Korean J. Food Preserv.
Vol. 16, No. 3. pp. 355-361, June 2009

사단법인 한국식품저장유통학회
THE KOREAN SOCIETY OF FOOD PRESERVATION

팽화 가공에 따른 홍삼과 백삼의 성분변화

김상태 · 장지현 · 권중호 · 문광덕†
경북대학교 식품공학과

Changes in the Chemical Components of Red and White Ginseng after Puffing

Sang-Tae Kim, Ji-Hyun Jang, Joong-Ho Kwon and Kwang-Deog Moon†
Department of Food Science & Technology, Kyungpook National University, Daegu 702-701, Korea

Abstract

In this study, raw ginseng produced by different methods was puffed, and physicochemical properties were analyzed and compared. Raw ginseng included white ginseng lateral root (WGL), red ginseng lateral root (RGL), red ginseng main root (RGM), and red ginseng main root with 15% (w/w) moisture (RGMM). All samples were puffed at a pressure of 7 kg/cm2. Crude saponin content was increased after puffing compared with that of control ginseng. RGM and RGMM showed significant increases in crude saponin content, from 1.67% and 1.41% to 2.84% and 3.09% (all w/w), respectively. However, the ginsenoside content of WGL was decreased after puffing. Rg3, Rh1, and Rh2 values of red ginseng were increased by puffing compared with those of control red ginseng. The total sugar content of ginseng decreased after puffing. The mineral components of puffed ginseng were similar to those of raw ginseng. Levels of total phenolic compounds and antioxidant activities of ginseng were increased after puffing, and electron-donating ability was greatly increased. The acidic polysaccharide content of ginseng increased slightly and the amino acid content decreased due to the high temperature used during puffing.

Key words : ginseng, puffing, chemical components, ginsenoside

서 론

인삼은 다년생의 반음지성 숙근초로서, 식물학적으로 오가과 인삼속(*Panax*)에 속한다. 세계적으로 널리 알려져 있는 7가지의 인삼속 식물 중 약용으로 이용되는 것은 *Panax ginseng* C.A. Meyer(고려인삼), *Panax japonicum* C.A. Meyer(죽절삼), *Panax notoginseng* (Burk.) F.H. Chen(전칠삼), *Panax quinquefolium* L.(화기삼)의 4종이 있으며 그 중에서도 일반적으로 인삼은 *Panax ginseng* C.A. Meyer만을 지칭한다(1,2).

인삼은 종류에 따라 약효의 차이가 뚜렷한데 고려인삼은 자양강장, 당뇨증상 개선 및 치료, 심신안정, 두뇌활력, 소화기계 및 호흡기계 장애 개선 및 치료 등의 다양한 분야에 효과가 있는데 비하여 미국삼은 신경계, 호흡기계 및 혈액관련 질환의 개선에 국한되어 있으며 전칠삼은 혈액관련 치료에만 효과가 있고 죽절삼은 혈액 및 호흡기계 질환의 치료와 강장 보약으로만 이용되고 있을 뿐이다(3).

현재 국내외에서 판매 및 이용되는 인삼제품은 크게 원형삼과 2차 가공품으로 구분할 수 있다. 원형삼은 크게 수삼, 백삼, 홍삼으로 구분되는데, 수삼은 밭에서 캐어 낸 것으로 말리지 않은 것이고, 백삼은 원료수삼의 표피를 벗기거나 그대로 일광건조 또는 열풍건조하여 가공한 것으로 유백색이나 담황색의 색상을 띤다. 홍삼은 수삼을 물 또는 증기로 쪄서 건조한 것으로 증숙과 건조 공정을 통해 비효소적 갈색화 반응이 일어나 갈색을 띤다(2). 인삼 2차 가공품은 다시 제조방법에 따라 인삼의 성분에서 추출한 추출액을 원료로 하는 제품과 인삼을 분쇄, 분말화하여 이를 원료로 하는 분말제품으로 나눌 수 있다(4). 그러나 인삼 가공품의 종류는 한정되어 있으며 최근 들어 화기삼 등과의 효능

†Corresponding author. E-mail : kdmoon@knu.ac.kr,
Phone : 82-53-950-5773, Fax : 82-53-950-6772

논쟁이 발생하고 있어(5) 고려인삼의 효능을 극대화하여 보다 높은 부가가치의 창출을 위한 제품 개발이 절실한 실정이다.

