

## 4년근 인삼의 효소적 가수분해 조건에 따른 품질특성

임가영<sup>1</sup> · 마진열<sup>1</sup> · 김건우<sup>2</sup> · 최진국<sup>3</sup> · 강동균<sup>3</sup> · 권태룡<sup>3</sup> · 장세영<sup>4</sup> · 정용진<sup>4\*</sup>

<sup>1</sup>한의학연구원, <sup>2</sup>안동대학교 생명자원과학부  
<sup>3</sup>경상북도농업기술원, <sup>4</sup>계명대학교 식품가공학과

### Quality Characteristics of 4 Year-old Ginseng by Enzymatic Hydrolysis Conditions

Ga-Young Im<sup>1</sup>, Jin-Yeul Ma<sup>1</sup>, Kun-Woo Kim<sup>2</sup>, Jin-Kook Choi<sup>3</sup>, Dong-Kyoon Kang<sup>3</sup>,  
Tae-Ryoung Kwon<sup>3</sup>, Se-Young Jang<sup>4</sup>, and Yong-Jin Jeong<sup>4\*</sup>

<sup>1</sup>Center for Herbal Medicine Improvement Research, Korea Institute of Oriental Medicine, Daejeon 305-811, Korea

<sup>2</sup>School of Bioresource Sciences, Andong National University, Gyeongbuk 760-749, Korea

<sup>3</sup>Gyeong Buk Provincial A.T.A, Daegu 702-708, Korea

<sup>4</sup>Dept. of Food Science and Technology, Keimyung University and Keimyung Foodex Co., Ltd., Daegu 704-701, Korea

#### Abstract

This study investigated quality characteristics of 4 year-old ginseng by enzymatic hydrolysis conditions to increase utilization. Ginseng was ground after steaming and was each treated with hydrolase A, B, C and D. When quality characteristics by the enzymes were examined, no significant difference was observed with pH of 5.5~5.6 and the sugar content of 4.0~4.33. The crude saponin content was the highest in ginseng treated with D, followed by B, C and A. The crude saponin, the reducing sugar and the total sugar contents increased until 0.3% (w/w) concentration in enzyme D with no significant difference by its concentration. Although active ingredients increased with time passage of hydrolysis, no significant change was found after three hours and the crude saponin content was the highest when ginseng was treated at 60°C. From these results, optimum conditions for 4 year-old ginseng were 60°C for 3 hours with 0.3% (w/w) enzyme D, and under these conditions the reducing sugar, the total sugar and the crude saponin contents recorded 18.11, 36.21 and 4.23 mg/g, respectively. Therefore, enzymatic hydrolysis was found to be effective in increasing active ingredients of 4 year-old ginseng with various usages expected.

Key words: ginseng, enzyme, crude saponin, hydrolysis

#### 서 론

고려인삼(*Panax ginseng* C. A. Meyer)은 오가과(Araliaceae)에 속하는 다년생 초본으로 한국의 대표적인 약용식물이다. 인삼의 주요 약리성분은 인삼 사포닌(ginsenoside)과 비사포닌계의 페놀성 성분, 폴리아세틸렌, 알칼로이드, 산성펩티드 및 항산화성 방향족화합물 등이 보고되어 있다(1). 인삼 사포닌은 triterpenoid 배당체로 비당부의 구조적 특징에 따라 20(S)-protopanaxadiol(PPD)계, 20(S)-protopanaxatriol(PPT)계 및 oleanolic acid로 구분되며 비당부분인 PPD와 PPT의 일정부분에 glucose, xylose, arabinose 및 rhamnose와 같은 당류가 에테르 결합을 하고 있다(2). 인삼은 한의학적으로 가장 중요한 보기약으로 알려져 있으며 스트레스 및 피로회복에 중요한 역할을 하고 있다. 인삼의 약리효능에 관한 연구들은 약효성분인 사포닌을 중

심으로 이루어져 있으며 최근까지 당뇨병과 같은 대사질환, 간기능 강화, 스트레스, 고혈압, 갱년기 질환 및 심혈관 질환 개선작용 등에 관해 약리작용이 밝혀졌다(3-6). 최근에는 비사포닌계에 대한 약리효능으로 암세포 증식 억제효과, 간보호 효과, 항바이러스 작용 등이 보고되었다(7,8).

