

팽화에 의한 인삼 유효성분의 변화

김지혜 · 안순철¹ · 최성원² · 허남윤² · 김병용 · 백무열*

경희대학교 생명자원과학연구원 식품공학과, ¹부산대학교 의과대학 미생물학교실, ²오산대학교 호텔조리계열

Changes in Effective Components of Ginseng by Puffing

Ji-Hye Kim, Soon-Cheol Ahn¹, Sung-Won Cho², Nam-Youn Hur², Byung-Yong Kim and Moo-Yeol Baik*

Dept. of Food Science and Biotechnology, Institute of Life Science and Resources, Kyung Hee University

¹Department of Microbiology and Immunology, and Medical Research Institute, College of Medicine, Pusan National University

²Department of Food and Culinary Arts, Osan College

Received March 28, 2008; Accepted July 29, 2008

This study was conducted to investigate the effect of moisture content and pressure on extraction yield, crude saponins and ginsenoside contents of puffed Korean ginseng. Puffed ginsengs showed relatively higher extraction yield (50.0~62.1%) and amounts of crude saponins (19.6~48.8 mg/g ginseng) than no-puffed ginseng (37.6±0.8% and 11.0±1.0 mg/g ginseng), respectively. The highest extraction yield and amounts of crude saponins were obtained in 8.0% moisture content sample puffed at 10 kg/cm². In HPLC analysis, amounts of measured major ginsenosides (Rb1, Rb2, Rc, Rd, Re, and Rg1) decreased with increasing puffing pressure, yet contents of almost all major ginsenosides were higher than control (no-puffed). On the other hand, ginsenoside Rg3 were produced after puffing suggesting that chemical structure of some ginsenosides might be altered during the puffing process. These results indicate that puffing can increase the extraction yield and crude saponin contents and it could influence the ginsenoside composition.

Key words: crude saponin, extraction yield, ginseng, ginsenoside, puffing

서 론

인삼(*Panax ginseng* C. A. Meyer)은 수 천년 동안 동양에서 민간요법에 의한 경험적 효능에 의해 신비의 명약으로 애용되고 있으며,¹⁾ 최근 인삼의 주요 성분에 대한 과학적 연구에 따라 면역효과,²⁾ 중추신경계,³⁾ 각종 스트레스,⁴⁾ 항산화,⁵⁾ 심혈관 장애 개선작용⁶⁾ 등에 관한 약리작용이 밝혀지고 있다. 효능성분에 대한 과학적인 규명도 이루어져 이러한 인삼의 약리효과를 나타내는 성분들은 steroid 계통 사포닌인 ginsenoside류로서 ginsenoside Rb1, Rb2가 주요성분으로 알려져 있다.⁷⁾ 비사포닌 계열의 성분들도 항산화 작용과 각종 체내 대사물질을 관여되는 것으로 밝혀졌고, 이러한 물질로는 anthocyanin 색소, 함질소 화합물 및 펩타이드, 페놀성(salicylic acid, vanillic acid), 폴리페놀들로 알려져 있다.⁸⁾

이와 같이 인삼의 여러 가지 성분들이 복합적으로 작용하여 다양한 생리활성을 나타내는 것으로 생각되지만 식품으로 가공

되어 이용되고 있는 방법으로는 그리 많지 않아 대부분 수삼으로 이용되거나, 꿀에 당침하여 절편, 정과로 이용되거나, 2차 가공품인 농축액을 직접 음용하거나, 3차 가공품으로 인삼차나 캡슐로 유통되고 있는 등 몇 가지에 한정되어 있다.

팽화(Puffing)는 고온 고압의 상태에서 압력을 갑자기 상압으로 낮추어 재료 중 전분의 호화를 유도하고, 수분이 제거되면서 부피가 커지는 공법으로 atmospheric pressure법과 pressure-drop법이 있다.⁹⁾ Atmospheric pressure법의 대표적인 예로서는 sand puffing, air puffing, oil puffing, roller puffing 등이 있으며, pressure-drop법에는 gun puffing이 이에 속한다.¹⁰⁾ 팽화를 하게 되면 팽윤과 호화가 일어나 조직이 커지면서 다공성을 갖게 되고 마이알(Maillard reaction) 반응이 일어나 갈변과 포름산, 아세트알데히드, 포름알데히드, 글리옥살 등의 휘발성 물질이 생성되어 풍미를 부여하게 된다.¹¹⁾

본 연구의 목적은 인삼의 원형 그대로 팽화 시킬 수 있는 조건(수분함량, 압력)을 찾아 풍미가 좋고 저장성을 높이는 새로운 인삼제품 개발에 기여하고, 팽화시킨 인삼의 유효성분 추출 수율 증가를 유도하여 고가 원료인 인삼농축액의 수율 증대와 이를 통한 기업의 원가 절감에 있다. 따라서 수삼을 수분함량 별로 제조한 다음 원형이 변하지 않는 팽화 인삼을 제조할 수

*Corresponding author

Phone: +82-31-201-2625; Fax: +82-31-204-8116

E-mail: mooyeol@khu.ac.kr

있는 최적의 압력조건을 찾아 팽화 인삼을 제조하고 각 조건 별 시료의 추출수율, 조사포닌, ginsenoside 함량 변화를 관찰하였다.

