

최근 홍삼가공 동향과 압출성형홍삼화 제품의 특성

류기형
공주대학교 식품공학과

Recent Trend in Red Ginseng Manufacturing Process and Characteristics of Extruded Red Ginseng

Gi-Hyung Ryu

Department of Food Science and Technology, Kongju National University

Abstract

The traditional processing of red ginseng involves washing and steaming (90 to 100°C) of raw ginseng, followed by the primary drying (moisture content 35 to 40%), storage and aging, the second drying (moisture content 16%), and molding. When raw ginseng is steamed and heat-treated during red ginseng processing, chemical changes occur in the ginseng compositions to produce active substances that do not exist in raw ginseng or white ginseng. The major components that change during red ginseng processing are saponins and non-saponins (polyacetylene, acidic polysaccharides, and amino acids). The major processing steps include heat treatment and drying during the traditional and recently developed red ginseng process. Red ginseng manufacturing process could shorten when the extrusion process applied to red ginseng processing. During the extrusion process, various steps of unit process including mixing, grinding, heating, molding, and drying occurs within a short time thus, this process is effective and economical compared with other thermal processes. Aim of this study reviews recent red ginseng manufacturing process including patents and traditional process, application of extrusion-cooking to red ginseng process, and physicochemical properties of extruded red ginseng.

Key words: red ginseng process, extrusion process, ginseng saponins, extruded red ginseng

서 론

홍삼의 제조공정은 수삼의 세척, 증자(90~100°C), 1차 건조(moisture 35~40%), 저장숙성, 2차 건조(moisture 16% 내외), 정형 등을 포함한다. 수삼을 홍삼화하면 저장성의 향상, 사포닌의 변형, 아미노산의 변화, 갈변화 등의 화학적인 변화가 수반된다. 수삼은 저장기간이 짧지만 수삼을 홍삼화하면 저장기간이 연장된다. 초기에는 수삼의 저장성을 향상시키기 위하여 홍삼이 제조되었으나, 최근에는 홍삼의 생리효능이 주목 받고 있다. 홍삼과 비교하여

백삼은 원료수삼의 표피를 벗기거나 그대로 일광건조 또는 열풍건조하여 색상은 유백색이나 담황색을 띠게 된다. 반면에 홍삼은 원료수삼의 표피를 벗기지 않은 상태로 세척하여 증자 및 건조과정을 거쳐 제조되므로 담황갈색 또는 담적갈색을 띤다(한국인삼연초연구원, 1994a).

국내외에서 판매되는 홍삼류 제품을 보면 홍삼의 1차 가공품인 홍삼본삼류와 2차 홍삼가공품으로 나눌 수 있다. 홍삼의 2차 가공품은 홍삼정, 홍삼정캡슐, 홍삼분, 홍삼분캡슐, 홍삼정차, 홍삼정환, 홍삼절편, 홍삼톤, 홍삼드링크의 제조기술에 한정되어 있는 실정이다(농수산물유통공사, 2000).

홍삼의 제조공정과정에서 수삼을 증자 열처리하면 성분의 화학적 변화가 일어나 수삼이나 백삼에 존재하지 않은 새로운 생리활성물질의 생성과 함께 기존의 생리활성물질의 함량이 증가한다. 홍삼 제

Corresponding author: Gi-Hyung Ryu, Professor, Department of Food Science and Technology, Kongju National University, Yesan, Choongnam, 340-702, Korea.
Phone: +82-41-330-1484, Fax: +82-41-335-5944
E-mail: ghryu@kongju.ac.kr

조과정 동안 변화되는 주요한 성분은 사포닌계와 비사포닌계인 폴리아세틸렌, 산성다당체, 페놀성 화합물, 유리 아미노산 등으로 나눌 수 있다. 홍삼에 포함된 사포닌계와 비사포닌계는 주로 온도와 압력을 가할 때 전환된 물질이 대부분이다. 그러나 홍삼의 제조공정에 대한 연구는 광범위하게 진행되지 않고 있다.

따라서 본 논문은 전통적인 홍삼제조, 최근 특허 출원된 홍삼가공공정, 압출성형공정을 이용한 홍삼화와 압출성형 홍삼의 특성에 대하여 살펴보았다.

홍삼의 성분

인삼에 대한 본격적인 연구는 1957년 소련의 약리학자 Brackhman이 인삼의 유효성분 가운데 사포닌(saponin)이 중요하다고 발표하면서 한국, 일본, 중국과 유럽에서 사포닌에 대한 연구가 활발하게 진행되었다. 인삼에 함유된 사포닌 성분은 분리 및 화학구조가 밝혀져서 진세노사이드(ginsenoside)-Ro, Ra, Rb1, Rb2, Rc, Rd, Re, Rg1, Rg2, Rg3, Rh1 등으로 각각 명명되었다(한국인삼연초연구원, 1994b).

홍삼제조 과정 동안 변화되는 주요한 성분은 사포닌계와 비사포닌계로서 사포닌계 성분을 보면 홍삼에 30종 백삼에는 22종이 분리되어 보고되어 있으며, 홍삼과 백삼에 공통함유 18종, 홍삼에 특이적으로 존재하는 사포닌 12종, 백삼에만 존재하는 4종의 사포닌이 규명되어 있다. Table 1과 같이 동일한 수삼원료로 제조한 홍삼과 백삼의 미량사포닌함량을 보면 백삼보다 홍삼의 함량이 높은 편이다(Kitagawa, 1983).

비사포닌계 성분을 보면 폴리아세틸렌 성분으로 현재 약 20여종이 발견되고 있는데 이들 성분은 대부분 암세포에 대한 세포독성을 나타냄으로서 암세포의 증식을 억제하는 작용이 있다(Nam, 1996; Hirakura *et al.*, 2000). 이중 대표적 인삼의 폴리아세틸렌 성분으로는 panaxydol, panaxynol, panaxytriol 3종이 있으며, 그중 panaxytriol은 홍삼에 존재하는 특이한 성분이다(Kitagawa, 1983). 또한 인삼의 산성다당체는 체세포 분해작용과 암환자의 식욕감퇴

및 체중감소를 일으키는 호르몬에 길항적 작용을 나타내는 성분으로 홍삼에서의 추출수율이 4~7%로 백삼보다 8배 정도 높은 편이다(Lee *et al.*, 1990). 산성다당체가 홍삼에서 그 함량이 높은 것은 홍삼 제조과정 중 반복되는 열처리와 건조과정을 통한 당의 가수분해반응으로 그 함량이 증가되는 것으로 추정되나 정확한 생성기전은 밝혀지고 있지 않다. 항당뇨 효과와 혈압강화 효과와 관련 있는 유리 아미노산은 백삼에 0.2%로 소량 포함되어 있지만 홍삼제조과정을 거치면 5%로 그 함량이 증가한다(Choi *et al.*, 1985).