인삼은 가공방법에 따라 수삼, 백삼 및 홍삼으로 나누어지며, 수삼은 모든 인삼의 원료로서 원형 그대로 유통되거나 가공처리 하여 사용된다. 수삼은 수분함량이 70% 내외로 부패 및 손상이 쉽기 때문에 장기저장 및 유통의 목적으로 일광건조 및 증숙건조 하여 백삼 및 홍삼이 가공되고, 가공과정 중에서 화학적 변화가 수반되어 약리효능이 증가한다(9). 인삼은 외관 형태에 따라 직삼, 곡삼 및 반곡삼으로 분류되며, 5년근 이상 6년근 이하 직삼은 대부분 홍삼제품의 원료로 사용된다. 곡삼 및 반곡삼은 4년근 이하로 고급홍삼 원료로 사용되지 못하여 가공제품 원료로 사용이 되고 있다

\*Corresponding author. E-mail: yjjeong@kmu.ac.kr  
Phone: 82-53-580-5557, Fax: 82-53-580-6477

(10). 최근 인 · 홍삼제품은 건강기능성식품시장에서 각광받으며 시장규모가 늘어나고 1인당 인삼소비량이 꾸준히 증가하고 있으나, 인삼제품류는 홍삼제품류에 비해 연간 총생산량이 감소하는 추세로 나타났다(11). 인삼의 기호성 증진을 위해서 증숙 및 건조 형태에서 벗어나 볶음처리, 발효, 팽화 등과 같은 다양한 가공공정이 시도되고 있으며 수요층의 기호성향과 요구에 부응하는 차별화된 가공방법에 대한 연구의 필요성이 증대되고 있다(12).

최근에는 진세노사이드의 생물전환 및 대사체의 분자구조 전환을 위하여 산가수분해, 알칼리, 열처리, 효소처리 등의 다양한 방법이 연구되고 있다(13-17). 산가수분해 및 알칼리 분해 방법은 무작위로 당을 가수분해 시켜 인삼 중 활성이 뛰어난 미량의 진세노사이드와 산성 다당체를 분해한다. 미생물 유래의 효소분해 방법은 효소가 당의 특정부분만을 가수분해하여 사포닌 구조를 전환시켜 특이성분을 생산하고, 인삼 배당체에 작용 및 유용성분의 추출수율을 높이는 방법으로 이용되고 있다. Kim 등(18)은 백삼의 추출수율을 높이기 위하여 효소처리 방법을 사용하였으며, Quan 등(19)은 미생물이 생산하는 효소를 사용하여 특정 인삼 사포닌을 전환하여 보고하였다. 이외에도 황기(20), 함초(21), 표고버섯(22) 등에 효소처리 한 경우 유효성분의 추출수율이 증가되고 생리활성이 향상된 것으로 보고되었다.

본 연구에서는 5~6년근 인삼에 비해 상대적으로 상품성이 낮은 4년근 인삼의 효소적 가수분해조건에 따른 품질특성을 조사하여 다양한 활용방안을 모색하고자 한다.

## 재료 및 방법

### 재료

본 실험에 사용된 인삼은 2009년 경상북도 영주에서 재배한 4년근 수삼을 풍기인삼농협에서 구입하여 사용하였다. 전분 가수분해효소(A, 30,000 unit/g; B, 50,000 unit/g; C, 45,000 unit/g)는 (주)이앤바이오텍(E&Bio Co., Ltd., Daegu, Korea)에서, 전분가수분해 및 pectinase 혼합효소(D, 30,000 unit/g)는 (주)KMF(KMF Co., Ltd., Daegu, Korea)에서 제공받아 사용하였다.

