

## 원료삼의 증삼 및 건조 조건별 홍삼의 품질 및 기능성

김교연 · 신진기 · 이수원 · 윤성란 · 정현식<sup>1</sup> · 정용진<sup>2</sup> · 최명숙<sup>3</sup> · 이치무<sup>4</sup> · 문광덕 · 권중호\*  
경북대학교 식품공학과, <sup>1</sup>경북대학교 식품생물산업연구소, <sup>2</sup>계명대학교 식품가공학과,  
<sup>3</sup>경북대학교 식품영양학과, <sup>4</sup>풍기인삼농협

### Quality and Functional Properties of Red Ginseng Prepared with Different Steaming Time and Drying Methods

Kyo-Youn Kim, Jin-Ki Shin, Su-Won Lee, Sung-Ran Yoon, Hun-Sik Chung<sup>1</sup>, Yong-Jin Jeong<sup>2</sup>,  
Myung-Sook Cho<sup>3</sup>, Chi-Moo Lee<sup>4</sup>, Kwang-Deog Moon, and Joong-Ho Kwon\*

Department of Food Science & Technology, Kyungpook National University

<sup>1</sup>Food and Bio-industry Institute, Kyungpook National University

<sup>2</sup>Department of Food Science & Technology, Keimyung University

<sup>3</sup>Department of Food Science & Nutrition, Kyungpook National University

<sup>4</sup>Punggi Ginseng Nonghyup

**Abstract** The quality and functional properties of red ginseng in relation to steaming and drying conditions were evaluated. Fresh ginseng (5-year roots), cultivated in the Punggi region, were steamed for 2.5, 3.5, or 4.5 hr, and then dried by hot-air (60-65°C/24 hr and 40°C/3-4 d), freezing (-80°C/56 hr), and infrared (900 W/62°C/68 hr). Hunter's yellowness (b-value) and browning indexes (420 nm) of the samples were higher in the rootlets than in the main roots. Furthermore, these same index values were found to be high in the order of 3.5, 4.5, and 2.5 hr and infrared, hot-air, and freezing for steaming and subsequent drying, respectively. Analysis of soluble solids, total phenolics, total flavonoids, acidic polysaccharides, and electron donating abilities of the steamed and dried samples showed that 3.5 hr of steaming with infrared drying was optimal. However, crude saponin contents were not influenced by steaming and drying conditions. The contents of ginsenoside-Rg<sub>1</sub>, -Re, -Rf, and -Rb<sub>2</sub>, which were the major components in the samples, were reduced with steaming time, while the amounts of -Rg<sub>3</sub> and -Rh<sub>2</sub> increased, reaching the highest levels at 3.5 and 4.5 hr in the main roots and rootlets, respectively. The contents of -Rg<sub>3</sub> and -Rh<sub>2</sub> were similar in both the freeze-dried and hot-air dried samples.

**Key words:** red ginseng, steaming, drying, functional properties, ginsenoside

## 서 론

인삼은 식물 분류학상으로 두릅나무과(Araliaceae)의 인삼속(Panax)에 속하며 주로 뿌리를 약재로 이용한다. 여기서 'Panax'란 어원은 회랍어로 Pan(all)과 Axos(cure)의 복합어로 만병을 치료한다는 뜻이다. 인삼의 성분은 약 60%의 탄수화물, 8-15%의 조단백질, 1-3%의 조지방, 4-6%의 회분, 3-7%의 조사포닌, 그 외 미량성분들로 구성되어 있다(1).

인삼의 유효성분인 사포닌 성분의 화학적 구조가 구명된 이후부터 본격적으로 인삼의 화학성분에 대한 연구가 수행되어 다당체 성분, 폴리아세틸렌계 성분, 페놀계 화합물, 정유성분, 펩티드, 알칼로이드, 비타민 등의 성분분석 결과가 보고되었다. 또한 인삼의 비사포닌 성분에서도 약효가 있다고 밝혀져 이에 대한 다각적인 연구가 진행되고 있다(1). 지금까지 알려진 인삼의 약리

작용 및 임상효과로는 중추신경 억제 및 흥분 작용, 단백질 및 핵산 생합성 촉진 작용, 조혈 작용, 동맥경화 예방, 혈당강하 작용, 항피로 및 항스트레스 작용 등이 있는데(1,2), 이와 같은 작용은 대개 인삼사포닌의 작용에 기인하는 것으로 이해되고 있다.