홍삼의 증숙과정에서 호화된 전분에 아밀레이스(amylose)와 말테이스(maltase)가 작용하여 생성된 맥아당(maltose)과 포도당(glucose) 및 과당(fructose)과 인삼에 많이 함유된 아미노산인 알기닌(arginine)이 반응하여 Maillard 반응이 일어나서 홍삼은 담황갈색 또는 담적갈색을 띠게 된다. 또한 말톨(maltol)은 열처리과정에서 맥아당(maltose)과 아미노산이 반응하여 생성된 페놀성 성분으로 생체노화와 관련된 지질의 과산화를 억제하는 효능이 있는 것으로 알려져 있으며, 홍삼성분을 확인하는 지표물질로 사용된다(한국인삼연초연구원, 1994a).

이상과 같이 증숙 열처리와 건조공정을 거치면서 인삼에 포함된 사포닌계와 비사포닌계 화합물의 생성, 함량의 증감, 갈변에 의한 색상의 변화 등의 화학적인 변화와 함께 전분 호화에 의한 물성의 변화, 수소공여능, 혈소관 응집억제능 등의 변화가 일어난다. 홍삼과 백삼의 화학적 성분과 외관 등의 중요한 차이점을 Table 2에 나타내었다.

전통적인 홍삼 제조공정

전통적인 홍삼의 제조공정은 수삼을 세척, 선별, 증자(90~100°C), 1차 건조(moisture 35~40%), 저장숙성, 2차 건조 (moisture 16% 내외), 정형을 거치면서 저장성의 향상과 사포닌의 변형, 아미노산의 변화, 갈변화 등의 화학적인 변화가 수반된다(Fig. 1).

국내에서 대량으로 생산되는 홍삼은 원료검사, 저장, 세삼, 배열, 증삼, 1차 건조, 치미, 2차 건조, 검

Table 1. Saponin content(%) in red ginseng and white ginseng(Kitagawa, 1983)

구분	홍삼	백삼	주요 효능
Ginsenoside Rh2	0.001	-	항암활성 및 암세포의 분화유도(정상세포화) 작용
Ginsenoside Rh1	0.006	0.0015	압 전이억제 및 혈소관응집 억제작용
Ginsenoside Rg2	0.024	0.0140	혈소관응집억제 및 평활근 세포증식 억제 작용
Ginsenoside Rg3	0.014	0.0003	실험적 간장해 억제 및 탐식활성화 작용

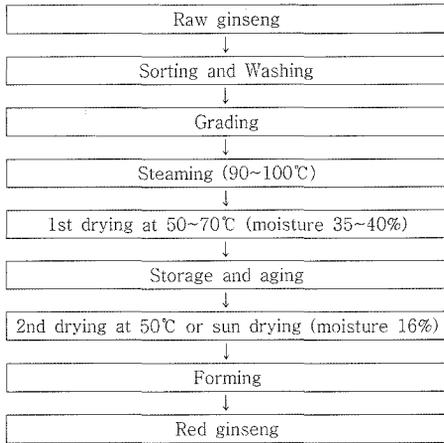


Fig. 1. Process diagram of traditional red ginseng manufacturing.

사, 정형, 1차 선별, 2차 선별, 검사, 지별선별, 작근, 습접압착, 재건조, 검사, 입상, 포장, 진공포장, 캔포장, 검사 등의 제조공정을 거쳐 생산되는 홍삼 제품으로 수삼의 기본형태를 유지한 1차 가공품인 홍삼본삼류 제품이다.

기존의 홍삼화 방법을 응용하여 개발된 공정을 보면 가열온도와 압력을 조절하여 사포닌 형성을 촉진하거나 사포닌을 변형시키는 공정으로 가열, 가압, 건조 공정을 포함하고 있다. 전통적인 홍삼제조와 최근에 개발된 공정에서 핵심단위공정은 가열처리와 건조공정을 들 수 있다.

최근 국내 홍삼가공 관련 특허동향

국내에서 2004년부터 2006년까지 출원된 특허를 보면 가열하는 방법, 증자 횟수 및 건조 횟수 등을 달리하여 홍삼을 제조하는 방법이 많이 보고되고 있다(Table 3). 2004년 이전에는 전통적인 홍삼제조 단위공정인 증자, 건조, 정형 등의 방법을 개선하여 제조한 홍삼제품과 홍삼가공품에 대한 특허가 출원되어 등록되었다(Table 4).

지금까지 출원, 등록된 특허를 보면 전통적인 증자와 건조 등의 단위공정과 증자할 때 수분대신에 다른 액체혼합물과 함께 증자하는 경우가 많다. 또한 최근에는 증자를 반복하여 갈변화를 지나서 흑변된 홍삼을 동결건조하여 진세노사이드의 함량을 증가시킨 홍삼 제조방법이 개발되었다(이창원, 2005). 전통적인 홍삼제조공정에서 핵심단위공정인 가열처리, 증자와 건조가 압출성형공정을 통해 연속적으로 진행된다는 점에 고안하여 압출성형을 이용한 홍삼화공정이 한국과 미국에 특허 출원되었다(류기형, 2006; Ryu, 2007).

압출성형공정을 이용한 홍삼화공정

압출성형공정(extrusion process)은 1930년대부터 본격적으로 노동집약적인 기술의 해결방안으로 산업에 응용되기 시작하였다(Rauwendaal, 1986). 압출성형공정이 가장 먼저 연속공정으로 적용된 분야는 고분자 플라스틱성형이며, 1930년대 중반에 단축압출성형기를 이용하여 연속공정으로 파스타를 생산하게 되면서 압출성형공정이 식품산업에 체계적으

Table 2. Physiochemical difference between red ginseng and white ginseng(류기형, 2003)

항목	홍삼	백삼
색상	농다갈색	유백색
사포닌	Ginsenoside-Rh1, Rh2 생성 Ginsenoside의 열에 의한 변환	Malonyl-ginsenoside-Rb1, Rb2, Rc, Rd 존재 Malonyl-ginsenosides는 수용성이며 열에 불안정하여 60~70°C 이상의 열처리로 ginsenoside로 변환
산성다당체	7~8% 존재	2~3% 존재
전분	호화된 상태	생전분 상태
효소	모두 실험됨	α-amylase, invertase 등 거의 모든 효소가 활성유지
폴리아세틸렌	0.6~1.0 mg/g	0.1~0.2 mg/g
갈변물질	백삼보다 분자량이 약간 큰 갈변물질(melanoidins), 산화억제물질인 말톨(maltol) 생성(갈변중간단계 물질)	갈변물질이 아닌 천연색소물질(flavonoid계)
DPPH 수소공여능 대		소
혈소판 응집억제능대		소
내공과 내백	기공이 많이 분포하고 유백색의 내백이 분포	기공은 홍삼에 비하여 매우 적게 분포되어 있으며 내백은 발견되지 않음