### 효소제 선별

인삼은 세척 후 고압추출기(HB-506-6, Hanbaek scientific Co., Bucheon, Korea)로 121°C에서 15분간 증숙한 다음 인삼 중량의 2배량의 물을 넣고 homogenizer(HF-93, SMT Co., Tokyo, Japan)로 10,000 rpm에서 10분간 균질화 하였다(1). 인삼 중량에 대비해 효소제 4종을 각각 첨가하여 60°C에서 6시간 동안 처리하였고, 85°C에서 24시간 추출한 후 10,000 rpm에서 15분 동안 원심분리 하여 품질특성 분석을 위한 시료로 사용하였다.

### 효소적 가수분해 조건 설정

인삼은 세척 후 고압추출기(HB-506-6, Hanbaek scien-

tific Co.)로 121°C에서 15분간 증숙한 다음 인삼 중량의 3배량의 물을 넣고 homogenizer(HF-93, SMT Co.)로 10,000 rpm에서 10분간 균질화 하여 효소분해 조건에 따라 제조하였다. 선별된 효소제의 농도를 0.1, 0.2, 0.3, 0.4 및 0.5% (w/w), 가수분해시간을 1, 3, 5 및 7시간, 가수분해온도를 50, 60, 70 및 80°C로 각각 처리해 85°C에서 24시간 추출한 후 10,000 rpm에서 15분 동안 원심분리 하여 품질특성 분석을 위한 시료로 사용하였다.

### pH 및 당도

pH는 pH meter(Metrohm 691, Metrohm Ltd., Herisau, Swiss), 당도는 digital refractometer(PR-101, ATAGO Co., Tokyo, Japan)를 사용하여 측정하였다.

### 환원당 및 총당 함량

환원당은 dinitrosalicylic acid(DNS)법(23)으로 측정하였다. 시료액 1 mL에 DNS시약 1 mL을 가하여 진탕 수욕조에서 10분간 가열시킨 후 급냉하고 여기에 증류수 3 mL을 첨가하여 UV-Visible spectrophotometer(UV-1601, Shimadzu, Kyoto, Japan)를 이용하여 546 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이때 당 정량은 glucose를 표준물질로 사용하여 상기의 방법으로 작성한 표준곡선으로부터 환산하였다. 총당은 시료액 10 mL과 HCl 4 mL을 넣고 80°C에서 10분간 반응시켜 실온에서 냉각한 후 증류수로 희석하여 환원당과 동일한 방법으로 정량하였다.

### 조사포닌 함량

조사포닌 함량은 *n*-butanol 추출법(24)으로 분석하였다. 시료 10 g에 80% methanol 50 mL를 가하여 75°C에서 1시간씩 3회 추출하여 여과지(No. 41, Whatman, Maidstone, England)로 여과하였다. 여과액은 10,000 rpm에서 15분간 원심분리 하여 상등액을 55°C에서 감압농축 한 다음 30 mL의 증류수에 용해하여 30 mL diethyl ether로 3회 반복 추출하여 지용성 성분들을 제거하였다. 수층을 수포화 *n*-butanol로 3회 추출한 후 감압농축 하여 105°C에서 건조시켜 시료에 대한 건물량(mg/g)으로 나타내었다.

### 통계처리

인삼 효소처리 추출액의 성분분석은 3회 반복하여 측정된 평균치로 나타내었다.

## 결과 및 고찰

### 효소제 종류에 따른 품질특성

인삼을 증숙 후 균질화시켜 인삼 중량에 대비하여 효소제 농도를 0.1%(w/w) 첨가하고 추출한 다음 효소제 종류에 따른 품질특성을 조사하였다. 그 결과 Table 1과 같이 pH는 효소제 종류에 따른 차이가 없었으며, 당도는 대조군과 비교하여 모든 구간에서 0.3~0.4°Brix 정도 증가하였으나 효소

Table 1. Changes in pH, sugar and crude saponin contents from steamed Korean ginseng with different enzymes

Items	Control	A	B	C	D
pH	5.6±0.0 <sup>1)</sup>	5.5±0.0	5.6±0.1	5.5±0.0	5.6±0.0
°Brix	8.7±0.0	9.0±0.1	9.1±0.1	9.1±0.1	9.1±0.1
Crude saponins (mg/g)	7.23±1.36	7.71±0.55	8.42±0.71	8.26±1.09	8.87±0.02

<sup>1)</sup>Values are means of triplicate determinations.