인삼제품은 크게 수삼, 백삼, 홍삼으로 구분한다. 수삼은 가공하지 않은 상태의 인삼을 말하며, 백삼은 4년근 이상의 수삼을 원료로 하여 표피를 제거하거나 제거하지 않고 그대로 건조하여 수분함량이 15% 이하가 되도록 가공한 원형유지 제품으로 유백색, 난백색이나 담황색을 띤다. 백삼의 제조에는 태양열에 의한 천일건조 또는 40-50°C의 열풍건조가 이용되기 때문에 amylase, invertase 등의 활성이 잔존한다. 홍삼은 수삼을 세척, 증자, 건조 및 정형 등의 과정을 거쳐 수분함량이 14% 이하가 되도록 가공하는데, 제조가공처리에 의해 저장성이 향상되고 사포닌의 변형, 아미노산의 변화, 갈변화 등의 화학적인 변화가 일어나서 담적갈색, 담황갈색, 다갈색 또는 농다갈색의 색상을 가진 단단한 형태의 제품이 된다(2). 이러한 홍삼의 특징은 원료의 산지와 재배년수는 물론이고 제조방법에 의해 크게 영향을 받는데, 이에 대한 연구는 부족한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 5년근 경북 풍기산 수삼으로 만든 홍삼의 품질향상을 위한 제조방법 개선을 위하여 증자시간과 건조방법이 홍삼의 품질 및 기능성 성분에 미치는 영향을 검토하였다.

\*Corresponding author: Joong-Ho Kwon, Department of Food Science & Technology, Kyungpook National University, Daegu 702-701, Korea  
Tel: 82-53-950-5775  
Fax: 82-53-950-6772  
E-mail: jhkwon@knu.ac.kr  
Received August 22, 2007; accepted September 26, 2007

## 재료 및 방법

### 재료

경북 풍기지역에서 생산된 2005년산 5년근 수삼을 홍삼 제조용 원료로 사용하였다. 아래에서 언급한 증자와 건조 조건에 따라 제조한 홍삼을 본근과 지근으로 나누고 분쇄(100 mesh 이하)하여 분석용 시료로 사용하였다.

### 증자, 건조 및 추출 조건

증자 조건으로 증자시간을 2.5, 3.5, 4.5시간으로 각각 구분하여 열풍건조(60-65°C, 24시간 및 40°C, 3-4일)하고 품질특성을 비교 평가하였다. 여기서 증자시간 3.5시간과 열풍건조 조건은 현재 상업적으로 이용되고 있는 조건범위이다. 건조 조건은 3.5시간 증자한 시료를 대상으로 열풍건조(60-65°C, 24시간 및 40°C, 3-4일), 동결건조(-80°C, 56시간) 및 원적외선건조(900 W, 62°C, 68시간)로 구분하여 건조조건별 품질특성을 비교 평가하였다. 추출물은 증자 및 건조 조건별 홍삼시료 분말 1g에 50% 에탄올 50 mL를 가하여 실온(20°C)에서 24시간 shaking (150 rpm)한 후 Whatman No. 41 여과지로 여과하여 실험용 추출물을 제조하였다.

### 색도 및 갈변도 측정

분말과 50% 에탄올 추출물의 색도는 Hunter lab. optical sensor (D25, Reston, VA, USA)로 Hunter color parameter(L, a, b, ΔE)를 측정하였다. 이때 표준 백판의 L, a, b 값은 각각 90.6, 0.4, 3.3이었다. 시료의 갈변도는 50% 에탄올 추출물을 가지고 spectrophotometer(UV-1601, Shimadzu, Tokyo, Japan)을 이용하여 420 nm에서 흡광도를 측정하였다(3).

### 화학적분 및 기능성 측정

가용성 고형분 함량은 상기와 같이 제조한 50% 에탄올 추출액 2 mL를 미리 항량을 구한 칭량접시에 취하여 105°C에서 증발 건조시킨 후 그 무게를 측정하였으며, 추출물 조제에 사용된 원료량에 대한 백분율로서 나타내었다(4). 총 페놀성 화합물의 함량 측정은 Folin-Denis법(5)을 일부 변형하여 사용하였다. 즉, 50% 에탄올 추출물 1 mL에 Folin시약 1 mL을 혼합하여 실온에서 3분간 정치한 뒤 10% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 용액 1 mL을 가하여 혼합한 후 실온에서 1시간 정치한 다음 700 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준곡선의 작성은 caffeic acid를 1-50 µg/mL의 농도로 조제하여 작성하였다. 총 플라보노이드 함량은 50% 에탄올 추출물 시료 0.5 mL를 시험관에 각각 분취하여 ethyl alcohol 1.5 mL, 10% aluminium nitrate 0.1 mL, 1 M potassium acetate 0.1 mL와 증류수 2.8 mL을 가하여 충분히 교반한 후 실온에서 40분간 방치한 다음 410 nm에서 흡광도를 측정하였다(6). 표준곡선은 hesperidin을 0-100 mg%의 농도로 조제하여 작성하였다.