재료 및 방법

팽화 인삼의 제조. 인삼 시료는 2005년 전북 진안에서 재배한 4년근 수삼을 한국인삼을 통해 구입하여 사용하였다. 수삼의 동체를 5 mm의 일정한 두께로 세절한 뒤 40°C 열풍건조기에서 건조시간을 달리하여 인삼 시료의 수분함량을 각각 4.0, 6.0, 8.0, 11.0%로 제조하였다. 그리고 고온에 의한 인삼의 탄화를 최소화 하여 최적의 팽화 상태를 유지하기 위한 목적으로 건조한 인삼절편과 쌀을 1:4(w/w)의 비율로 혼합하였으며, 이것을 회전식 팽화기에 넣고 가열하였다. 게이지 압력이 5 kg/cm²에 도달했을 때 3 kg/cm²으로 중간압을 한번 빼준 뒤, 다시 가열하여 압력이 7, 8, 9, 10 kg/cm²에 이르렀을 때, 팽화기의 문을 개방하여 팽화를 유도하였다. 대조구로는 수분함량 3.0%의 건조 인삼을 사용하였다.

추출 수율. 팽화인삼 5 g에 60% ethanol 20배를 가한 뒤, 상온에서 교반하면서 2시간 동안 추출하였다. Kimble-filtering flask에 funnel을 장착하고 여과지(Whatman No. 2)를 사용하여 추출물을 여과한 뒤 여과액을 ethanol추출물로 사용하고, 잔류물에 ethanol과 동일한 양의 증류수를 가한 뒤 70°C의 water bath에서 2시간 동안 120 rpm의 속도로 교반하면서 추출하였다. 추출이 끝난 후 ethanol추출과 동일한 방법으로 여과하여 여과액을 열수 추출물로 하였다. 각각의 추출물을 섞어 이것을 총 추출물로 하고, 이것을 미리 항량된 수기에 넣어 45~50°C의 수온에서 rotary vacuum evaporator(BÜCHI rotavapor R-124, BÜCHI water bath B-481, Switzerland)를 사용하여 감압 농축하고, 105°C에서 2시간 건조 항량시킨 뒤 무게를 측정하여 처음 시료 무게에 대한 백분율로 추출효율을 계산하였다.

조사포닌. 시료의 조사포닌 함량은 식품 공전에 따라 다음과 같은 방법으로 측정하였다. 팽화 인삼 20 g(dry weight basis)을 상기의 추출과 동일한 조건에서 추출물을 제조한 뒤, 미리 항량을 시킨 빈 수기에 시료를 넣고 시료의 고형분이 65±1°Brix가 되도록 농축하고, 수기의 무게를 측정하여 농축액의 양을 계산하였다. 농축된 시료 1~2 g을 증류수 60 ml에 녹여 분액 깔대기에 붓고 diethyl ether 60 ml을 더한 다음 시료가 골고루 섞이도록 잘 흔들어준 후 물 층과 에테르층으로 분리 될 때까지 방치시켰다. 분리된 에테르층은 버리고 남아있는 물 층에 다시 수포화 부탄올 60 ml을 더하여 다시 잘 흔들어 준 후 분리 될 때까지 방치시켰다. 분리된 수포화 부탄올층은 따로 모아 놓고 물 층에 다시 수포화 부탄올을 붓는 과정을 3번 반복하였다. 분리된 수포화 부탄올에 증류수 50 ml를 넣고 잘 흔들어 준 후 다시 분리 될 때까지 방치시킨 후 물 층만 제거하여 주었다. 이렇게 사포닌 성분을 수포화 부탄올로 이행시킨 후, rotary vacuum evaporator(BÜCHI rotavapor R-124, BÜCHI water bath B-481, Switzerland)를 사용하여 미리 항량 된 수기에 넣고 감압농축 하였다. 감압 농축 후 dry oven에서 2시간 건조 항량 시킨 후 무게를 측정하여 아래의 식으로 조사포닌

함량을 측정하였다.

$$\text{조사포닌(mg/g ginseng)} = \frac{W_1 - W_2}{W_3} \times \frac{W}{W}$$

W₁: 수포화 부탄올층을 농축 건조한 후의 수기의 무게(mg)

W₂: 항량으로 한 빈 수기의 무게(mg)

W₃: 초기 팽화인삼의 무게(g)

A: 농축액의 총 무게(g)

B: 농축액 시료의 채취량(g)