Table 2. Changes in pH, sugar and crude saponin contents from steamed Korean ginseng with enzyme concentration

Items	Enzyme concentration (% w/w)					
	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
pH	5.8±0.0 <sup>1)</sup>	5.5±0.0	5.4±0.0	5.5±0.0	5.5±0.0	5.5±0.1
Sugar content (°Brix)	5.0±0.2	5.5±0.2	5.6±0.0	5.6±0.3	5.5±0.2	5.5±0.2
Crude saponins (mg/g)	3.14±0.18	4.11±0.03	4.22±0.08	4.23±0.06	4.14±0.14	4.11±0.34

<sup>1)</sup>Values are means of triplicate determinations.

제 종류에 따른 큰 차이는 없었다. 조사포닌 분석 결과, 모든 효소제 처리구에서 증가하는 경향으로 나타났으며 특히 D 처리구가 8.87 mg/g으로 가장 높게 나타났고, B, C 및 A 순으로 증가하는 경향으로 나타났다. 이러한 결과는 Ko 등(16)이 *Penicillium* sp.로부터 생산되는 효소를 이용하여 미량 사포닌 성분을 강화하였다는 연구보고와 Jeong(25)이 효소를 이용하여 인삼사포닌을 전환하고 생산량을 증가시켰다는 연구보고와 유사한 경향으로 나타났다. 최근에는 *Aspergillus niger*, *Rhizopus japonicus* 유래의 가수분해효소인  $\beta$ -glucosidase가 인삼사포닌에 작용하는 것으로 보고된 바 있다(26,27).

#### 효소제 농도에 따른 인삼의 품질 특성

상기의 결과에서 설정된 D의 농도에 따른 인삼의 품질특성을 조사하였다. 그 결과 Table 2와 같이 pH는 효소 농도에 따라 큰 차이가 없었으며, 당도는 효소처리구가 무처리구에 비해 0.5°Brix 정도 높게 나타났다. 조사포닌 함량은 Table 2와 같이 효소 처리구간이 무처리구에 비해 높게 증가하는 경향으로 나타났으며 효소 농도 0.3%(w/w)까지 증가한 후 조금씩 감소하는 경향으로 나타나 최적 효소 농도는 0.3%(w/w)로 설정하였다. 환원당 및 총당을 조사한 결과 Fig. 1과 같이 효소처리구가 무처리구에 비해 환원당 및 총당이 모두 증가하였으며 환원당은 효소 농도 0.3%(w/w), 총당은 효소 농도 0.4%(w/w) 이상에서는 조금 감소하는 경향으로 나타났다. 이러한 결과는 Jang 등(28)이 당분해 효소를 이용하여 환원당 함량이 증가되었다는 연구보고와 유사한 경향으로 나타났다.

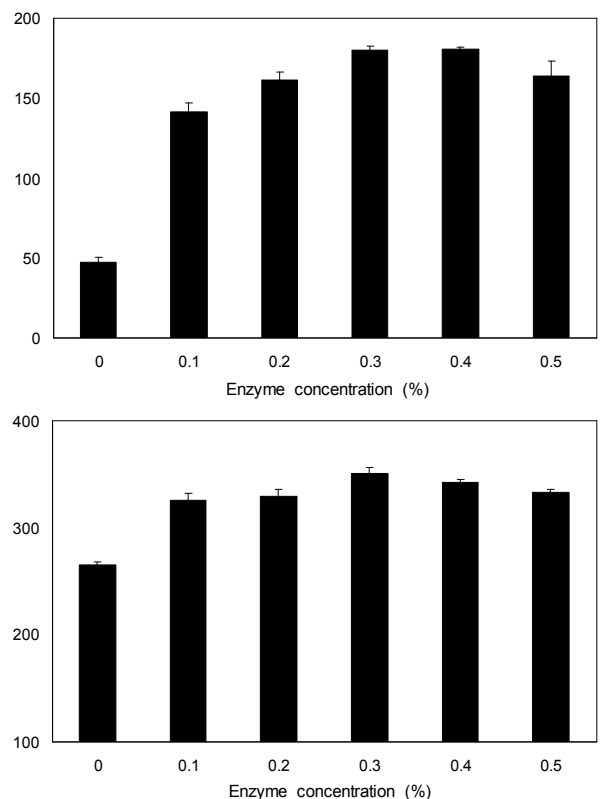


Fig. 1. Changes in reducing sugar and total sugar contents from steamed Korean ginseng with enzyme concentration.