곡류를 팽화시키면 조직의 팽창과 전분의 호화를 비롯한 성분의 변화가 수반되어 맛과 조직감이 향상되므로 스낵 제품 등 여러 가지 식품의 가공에 팽화 공정이 적용되고 있다. 팽화의 원리는 고온 고압의 팽화 공정을 통해서 곡류의 전분 및 단백질의 용융에 의해 점탄성을 갖는 반죽에 포함된 수분 또는 가스 등의 비체적의 증가로 인하여 원래의 구조가 파열되는 것으로(6-8) puffing gun을 이용하는 방법과 압출성형공법 등이 알려져 있다. 그 중 압출성형은 고온, 고압, 고전단력에 의하여 세포벽 성분간 결합이 이완되게 하여 수용성 성분 용출을 용이하게 하였으며(9), 압출성형을 이용한 수삼의 홍삼화 연구에서는 홍삼류의 사포닌 변형체 특유성분인 Rg_3, Rh_1, Rh_2, Rh_4 등의 진세노사이드의 전환이 확인된 바 있다(10). 또한 압출성형 공정 중에는 전분의 수화, 팽윤, 호화, 무정형화 및 덱스트린화, 단백질의 변성, 분자간 결합 및 조직화, 효소의 불활성화, 미생물의 사멸 및 살균, 독성물질의 파괴, 냄새의 제거, 조직팽창, 밀도조절 및 갈색화 반응 등이 단시간에 일어나는데 이는 압출성형 독립변수의 조절을 통해 조절할 수 있다(11). 그러나 압출성형 공정이 아닌 다른 기술을 적용한 인삼의 팽화에 대한 연구는 아직 미미한 실정이며 puffing gun을 인삼에 적용시켜 연구한 사례는 거의 전무하다고 할 수 있다.

따라서 본 연구에서는 인삼의 효능을 증진시켜 고부가가치의 인삼 기능성식품을 개발하기 위한 목적으로 팽화 가공법의 적용 가능성 및 인삼의 팽화 전후 성분의 변화특성을 조사하였다.

재료 및 방법

재료

실험에 사용한 원료삼은 경북 영주 풍기인삼농협에서 2005년산 5년근 수삼을 백미삼(지근), 홍미삼(지근), 홍삼절편 Ⅰ(주근: 수삼-증삼-건조-습점-절편-건조) 및 홍삼절편 Ⅱ(주근: 수삼-절편-증삼-건조)으로 제조한 것을 구입하여 크기가 일정한 것으로 선별한 후 각각 증자솥에 넣어 증기로 30분간 증자 처리하고 5 mm 두께로 절단한 다음 플라스틱 용기에 넣고 수분함량이 15%가 될 때까지 방치하였다. 그 후 puffing gun을 이용하여 7 kg_f/cm^2 압력으로 팽화시켜 시료를 제조하였으며 이를 분쇄기로 분쇄하여 100 mesh이하로 체질한 분말을 PE 용기에 저장하면서 실험에 사용하였다.

일반 성분

일반 성분은 AOAC 방법에 준하여 분석하였다(12). 즉 수분함량은 electronic moisture analyzer(Model MA35, Sartorius AG., Germany)를 이용하여 105℃에서 상압가열건조법으로 분석하였고, 조단백질은 Kjeldahl nitrogen/protein analyzer(FOSS 1035 analyzer, Foss Tecator, Sweden)을 이용하였으며, 조지방은 Soxhlet 추출법으로 분석하였다. 한편 총당은 phenol-sulfuric acid법(13) 그리고 환원당은 dinitrosalicylic acid(DNS)법(14)으로 분석하였다.

조사포닌 및 진세노사이드

조사포닌 성분은 Namba와 Ando 등의 수포화부탄올 추출법(15,16)에 준하여 추출한 후 추출액을 항량을 구한 수기에 취하여 진공농축하고 그 무게를 측정하여 정량하였다. 즉, 시료에 80% methanol을 넣고 1시간 환류 추출한 다음 여과하여 잔사를 반복 추출하고 여액을 감압 농축하였으며 이를 증류수로 정용하고 분액깔때기에 옮겨 diethyl ether로 2회 반복 추출하여 불순물을 제거하였다. 이후 남아있는 물층에 수포화 부탄올 용액을 첨가하여 반복 추출한 다음 수포화 부탄올층을 모아 증류수로 세척하였다. 그 여액의 절반을 감압하에서 완전히 농축하여 조사포닌으로 정량하였으며 나머지 절반은 감압하에서 농축 후 methanol로 용해하여 0.45 μm membrane filter로 여과하고 그 여과액을 HPLC(Jasco PU-980, Tokyo, Japan)를 사용하여 사포닌의 주요성분인 진세노사이드의 정량에 이용하였다. 이때 컬럼은 Merck chromolith RP-18e Column (4.6×100 mm, Germany)을, 검출기는 Jasco UV detector (203 nm)를 사용하였으며 이동상으로는 10% methanol과 80% acetonitrile을 사용하였고 이동상의 유속은 분당 2.5 mL이었으며 시료주입량은 20 μL이었다.

산성 다당체

산성 다당체 비색 측정은 carbazole-sulfuric acid 방법(17)으로 측정하였다. 즉, 시료 추출액에 carbazole 0.25 mL와 c-H_2SO_4 3 mL를 넣은 후 80℃ 수욕상에서 5분간 반응시킨 다음 실온에서 방치한 것을 525 nm에서 흡광도를 측정하였으며 대조구는 carbazole 대신 ethanol을 사용하였다.