Ginsenoside 함량 측정. 사포닌의 분리 및 정량은 Ultrasonic extraction을 이용하여 추출물을 제조하고,¹²⁾ 수포화 부탄올 추출법으로 사포닌을 분획 하였다. 인삼 시료 5 g에 70% 에탄올 50 ml을 가하여 Ultrasonic bath(ESW-2825B, e-science Inc., Korea)를 사용하여 15분간 총 3회 반복 추출하였다. 추출물을 3,000 rpm에서 원심분리하여 상정액을 따로 분리하였으며, 침전물에 대해 위와 같은 과정을 3번 반복하였다. 추출물은 상기의 수포화 부탄올법에 의거하여 n-butanol 층으로 이행된 사포닌을 분리 농축시켜 조사포닌으로 하였다. Ginsenoside 함량은 조사포닌을 메탄올에 용해한 후 Millipore filter(pore size 0.45 μm)로 여과한 후 HPLC를 이용하여 분석하였다. 본 연구에 사용된 HPLC 장비와 조건은 Table 1과 같다.

통계분석. 모든 실험은 2회 이상 반복 측정한 후 통계처리 프로그램인 SAS(Statistical analysis program)을 이용하여 5% 유의 수준에서 평균값과 표준편차 그리고 Duncan's multiple range test로 평균간의 다중비교를 실시하였다.

결과 및 고찰

형태학적 변화. 팽화 처리 전후의 외관상 변화를 Fig. 1에 나타내었다. 팽화 전후의 가장 큰 차이점은 갈변과 부피팽창으로 요약할 수 있다. 모든 팽화 처리구에서 갈변이 발생하였으며, 팽화 압력이 증가할수록 갈변의 정도가 증가함을 확인할 수 있었다. 이것은 인삼내의 당과 아미노산의 갈변 반응으로 인해 증가하는 것으로 생각되며, 윤 등¹³⁾의 보고에서와 같이 가열 온도와 가열시간이 증가할수록 갈색도가 증가하며, 또한 가용성 고형분 함량과 갈색도는 가열시간보다는 가열온도에 더 많이 영향을 받는다는 결과와도 일치하였다.

팽화 처리 하지 않은 대조군(수분함량 3.0%)은 건조시키지 않은 수삼에 비해 외관상 부피가 많이 감소하여 형태가 뒤틀림을 감지 할 수 있었다. 이에 반해 팽화 인삼 시료의 경우는 대조군과 비교하였을 때, 팽화 처리에 의해 팽윤이 일어나 조직이 커짐을 알 수 있었으며, 이는 팽화 압력이 증가할수록 그 정도가 증가하였다. 7 kg/cm² 이하에서 팽화 처리 했을 때의 시료는 부피팽창의 정도가 미미하였으며, 10 kg/cm² 이상에서 팽화 시켰을 경우에는 부피팽창의 정도는 증가하지만 탄화의 정도가 극도로 심하여 시료로 사용하기에는 부적절하였다.

추출 수율. 서로 다른 수분함량과 팽화 압력을 갖는 팽화 인삼시료를 60% 에탄올과 70°C 물을 사용하여 추출 하였을 때의 추출 수율을 Table 2에 나타내었다. 대조군의 추출 수율은

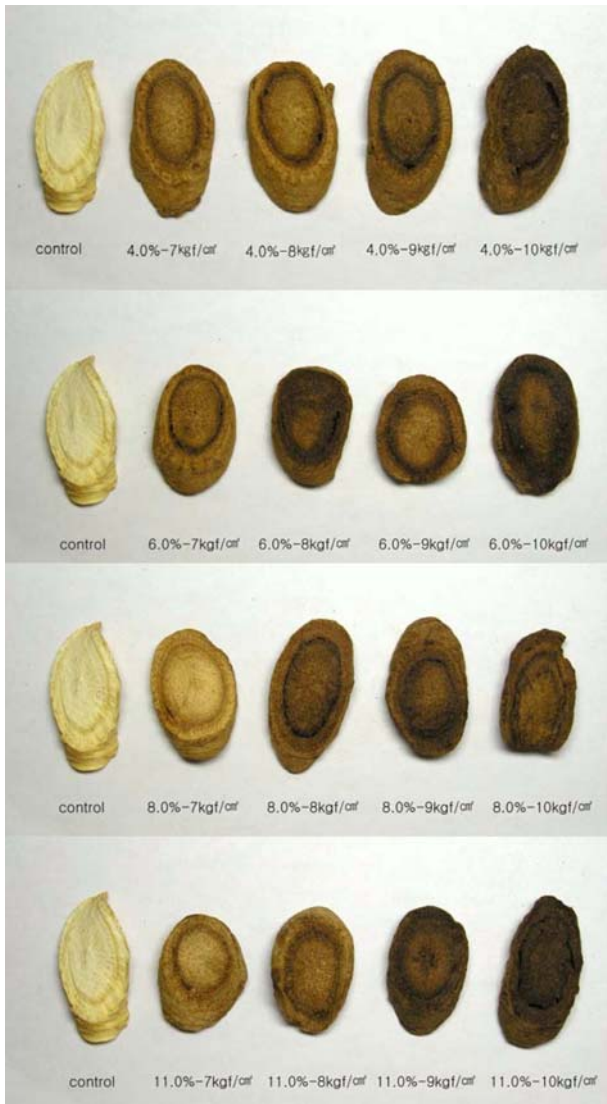


Fig. 1. Morphology of control (no-puffing, 3.0% moisture content) and puffed ginseng.