#### 가수분해시간에 따른 인삼의 품질 특성

인삼을 증숙 후 균질화 시켜 인삼의 중량에 대비하여 효소제 0.3%(w/w)를 첨가하고, 1, 3, 5 및 7시간 각각 처리하여 추출한 다음 가수분해시간에 따른 품질 특성을 조사하였다.

Table 3. Changes in pH, sugar and crude saponin contents from steamed Korean ginseng with enzymatic hydrolysis time

Items	Hydrolysis time (hr)				
	0	1	3	5	7
pH	5.8±0.0 <sup>1)</sup>	5.5±0.0	5.5±0.0	5.5±0.0	5.5±0.0
Sugar content (°Brix)	5.1±0.2	5.6±0.1	5.6±0.1	5.6±0.0	5.5±0.3
Crude saponins (mg/g)	3.14±0.18	4.13±0.25	4.23±0.06	4.20±0.11	4.01±0.01

<sup>1)</sup>Values are means of triplicate determinations.

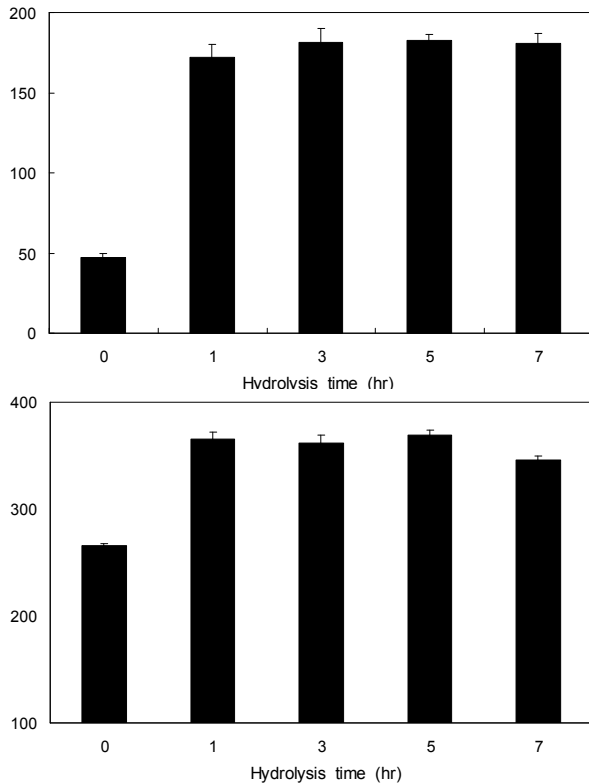


Fig. 2. Changes in reducing sugar and total sugar contents from steamed Korean ginseng with enzymatic hydrolysis time.

가수분해시간에 따른 pH 및 당도는 Table 3과 같이 pH는 가수분해시간에 따라 큰 차이가 없었으며 당도는 가수분해 1시간에서 0.5°Brix 증가한 이후 큰 변화는 없었다. 가수분해 시간에 따른 조사포닌 함량은 가수분해 1시간째 급격히 증가하였으며 이후 처리시간이 길어짐에 따라 조금씩 증가하는 경향으로 나타났다. 조사포닌 함량은 가수분해 3시간째 4.23 mg/g으로 가장 높게 나타났으며, 이후 조금 감소하는 경향을 나타내었다. 가수분해 1시간에서 조사포닌 함량은 효소 농도 0.1%(w/w), 3시간 처리한 조사포닌 함량과 유사한 경향으로 나타나 가수분해시간이 조사포닌 함량 변화에 미치는 영향이 높은 것으로 판단된다. 따라서 효소 농도 0.3%(w/w)에서 3시간 처리하였을 때 조사포닌 함량이 높게 나타나 최적 가수분해시간은 3시간으로 설정하였다. 환원당 및 총당을 조사한 결과 Fig. 2와 같이 환원당은 효소처리 3 및 5시간에서 181.1, 182.3 mg/g으로 증가하였으며, 총당은 효소처리 3 및 5시간에서 362.1, 369.1 mg/g으로 증가하여 이후 조금 감소하는 경향으로 나타났다. 따라서 가수분해