총 페놀성 화합물

총 페놀성 화합물을 비색 정량하고자 Folin-Ciocalteu법(18)을 일부 변형하여 사용하였다. 즉, 시료를 methanol로 추출한 여과액 0.1 mL를 시험관에 넣고 증류수와 Folin-ciocalteu's reagent를 첨가하였다. 실온에서 3분 동안 방치 후 sodium carbonate solution을 첨가하고 혼합하여 30분 방치 후 spectrophotometer(Optizen 2120UV, Mecasys, Korea)를 이용하여 725 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준품으로는 gallic acid(Sigma Chemical. Co.)를 사용, 검량선을 작성하여 함량을 산출하였다.

아미노산

시료 50 mg을 취하여 6 N HCl를 가하고 110℃에서 24시간 산 가수분해한 후, 3G-glass filter로 여과하였다. 여액을 감압농축하여 citrate buffer(pH 2.2)로 50 mL로 정용한 분석용 시료 용액 중 40 μL를 아미노산 자동분석기(Pharmacia Biotech Co., Model Biochrom 20, Swiss)에 injection하여 분석하였다. 분석조건에서 칼럼은 Na form column을 사용하였으며 분석시간은 43분으로 조절하여 분석하였다.

지방산

시료 5 g에 n-hexane을 가하여 잘 혼합한 후 48시간 추출한 후에 여과한 액을 40℃에서 감압 농축하여 지방산 추출 시료로 하였다. 추출된 지방산 oil은 Metcalfe 등의 방법(19)에 준하여 0.5 N-NaOH/methanol로 가수분해 시킨 후 BF_3-methanol을 가하여 methyl ester화시킨 다음 gas chromatography-mass spectrometer(5973N/6890N, Agilent, USA)로 분석하였다. 이때, 컬럼은 HP 19091N-133(30 m×0.25 mm×0.25 μm)을, carrier gas는 He을 사용하였으며 flow rate는 0.9 mL/min이었다.

무기질

시료 0.5 g을 취하여 microwave digestion system(Ethos1, Milestone, USA)에 넣은 후, 염산 8 mL를 첨가하여 microwave로 산 분해하였다. 그리고 산 분해된 시료를 50 mL로 희석하여 ICP-AES(JY 38 PLUS, Jobin Yvon, France)로 분석하였으며 가스 유속은 plazma 12 L/min, nebulizer 0.8 L/min (3.2 bar), carrier 0.2 L/min로 하여 분석하였다.

결과 및 고찰

일반 성분

팽화 가공에 따른 홍삼과 백미삼의 일반 성분을 측정한 결과는 Table 1과 같다. 팽화로 인해 수분함량이 8.09~9.38%에서 6.51~7.76%로 낮아졌는데 이는 팽화 처리로 인해 시료 내에 존재하던 수분이 기화하였기 때문이다(20). 수분과는 달리 단백질, 조지방 및 조회분은 팽화 가공 전후로 큰 함량 차이를 보이지 않았으며 Ha와 Ryu(21)의 연구에서 홍삼, 백미삼 및 압출성형 건조수삼의 일반 성분이 큰 차이를 보이지 않았다는 결과와 유사하였다.

총당의 경우는 팽화 가공 후 모든 시료에서 감소하는 경향을 보였으며 이는 팽화 공정 시 고온고압으로 인해 caramelization 및 Maillard 반응 등이 진행되어 팽화 후 총당이 감소한 것으로 판단된다(22). 환원당의 경우 백미삼은 2.98%에서 1.51%로 함량의 감소를 나타내었으나 홍미삼, 홍삼절편Ⅰ 및 홍삼절편Ⅱ의 경우 각각 9.58, 7.02 및 7.79%에서 10.39, 8.32 및 9.46%로 팽화 처리 후에 증가하는 결과를 나타내어 백미삼과 홍삼시료 간에 차이를 나타내었다. 이는 백삼과 홍삼의 환원당 차이는 홍삼의 증숙 과정에서 호화된 전분에 amylase와 maltase가 작용하여 맥아당과 포도당 및 과당이 생성되었기 때문으로 판단된다(23).

