, Park KK, Park JH, Lee SK. 2003. Inhibitory effects of the ginsenoside Rg3 on phorbol ester-induced cyclooxygenase-2 expression, NF-KappaB activation and tumor promotion. *Mutat. Res.* 523: 75-85.
- Keum YS, Park KK, Lee JM, Chun KS, Park JH, Lee SK, Kwon H. 2000. Antioxidant and anti-tumor promoting activities of the methanol extract of heat-processed ginseng. *Cancer Lett.* 150: 41-48.
- 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, Lee KD, Lee IS. 2008b. 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.
- Kim JH, Hahm DH, Yang DC, Kim JH, Lee HJ, Shim I. 2005. Effect of crude saponin of Korean red ginseng on high-fat diet-induced obesity in the rat. *J. Pharmacol. Sci.* 97: 124-131.
- Kim KH, Lee YS, Jung IS, Park SY, Chung HY, Lee IR, Yun YS. 1998. Acidic polysaccharide from panax ginseng, ginsan, induces Th1 cell and macrophage cytokinase and generates LAK cells in synergy with IL-2. *Planta. Med.* 54: 110-115.
- Kim ND, Kang SY, Park JH, Schini-kerth VB. 1999a. Ginsenoside Rg3 mediates endothelium-dependant relaxation in response to ginsenosides in rat aorta:role of K+ Channel. *Eur. J. Pharma-*

- col. 367: 41-49.
- Kim SE, Lee YH, Park JH and Lee SK. 1999b. Ginsenoside-Re3, a new diol-type ginseng saponin, selectively elevates protein levels of p53 and p21WAF1 leading to induction of apoptosis in SK-HEP-1 cells. *Anticancer Res.* 19: 487-491.
- Kim SH, Kang JS, Lee SJ, Chun YJ. 2009a. Antidiabetic effect of Korean red ginseng by puffing process in streptozotocin-induced diabetic rats. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 37: 701-707.
- Kim SN, Kang SJ. 2009b. 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 WY, Kim JM, Han SB, Lee SK, Kim ND, Park MK, Kim CK, Park JH. 2000. Steaming of ginseng at high temperature enhances biological activity. *J. Nat. Prod.* 63: 1702-1704.
- Kong BM, Park MJ, Min JW, Kim HB, Kim SH, Kim SY, Yang DC. 2008. Physicochemical characteristics of white, fermented and red ginseng extracts. *J. Ginseng Res.* 32: 238-243.
- Kwak HS, Joo CN. 1980. Effect of ginseng saponin fraction on ethanol metabolism in rat liver. *Korea J. Ginseng Sci.* 12: 76-81.
- Kwak YS, Wee JJ, Hwang SY, Kyung JS, Kim SK. 2000. Effect of crude saponin fraction from Korean red ginseng on physiological function of old female rat. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 29: 460-465.
- Kwon SW, Han SB, Park IH, Kim JM, Park MK, Park JH. 2001. Liquid chromatographic determination of less polar ginsenosides in processed ginseng. *J. Chromatogr.* 921: 335-339.
- Lee SA, Jo HK, Im BO, Kim SG, Whang WK, Ko SK. 2012. Changes in the contents of prosaponin in the red ginseng(panax ginseng) depending on steaming batches. *J. Ginseng Res.* 36: 102-106.
- Lee SK, So SH, Hwang EI, Koo BS, Han GH, Ko SB, Kim NM. 2008a. 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.* 29: 460-465.
- Lee WM, Kim SD, Park MH, Cho JY, Park HJ, Seo GS, Rhee MH. 2008b. Inhibitory mechanisms of dihydroginsenoside Rg3 in platelet aggregation : critical roles of ERK2 and cAMP. *J. Pharm. Pharmacol.* 60: 1531-1536.
- Lee SM. 2014. Anti-inflammatory effects of ginsenosides Rg5, Rz1, and Pk1: Inhibition of TNF- α -induced NF- κ B, COX-2, and iNOS transcriptional expression. *Phytother Res.* 28: 1893-1896.
- Lee YY. 2017. The anti-inflammatory and anti-nociceptive effects of korean Black Ginseng. MS Thesis, Kyungpook National University, Korea, P43.
- 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.
- Park JD. 1996. Recent studies on the chemical constituents of korean ginseng. *Korean J. Ginseng Sci.* 20: 389-415.
- Park SJ, Kim DH, Peak NS, Kim SS. 2006. Preparation and quality characteristics of the fermentation product of ginseng by lactic acid bacteria (FGL). *J. Ginseng Res.* 30: 88-94.
- Rhy BH, Choi MJ, Chung KC, Lee SK. 2012. Effect of extrusion process on the change of components in ginseng. *J. Korean Food Sci. Tech.* 44: 411-416.
- Ryu BH. 2010. Effects of extrusion process on the change of components in ginseng. MS Thesis, Konkuk University, Korea. P52-53.
- Ryu GH, Remon JP. 2004. Extraction yield of extruded ginseng and granulation of its extracts by cold extrusion spheronization. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 33: 899-904.
- Shibata S, Sanata S, Kondo N, Shoji J, Tanaka O. 1974. Studies on the saponins of ginseng. I Structure of ginseng-R0, Rb1, Rb2, RC and Rd. *Chem. Pharm. Bull.* 22: 421-428.
- Son HJ, Ryu KH. 2009. Chemical compositions and antioxidant activity of extract from a extruded white ginseng. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 38: 946-950.
- Wang CZ, Anderson S, Du W, He TC, Yuan CS. 2016. Red ginseng and cancer treatment. *Chin. J. Nat. Med.* 14: 7-16.