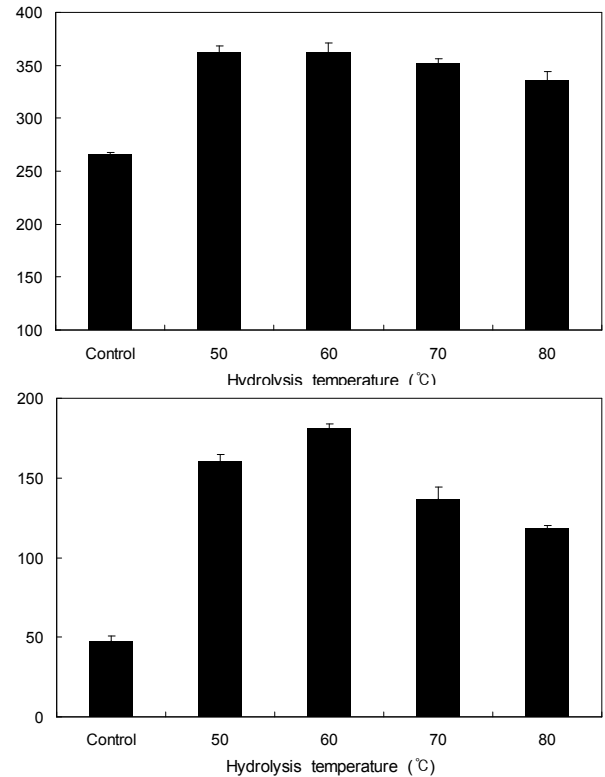


Fig. 3. Changes in reducing sugar and total sugar contents from steamed Korean ginseng with enzymatic hydrolysis temperature.

시간에 따른 환원당 및 총당 함량의 변화는 비슷한 경향으로 나타났다.

#### 가수분해온도에 따른 인삼의 품질특성

인삼을 증숙 후 균질화 시켜 효소제 0.3%(w/w)를 첨가하여 3시간 동안 50, 60, 70 및 80°C에서 각각 처리하여 가수분해 온도에 따른 영향을 조사하였다. 그 결과 Table 4와 같이 pH는 처리온도에 따라 큰 차이가 없었다. 당도는 대조구에 비해 효소처리가 0.5°Brix 정도 높게 나타났으며, 가수분해 온도 60°C에서 5.6°Brix로 가장 높게 나타났다. 가수분해 온도에 따른 조사포닌 함량은 Table 4와 같이 가수분해 온도 60°C에서 4.12 mg/g으로 가장 높게 나타났으며, 이후 높은 온도에서는 모두 낮은 함량을 나타내었다. 환원당 및 총당 함량은 Fig. 3과 같이 가수분해 온도에 의해 모두 증가하는 경향으로 나타났으며, 환원당 및 총당 함량은 효소처리 온도 60°C에서 181.1 및 362.1 mg/g으로 가장 높은 함량을 나타내었다. 효소에 의한 반응은 온도가 낮으면 반응에 필요한 에

Table 4. Changes in pH, sugar and crude saponin contents from steamed Korean ginseng with enzymatic hydrolysis temperature

	Hydrolysis temperature (°C)				
	Control	50	60	70	80
pH	5.8±0.0 <sup>1)</sup>	5.4±0.0	5.4±0.0	5.4±0.0	5.4±0.0
Sugar content (°Brix)	5.1±0.0	5.6±0.1	5.6±0.1	5.4±0.0	5.4±0.0
Crude saponins (mg/g)	3.14±0.18	3.92±0.08	4.12±0.21	3.78±0.36	3.71±0.02

<sup>1)</sup>Values are means of triplicate determinations.