Table 3. 국내 홍삼제조방법 및 홍삼가공식품에 대한 특허출원 및 등록기술(2004-2006년)

출원 혹은 등록년도	특허 출원 혹은 등록번호	특허명	내용
2006. 10.12	10-0635978-0000 (등록)	압출성형공정에 의한 인삼가공식품의 제조 방법	압출성형공정에 의한 인삼 가공식품의 제조방법으로서 압출성형 공정변수 중 특히 사출구 온도 및 사출구 직경에 따라 그 팽화양상 및 추출특성, 침출특성 등이 달라지는 인삼의 고유 특성을 이용하여 각각의 특성에 적합하도록 인삼 스며제품, 인삼 침출차 및 인삼추출물의 제조방법
2006. 06.27	10-0596451-0000 (등록)	홍삼제조방법	홍삼제조방법으로서 종래의 홍삼제조방법에 홍삼의 조직을 연결 화시키고 숙성시키는 공정을 추가하여 다양한 방법으로 섭취할 수 있게 가공하는 증삼, 열풍건조 및 동결건조기술
2006. 06.15	10-2006-0053791 (출원)	9회 증숙과 동결건조에 의하여 진세노사이드류의 함량을 증가시킨 홍삼의 제조방법	수삼 또는 야생삼 등으로 홍삼을 제조하는 방법에 있어서 수삼 또는 야생삼을 9번 증숙하고 9번 동결건조 시켜서 진세노사이드류의 함량을 증가시킨 홍삼제조방법
2006.06.05	10-0588772-0000 (등록)	양조주와 산야초에 의한 홍삼의 제조방법	범주와 같은 양조주 1L에 수용성 산화칼슘, 파극, 원지 및 음양곽 을 혼합한 혼합물을 세척한 수삼 1kg에 첨가하고 60°C에서 40분간 교반한 다음 압력솥에 넣고 증숙한 후 건조기에서 수분이 50% 가 될 때까지 건조를 특징으로 하는 양조주와 산야초에 의한 홍삼의 제조방법
2006. 05.06	10-0579415-0000 (등록)	단일 장치 내 증숙, 건조, 추출을 통한 홍삼제조장치	수삼을 수증기로 찌는 증숙공정, 건조공정 및 홍삼액 추출공정이 단일 장치 안에서 단계적으로 이루어져 홍삼을 제조하는 장치로 손쉽게 홍삼을 제조, 추출이 가능한 장치
2006. 05.04	10-2006-0040248 (출원)	고려인삼의 간이법에 의한 홍삼제조법	4년 근 수삼을 깨끗이 수제한 후 96~98°C에 3시간 정도 수증기로 증삼한 후 30시간 정도 열풍건조하여 홍삼제조를 위한 간이법
2006. 04.06	10-0570790-0000 (등록)	원형홍삼제조방법	잔뿌리가 제거되지 않은 원형상태 그대로의 홍삼을 제조하기 위하여 세척과정과 증삼과정, 건조과정을 효율적으로 통제하여 잔뿌리가 최대한 보존된 우수한 품질의 홍삼을 제조할 수 있는 원형홍삼의 제조방법
2006. 01.27	10-0549623-0000 (등록)	고급 홍삼의 생산을을 높이기 위한 홍삼제조방법	내부조직에 내공 내백 및 박피가 없는 홍삼의 제조방법으로서 통상의 방법에 따라 수삼을 증자한 다음에 15시간 정도 55~60°C 범위 내에서 일정한 온도를 유지하면서 정온 건조하는 1차 건조단계와 내광 또는 55°C 정온 건조에 의해 수분함량이 13~15%가 될 때까지 건조하는 2차 건조단계틀 포함
2005. 12.13	10-0537559-0000 (등록)	사포닌 고품유 홍삼과 그 제조방법	기존의 홍삼에 비하여 효능과 기능성이 뛰어난 새로운 홍삼의 제조방법이다. 기존의 제조 방법과는 달리 막걸리에 찌는 과정을 새로이 부가하여 종래 홍삼 제조 과정 중 손실되던 홍삼 특유의 유효 성분인 사포닌 및 진세노사이드가 포함된 홍삼의 제조방법
2005. 11.21	10-0531429-0000 (등록)	흑홍삼 제조방법 및 흑홍삼 가공품	선정된 원료 인삼을 세척하고 이물질을 제거하여 원료 인삼을 준비하는 원료준비과정, 건조시 형성되는 건조공정, 180°C 사이의 온도와 2.0x10 ² -1.0x10 ⁴ Pa 사이의 압력으로 8시간 내지 12시간 동안 증숙하여 흑홍삼이 형성되는 흑홍삼화 공정
2005. 11.11	10-0529475-0000 (등록)	흑삼과 흑미삼의 제조방법	4년근 이상된 인삼을 이용하여 흑삼과 흑미삼을 제조하는 방법으로 인삼을 세척하여 건조시킨 후 증숙과 건조시키는 과정을 수차례 반복하여 사포닌 성분이 증가하면서 백삼이 홍삼으로 홍삼이 점점 검게 변화되는 흑삼과 흑미삼의 제조방법
2005. 10.07	10-2005-0094311 (출원)	김치 유산균을 이용한 발효인삼 또는 발효홍삼의 제조방법	김치 유산균을 이용한 발효인삼 또는 발효홍삼의 제조방법으로 인삼 또는 홍삼에 김치 유산균을 접종하여 발효시킨 후 유효인삼을 처리하는 것을 특징으로 하는 발효인삼 또는 발효홍삼의 제조방법
2005. 09.22	10-0517899-0000 (등록)	생물전환 인삼 조성물 및 그 제조 방법	인삼 조성물의 제조 방법에 있어서 인삼 원재료를 물에 현탁한 후 유산균을 넣고 24 시간 내지 72 시간 내의 배양하여 생물전환 인삼액을 얻는 생물전환 과정과 상기 과정을 거친 생물전환 인삼액을 농축 또는 동결/건조한 생물전환 인삼 조성물의 제조 방법
2004. 10.15	10-0454414-0000 (등록)	산소를 이용한 개량 홍삼의 제조 방법	산소를 이용한 개량 홍삼의 제조 방법으로서 산소강화된 대기 하에서 Panax 속 식물을 증삼하여 개량 홍삼을 제조함으로써 종래의 것보다 홍삼의 약효를 증대시키고 갈변화 반응을 신속하게 진행시켜 공정 시간을 단축시키는 개량 홍삼의 제조 방법
2004. 07.01	10-2004-0050953 (출원)	압출성형공정을 이용한 홍삼 및 홍삼 강화 팽화식품의 제조 방법	압출성형공정을 이용하여 수삼 또는 백삼으로부터 홍삼 및 홍삼 강화 팽화식품을 제조하는 방법으로 제조되는 홍삼 및 홍삼 분말은 전통적인 홍삼 제조 방법에 비해 짧은 시간에 대량 생산이 가능
2004. 05.22	10-2004-0036607 (출원)	홍삼 제조 가공방법	수삼류, 인삼류, 홍삼류를 분쇄하여 성형기로 여러 가지 모양의 홍삼을 제조 가공하는 방법이다. 분쇄 및 파쇄된 수삼, 인삼류, 홍삼류를 증삼기에 넣어 증삼후 증삼 및 파쇄 분쇄된 홍삼류를 압착기에 넣어 일정한 형태로 가공
2004. 01.07	10-0415688-0000 (등록)	홍삼 증삼장치 및 홍삼 증삼방법	홍삼 증삼장치 및 홍삼 증삼방법으로 수삼을 증기(스팀)로 찌서 홍삼으로 제조하기 위한 증삼장치 및 방법으로 증삼 시 안에서 방출되는 은이온에 의한 해독 및 멸균작용이 발휘되도록 함으로써 안전하고 우수한 품질의 홍삼을 제조