Table 1. Proximate compositions of raw ginseng and puffed ginseng

(unit: %)

Components	Raw ginseng				Puffed ginseng			
	WGL[1)]	RGL	RGMⅠ	RGMⅡ	WGL	RGL	RGMⅠ	RGMⅡ
Moisture	8.45	8.09	9.38	8.57	6.51	7.76	6.77	7.66
Crude protein	12.92	14.30	14.93	14.26	11.88	14.51	13.44	13.83
Crude fat	1.58	1.14	1.68	1.55	1.07	1.09	1.70	1.59
Ash	4.43	4.92	4.06	3.64	3.62	4.04	3.96	3.63
Total sugar	16.88	21.76	25.97	26.67	14.33	19.99	22.18	26.22
Reducing sugar	2.98	9.58	7.02	7.79	1.51	10.39	8.32	9.46

[1)]WGL: white ginseng lateral root, RGL: red ginseng lateral root,
RGMⅠ: red ginseng main root Ⅰ (steaming-1st drying-moistening-cutting-2nd drying),
RGMⅡ: red ginseng main root Ⅱ (steaming-cutting-moistening-drying).

조사포닌 및 진세노사이드

팽화 전 원료삼과 팽화 처리 후 조사포닌 함량 변화를 Table 2에 나타내었다. 팽화 처리 후 모든 시료에서 조사포닌 함량이 증가되었으며 그 중 홍삼절편Ⅰ과 홍삼절편Ⅱ의 경우 각각 팽화 전 1.67, 1.41%에서 팽화 후 2.84, 3.09%로 크게 증가하였다. 이는 팽화 처리 시 고온고압의 영향으로 세포벽이 파열되면서 조사포닌의 용출이 용이하도록 세포벽의 구조가 변형되었기 때문으로 판단되며 Ha와 Ryu(21)의 연구 결과와 유사하였다. Table 3은 진세노사이드 함량을 나타낸 것으로 총 진세노사이드는 백미삼을 제외한 홍삼류 시료들 모두 팽화 후 증가하여 조사포닌 결과와 유사한 경향을 나타내었다. 홍미삼의 경우 Rg_1, 홍삼절편Ⅰ과 홍삼절편Ⅱ의 경우 Re, Rc를 제외한 모든 진세노사이드에서 팽화 후 증가하였다. 홍삼 특유성분인 Rg_3, Rh_1, Rh_2는 팽화 후 크게 증가하였는데 Rh_1는 팽화 전 9.12~12.35 mg%에서 팽화 후 16.99~20.72 mg%, Rg_3는 87.28~139.78 mg%에서 164.56~189.34 mg%, Rh_2는 23.56~33.66 mg%에서 39,69~49.33 mg%로 크게는 두 배까지 증가하였다. Park 등(24)의 연구에서 홍삼의 Rg_3, Rh_1, Rh_2이 암종양 증식억제 및

Table 2. Crude saponin contents of raw ginseng and puffed ginseng

(unit:%)

Component	Raw ginseng				Puffed ginseng			
	WGL[1)]	RGL	RGMⅠ	RGMⅡ	WGL	RGL	RGMⅠ	RGMⅡ
Crude saponin	3.21	3.54	1.67	1.41	3.43	3.79	2.84	3.09

[1)]Same as Table 1.

암세포 전이 효과 등의 약리효능을 가지는 것으로 보고되었으므로 본 연구결과에 따라 홍삼의 팽화처리를 통한 기능성의 증대를 기대해 볼 수 있을 것으로 생각된다.

Table 3. Ginsenoside contents of raw ginseng and puffed ginseng

(unit: mg%)

Ginsenoside	Raw ginseng				Puffed ginseng			
	WGL[1)]	RGL	RGMⅠ	RGMⅡ	WGL	RGL	RGMⅠ	RGMⅡ
Rg1	253.55	179.35	138.77	161.82	212.76	153.90	298.76	267.33
Re	389.46	279.30	398.33	319.27	280.55	313.29	190.38	254.67
Rf	23.45	38.21	38.21	49.86	33.44	46.77	59.99	61.33
Rh1	-	10.27	9.12	12.35	-	16.99	17.27	20.72
Rb1	643.39	543.89	438.83	474.38	574.56	589.38	499.80	473.28
Rc	112.48	89.01	135.43	95.32	88.76	92.35	85.76	72.39
Rb2	97.89	65.65	69.33	72.83	88.34	105.87	78.98	80.95
Rd	57.88	47.99	40.27	35.67	48.78	66.77	59.64	54.12
Rg3	-	139.78	90.78	87.28	-	189.34	177.83	164.56
Rh2	-	23.56	33.66	29.57	-	49.33	44.55	39.69
Total	1578.10	1417.01	1372.73	1338.35	1324.19	1623.99	1512.96	1489.04

[1)]Same as Table 1.

산성 다당체

팽화 처리 전후의 산성 다당체 함량의 변화는 Fig. 1에 나타내었다. 백미삼, 홍미삼, 홍삼절편Ⅰ 및 홍삼절편Ⅱ의 함량은 각각 5.49, 6.66, 6.57 및 6.66%에서 6.96, 7.10, 6.82 및 7.28%로 변화하는 것으로 나타났다. 산성 다당체 함량은 팽화 전후로 크게 증가하지는 않았으나 전체적으로 증가하는 경향을 보였는데 이는 고온고압의 팽화 가공으로 인해 세포벽 같은 조직이 파열되어 용출이 용이해져 함량증가에 영향을 미쳤기 때문인 것으로 판단된다. 이는 Ha와 Ryu(21)가 압출성형에 의해서 산성 다당체 함량이 2% 증가하였다고 연구결과와 Yoon 등(25)이 가열 처리 시 산성 다당체 함량이 다소 증가하였다는 연구 보고한 결과와 유사하였다.