너지가 부족하여 촉매작용을 할 수 없고, 높은 온도에서는 효소가 열 변성으로 활성을 잃어 일반 화학반응에 비해 온도의 영향을 크게 받는다(18). 즉, 60°C에서 효소제가 가장 높은 활성을 나타내어 조사포닌 함량 증가에 영향을 준 것으로 확인할 수 있었다. 따라서 효소처리 조건은 효소 농도 0.3% (w/w), 3시간 및 가수분해온도 60°C로 하였을 때 가장 효과적인 것으로 나타났다.

## 요 약

본 연구에서는 4년근 인삼의 활용도를 높이기 위하여 효소적 가수분해 조건에 따른 품질 특성을 조사하였다. 인삼은 증숙 후 분쇄하여 가수분해 효소제 A, B, C 및 D 4종에 처리에 따른 품질특성을 조사한 결과 pH 5.5~5.6, 당도 4.0~4.33으로 큰 차이가 없었다. 조사포닌 함량은 D 효소제에서 가장 높았으며, B, C 및 A 순으로 나타났다. D 효소제의 농도 0.3%(w/w)까지 조사포닌, 환원당 및 총당 함량이 증가하였으며 이후에는 농도에 따른 차이는 없었다. 가수분해시간이 경과함에 따라 유효성분이 증가하였으나 3시간 이후 큰 변화는 없었으며, 60°C로 처리하였을 때 조사포닌 함량이 높게 나타났다. 이상의 실험결과 D 효소제, 효소제 농도 0.3% (w/w)로 60°C에서 3시간의 조건이 가장 적합한 나타났으며 이때 환원당, 총당 및 조사포닌 함량은 각각 18.11, 36.21 및 4.23 mg/g으로 확인되었다. 따라서 효소적 가수분해 방법은 4년근 인삼의 유효성분 증가에 효과적으로 다양한 활용 방법이 기대되었다.