산성다당체 함량은 carbazole-sulfuric acid 방법(7)으로 측정하였다. 즉, 50% 에탄올 추출액 0.5 mL에 carbazole 0.25 mL와 conc-H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 3 mL를 넣은 후 80°C에서 5분간 반응시킨 다음 실온에서 15분간 방치한 것을 525 nm에서 흡광도를 측정하였다. 전자공여능은 Blois(8)의 방법을 변형하여 측정하였다. 즉, 50% ethanol 추출액 0.5 mL에 α,α'-diphenyl-β-picrylhydrazyl(DPPH) 12 mg에 100% 에탄올 100 mL를 가하여 녹인 후 517 nm에서 흡광도가 1.0이 될 때 까지 50% 에탄올을 가하여 조제한 DPPH 용액을 5 mL 가하여 교반한 후 흡광도를 측정하였다. 전자 공여능(%)은 100-[(시료첨가구의 흡광도/무첨가구의 흡광도)×100]으로 계산하였다.

아질산염 소거능은 Kato 등(9)의 방법으로 측정하였다. 즉, 50% 에탄올 추출물 1 mL에 1 mM NaNO<sub>2</sub> 용액 1 mL을 가한 후 0.1 N HCl(pH 1.2), 0.2 M 구연산 완충액(pH 3.0, 4.2, 6.0)을 사용하여 반응용액의 pH를 각각 1.2, 3.0, 4.2, 6.0 으로 조정된 후 각 반응용액을 10 mL로 정용하였다. 각 반응 용액을 37°C에서 1시간 동안 반응시킨 후 1 mL을 취하여 2% 초산 용액 5 mL을 첨가한 다음 griess 용액을 0.4 mL 가하여 혼합한 후 실온에서 15분간 방치한 후 520 nm에서 흡광도를 측정하였다. 아질산염 소거능(%)은 (1-무첨가구의 흡광도/시료첨가구의 흡광도)×100으로 계산하였다.

### 조사포닌 및 ginsenoside 분석

홍삼분말 5g에 80% methanol 50 mL를 가하여 100 W에서 microwave를 3분간 조사한 후 추출액을 여과(Whatman No. 41)하였다(4). 이러한 추출과정을 3회 반복 실시하여 추출액을 합하고 55°C에서 감압 농축한 다음 잔여물을 증류수를 이용해 50 mL로 정용하였다. 이것을 분액 깔대기에 넣어 diethyl ether(50 mL) 가용성 성분들을 제거한 다음 남은 수층에는 수포화 부탄올을 가해 (30 mL씩 3회) *n*-butanol 층으로 이행된 saponin을 1/2로 나누어 55°C에서 농축시켜 crude saponin으로 정량하였다(10). 나머지 1/2은 농축 후 methanol 1 mL로 용해한 후 0.45 µm membrane filler로 여과하여 high performance liquid chromatograph(Jasco PU-980, Tokyo, Japan)로 ginsenoside를 분리 정량하였다(10). 이때의 분석조건으로 컬럼은 Merck chromolith, 검출기는 UV(203 nm), 이동상은 10% methanol+80% acetonitrile, 이동상 유량속도는 2.5 mL/min 및 시료주입량은 20 µL이었다.

### 통계 처리

모든 측정은 시료 당 3회 반복 실시하였고, 측정결과는 SAS에 의한 분산분석과 Duncan의 다중검정으로 통계적 유의성을 검정하였다(11).

## 결과 및 고찰

### 증자 및 건조 조건에 따른 색도 및 갈변도

증자시간을 달리하여 제조한 홍삼의 기계적 색도와 갈변도를 측정된 결과는 Table 1에 나타내었다. 증자시간에 따른 홍삼 분말 및 50% 에탄올 추출액의 색도는 홍삼 본체에 비해 지근에서 높은 황색도(b값) 및 갈변도(420 nm)를 보인 반면, 낮은 명도(L 값)를 나타내었다. 증자시간에 따른 경향에서는 3.5시간, 4.5시간, 2.5시간의 순으로 높은 황색도와 전반적인 색차(ΔE)를 보였을 뿐 아니라 갈변도에 있어서도 가장 높은 값을 보였다. 이는 Yoon 등(3)의 보고에서 수삼원료의 증자처리에서 갈색도는 가열온도와 가열시간이 증가할수록 증가하는 보고와 다소 상이한 결과를 보였다.