37.6%, 팽화 인삼의 경우 50.0~62.1%의 범위로 측정되었다. 즉 팽화 처리에 의해 추출 수율이 대조군에 대비하여 33~65%까지 증가하였음을 관찰할 수 있었다. 이것은 팽화에 의한 조직의 다공질화로 인해 추출용매의 침투용이성이 증가하기 때문으로 판단된다. 김 등¹¹⁾의 연구에서 비가용성 고분자 성분이 열분해에 의해 가용성 성분의 저분자 휘발성 향기성분, 단당류, 소당류 등으로 분해되어 수율이 증가하고, 가열시간 증가와 더불어 불용성 화합물의 생성으로 다소 감소한다고 보고한 바 있다. 하지만 본 연구에서는 팽화 처리 시간이 모든 실험군에서 15분 내외로 다소 단시간에 이루어 졌기 때문에 가열시간 증가에 따른 추출 수율 감소는 일어나지 않았다.

수분함량이 일정한 조건에서 팽화 압력이 증가함에 따라 추출 수율이 유의적으로 증가하였다. 하지만 팽화 압력이 일정한 조건에서 수분 함량 증가에 따른 유의적인 차이는 없었으며, 이로부터 팽화 인삼의 추출 수율은 초기 수분함량 보다는 팽화 압력에 의한 영향이 더 크게 작용함을 알 수 있었다.

Table 1. HPLC conditions for ginsenosides analysis

Instrument	SCL-10A controller unit that includes SPD-M10A UV, LC-10AT, FCV-10AL, and DGU-14A (Shimadzu Scientific Company, Tokyo, Japan)
Column	YMC-PACK ODS C18 column (j 6_150 mm, YMC-Gel Company, Tokyo, Japan)
Detector	UV detector (203nm)
Flow rate	1.0 ml/min
Injection volume	20 µl
Gradient elution	Acetonitrile (solvent A), Water (solvent B) 0-5 min: A-B (15:85, v/v), 5-25 min: A-B (21:79, v/v), 25-65 min: A-B (45:55, v/v), 65-75 min: A-B (90:10, v/v), 75-85 min: A-B (90:10, v/v), 85-87 min: A-B (15:85, v/v), 87-100 min: A-B (15:85, v/v)

Table 2. Extraction yield (%) of puffed ginseng with different moisture content and puffing pressure

Puffing pressure	Moisture content			
	4.0%	6.0%	8.0%	11.0%
7 kg/cm ²	50.0±0.5 ^{c*}	52.0±1.0 ^b	50.3±1.2 ^b	53.1±2.7 ^b
8 kg/cm ²	52.6±1.1 ^b	53.6±1.9 ^b	53.9±1.0 ^b	53.0±3.5 ^b
9 kg/cm ²	54.5±1.0 ^b	51.7±1.9 ^b	60.9±2.2 ^a	54.2±4.0 ^b
10 kg/cm ²	54.7±0.7 ^a	59.8±0.3 ^a	62.1±2.5 ^a	61.9±1.9 ^a

Extraction yield of control (no-puffing, 3.0% moisture content) is 37.6±0.8%.

*Means with the same letter are not significantly different ($p < 0.05$).

Table 3. Crude saponin contents (mg/g ginseng) of puffed ginseng with different moisture content and puffing pressure

Puffing pressure	Moisture content			
	4.0%	6.0%	8.0%	11.0%
7 kg/cm ²	29.9±2.0 ^{b*}	29.3±5.0 ^{ab}	19.6±1.1 ^d	21.1±0.1 ^b
8 kg/cm ²	31.9±2.9 ^b	37.2±1.7 ^a	24.8±0.8 ^c	21.0±4.4 ^b
9 kg/cm ²	42.3±2.7 ^a	21.5±1.7 ^b	37.5±2.7 ^b	33.1±0.3 ^a
10 kg/cm ²	27.3±0.3 ^b	39.2±4.8 ^a	48.8±0.4 ^a	28.9±3.6 ^a

Crude saponin content of control (no-puffing, 3.0% moisture content) is 11.0±1.0 mg/g ginseng.

*Means with the same letter are not significantly different ($p < 0.05$).