Table 4. 국내 홍삼제조방법 및 홍삼가공식품에 대한 특허출원 및 등록기술명(1990~2003년)

2003.12.17	10-2003-0092459(출원)	홍 피부 직삼의 제조방법
2003.10.01	10-0401806-0000(등록)	둥아 및 홍삼을 이용한 식초의 제조방법
2003.01.08	10-2003-0002237(출원)	장뇌삼을 이용하여 장뇌홍삼 제조 및 그 제조 방법
2002.09.24	10-0355522-0000(등록)	홍삼의 제조방법
2001.01.20	10-2001-0003493(출원)	홍삼 및 홍삼 엑기스 제조방법
2000.01.17	10-2000-0001926(출원)	홍삼식초 제조방법
2000.01.05	10-2000-0000818(출원)	홍삼제조방법
1999.12.13	10-0247573-0000(등록)	일부를 봉밀로 처리한 홍삼(또는 태극삼) 및 그 제조방법
1999.11.24	10-0244849-0000(등록)	홍삼식초의 제조방법
1999.10.27	10-1999-0046920(출원)	고급홍삼의 제조방법
1997.10.29	10-0128105-0000(등록)	홍삼제조방법
1990.05.18	10-1990-0007157(출원)	홍삼제조방법
1989.03.07	10-1989-0002780(출원)	연결 홍삼 제조 방법

로 적용되기 시작하였다(Harper, 1981). 최근에는 고분자 플라스틱, 식품, 사료, 생물, 의약품산업 등의 다양한 산업분야에 적용되고 있다.

압출성형공정은 혼합, 분쇄, 가열, 성형, 건조와 같은 단위조작이 단시간에 일어나므로 다른 공정과 비교하여 효율적이고 경제적인 공정이다. 특히 가열공정에 적용할 경우 스크루의 회전운동으로 압출성형기 내부 물질은 전단력을 받게 되고 사출구의 조절에 따라 압력도 받게 되는 고온고압에 물리적 힘이 수반되는 연속공정이다(Harper, 1989).

홍삼제조에 있어서 전통적인 홍삼 제조공정과 최근에 개발된 홍삼 제조공정에서 핵심단위공정은 증기를 이용한 가열처리와 건조공정이다. 압출성형공정은 배럴을 통한 가열, 배럴 내부의 밀폐된 공간에서 압력, 배럴내부 스크루 회전을 통한 물리적인 힘이 인삼에 작용하게 되므로 홍삼제조에 적용할 경우 고온고압에서 단시간에 연속적으로 가열처리가 이루어져 홍삼의 가공이 가능하다. 홍삼제조공정을 압출성형공정으로 대체한다면 홍삼가공공정의 단축과 연속적인 가공이 가능하며, 압출성형을 통한 홍삼화와 함께 인삼세포벽의 파열에 의한 세포벽의 수용화와 세포벽 내부 유효성분의 침출속도의 증가, 이온교환력의 향상, 유효성분의 확산속도의 증가 등의 효과를 얻을 수 있다(Fig. 2).

압출성형공정에서 조절이 가능한 독립변수는 원료투입속도, 수분함량, 스크루 회전속도, 사출구 크기와 스크루의 재원과 배열 등이 있으며, 독립변수에 따라 목적하는 제품의 특성을 조절할 수 있기 때문에 독립변수의 조절에 의해 다양한 특성을 가지는 제품을 생산할 수 있다(Meuser와 Wiedmann, 1989). 이러한 압출성형공정의 특성을 파악하여 곡

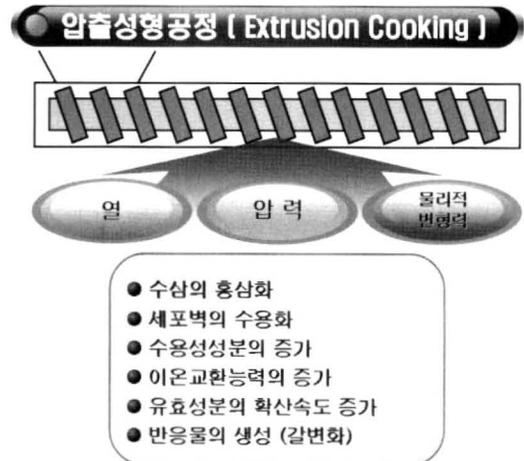


Fig. 2. Change in properties of ginseng during extrusion process.

류를 팽화시킨 스낵제품(Ryu *et al.*, 1994; Ryu와 Walker, 1994; Ryu와 Walker, 1995; Ryu와 Ng, 2001; 기해진 등, 2001), 탄산가스나 초임계탄산의 주입을 통해 100°C 이하의 비교적 저온에서 호화된 곡류용융반죽을 팽화시켜 열에 불안정한 영양소나 기능성성분을 강화하기 위한 저온압출성형(류기형, 1995; 류기형과 Mulvaney, 1995; 류기형 등, 1997; 류기형과 Mulvaney, 1997; Lee *et al.*, 1999; Kang과 Ryu, 2001; Ryu *et al.*, 2002), 호화전분, 식물성 단백질의 조직화(류기형, 2003), 유지추출 전처리, 살균, 고분자 생물질의 전환(Grafelman과 Meagher, 1995; Solichien *et al.*, 2003), 생분해 포장재(류기형, 1996), 식물성세포벽의 수용화(황재관 등, 1994) 또는 비지의 중간제품화(류기형, 1995) 등의 연구결과

와 함께 식품산업에 다양하게 적용되고 있다. 압출 성형공정이 인삼의 가공에 국내외에서 적용된 예가 없었지만 최근 압출성형공정을 이용한 홍삼화에 대한 연구가 진행되고 있다.