건조 방법에 따른 홍삼의 기계적 색도와 갈변도를 측정된 결과는 Table 2에 나타내었다. 건조방법에 따른 시료 부위별 색도는 원적외선 처리된 50% 에탄올 추출물을 제외하고는 지근이 본근에 비해 유의적으로 높은 황색도와 전반적인 색차 크기를 보였다(Table 2). 그러나 추출물의 갈변도에서는 건조방법 별 분말의 황색도는 열풍건조나 동결건조에 비해 원적외선 건조 시료에서 높은 값을 보였으며, 전반적 색차에서도 동일한 양상이었다. 그러나 에탄올 추출물의 황색도와 갈변도는 원적외선건조, 열풍건조, 동결건조의 순으로 유의적으로 높은 값을 나타내었다( $p < 0.01$ ). 이 같은 결과는 동결건조나 열풍건조에 비해 원적외선 건조가 증

Table 1. Color values and browning index of red ginseng prepared with different steaming time

Steaming time (hr)		2.5		3.5		4.5	
Parts		Root	Rootlet	Root	Rootlet	Root	Rootlet
Color value <sup>1)</sup> of powder	L	89.04 ± 0.50 <sup>a</sup>	86.12 ± 0.08 <sup>c</sup>	87.31 ± 0.51 <sup>b</sup>	84.19 ± 3.43 <sup>d</sup>	88.38 ± 0.69 <sup>a</sup>	80.67 ± 0.94 <sup>d</sup>
	a	-0.32 ± 0.04 <sup>cd</sup>	0.07 ± 0.01 <sup>b</sup>	-0.19 ± 0.09 <sup>c</sup>	1.04 ± 0.05 <sup>a</sup>	-0.37 ± 0.05 <sup>d</sup>	1.01 ± 0.18 <sup>a</sup>
	b	14.22 ± 0.20 <sup>f</sup>	17.18 ± 0.34 <sup>d</sup>	18.66 ± 0.59 <sup>c</sup>	20.67 ± 2.24 <sup>a</sup>	15.81 ± 0.37 <sup>e</sup>	21.15 ± 0.80 <sup>b</sup>
	ΔE	15.00 ± 0.45 <sup>d</sup>	19.12 ± 0.32 <sup>b</sup>	19.65 ± 0.75 <sup>b</sup>	26.61 ± 0.35 <sup>a</sup>	16.68 ± 0.70 <sup>c</sup>	25.71 ± 1.23 <sup>a</sup>
Color value of 50%-ethanol extracts	L	99.08 ± 0.01 <sup>a</sup>	96.12 ± 0.05 <sup>c</sup>	97.01 ± 0.04 <sup>d</sup>	97.90 ± 0.08 <sup>c</sup>	97.86 ± 0.24 <sup>bc</sup>	98.31 ± 0.32 <sup>b</sup>
	a	-0.74 ± 0.02 <sup>a</sup>	-0.87 ± 0.08 <sup>b</sup>	-1.65 ± 0.03 <sup>d</sup>	-1.66 ± 0.01 <sup>d</sup>	-0.95 ± 0.03 <sup>b</sup>	-1.33 ± 0.17 <sup>c</sup>
	b	4.22 ± 0.02 <sup>c</sup>	6.16 ± 0.07 <sup>d</sup>	8.87 ± 0.02 <sup>a</sup>	8.54 ± 0.06 <sup>b</sup>	5.92 ± 0.18 <sup>d</sup>	7.16 ± 0.10 <sup>c</sup>
	ΔE	4.07 ± 0.00 <sup>c</sup>	7.16 ± 0.00 <sup>c</sup>	9.22 ± 0.00 <sup>a</sup>	8.63 ± 0.00 <sup>b</sup>	6.10 ± 0.00 <sup>d</sup>	7.16 ± 0.00 <sup>c</sup>
Browning index (O.D. 420 nm)		0.074 ± 0.002 <sup>c</sup>	0.079 ± 0.001 <sup>d</sup>	0.170 ± 0.004 <sup>a</sup>	0.170 ± 0.001 <sup>a</sup>	0.091 ± 0.001 <sup>c</sup>	0.129 ± 0.000 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup>L: Degree of lightness (white +100 ↔ 0 black).

a: Degree of redness (red +100 ↔ -80 green).

b: Degree of yellowness (yellow +70 ↔ -80 blue).