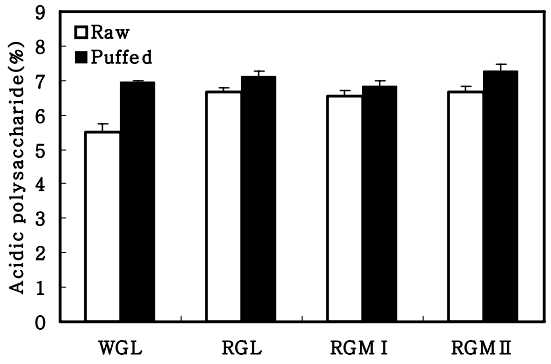

Fig. 1. Acidic polysaccharide contents of raw ginseng and puffed ginseng.

WGL, RGL, RGMⅠ and RGMⅡ are same as Table 1.

총 페놀성 화합물

팽화 처리 전후의 총 페놀성 화합물 함량을 Fig. 2에 나타내었다. 총 페놀성 화합물은 Han 등(26)의 연구 보고에 의해 인삼의 주요 항산화 활성성분으로 밝혀져 있는데 본 연구에서는 팽화 처리 후 함량이 모두 증가하는 것으로 나타났다. 특히, 홍미삼과 홍삼절편Ⅱ에서 두드러진 변화를 나타내었는데, 각각 0.55, 0.42%에서 2.46, 2.05%로 함량이 크게 증가하였다. 백미삼과 홍삼절편Ⅰ 시료에서도 그 함량이 증가하였는데, 각각 0.37, 0.57%에서 1.08, 1.41%로 변화하였다.

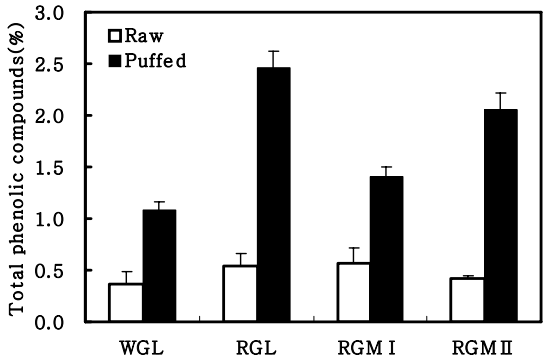

Fig. 2. Total phenolic compounds contents of raw ginseng and puffed ginseng.

WGL, RGL, RGMⅠ and RGMⅡ are same as Table 1.

아미노산

팽화 전 원료삼과 팽화 처리 후 백미삼, 홍미삼, 홍삼절편Ⅰ 및 홍삼절편Ⅱ의 아미노산 함량을 Table 4에 나타내었다. 모든 시료에서 팽화 가공 후에 아미노산 함량이 감소하는 것으로 나타났다. 이는 팽화 가공이 70℃이상의 온도에서 진행되기 때문에 일부 아미노산이 변형되어 함량의 감소가 발생하며 또한 열처리에 의해 당과 아미노산의 결합반응인 Maillard 반응이 일어나 아미노산 유도체가 생성되기 때문이라고 판단된다(21,27). Nam(27)은 팽화 가공 중에 발생하는 열에 의해 arginine이 당과 결합하여 혈당상승억제 효과를 지닌 아미노카보닐 반응생성물(Agr-Fru-Glc)로 변환되거나 glutamic acid가 항당뇨 활성과 혈압저하작용과 관련이 있는 pyroglutamic acid로 변환되는 등 약리활성물질이 생성될 수 있다고 하였다. 인삼 중에는 약 2% 정도의 유리아미노산이 함유되어 있으며 그 조성은 연구자에 따라 다소 차이가 있으나 arginine의 비율이 약 60~70%로 높은 것이 특징이라고 알려져 있다(28). 본 실험에서는 이전 연구 결과보다 다소 높은 함량을 나타내었으나 arginine의 비율에서 유사한 결과를 보였다.