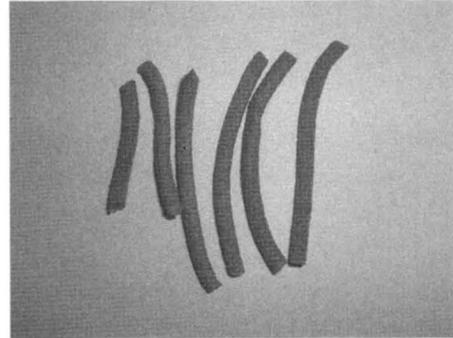
압출성형 홍삼의 특성

미세구조와 팽화율. 압출성형공정을 통해 인삼을 팽화시키게 되면 압출성형물 내부에 기공이 형성되어 부드러운 조직을 가지며 표면적이 증가하여 인삼유효성분의 추출률 증가와 압출성형과정 동안 사포닌이 변형되어 홍삼화가 가능하다(Ryu와 Lee, 2003; Kim과 Son, 1997). 전분을 비롯한 대부분의 생물고분자물질은 압출성형 공정변수인 수분함량과 사출구 온도, 스크루 회전속도에 따라 팽화율과 밀도가 변화한다.

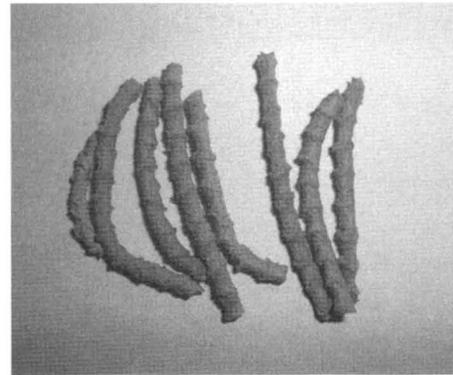
백삼분말과 홍삼분말을 수분함량 20%, 사출구 부위온도 100°C와 115°C로 달리하여 압출성형한 백삼과 홍삼 압출물의 직경 팽화율(sectional expansion index, SEI)은 사출구 온도 100°C에서 각각 1.97과 1.96으로 유의적인 차이는 없었지만 사출구 온도 115°C에서 압출성형한 백삼과 홍삼의 팽화율은 각각 1.08과 0.73으로 홍삼 압출물의 팽화율이 크게 감소했다고 Kim과 Ryu(2005)는 보고하였다. 사출구 온도 증가에 따라 직경팽화율의 감소와 함께 압출성형물이 사출구를 통과하여 대기 중으로 배출될 때 압출물의 표면이 파열되어 불연속적으로 팽화된 입자를 얻을 수 있다(Fig. 3).

Kim과 Ryu(2005)는 사출구 온도 100°C와 115°C에서 압출성형한 백삼 압출물 입자의 미세구조를 관찰하였는데, 사출구 온도 100°C에서 압출성형한 백삼의 경우 팽화가 완전하게 일어나 작은 크기의 기공이 균일하게 분포되어 조직이 부서지기 쉬운 다공질 구조를 가진다고 보고하였다(Fig. 4). 한편 사출구 온도 115°C에서 압출성형한 백삼의 경우 팽화와 함께 파열된 기공벽의 확인과 함께 기공의 크기가 크고 불균일하게 분포한다(Fig. 2b). 기공벽의 두께는 사출구 온도 100°C에서 압출성형한 압출물과 비교할 때 115°C의 백삼 압출물이 얇다. 사출구 온도 115°C에서 불균일하고 파열된 기공 구조는 사출구를 통과할 때 용융반죽점도 감소와 온도증가에 의한 기공 내부 수증기압의 증가에 의한 것이다.

화학적 특성의 변화. 말톨은 수삼이나 백삼에는 함유되지 않고 홍삼에 다량 함유된 성분으로 항산화효과 및 노화 억제 효과가 있다고 밝혀진 비사포



(a)



(b)

Fig. 3. Photograph of appearance of extruded white ginseng at die temperature 100°C(a) and 115°C(b)(Kim과 Ryu, 2005).

닌계 화합물이다(Han *et al.*, 1992). 표준 말톨용액인 대조구에 있는 스포트와 동일한 지점에서의 스포트가 압출성형 인삼 1~4에서 모두 나타났으므로 1~4시료 모두 말톨이 존재한다는 사실을 알 수 있다(Fig. 5).

말톨과 함께 홍삼에 존재하는 진세노사이드와 압출성형공정으로 인삼을 처리했을 때 생성된 진세노사이드의 비교에 대한 실험이 하대철 등(2004)에 의해 수행되었다. 수삼의 홍삼화를 유도하기 위하여 압출성형공정변수(사출구 온도, 스크루 회전속도, 건조수삼의 수분함량)에 따른 목적변수인 사포닌계와 비사포닌계 화합물, 색도, 말톨의 생성을 각각 분석하였다. 진세노사이드 Rb1, Rb2, Rc, Rd, Re, Rf의 경우, Rd와 Rf는 대조구인 홍삼분말과 동일한 수준이었지만 Rb1, Rb2, Rc, Rd, Re의 생성량은 압출성형공정을 적용할 경우 기존의 공정으로 생산한 홍삼보다 많은 양이 검출되었다고 하였다(하대철 등, 2004).

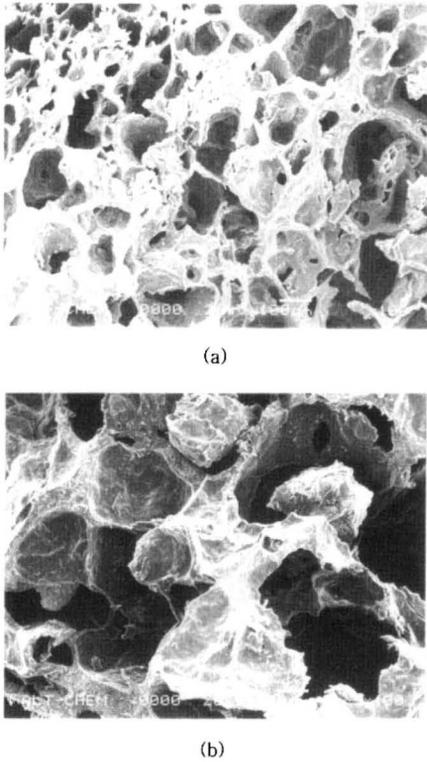


Fig. 4. Scanning electron microphotograph of extruded white ginseng at die temperature 100°C(a) and 115°C(b) (×100)(Kim 과 Ryu, 2005).