ΔE: Overall color difference ( $\sqrt{\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2}$ ).

<sup>a-d</sup>Means ± SD (n = 3) within the same row with different superscript letters are significantly different at  $p < 0.01$ .

Table 2. Color values and browning index of red ginseng with different drying methods

Drying methods		Commercial hot-air drying		Freeze drying		Far-infrared drying	
Parts		Root	Rootlet	Root	Rootlet	Root	Rootlet
Color value <sup>1)</sup> of powder	L	87.05 ± 1.06 <sup>a</sup>	82.82 ± 0.19 <sup>d</sup>	84.89 ± 0.42 <sup>b</sup>	83.20 ± 0.74 <sup>cd</sup>	84.83 ± 0.13 <sup>b</sup>	84.02 ± 0.54 <sup>bc</sup>
	a	-0.15 ± 0.08 <sup>c</sup>	0.53 ± 0.08 <sup>a</sup>	-0.02 ± 0.04 <sup>c</sup>	0.32 ± 0.14 <sup>b</sup>	0.52 ± 0.04 <sup>a</sup>	0.44 ± 0.11 <sup>ab</sup>
	b	18.62 ± 0.20 <sup>c</sup>	20.93 ± 0.24 <sup>b</sup>	18.57 ± 0.39 <sup>c</sup>	21.77 ± 0.72 <sup>a</sup>	20.26 ± 0.27 <sup>b</sup>	20.11 ± 0.66 <sup>b</sup>
	ΔE	19.77 ± 0.64 <sup>d</sup>	24.12 ± 0.31 <sup>a</sup>	20.98 ± 0.57 <sup>c</sup>	24.55 ± 1.02 <sup>a</sup>	22.38 ± 0.30 <sup>b</sup>	22.73 ± 0.85 <sup>b</sup>
Color value of 50%-ethanol extracts	L	98.00 ± 0.06 <sup>b</sup>	97.66 ± 0.30 <sup>b</sup>	97.75 ± 0.35 <sup>b</sup>	96.88 ± 0.28 <sup>c</sup>	95.24 ± 0.16 <sup>d</sup>	98.44 ± 0.08 <sup>a</sup>
	a	-1.72 ± 0.02 <sup>b</sup>	-1.86 ± 0.03 <sup>c</sup>	-0.62 ± 0.03 <sup>a</sup>	-0.65 ± 0.01 <sup>a</sup>	-2.54 ± 0.04 <sup>d</sup>	-1.72 ± 0.03 <sup>b</sup>
	b	8.87 ± 0.08 <sup>c</sup>	9.15 ± 0.06 <sup>b</sup>	4.96 ± 0.13 <sup>f</sup>	8.14 ± 0.11 <sup>c</sup>	13.68 ± 0.02 <sup>a</sup>	8.71 ± 0.06 <sup>d</sup>
	ΔE	8.93 ± 0.00 <sup>c</sup>	9.32 ± 0.00 <sup>b</sup>	5.25 ± 0.00 <sup>f</sup>	8.46 ± 0.00 <sup>c</sup>	14.42 ± 0.00 <sup>a</sup>	8.67 ± 0.00 <sup>d</sup>
Browning index (O.D. 420 nm)		0.204 ± 0.002 <sup>b</sup>	0.192 ± 0.002 <sup>c</sup>	0.104 ± 0.001 <sup>f</sup>	0.160 ± 0.001 <sup>e</sup>	0.363 ± 0.002 <sup>a</sup>	0.184 ± 0.001 <sup>d</sup>

<sup>1)</sup>L: Degree of whiteness (white +100 ↔ 0 black).

a: Degree of redness (red +100 ↔ -80 green).

b: Degree of yellowness (yellow +70 ↔ -80 blue).

ΔE: Overall color difference ( $\sqrt{\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2}$ ).

<sup>a-d</sup>Means ± SD (n = 3) within the same row with different superscript letters are significantly different at  $p < 0.01$ .

자된 수삼시료의 갈변반응에 더 큰 영향을 미치는 것으로 판단되었다.