조사포닌 함량. 서로 다른 수분함량과 팽화 압력을 갖는 팽화 인삼시료에 대한 조사포닌 함량은 Table 3과 같다. 조사포닌 함량 또한 추출 수율과 동일하게 모든 팽화 처리군에서 대조군에 비해 그 함량이 증가하는 경향을 나타내었다. 대조군의 조사포닌 함량은 11.0 mg/g ginseng, 팽화 인삼은 19.6~48.8 mg/g ginseng의 범위로 측정되었다. 팽화 처리에 의해 조사포닌 함량이 대조군에 대비하여 78~344%까지 증가함을 확인할 수 있었다. 이것은 팽화 처리에 의해 인삼 조직이 팽화 과정을 거치면서 파괴팽창에 따른 용매의 침투가 용이해지고, 배당체 형태의 사포닌에 결합되어 있는 일부 당류가 팽화에 의해 분해되어 분자량이 작은 형태가 되어 조사포닌의 추출을 증가시키는 것으로 판단되며, 이는 후에 극성이 낮은 저분자량의 Ginsenoside-Rg3를 생성하는 기작의 뒷받침이 되어줄 것으로 사료된다. 김 등¹⁴⁾은 압출성형공정을 통한 추출수율과 조사

Table 4. Ginsenoside contents (mg/g ginseng) of puffed ginseng with different moisture content and puffing pressure

Moisture content	Puffing pressure	Ginsenoside (mg/g ginseng)							
		Rb1	Rb2	Rc	Rd	Re	Rg1	Rg3	Total
Control (no-puffing)		1.54±0.21 ^{hij}	1.65±0.11 ^{cd}	0.92±0.01 ^b	0.11±0.00 ^{bc}	0.53±0.03 ^{ij}	0.65±0.03 ^{de}	N. D.	5.40±0.39 ^h
4.0%	7 kg/cm ²	7.55±0.59 ^{ab}	3.25±0.18 ^a	1.22±0.09 ^a	0.10±0.00 ^{bc}	2.67±0.15 ^c	1.73±0.11 ^b	0.70±0.06 ^{ef}	7.23±1.18 ^{ef}
	8 kg/cm ²	4.01±0.73 ^{de}	1.58±0.19 ^d	0.64±0.09 ^c	0.06±0.01 ^{ef}	1.38±0.14 ^e	0.70±0.07 ^d	1.06±0.13 ^c	9.42±1.37 ^{de}
	9 kg/cm ²	4.44±0.92 ^d	1.40±0.10 ^d	0.60±0.11 ^{cd}	0.07±0.01 ^{de}	1.24±0.14 ^{ef}	0.51±0.10 ^{ef}	1.77±0.01 ^a	10.04±1.40 ^d
	10 kg/cm ²	2.04±0.56 ^{ghi}	0.62±0.17 ^f	0.43±0.13 ^{de}	0.04±0.01 ^{gh}	0.58±0.16 ^{ij}	0.17±0.04 ^{hi}	1.88±0.10 ^a	5.76±0.71 ^{gh}
6.0%	7 kg/cm ²	6.61±0.24 ^{bc}	2.30±0.04 ^b	0.96±0.00 ^b	0.09±0.00 ^{cd}	1.93±0.07 ^d	1.32±0.04 ^c	0.82±0.04 ^{de}	14.02±0.43 ^c
	8 kg/cm ²	3.32±0.37 ^{ef}	1.04±0.03 ^e	0.44±0.02 ^{de}	0.06±0.01 ^{ef}	1.01±0.01 ^{gh}	0.43±0.00 ^{fg}	1.29±0.08 ^b	7.59±0.46 ^{ef}
	9 kg/cm ²	1.04±0.04 ^{ij}	0.17±0.01 ^g	0.14±0.01 ^f	0.02±0.00 ^{hi}	0.27±0.12 ^{jk}	0.08±0.00 ⁱ	0.92±0.02 ^{cd}	2.64±0.08 ⁱ
	10 kg/cm ²	0.65±0.14 ^j	0.09±0.02 ^g	0.10±0.06 ^f	0.01±0.00 ⁱ	0.14±0.04 ^{jk}	0.03±0.01 ⁱ	0.82±0.03 ^{de}	1.64±0.41 ^j
8.0%	7 kg/cm ²	8.44±0.63 ^a	3.29±0.43 ^a	1.29±0.12 ^a	0.16±0.02 ^a	5.08±0.38 ^a	2.08±0.17 ^a	0.59±0.07 ^{fg}	20.93±1.82 ^a
	8 kg/cm ²	6.12±0.42 ^c	2.32±0.12 ^b	0.92±0.03 ^b	0.11±0.01 ^b	3.05±0.23 ^b	1.15±0.15 ^c	0.97±0.00 ^{cd}	14.63±0.20 ^c
	9 kg/cm ²	3.63±0.05 ^{def}	0.78±0.18 ^{ef}	0.41±0.00 ^e	0.07±0.01 ^{def}	1.19±0.04 ^{efg}	0.46±0.01 ^{fg}	1.43±0.19 ^b	7.98±0.47 ^{def}
	10 kg/cm ²	3.39±0.68 ^{def}	0.85±0.16 ^{ef}	0.45±0.05 ^{de}	0.07±0.02 ^{def}	1.06±0.34 ^{efg}	0.36±0.07 ^{fg}	1.84±0.14 ^a	8.02±1.46 ^{def}
10.0%	7 kg/cm ²	3.55±0.02 ^{def}	2.00±0.17 ^{bc}	0.99±0.11 ^b	0.05±0.00 ^{efg}	1.76±0.06 ^d	1.19±0.05 ^c	0.43±0.06 ^g	9.98±0.31 ^d
	8 kg/cm ²	2.90±0.31 ^{fg}	1.48±0.24 ^d	0.63±0.13 ^c	0.05±0.01 ^{efg}	1.29±0.16 ^{ef}	0.66±0.09 ^{de}	0.68±0.12 ^{ef}	7.71±1.05 ^{efg}
	9 kg/cm ²	2.24±0.22 ^{gh}	0.82±0.14 ^{ef}	0.42±0.05 ^e	0.05±0.01 ^{efg}	0.82±0.08 ^{ghi}	0.39±0.04 ^{fg}	0.87±0.13 ^{de}	5.61±0.66 ^{gh}
	10 kg/cm ²	2.63±0.19 ^{fg}	0.83±0.03 ^{ef}	0.55±0.00 ^{de}	0.04±0.00 ^{fg}	0.67±0.01 ^{hi}	0.33±0.00 ^{gh}	1.32±0.01 ^b	6.38±0.22 ^{gh}