총당과 환원당은 상업용 홍삼의 범위에 포함되었으나, 산성다당체(acidic polysaccharide)는 홍삼분말 대조구 7.24%보다 낮은 2.44~3.39%로 나타났다. 상업용 홍삼분말의 명도(L), 황색도(a), 적색도(b)와 총색도차(ΔE)는 각각 60.42, 6.86, 25.16과 48.75로서 압출성형 홍삼화 분말과는 큰 차이는 없다(Table 5).

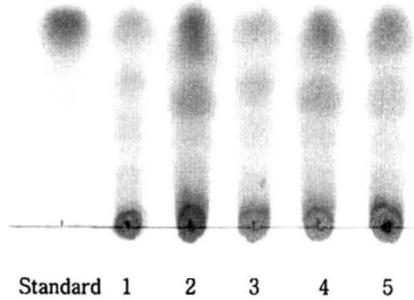


Fig. 5. Thin layer chromatogram of maltol in extruded ginseng(Ha et al., 2005).

1. Ginseng extruded barrel temperature at 120°C and screw speed at 200 rpm, 2. Ginseng extruded barrel temperature at 120°C and screw speed at 300 rpm, 3. Ginseng extruded barrel temperature at 100°C and screw speed at 200 rpm, 4. Ginseng extruded barrel temperature at 100°C and screw speed at 300 rpm, 5. Red ginseng(control), Standard: Maltol standard(5 μg) dissolved in methanol 1 mL

또한 모든 압출성형 처리구에서 홍삼화 표준물질인 말톨이 생성된 것을 알 수 있다(Fig. 5). 결론적으로 실험한 압출성형조건에서 사포닌계, 비사포닌계, 색상과 말톨의 분석을 통하여 수삼의 홍삼화가 가능함을 입증하였다(하대철 등, 2004).

침출속도와 추출수율. 압출성형에 따른 침출속도를 알아보기 위하여 Higuchi식(Higuchi, 1963)을 적용한 침출속도상수의 변화를 보면 원료 백삼 적색 성분의 추출속도상수는 0.0019 min^{-1/2}이었으나 사출구 온도 120°C, 사출구 직경 3.0 mm에서 압출성형한 백삼의 적색도 추출속도상수는 0.0247 min^{-1/2}로

Table 5. Change in ginsenosides at various extrusion process variables(하대철 등, 2004)

X ₁	X ₂	X ₃	R _{g1}	R _{g2}	R _{g3}	R _f	R _e	R _d	R _c	R _{b1}	R _{b2}	Y _{TS}	Y _{TS}
130	200	29	1.921	1.007	0.156	0.957	4.376	1.687	2.822	4.532	1.949	1.306	19.406
130	250	22	2.070	1.065	-	1.095	4.637	1.904	3.027	4.753	2.036	1.322	20.588
130	150	22	2.121	1.044	-	1.122	4.724	2.010	3.074	4.884	2.107	1.340	21.087
130	200	15	2.117	1.084	0.178	1.190	4.682	2.018	3.324	4.953	2.131	1.343	21.675
110	150	29	2.138	0.992	-	1.231	4.928	2.051	3.133	4.910	2.109	1.314	21.492
110	200	22	2.263	1.179	-	1.311	4.885	2.116	3.367	4.842	2.159	1.295	22.122
110	200	15	2.365	1.232	-	1.243	4.865	1.921	3.240	4.746	2.071	1.234	21.681
Red ginseng powder			2.446	1.451	0.371	1.143	2.333	0.422	1.902	4.801	1.507	1.173	16.376

X₁ Barrel temperature, X₂ screw speed, X₃ moisture content.
 R_{g1} Ginsenoside Rg1.
 Y_{PD/PT} Ratio between protopanaxadiol and protopanaxatriol.
 Y_{TS} Total saponin.

가장 크게 증가하며, 사출구 온도 110°C에서 사출구 직경이 1.0 mm에서 3.0 mm로 증가함에 따라 0.0115 min^{-1/2}에서 0.0145 min^{-1/2}로 약간 증가하였다는 Kim과 Ryu(2005)의 보고(Table 6)가 있다.

압출성형공정을 통한 추출속도의 증가는 팽화에 의한 기공의 형성과 전단력에 의한 세포벽의 파괴에 의해 압출성형물 내부의 유효성분 추출률 향상에 기여한다. 또한 압출성형공정은 다른 열처리 방법과 비교하여 백삼의 유효성분의 추출속도를 증가시킬 수 있는 공정이며 사출구 온도와 사출구 크기 등의 공정변수의 조절을 통해 인삼의 유효성분의 추출율의 향상과 함께 추출속도의 조절이 가능한 효율적인 공정이다.

백삼분말을 사출구 온도 110°C와 120°C, 사출구 직경 1.0, 2.0, 3.0 mm에서 압출성형한 백삼분말의 추출수율은 Table 6에 나타내었다. 원료 백삼분말의 추출수율은 약 21%였으나 백삼 압출성형물의 추출수율은 약 40%를 보여 압출성형공정을 통해 추출수율이 약 2배 증가하는 것을 알 수 있다. 사출구 온도가 110°C에서 120°C로 증가함에 따라 추출수율은 증가하였으며 사출구 직경이 1.0 mm에서 3.0 mm로 증가함에 따라 추출수율이 증가하는 경향을 보인다. 추출수율은 사출구 온도 120°C와 직경 3.0 mm의 사출구 1개일 때 가장 높다.

Ryu와 Remon(2004)은 사출구 온도 110°C에서 수분함량 15%와 스크루 회전속도 250 rpm의 압출성형조건에서 압출성형한 백삼은 최대 추출수율 43.5%이었으며 스크루 회전속도의 증가와 수분함량이 감소할수록 압출성형 백삼의 추출수율은 증가한다고 보고하였다.

추출수율과 동일하게, 원료 백삼분말의 조사포닌 함량은 3.8%였지만 백삼 압출성형물의 조사포닌 함량은 4.9~5.9%로 크게 증가하고, 사출구 온도에 따

라 조사포닌 함량의 유의적인 차이는 없지만 직경 3.0 mm에 사출구가 1개인 경우 사출구 온도 110°C와 120°C에서 각각 높은 값을 보인다.

압출성형 홍삼화제품의 용도. 압출성형공정을 적용하여 수삼을 처리하게 되면 압출성형기 내부에서 입자의 분쇄와 가열, 압력, 전단력에 의하여 인삼의 형태가 유지되지 못하고 사출구를 통해 성형과 팽화가 일어나므로 홍삼의 형태를 그대로 유지한 홍삼본삼류가 아닌 홍삼제품의 원료소재가 되는 제품이 가능하다.