### 증자 및 건조 조건에 따른 화학성분 및 기능성

증자 시간을 달리하여 제조한 홍삼의 화학성분 및 기능성으로서 가용성 고형분, 총 페놀, 총 플라보노이드, 산성 다당체, 항산화 활성, 아질산염 소거능 등을 분석한 결과는 Table 3에 나타내었다. 가용성 고형분은 홍삼 본근의 경우 2.5시간에서 가장 높은 값을, 지근의 경우 4.5시간에서 가장 낮은 값을 각각 보였으나 ( $p < 0.01$ ), 그 외는 증자시간에 따른 유의적인 차이는 없었다. Park 등(12)은 홍삼의 경우 가열온도가 증가할수록 가용성 고형분 함량이 감소하는 것으로 보고한 바 있다. 총 페놀과 총 플라보노이드 함량은 각각 증자 3.5, 4.5, 2.5시간의 순으로 높은 값을 보였다. 시료의 전자공여능은 증자 시간 2.5시간에 비해 3.5, 4.5시간에서 높게 나타났으며, 산성다당체는 본체는 4.5시간, 지근은 3.5시간 증자시료에서 가장 높은 값을 보였다. Do 등(7)은 인삼의 다당체는 홍삼 제조 중 증자에 의해 가용화되기 쉬운 상태로 되

어 더 많이 추출되는 것으로 보고되었지만, 본 연구에서는 시료의 부위에 따라 최적 증자시간이 다름을 확인하였다. 또한 pH 조건을 달리하여 아질산염 소거능을 측정된 결과, 증자시료의 아질산염 소거능은 pH 1.2와 3.0에서 높은 값을 보였다. 그리고 모든 pH에서 유사하게 3.5시간 이상의 장시간 증사는 아질산염 소거능의 감소를 초래하는 것으로 확인되었으며, 이 같은 현상은 본삼에 비해 지근에서 뚜렷하였다. 따라서 원료수삼의 증자 시간은 3.5시간 범위가 양호한 것으로 나타났다.

건조 조건을 달리하여 제조한 홍삼의 화학성분 및 기능성을 측정된 결과는 Table 4에 나타내었다. 가용성 고형분의 함량은 본삼(0.560-0.740%)이 지삼(0.535-0.850%)에 비해 낮은 값을 보였으며 열풍건조, 원적외선건조, 동결건조의 순으로 높은 함량을 나타내었다. 이는 Yoon 등(3)의 가열처리를 하지 않은 인삼이 가열 처리한 인삼보다 낮은 가용성 고형분 함량을 보였다는 결과와 일치하였다. 시료의 총 페놀, 총 플라보노이드 및 산성다당체 함량은 본근에 비해 지근에서 각각 높은 함량을 보였다. 건조방법에서는 열풍건조 시료에서 총 페놀과 산성다당체 함량이 타 건조

**Table 3. Soluble solids, total phenolics, total flavonoid, acidic polysaccharide, electron donating ability, and nitrite scavenging ability of red ginseng prepared with different steaming time**

Steaming time (hr)		2.5		3.5		4.5	
Parts		Main root	Rootlet	Main root	Rootlet	Main root	Rootlet
Soluble solids (%)		1.390 ± 0.070 <sup>a</sup>	0.865 ± 0.021 <sup>bc</sup>	0.855 ± 0.007 <sup>bc</sup>	0.870 ± 0.014 <sup>bc</sup>	0.905 ± 0.021 <sup>b</sup>	0.820 ± 0.014 <sup>c</sup>
Total phenolics (mg%)		13.062 ± 0.141 <sup>d</sup>	16.81 ± 0.516 <sup>a</sup>	15.706 ± 0.131 <sup>b</sup>	16.567 ± 0.296 <sup>a</sup>	14.51 ± 0.645 <sup>c</sup>	16.478 ± 0.115 <sup>a</sup>
Total flavonoid (mg%, d.b.)		0.100 ± 0.004 <sup>b</sup>	0.106 ± 0.004 <sup>b</sup>	0.106 ± 0.008 <sup>b</sup>	0.121 ± 0.004 <sup>a</sup>	0.104 ± 0.003 <sup>b</sup>	0.119 ± 0.001 <sup>a</sup>
Acidic polysaccharide (mg%)		2.213 ± 0.029 <sup>c</sup>	3.789 ± 0.110 <sup>c</sup>	4.682 ± 0.469 <sup>b</sup>	5.379 ± 0.201 <sup>a</sup>	5.275 ± 0.017 <sup>a</sup>	3.393 ± 0.122 <sup>d</sup>
Electron donating ability (%)		51.910 ± 0.510 <sup>b</sup>	47.760 ± 0.851 <sup>c</sup>	51.340 ± 1.480 <sup>bc</sup>	49.870 ± 0.690 <sup>bc</sup>	53.940 ± 0.800 <sup>a</sup>	50.050 ± 0.710 <sup>bc</sup>
Nitrite scavenging ability (%)	pH 1.2	65.96 ± 3.21 <sup>b</sup>	70.40 ± 1.08 <sup>a</sup>	66.86 ± 1.84 <sup>b</sup>	67.57 ± 1.43 <sup>ab</sup>	59.88 ± 0.70 <sup>c</sup>	61.20 ± 1.25 <sup>c</sup>
	pH 3.0	66.35 ± 3.78 <sup>a</sup>	65.12 ± 0.95 <sup>a</sup>	59.96 ± 1.31 <sup>b</sup>	63.63 ± 2.00 <sup>a</sup>	65.37 ± 1.72 <sup>a</sup>	59.26 ± 1.16 <sup>b</sup>
	pH 4.2	58.65 ± 1.19 <sup>a</sup>	57.50 ± 0.62 <sup>a</sup>	56.99 ± 0.48 <sup>a</sup>	53.35 ± 1.16 <sup>b</sup>	50.48 ± 1.10 <sup>c</sup>	51.31 ± 0.42 <sup>c</sup>
	pH 6.0	51.79 ± 1.84 <sup>b</sup>	55.55 ± 0.60 <sup>a</sup>	53.39 ± 0.49 <sup>b</sup>	47.48 ± 1.20 <sup>c</sup>	53.32 ± 0.47 <sup>b</sup>	47.40 ± 0.60 <sup>c</sup>