Table 4. Amino acid components of raw ginseng and puffed ginseng

(unit: mg%)

Amino acid	Raw ginseng				Puffed ginseng			
	WGL[1)]	RGL	RGMⅠ	RGMⅡ	WGL	RGL	RGMⅠ	RGMⅡ
Aspartic acid	180.24	177.93	188.22	183.86	141.52	155.32	156.52	161.64
Threonine	162.57	151.49	170.54	165.28	113.91	121.12	126.95	141.09
Glutamic acid	285.18	237.59	281.48	267.85	232.43	206.67	230.82	246.53
Proline	29.50	31.03	28.58	31.41	23.28	23.34	22.14	22.09
Glycine	87.47	77.96	88.14	85.94	61.18	41.06	65.86	51.03
Alanine	115.60	107.01	119.88	102.75	82.47	118.61	84.58	140.80
Valine	83.06	80.50	85.11	97.72	74.59	80.17	78.93	75.17
Methionine	28.81	31.06	29.95	32.77	22.53	27.61	24.98	27.45
Isoleucine	86.06	81.14	81.14	-	56.62	62.36	-	-
Leucine	140.11	137.69	147.59	214.54	109.96	118.73	172.45	187.33
Tyrosine	64.75	65.18	75.41	71.52	40.69	48.64	44.58	-
Phenylalanine	116.56	114.15	126.86	120.31	84.86	99.39	99.03	152.77
Histidine	1.19	4.68	6.38	6.36	3.69	8.51	7.73	9.74
Lysine	58.73	54.95	66.90	62.03	36.93	43.05	44.76	46.92
Arginine	2802.94	2807.07	2867.36	2777.87	2036.52	2052.63	2093.78	1621.58
Total	4242.75	4159.42	4363.54	4220.21	3121.18	3207.21	3253.11	2884.13

[1)]Same as Table 1.

Table 5. Fatty acid composition of raw ginseng and puffed ginseng

(unit: mg%)

Fatty acid		Raw ginseng				Puffed ginseng			
		WGL[1)]	RGL	RGMⅠ	RGMⅡ	WGL	RGL	RGMⅠ	RGMⅡ
Lauric acid	12:0	2.59	2.51	2.50	-	-	-	-	-
Myristic acid	14:0	1.90	1.85	2.37	2.11	1.86	1.75	1.82	1.81
Palmitic acid	16:0	39.67	23.15	84.96	66.62	31.43	22.91	44.34	40.78
Palmitoleic acid	16:1	2.37	3.15	4.45	4.46	2.53	2.98	3.49	2.96
Stearic acid	18:0	3.45	2.76	6.36	4.99	2.92	2.39	3.41	3.53
Oleic acid	18:1	16.22	16.56	51.95	47.30	15.30	16.25	33.09	32.09
Linoleic acid	18:2	167.46	184.61	530.36	451.22	169.00	143.65	293.90	262.31
Linolenic acid	18:3	15.76	15.96	46.76	38.17	14.42	11.43	25.38	23.83
Arachidic acid	20:0	2.18	2.10	2.78	2.34	2.03	1.79	1.95	1.98
Arachidonic acid	20:4	0.56	1.02	0.55	0.66	0.85	0.70	0.49	0.06
Eicosapentaenoic acid	20:5	0.16	0.16	0.76	0.12	0.18	0.28	0.40	0.46
Docasahexaenoic acid	22:6	0.09	0.18	0.21	0.10	0.14	0.05	0.14	0.25
Total SFA[2)]		49.79	32.37	98.96	76.06	38.24	28.84	51.51	48.10
Total USFA[3)]		202.62	221.63	635.04	542.03	202.43	175.34	356.88	321.95

[1)]Same as Table 1.
[2)]SFA: saturated fatty acid.
[3)]USFA: unsaturated fatty acid.

지방산

팽화 처리로 인한 지방산 함량의 변화는 Table 5에 나타내었다. 전반적으로 감소하는 경향을 나타내었으며 그 중 홍삼절편 Ⅰ과 홍삼절편 Ⅱ가 각각 734.00와 618.09 mg%에서 팽화 후 408.39와 370.05 mg%로 가장 많은 감소량을 나타내었다. 이와 다르게 백미삼 시료는 팽화로 인한 감소가 다른 시료에 비해 낮은 수준이었으며 특히 불포화지방산이 202.62 mg%에서 팽화 후 202.43 mg%로 변화하여 팽화 전후로 큰 차이를 나타내지 않아 팽화로 인한 영향이 다른 시료보다 작은 것으로 나타났다. 팽화로 인한 영향은 지근보다는 지방산 함량이 많은 주근에서 크게 나타났는데 이는 주근이 지근보다 비체적이 크므로 공기와 접하는 면적 또한 더욱 넓기 때문에 지방산 구성에 많은 부분을 차지하는 불포화지방산이 더욱 쉽게 산화가 진행되었기 때문으로 판단된다. 시료 모두 전체적인 구성을 보면 linoleic acid가 약 70%로 가장 많은 함량을 나타내었으며, 그 다음은 palmitic acid, oleic acid, linolenic acid 순으로 높게 나타났다. 또한 지근보다 주근에서 불포화지방산이 현저히 높게 나타났는데 이는 Park 등(24)과 Lee 등(29)에 의해 보고된 인삼의 지방산 조성과 유사하였다.