홍삼 또는 홍삼본삼을 분쇄한 홍삼가루를 열수 또는 에탄올과 물 용매로 추출한 추출액을 원료로 가공한 기존의 홍삼 2차 가공품을 보면 홍삼캡슐, 홍삼타블렛, 홍삼엑기스, 에탄올이나 에탄올 희석액을 용매로 냉침법으로 제조되는 홍삼틴크(red ginseng tincture), 홍삼에 에탄올(4~40%)과 감미, 산미, 색소, 방향료를 첨가하여 제조한 홍삼에릭실(red ginseng elixir), 홍삼시럽, 홍삼분말에 백당, 꿀, 물엿, 과일 엑기스 등의 당분함유물질을 혼합하여 점성을 가지는 반고체 페이스트(paste) 상태의 홍삼지제(elcetary)와 다형 홍삼제품, 홍삼경육고, 홍삼차, 홍삼당절임 등 다양한 2차 홍삼 가공품이 있다.

압출성형공정으로 제조한 홍삼화제품은 이러한 홍삼 2차 가공제품의 홍삼원료로 이용될 수 있다. 저장성이 없는 수삼을 압출성형공정으로 처리하면 홍삼화뿐만 아니라 저장안정성이 확보되는 홍삼 2차 가공품의 원료제품으로 사용가능한 이점도 있다.

요 약

홍삼의 제조공정은 세척, 증자(90~100°C), 1차 건조, 저장숙성, 2차 건조, 정형 등을 포함한다. 수삼

Table 6. Extraction rate constant, extract yield and crude saponin content of extruded white ginseng at different die diameter and die temperature(Kim과 Ryu, 2005)

Die temp. (°C)	Die diameter (mm)	Extraction rate constant(min ^{-1/2})		Extract yield(%)	Crude saponin(%)
		420 nm	520nm		
Commercial red ginseng					
110	1	0.0459	0.0115	38.2	5.4
	2	0.0447	0.0093	39.0	5.2
	3	0.0582	0.0145	39.7	5.6
120	1	0.0465	0.0103	38.7	4.6
	2	0.0630	0.0150	41.3	4.8
	3	0.0969	0.0247	42.2	5.9

을 홍삼화하면 저장성의 향상과 함께 사포닌의 변형, 아미노산의 변화, 갈변화 화합물 등의 수삼이나 백삼에는 존재하지 않은 사포닌계(ginsenoside-Rg3, Rh1, Rh2)의 생성과 함께 비사포닌계(polyacetylene, acidic polysaccharides, and amino acids) 화합물의 함량변화가 수반된다. 전통적인 홍삼화공정에서 스팀주입을 통한 가열, 숙성, 건조공정이 홍삼화에 중요한 단위공정이다. 최근의 특허출원된 홍삼화공정을 보면 가열 방법, 증자 횟수 및 건조 횟수 등을 달리한 홍삼제조방법과 수분을 제거하기 위한 동결 건조 등이고, 고온고압가열, 마이크로웨이브, 압출성형 등의 가열방법, 증자 횟수를 증가시켜 흑변반응을 유도한 흑삼, 홍삼소재를 발효시킨 제품에 대한 가공기술이 대부분이다.

최근 식품가공에 다양하게 이용되는 압출성형공정을 이용한 홍삼화공정과 압출성형 홍삼화제품에 대한 연구가 수행되었다. 압출성형공정을 홍삼화공정에 응용할 경우, 홍삼화와 함께 인삼세포벽의 파괴에 의한 세포벽의 수용화와 세포벽 내부 유효성분의 침출속도의 증가, 이온교환력의 향상, 유효성분의 확산속도의 증가 등의 효과를 얻을 수 있다. 따라서 홍삼화와 함께 다양한 홍삼제품의 소재를 생산이 가능하고 전통공정과 비교하여 홍삼화공정 시간의 단축과 연속적인 가공이 가능하다.

홍삼화제품의 특성은 압출성형온도 100~110°C에서 연속적인 팽화가 일어나므로 홍삼화와 함께 가공이 형성되어 인삼팽화 스택제품화가 가능하지만, 115°C 이상에서는 불연속적인 팽화가 일어나므로 2차 홍삼가공품 소재의 가공에 압출성형공정을 이용할 수 있다. 전통적인 공정으로 생산한 홍삼과 비교한 압출성형 홍삼의 특성은 추출수율의 증가 및 홍삼 유효성분의 침출속도의 증가뿐만 아니라 수삼을 압출성형공정으로 처리하면 홍삼화와 함께 저장 안정성이 확보되는 이점이 있다.

결론적으로 홍삼 생리활성물질의 탐색을 통한 홍삼의 효능에 대한 연구와 함께 홍삼화 단위공정의 분석을 통한 효율적인 가열방법, 숙성, 건조공정을 적용한 홍삼화공정의 개발이 필요하다. 또한 개선된 홍삼화 단위공정의 적용을 통한 생리활성물질의 생성기작 및 효능 등에 대한 심도 있는 연구를 통한 홍삼제품 및 2차 홍삼가공품의 홍삼소재 개발이 필요한 것으로 생각된다.