<sup>a-e)</sup>Means ± SD (n = 3) within the same row with different superscript letters are significantly different at  $p < 0.01$ .

**Table 4. Soluble solids, total phenolics, total flavonoid, acidic polysaccharide, electron donating ability, and nitrite scavenging ability of red ginseng with different drying methods**

Drying methods		Commercial hot-air drying		Freeze drying		Far-infrared drying	
Parts		Main root	Rootlet	Main root	Rootlet	Main root	Rootlet
Soluble solids (%)		0.740 ± 0.042 <sup>a</sup>	0.815 ± 0.021 <sup>a</sup>	0.560 ± 0.014 <sup>b</sup>	0.535 ± 0.035 <sup>b</sup>	0.595 ± 0.106 <sup>b</sup>	0.850 ± 0.424 <sup>a</sup>
Total phenolics (mg%)		8.661 ± 0.227 <sup>c</sup>	10.082 ± 0.150 <sup>d</sup>	11.401 ± 0.064 <sup>b</sup>	11.833 ± 0.225 <sup>a</sup>	11.167 ± 0.100 <sup>b</sup>	10.766 ± 0.150 <sup>c</sup>
Total flavonoid (mg%)		0.141 ± 0.004 <sup>ab</sup>	0.142 ± 0.003 <sup>ab</sup>	0.101 ± 0.003 <sup>c</sup>	0.133 ± 0.003 <sup>b</sup>	0.153 ± 0.004 <sup>a</sup>	0.144 ± 0.005 <sup>a</sup>
Acidic polysaccharide (mg%)		2.501 ± 0.077 <sup>d</sup>	3.685 ± 0.218 <sup>abc</sup>	3.342 ± 0.103 <sup>c</sup>	4.034 ± 0.344 <sup>a</sup>	3.619 ± 0.158 <sup>bc</sup>	3.931 ± 0.185 <sup>ab</sup>
Electron donating ability (%)		47.640 ± 1.780 <sup>a</sup>	49.900 ± 0.290 <sup>a</sup>	37.640 ± 1.360 <sup>b</sup>	30.280 ± 0.950 <sup>c</sup>	49.420 ± 0.580 <sup>a</sup>	38.350 ± 0.860 <sup>b</sup>
Nitrite scavenging ability (%)	pH 1.2	58.034 ± 2.51 <sup>b</sup>	61.980 ± 1.46 <sup>a</sup>	54.409 ± 2.78 <sup>c</sup>	49.874 ± 1.25 <sup>d</sup>	52.900 ± 2.25 <sup>cd</sup>	58.591 ± 1.43 <sup>ab</sup>
	pH 3.0	60.250 ± 1.94 <sup>bc</sup>	62.066 ± 1.88 <sup>b</sup>	55.808 ± 2.37 <sup>de</sup>	65.904 ± 2.54 <sup>a</sup>	53.425 ± 1.16 <sup>e</sup>	58.328 ± 0.21 <sup>cd</sup>
	pH 4.2	50.930 ± 0.73 <sup>a</sup>	51.192 ± 1.22 <sup>a</sup>	47.146 ± 1.23 <sup>b</sup>	50.619 ± 0.71 <sup>a</sup>	46.247 ± 0.49 <sup>b</sup>	46.961 ± 0.49 <sup>b</sup>
	pH 6.0	40.939 ± 0.64 <sup>c</sup>	45.396 ± 0.50 <sup>a</sup>	45.065 ± 0.69 <sup>ab</sup>	45.800 ± 0.89 <sup>a</sup>	46.742 ± 1.50 <sup>a</sup>	43.666 ± 0.86 <sup>b</sup>

<sup>a-e)</sup>Means ± SD (n = 3) within the same row with different superscript letters are significantly different at  $p < 0.01$ .