무기질

팽화 처리 전후의 무기질 함량의 변화를 살펴본 결과 백미삼의 경우 전체적으로 함량이 감소하였다(Table 6). 홍미삼과 홍삼절편 Ⅰ의 경우에서도 백미삼과 마찬가지로 대체적으로 그 함량이 감소하였으며 홍미삼의 경우 Al 성분이 96.53 ppm에서 43.94 ppm, 그리고 홍삼절편 Ⅰ의 경우 Fe와 Al 성분이 각각 118.50, 57.89 ppm에서 39.36, 18.36 ppm으로 감소하여 다른 성분보다 팽화 가공의 영향을 많이 받는 것으로 나타났다. 한편, 홍삼절편Ⅱ의 경우에는 팽화 처리 후 대체적으로 무기질 함량이 증가하는 것으로 나타났다. 팽화 전후 시료의 무기질 함량 변화는 각 시료의 특성에 따라 조금씩의 차이는 있었으나 모든 시료에서 팽화 가공의 영향으로 인한 함량 변화이 크게 나타나지는 않았다.

Table 6. Mineral components of raw ginseng and puffed ginseng

Mineral	Raw ginseng				Puffed ginseng			
	WGL[1)]	RGL	RGMⅠ	RGMⅡ	WGL	RGL	RGMⅠ	RGMⅡ
Fe(ppm)	53.74	49.93	118.50	45.65	42.44	42.59	39.36	45.40
Al(ppm)	55.62	96.53	57.89	19.12	34.94	43.94	18.36	19.79
Zn(ppm)	30.45	42.04	24.30	20.99	21.54	27.04	20.31	25.47
Cu(ppm)	9.62	12.66	7.65	7.86	7.94	10.15	7.78	7.39
Mn(ppm)	31.97	36.12	71.13	61.44	30.58	34.75	63.35	70.53
P(%)	0.33	0.44	0.40	0.41	0.31	0.47	0.42	0.42
Ca(%)	0.31	0.23	0.29	0.23	0.24	0.20	0.25	0.35
K(%)	1.18	1.22	1.07	0.98	0.93	1.09	0.90	0.95
Mg(%)	0.18	0.16	0.14	0.14	0.16	0.14	0.14	0.14

[1)]Same as Table 1.

요 약

백미삼(지근), 홍미삼(지근), 홍삼절편Ⅰ(주근: 수삼-증삼-건조-습점-절편-건조) 및 홍삼절편Ⅱ(주근: 수삼-절편-증삼-건조)을 puffing gun으로 팽화시켜 그 전후의 성분특성을 조사하였다. 팽화 후 기화로 인해 수분함량은 감소하였으나 다른 일반 성분에서는 큰 차이를 보이지 않았다. 총당의 경우 팽화 후 모든 시료에서 감소 경향을 보였으나 환원당의 경우 백미삼을 제외한 홍삼류 시료에서 증가 경향을 보였다. 모든 시료에서 조사포닌 함량이 증가하였으며 홍삼류 시료들은 일부 ginsenoside에서 2배 이상의 증가량을 보였다. 또한 팽화 후 산성 다당체가 증가하였을 뿐만 아니라 총 페놀성 화합물과 전자공여능의 경우 비슷한 경향으로 증가하여 팽화에 의해 항산화 활성이 전반적으로 증가한다는 것을 확인할 수 있었다. 한편 팽화 후 아미노산 함량 및 지방산 함량이 감소하였으나 백미삼의 경우 불포화지방산에서는 큰 변화를 보이지 않았다. 무기질 함량은 팽화 전후로 큰 변화를 보이지 않았다. 결론적으로 모든 시료에서 일반 성분, 무기질 등의 함량변화 없이 약리활성을 가지는 조사포닌, 총 페놀성 화합물, 산성 다당체 등의 성분들이 팽화 가공으로 인해 증가하는 결과를 확인할 수 있었다. 따라서 고부가가치의 인삼 기능성 식품개발을 위하여 팽화 가공법의 적용이 가능할 것으로 기대된다.