참고문헌

- 기해진, 류기형, 박양균. 2001. 건조양파작물과 건조양파를 이용한 압출스택의 물리적 특성. 한국식품영양과학회지. **30**: 64-69
- 농수산물유통공사. 2000. 인삼류 해외시장동향. 농수산물유통공사, 서울, 대한민국. pp. 293-300
- 류기형. 1995. 가스주입에 의한 압출성형공법. 식품과학과 산업. **28**: 30-41
- 류기형. 2003. 국내 외 홍삼제품현황 및 홍삼화 공정. 식품영양과 산업. **82**: 38-42
- 류기형. 2006. 압출성형공정을 이용한 홍삼의 제조 방법. 특허제 10-0638733호
- 류기형, Mulvaney, S.J. 1995. CO₂ 가스주입에 의한 옥수수 가루의 팽화: Sucrose와 Glycerol Monostearate(GMS)의 영향. 한국식품과학회지 **27**: 251-256
- 류기형, 강선희, 이은용, 임승택. 1997. 탄산가스 주입이 압출 팽화 옥수수전분의 성질에 미치는 영향. 한국식품영양과학회지 **26**: 436-442
- 류기형, Mulvaney, S.J. 1997. 탄산가스 주입에 의한 유제품 강화 옥수수 압출성형물의 성질과 기계적 에너지 투입량의 분석. 한국식품과학회지 **30**: 947-954
- 류기형. 2003. 압출성형공정을 이용한 식물성 단백질 조직화. 산업식품공학회지 **2**: 73-79
- 류기형. 1996. 탄산가스 주입이 압출성형 생분해 포장완충제의 성질에 미치는 영향. 한국포장학회 **2**: 3-10.
- 류기형. 1995. 압출성형공법을 이용한 비지의 처리 및 중간 소재식품화. 한국콩연구회지 **12**: 43-48
- 이창원. 2005. 흑홍삼 제조방법 및 흑홍삼 가공품. 대한민국 특허 10-0531429-0000
- 한국인삼연초연구원. 1994a. 고려인삼: 제 5장 인삼의 가공. 한국인삼연초연구원, 대전. pp. 43-62
- 한국인삼연초연구원. 1994b. 고려인삼: 제 8장 홍삼과 백삼 및 연생별 성분함량 및 악리활성. 한국인삼연초연구원, 대전. pp. 225-256
- 하대철, 김봉수, 변의홍, 이종원, 류기형. 2004. 압출성형공정 변수에 따른 수삼 홍삼화공정의 최적화. 2004년 한국식품과학회 제71차 학술대회
- 황재관, 김종태, 홍석인, 김철진. 1994. 압출성형에 의한 세포벽의 수용화. 한국영양식량학회지 **23**: 358-370
- Choi, C., S.H. Yoon, M.J. Bae, and B.J. An. 1985. Protein and amino acid composition of Korean ginseng classified by years. *Korean J. Food Sci.* **17**: 1-4
- Grafelman D.D. and M.M. Meagher 1995. Liquefaction of starch by a single-screw extruder and post-extrusion static-mixer reactor. *J. Food Eng.* **24**: 529-542
- Han, B.H., M.H. Park, Y.N. Han and D.Y. Suh. 1992. Chemical and biochemical study on non-saponin constituents of Korean ginseng. *Korean J. Ginseng Sci.* **16**: 228-234
- Ha, D.C., J.W. Lee, N.M. Kim and G. H. Ryu. 2005. Effect of barrel temperature and screw speed on characteristics

- of extruded raw ginseng. *Journal of Ginseng Research* **29**: 107-112
- Harper, J.M. 1981. Extrusion of Foods. CRC Press, Inc. Boca Raton, FL. pp. 3-6
- Harper, J.M. 1989. Food extruders and their application. In: *Extrusion Cooking*. C. Mercier, P. Linko and J.M. Harper (eds.). AACC. St. Paul, MN. pp. 1-18
- Higuchi, T. 1963. Mechanism of sustained action medication - theoretical analysis of rate of solid drugs dispersed in solid matrices. *J. Pharm. Sci.* **52(12)**: 1145-1149
- Hirakura, K., H. Takagi, M. Morita, K. Nakajima, K. Niitsu, H. Sasaki, M. Maruno and M. Okada. 2000. Cytotoxic activity of acetylenic compounds from *Panax ginseng*. *Natural Medicines* **54**: 342-345
- Kang, S.H. and G.H. Ryu. 2001. Improvement in the Yukwa manufacturing by extrusion process with CO₂ gas injection. *Food Sci. Biotechnol.* **10**: 1-6
- Kim D.S. 2004. Effect of extrusion conditions on release of ingredients in normal and high-amylose cornstarch extrudates. *MS Thesis* Kongju National University, Yesan.
- Kim, B.S. and G.H. Ryu. 2005. Effect of extrusion temperature on puffing of white and red ginseng. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutri.* **34(7)**: 1109-1113
- Kim, B.S. and G.H. Ryu. 2005. Effect of die temperature and dimension on extract characteristics of extruded white ginseng. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutri.* **34(4)**: 544-548
- Kim H.G. and H.J. Son. 1997. Comparison of thermal properties and surface structures of unmodified, spray-dried, and extrusion-dried agar. *Korean J. Food Nutr.* **10**: 234-240
- Kitagawa, I., M. Yoshikawa, M. Yoshihara, T. Hayashi and T. Taniyama. 1983. Chemical studies on crude drug processing. I. On the constituents of ginseng radix rubra(1). *Yakugaku Zasshi* **103**: 612-622
- Lee, S.D., K.S. Lee, H. Okuda and W.I. Hwang. 1990. Inhibitory effect of crude acidic polysaccharide of Korean ginseng on lipolytic action toxohormone-L from cancerous ascites fluid. *Korean J. Ginseng Sci.* **14**: 10-13
- Lee, E.Y. G.H. Ryu and S.T. Lim. 1999. Physical properties and process optimization of corn starch extrudates expanded with supercritical carbon dioxide injection. *Cereal Chem.* **76**: 63-69
- Meuser, F. and W. Wiedmann. 1989. Extrusion plant design. In: *Extrusion Cooking*. C. Mercier, P. Linko and J.M. Harper (eds.). AACC. St. Paul, MN. pp. 91-155
- Nam, K.Y. 1996. Contemporary Korean Ginseng (Chemical Constituents and Pharmacological Activity). Korean Ginseng & Tobacco Research Institute, Daejeon, Korea. pp. 1-54
- Rauwendaal, C. 1986. Polymer extrusion. Hanser Publishers, New York. pp. 20-55
- Ryu, G.H. 2007. Methods for preparing red ginseng and puffed snack enriched with red ginseng using extrusion process. US Patent No 7172771
- Ryu, G.H., P.E. Neumann and C.E. Walker. 1994. Effects of emulsifiers on physical properties of wheat flour extrudates with/without sucrose and shortening. *Lebensm. Wiss. Technol.* **27**: 425-431
- Ryu, G.H. and C.E. Walker. 1994. Cell structure of wheat flour extrudates produced with various emulsifiers. *Lebensm. Wiss. Technol.* **21**: 432-436
- Ryu, G.H. and C.E. Walker. 1995. The effects of extrusion conditions on the physical properties of wheat flour extrudate. *Starch/starke* **47**: 33-36
- Ryu, G.H. and P.K.W. Ng. 2001. Effects of selected process parameters on expansion and mechanical properties of wheat flour and whole cornmeal extrudates. *Starch/Starke* **53**: 147-154
- Ryu, G.H., B.S. Kim and S.J. Mulvaney. 2002. Optimization of extrusion process for dairy ingredient fortification of cornmeal puffed via CO₂ gas injection. *Food Sci. Biotechnol.* **11**: 552-556
- Ryu, G.H. and J.W. Lee 2003. Development of extrusion process on red ginseng from raw ginseng and its products. Final. Report of Venture Research. Ministry of Health and Welfare, Seoul.
- Ryu, G.H. and J.P. Remon. 2004. Extraction yield of extruded ginseng and granulation of its extracts by cold extrusion-spheronization. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutri.* **33**: 899-904.
- Solichien B.W., G.H. Ryu and D.S. Kim. 2003. Preliminary study of enzymatic hydrolysis of corn starch in twin-screw extruder. 70th Annual Conference in Korean Society of Food Science and Technology