*Means in the same column followed by a same letter are not significantly different ($p < 0.05$).

포닌 함량의 증가는 고온, 고압, 고전단력의 압출성형 조건에서 세포벽과 분자구조의 파괴에 따른 결합력의 약화와 수분흡수의 용이성 때문이라 보고하였으며, 윤 등¹⁵에 의하면 인삼을 세절하여 동결건조시킨 후 가열온도(130~190°C)와 가열시간(10~30 min)에 따른 성분변화를 관찰하였을 때, 조사포닌의 함량은 160°C 및 가열시간 20 min일 때 64.40 mg/g의 최대값으로 측정되었으며 그 이후의 가열온도와 가열시간의 범위에서는 조사포닌의 함량이 감소하는 경향을 나타내었으며, 조사포닌 함량은 가열시간에 영향을 많이 받으며, 가용성 고형분 함량, 산성당당체 및 총 페놀성 화합물 함량은 가열온도에 영향을 많이 받는다고 보고한 바 있으며 이 결과는 후에 조사포닌과 총 Ginsenoside 함량의 변화가 상이함을 뒷받침 해준다.

팽화 처리에 따른 Ginsenoside 함량. 초기 수분함량과 팽화 압력에 따른 ginsenoside-Rb1, Rb2, Rc, Rd, Re, Rg1, Rg3와 total ginsenoside의 분석결과는 Table 4와 같다. 팽화처리구의 경우 대조구와 비교하였을 때, major ginsenoside(ginsenoside-Rb1, Rb2, Rc, Rd, Re, Rg1)의 함량은 전반적으로 대조구보다 증가하였으며 팽화 압력이 증가할수록 감소하는 경향을 나타냈다. 그리고 홍삼특유의 사포닌으로 알려진 Rg3의 경우 대조구에서 검출되지 않았으나 팽화처리구에서는 발견되었으며, 그 함량은 팽화 압력의 상승에 따라 증가하는 경향을 나타내었다. Ginsenoside-Rg3는 C3에 glucosyl잔기 2개가 결합되어있는 형태의 PPD계열의 사포닌이며,¹⁶ 기존 인삼에 함유되어있던 PPD계열의 사포닌인 ginsenoside-Rb1, Rb2, Rc, Rd의 C20에 연결된 당들이 열에 의해 분해되어 떨어져 나가므로써 생성되는 것으로 판단된다.

일반적으로 인삼사포닌인 ginsenoside는 열에 매우 불안정한 물질로 알려져 있다.^{17,18} 이러한 ginsenoside의 특징을 이용한 대표적인 제품이 바로 홍삼이며, 홍삼의 steaming과정 이외에

인삼에 열처리를 하여 비교적 극성이 낮은 저분자량의 ginsenoside를 생성하려는 연구가 많이 이루어져 있다. 그 예로 양 등¹⁹은 인삼에 고온고압처리를 함으로써 ginsenoside-Rg3와 Rh2를 생성한바 있으며, 하 등²⁰은 압출성형을 이용하여 수삼의 홍삼화에 대한 연구를 하였으며, 그 결과 ginsenoside-Rg3를 형성하는 압출성형조건을 발표한 바 있다.