참고문헌

1. Lee, Y.C. (2007) Status of Ginseng Products. Rev. Ginseng Res., 1, 291-307
2. Korea ginseng & tobacco research experiment station (1996) The latest Korean Ginseng (chemical constituents and pharmacological effects). Chunil Press, Daejon, Korea, p.3-10
3. Korea ginseng & tobacco research experiment station (1994) Korean Ginseng. Chunil Press, Daejon, Korea, p.98-110
4. Kim, J.H., Park, J.M. and Oh, H.I. (1994) Sorption characteristics of binary mixture of red ginseng powder and maltodextrin or lactose. Korean J. Ginseng Sci., 18, 196-199
5. Lee, B.Y. (2003) Status of Korean ginseng industry and development of new ginseng products. Food Ind. Nutr., 8, 1-9
6. Payne, F.A., Taraba. and Saputa, D.A. (1989) Review of puffing processes for expansion of biological products. J. Food Eng., 10, 183-197
7. Ryu, G.H. (1995) Extrusion process with gas injection(in Korean). Food Sci. Ind., 28, 30-38
8. Jang, E.Y., Jin,T.Y. and Eun, J.B. (2006) Properties of puffed mulberry-rice snack, Ppeongtuigi by pellet with mulberry leaf and brown rice flour. Korean J. Food Sci. Technol., 38, 756-761
9. Hwang, J.K., Kim, C.T., Hong, S.I. and Kim, C.J. (1994) Solubilization of plant cell walls by extrusion. J. Korean Soc. Food Nutr., 23, 358-370
10. Ryu, G.H. and Lee, J.W. (2003) Development of extrusion process on red ginseng from raw ginseng and its products. Final Report of Venture Reserch. Ministry of Health and Welfare, Seoul
11. Lee, C.H., Kim, D.C., Kim, C.J., Jeon, J.H., Kim, J.B., Kim, J.D. and Son, J.C. (1987) Food extrusion technology. Yu-Lim Publishing Co., Seoul, p.167-178
12. AOAC (2000) Officical Methods Analysis. (17th ed.) Association of Official Analytical Chemists, Washington D.C. USA.
13. Dubois, M., Gillers, K.A., Hamilton, J.K., Rebers, P.A. and Smith, F. (1956) Colorimetric method for determination of sugar and related substance. Anal. Chem., 28, 350-352
14. The Korea Society of Food Science and Nutrition (2000) Handbook of experiments in food science and nutrition. Hyoil Publishing Co., Seoul, Korea, p.151-152
15. Ando, T., Tanaka, O. and Sibata, S. (1971) Chemical studies on the oriental plant drugs, Comparative studies on the saponins and sapogenins of ginseng and related crude drugs. Soyakugaku Zasshi, 25, 28-37
16. Namba, T., Yoshizaki, M., Tomimori, T., Kobashi, K., Matsui, K. and Hase, J. (1974) Fundamental studies on the evaluation of the crude drugs.Ⅲ. Chemical and biochemical evaluation of ginseng and related crude drugs. Yakugaku Zasshi, 94, 52-260
17. Do, J.H., Lee, H.O., Lee, S.K., Jang, J.K.. Lee, S.D. and Sung, H.S. (1993) Colorimetric determination of acidic polysaccharide from panax ginseng, its extraction condition and stability. Korean J. Ginseng Sci., 17, 139-144
18. Singleton, V.L. and Rossi, J.A. (1965) Colorimetry of total phenolic with phosphotungustic acid reagent. Am. J. Enol. Vitic., 16, 144-158
19. Mecalfe, L.D., Schmitz, A.A. and Pelka, J.R. (1966) Rapid preparation of fatty acid esters from lipid for gas chromatographic analysis. Anal. Chem., 38, 514-515
20. Song, J.C. and Park, H.J. (1995) Physical, functional, textural and rheological properties of foods. Ulsan Univ.

Press, Ulsan, Korea, p.216-225
21. Ha, D.C. and Ryu, G.H. (2005) Chemical components of red, white and extruded root ginseng. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 34, 247-254
22. Jang, S.A and Moon, S.K. (2005) Analysis of total sugar by extraction condition and material to develope the extraction process of ginseng polysaccharide. Korean J. Food Preserv., 12, 367-371
23. Ryu, G.H. (2003) Present status of red ginseng products and its manufacturing process. Food Ind. Nutr., 8, 38-42
24. Park, C.K., Jeon, B.S. and Yang, J.W. (2003) The chemical components of Korean ginseng. Food Ind. Nutr., 8, 10-23
25. Yoon, S.R., Lee, M.H., Park, J.H., Lee, I.S., Kwon, J.H. and Lee, G.B. (2005) Changes in physicochemical components with heating treatment of ginseng. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 34, 1572-1578
26. Han, B.H., Park, M.H. and Han, Y.N. (1981) Studies on the antioxidant components of Korean ginseng (Ⅲ). Identification of phenolic acid. Arch. Pharm. Res., 4, 53-58
27. Nam, G.Y. (2005) The comparative understanding between red ginseng and white ginsengs, processed ginsengs(*Panax ginseng* C.A. Meyer). J. Ginseng Res., 29, 1-18
28. Yang, L., Ye, Y.H. and Xing, Q.Y. (1991) Study of the water soluble constituents of *Panax ginseng* Ⅱ. isolation and identification of isomeric oxidized glutathione from *Panax ginseng*. Chin. Sci. Bull., 36, 1708-1710
29. Lee, M.K., Choi, K.J., Kim, J.S. and Kwon, J.H. (2005) Effects of electron-beam irradiation on lipid stability of ginseng. J. Ginseng Res., 29, 49-54

(접수 2009년 2월 26일, 채택 2009년 4월 24일)