## 문 헌

- Im GY, Jang SY, Jeong YG. 2010. Quality characteristics of *Panax ginseng* C. A. Meyer with steaming heat and wet grinding conditions. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39: 1005-1010.
- Shibata S, Tanaka O, Soma K, Iita Y, Ando T, Nakamura H. 1965. Studies on saponins and sapogenins of ginseng. *Tetrahedron Lett* 3: 207-213.
- Sotaniemi EH, Haapakoski E, Rautio A. 1995. Ginseng therapy in non-insulin-dependent diabetic patients. *Diabetes Care* 18: 1373-1375.
- Nam KY. 2002. Clinical applications and efficacy of Korean ginseng. *J Ginseng Res* 26: 111-131.
- Sacchio O. 1990. Clinical effectiveness of Korea ginseng on climacteric disturbances and its possible mechanism of action. *J Ginseng Res* 14: 162-166.
- Lee MJ, Kim EH, Rhee DK. 2008. Effects of *Panax ginseng* on stress. *J Ginseng Res* 32: 8-14.
- Choe HJ, Han HS, Park JH, Son JH, Bae JH, Seong TS, Choe C. 2003. Natural products organic chemistry: anti-oxidantive, phospholipase A<sub>2</sub> inhibiting, and anticancer effect of polyphenol rich fractions from *Panax ginseng* C. A. Meyer. *J Korean Soc Agric Chem Biotechnol* 46: 251-256.
- Hwang WI, Oh SK. 1984. A study on the anticancer activities of lipid soluble ginseng extract and ginseng saponin derivatives against some cancer cells. *J Ginseng Res* 8: 153-166.
- Kwak YS, Choi KH, Kyung JS, Won JY, Rhee MH, Lee JG, Hwang MS, Kim SC, Park CK, Song KB, Han GH. 2008. Effects of high temperature heating on the some physicochemical properties of Korean red ginseng (*Panax ginseng* C.A. Meyer) water extract. *J Ginseng Res* 32: 120-126.
- Park CK, Kwak YS, Hwang MS, Kim SC, Do JH. 2007. Trends and prospect of ginseng products in market health functional food. *Food Sci Ind* 6: 30-45.
- Han BH, Park CK, Han YN. 1982. Degradation of ginseng under mild acidic condition. *Planta Med* 44: 146-149.
- Kim MH, Lee YC, Choi SY, Cho CW, Rho JH. 2009. Characteristics of acid pre-treated red ginseng and its decoction. *J Ginseng Res* 33: 343-348.
- Yang SJ, Woo KS, Yoo JS, Kang TS, Noh YH, Lee JS, Jeong HS. 2006. Change of Korean ginseng components with high temperature and pressure treatment. *J Korean Food Sci Technol* 38: 521-525.
- Bae EA, Kim NY, Han MJ, Choo MK. 2003. Transformation of ginsenosides to compound K (IH-901) by lactic acid bacteria of human intestine. *J Microbiol Biotechnol* 13: 9-14.
- Im KS, Chung HY, Park SH, Je NK. 1995. Anticancer effect of hydrolyzed monogluco-ginsenoside of total saponin from ginseng leaf. *J Ginseng Res* 19: 291-294.
- Ko SR, Suzuki Y, Choi KJ, Kim YH. 2000. Enzymatic preparation of genuine prosapogenin, 20(S)-ginsenoside Rh<sub>1</sub>, from ginsenosides Re and Rg<sub>1</sub>. *Biosci Biotechnol Biochem* 64: 2739-2743.
- Kim YC, Yim JH, Rho JH, Cho CW, Rhee YK. 2007. Antioxidant activity of white ginseng extracts prepared by enzyme treatment on V79-4 cells induced by oxidative stress. *J Ginseng Res* 31: 203-209.
- Kim MJ, Lim KR, Jung TK, Yoon KS. 2007. Antiaging effects of astragalus membranaceus root extract. *J Soc Cosmet Sci* 33: 33-40.
- Quan LH, Liang ZQ, Kim HB, Kim SH, Kim SY, Noh YD, Yang DC. 2008. Conversion of ginsenoside Rd to compound K by crude enzymes extracted from *Lactobacillus brevis* LH8. *J Ginseng Res* 32: 226-231.
- Kwon SC, Choi GH, Hwang JH, Lee KH. 2010. Physicochemical property and antioxidative activity of hot-water extracts from enzyme hydrolyzed sate of *Astragalus membranaceus*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39: 406-413.
- Kim KR, Jang MJ, Choi SW, Woo MH, Choi JH. 2006. Effects of water extract from enzymic-treated hamcho (*Salicornia herbacea*) on lipid metabolism in rats fed high cholesterol diet. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 35: 55-60.
- Park NY, Jeong YJ. 2006. Quality properties of oak mushroom (*Lentinus edodes*) based on extraction condition and enzyme treatment. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 35: 1273-1279.
- Miller GL. 1959. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Anal Chem* 31: 426-428.
- Ando T, Tanaka O, Shibata S. 1971. Chemical studies on the oriental plant drugs. (XXV) Comparative studies on the saponins and sapogenins of ginseng and related crude drugs. *Soyakugaku Zasshi* 25: 28-33.
- Jeong JY. 2010. Enzymatic bioconversion of saponins from *Panax ginseng*. MS Thesis. Inje university, Gyeongnam, Korea. p 1-60.
- Park SY, Bae EA, Sung JH, Lee SK, Kim DH. 2001. Purification and characterization of ginsenoside Rb<sub>1</sub> metabolizing beta-glucosidase from *Fusobacterium* K-60, a human in-

- testinal anaerocia bacterium. *Biosci Biotechnol Biochem* 64: 1163-1169.
27. Takino Y. 1994. Studies on the pharmacodynamics of ginsenoside-Rg<sub>1</sub>, -Rb<sub>1</sub> and -Rb<sub>2</sub> in rats. *Yakugaku Zasshi* 114: 550-564.
28. Jang SY, Woo SM, Kim TY, Yeo SH, Kim SB, Hong JY, Jeong YJ. 2008. Quality characteristics on enzyme treatment of brown rice (*Goami*) alcohol fermentation by-product. *Korean J Food Preserv* 15: 477-482.

(2010년 11월 4일 접수; 2010년 12월 23일 채택)