앞서 조사포닌 측정 결과에서는 팽화 압력이 증가함에 따라 그 함량이 증가하였지만, HPLC를 통한 ginsenoside함량 분석 결과에 따르면 total ginsenoside함량이 감소하는 것으로 나타났다. 이것은 팽화처리에 의해 상당량 생성되는 당류 또는 일부 인삼 성분의 열분해산물로 비교적 극성이 낮은 물질로 판단되며, 이러한 결과는 실제 수포화부탄올법으로 사포닌 분석 시 부탄올층과 물층 경계 사이에 극성이 모호한 물질들이 혼합되어 emulsion층을 형성하였으며, 극성에 따른 층분리가 용이하지 않았던 것으로부터 확인할 수 있었다. 또한 본 실험에서 측정된 total ginsenoside는 7개의 표준시료를 사용하였고, 이들 중 대부분의 ginsenoside가 배당체 형태로 존재하는 ginsenoside이기 때문에 비배당체로 전이가 된 ginsenoside는 측정하지 않아 total ginsenoside가 감소한 것으로 생각된다.

결론

팽화 처리 후 외관상의 가장 큰 변화는 갈변과 부피팽창이었다. 팽화 압력이 증가할수록 갈변과 부피팽창의 정도는 증가하였지만, 수분함량에 따른 차이는 관찰되지 않았다. 추출수율 측정 결과, 대조군은 37.6%, 팽화 인삼의 경우 50.0~62.1%의 범위로 측정되었다. 이것은 팽화에 의한 조직의 다공질화로 인해 추출용매의 침투용이성의 증가로 기인하는 것으로 생각된다. 그리고 팽화 압력 증가에 따라 추출수율 또한 증가하는 경

향을 나타내었지만, 초기 수분함량에 따른 유의적인 차이는 관찰되지 않았다. 조사포닌 함량의 경우 대조군은 11.0 mg/g ginseng, 팽화 인삼은 19.6-48.8 mg/g ginseng의 범위로 측정되었다. 조사포닌 함량 또한 추출 수율에서와 동일하게 팽화 압력 증가에 따라 유의적으로 증가하는 경향을 나타내었지만, 초기 수분함량에 따른 유의적인 차이는 관찰되지 않았다.

팽화 인삼에서는 홍삼 특유 사포닌인 ginsenoside-Rg3가 검출되었다. 기존 인삼에 함유되어있던 PPD계열의 사포닌의 C20에 결합되어 있던 당이 열에 의해 분해되면서 생성되는 것으로 판단되며, ginsenoside-Rg3의 생성량은 팽화 압력이 증가함에 따라 유의적으로 증가하는 경향을 나타내었다. Ginsenoside-Rg3를 제외한 나머지 기본 ginsenoside와 total ginsenoside함량은 대조군에 비해 모두 증가하였지만, 팽화 압력이 증가함에 따라 그 양이 감소하는 경향을 나타내었다. 이것은 위에서 보았던 조사포닌의 결과와 상이한 것으로 팽화처리에 의해 생성되는 당류 또는 일부 인삼의 열 분해산물 등이 부탄올에 용해되어 함께 측정되었기 때문으로 생각되며, 실제 이 부분은 수포화부탄올을 이용하여 사포닌을 분리하는 과정에서 부탄올층과 물층의 경계에 emulsion층이 생성되는 것으로부터 확인할 수 있었다. 또한 본 실험에서 측정된 total ginsenoside는 대부분의 배당체 형태의 ginsenoside이기 때문에 total ginsenoside가 감소한 것으로 생각된다. 따라서 본 연구 결과 인삼을 적절한 조건에서 팽화처리하였을 경우 추출수율, 조사포닌 및 조사포닌 함량의 증진과 일부 ginsenoside의 변형을 확인할 수 있었다. 이 결과를 토대로 인삼 제품에 주로 사용되는 인삼 추출액의 제조 시 팽화처리 인삼을 사용할 경우 추출수율 증가로 경제성이 증진될 수 있을 것으로 판단된다. 한편 인삼의 팽화처리에 의한 ginsenoside의 변형에 대한 연구분야에도 더 많은 연구가 진행되어야 할 것으로 생각된다.

초 록

수삼을 수분함량 별로 건조한 다음 원형이 변하지 않는 팽화 인삼을 제조할 수 있는 최적의 압력조건을 찾아 팽화 인삼을 제조하고 각 조건 별 시료의 추출수율, 조사포닌, ginsenoside 함량 변화를 관찰하였다. 팽화 처리 후 외관상의 가장 큰 변화는 갈변과 부피팽창이었다. 추출수율 측정 결과, 대조군은 37.6%, 팽화 인삼의 경우 50.0~62.1%의 범위로 측정되었다. 조사포닌 함량의 경우 대조군은 11.0 mg/g ginseng, 팽화 인삼은 19.6~48.8 mg/g ginseng의 범위로 측정되었다. 팽화 인삼에서는 홍삼 특유 사포닌인 ginsenoside-Rg3가 검출되었다. Ginsenoside-Rg3의 생성량은 팽화 압력이 증가함에 따라 유의적으로 증가하는 경향을 나타내었다. Ginsenoside-Rg3를 제외한 나머지 기본 ginsenoside와 total ginsenoside함량은 대조군에 비해 모두 증가하였지만, 팽화 압력이 증가함에 따라 그 양이 감소하는 경향을 나타내었다. 따라서 본 연구 결과 인삼을 적절한 조건에서 팽화처리하였을 경우 추출수율, 조사포닌 및 조사포닌 함량의 증진과 일부 ginsenoside의 변형을 확인할 수 있었다.

Key words: Ginseng, puffing, extraction yield, crude saponin, ginsenoside

감사의 글

본 연구는 농림부 농림기술개발사업의 지원에 의해 수행된 연구이며 이에 감사 드립니다(607002-05-1-SB130).

참고문헌

- Li, X. G. (1992) Studies on the transforming mechanism of amino acid components in ginseng in the course of ginseng process. *Korean J. Ginseng Sci.* **16**, 64-67.
- Singh, V. K., Agarwal, S. S. and Gupta, B. M. (1984) Immunomodulatory activity of Panax ginseng extract. *Proc. 4th Intl. Ginseng Symp.*
- Benishin, C. G. (1992) Actions of ginsenoside Rb1 on choline uptake in central cholinergic nerve endings. *Neurochem. Intl.* **21**, 1-5.
- Satio, H. and Bao, T. T. (1984) Effect of red ginseng on mice exposed to various stress. *Proc. 4th Intl. Ginseng Symp.*
- Kim, W. Y., Kim, J. M., Han, S. B., Lee, S. K., Kim, N. D. and Park, M. K. (2000) Steaming of ginseng at high temperature enhances biological activity. *J. Nat. Prod.* **63**, 1702-1704.
- Kim, H. Y., Chen, X. and Gills, C. N. (1992) Ginsenosides protect pulmonary vascular endothelium against free radical induced injury. *Biochem. Biophys. Res.* **189**, 670-676.
- Park, J. D. (1996) Recent studies on the chemical constituents of Korean ginseng. *Korean J. Ginseng Sci.* **20**, 389-415.
- Nam, K. Y. (2005) The comparative understanding between red ginseng and white ginsengs processed ginsengs (*Panax ginseng* C. A. Meyer). *J. Ginseng Res.* **29**, 1-18.
- Matz, S. A. (1959) The Chemistry and Technology of Cereals as Food and Feed. AVI Publishing Company INC, Westport.
- Chandrasekhar, P. R. (1989) Some studies on heated air fluidized bed puffing characteristics of rice. Unpublished Ph.D. Thesis, PHTC, IIT, Kharagpur (W.B.), India.
- Kim, S. B., Do, J. R., Lee, Y. W. and Gu, Y. S. (1990) Nitrite-scavenging effects of roasted-barley extracts according to processing conditions. *Korean J. Food Sci. Technol.* **22**, 748-752.
- Court, W., Hendel, J. and Elmi, J. (1996) Reversed-phase high-performance liquid chromatographic determination of ginsenosides of *Panax quinquefolium*. *J. Chromatogr. A* **755**, 11-17.
- Yoon, S. R., Lee, M. H. and Park, J. H. (2005) Changes in physicochemical compounds with heating treatment of ginseng. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **34**, 1572-1578.
- Kim, B. S. and Ryu, G. H. (2005) Effect of die temperature and dimension on extract characteristics of extruded white ginseng. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **34**, 544-548.
- Yoon, S. R., Lee, M. H. and Park, J. H. (2005) Changes in physicochemical compounds with heating treatment of ginseng.

- J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **34**, 1572-1578.
16. Lee, C. R., Whang, W.K., Shin, C. G., Lee, S. H., Han, S. T., Im, B.O. and Ko, S. K. (2004) Comparison of ginsenoside composition and contents in fresh ginseng roots cultivated in Korea, Japan, and China at various ages. *J. Korean Food Sci. Technol.* **36**, 847-850.
 17. Park JH, Kim JM, Han SB, Kim NY, Surh YJ, Lee SK, Kim ND, Park MK. (1998) "A new processed ginseng with fortified activity" in Advances in ginseng research. 146-159, Korean Society of Ginseng, Seoul, Korea.
 18. Kwon, S. W., Han, S. B., Park, I. H., Kim, J. M., Park, M. K. and Park, J. H. (2001) Liquid chromatographic determination of less polar ginsenosides in processed ginseng. *J. Chromatogr. A* **921**, 335- 339.
 19. Yang, S. J., Jeong, K. S., Yoo, J. S., Kang, T. S., Noh, Y. H., Lee, J. S. and Jeong, H. S. (2006) Change of Korean ginseng components with high temperature and pressure treatment. *Korean J. Food Sci. Technol.* **38**, 521-525
 20. Ha, D. C., Kim, B. S., Byun, E. H., Lee, J. W. and Ryu, G. H. (2004) Optimization of extrusion process variables for red ginseng manufacturing. 70th Annual Conference in Korean Society of Food Science and Technology.