방법에 비해 유의적으로 낮은 반면, 총 플라보노이드 함량과 전자공여능은 동결건조 시료에서 가장 낮은 값을 보였다( $p < 0.01$ ). 그러나 전반적인 경향에서는 건조방법에 따라 기능성의 변화는 크지 않았다. Noh 등(13)은 양배추의 총 페놀성 화합물의 함량은 건조의 영향 보다는 추출용매나 추출시간 등의 영향을 받는다고 보고한 바 있다. 시료의 아질산염 소거능은 pH 3.0에서 가장 높은 값을 보였으나 건조방법별로는 뚜렷한 차이를 보이지 않았다. 이상의 결과에서 건조방법에 따른 홍삼 시료의 화학성분과 기능성은 동결건조나 열풍건조에 비해 원적외선 건조시료에서 다소 양호한 결과를 보여주었다(Table 4).

**증자 및 건조 조건에 따른 사포닌 및 ginsenoside**

증자 시간을 달리하여 제조한 홍삼의 조사포닌 및 ginsenoside 함량을 측정된 결과는 Table 5에 나타내었다. 본근과 지근의 비교에서 조사포닌 함량은 각각 3.58-4.44%와 8.92-10.24%로 지근이 본근에 비해 높은 것으로 확인되었다. 이는 인삼의 사포닌 성분은 표피부에 많이 존재하므로 표피의 면적이 넓은 지근이 높다고 판단된다. 그러나 시료의 조사포닌 함량은 증자시간에 따라 유의적인 변화를 보이지 않았다. Ginsenoside 패턴 및 함량을 보면 모든 시료에서 ginsenoside-Rg<sub>1</sub>, Re, Rf, Rb<sub>2</sub> 등의 순으로 높은 함량을 차지하였으나, 이들의 함량은 증자시간이 길어질수록 감소하는 경향이였다. 그러나 항암성 등 기능성(1-3)이 주목받고 있는 -Rg<sub>3</sub> 및 -Rh<sub>2</sub>의 함량은 증자시간이 길어질수록 유의적으로 증

가하였는데, 본근은 3.5시간, 지근은 4.5시간 증자 시료에서 각각 가장 높은 함량을 보여주었다( $p < 0.01$ ). 본 시료는 diol 계열(Rb<sub>1</sub>, Rc, Rb<sub>2</sub>, Rd)에 비해 triol 계열의 ginsenoside 함량이 더 높게 나타났다. 이는 Ryu(14)의 보고에서와 같이 증자삼에서 triol계 사포닌의 종류와 함량의 증가는 diol계 사포닌의 malonyl-ginsenoside가 증자에 의해 malonyl기의 분해로 사포닌의 구조적 변화를 일으켰기 때문이다.

건조조건을 달리하여 제조한 홍삼의 조사포닌 함량 및 ginsenoside 함량을 측정된 결과는 Table 6과 같다. 조사포닌 함량은 본근(3.61-5.42%)보다 지근(8.56-8.84%)의 함량이 높게 나타났으며, 건조방법별 차이는 보이지 않았다. 주요 ginsenoside의 건조방법에 따른 함량 차이를 보면, 열풍건조시료에서는 함량이 가장 많은 ginsenoside-Rg<sub>1</sub>만이 가장 높은 함량을 보였고, 동결건조시료에서는 -Re, -Rb<sub>2</sub>, -Rf, -Rg<sub>3</sub>, -Rh<sub>2</sub> 등이 가장 높은 값을 보였다. 한편 원적외선건조시료에서는 -Rh<sub>1</sub>, -Rc 및 -Rd의 함량이 가장 높았다. 이상의 결과에서 볼 때 증자된 시료의 건조방법을 ginsenoside 관점에서 고려한다면 동결건조방법(2,824 mg%)이 열풍건조(2,669 mg%)나 원적외선건조(2,667 mg%)에 비해 가장 타당한 것으로 판단되었다. 그러나 홍삼제조과정에서 생성된 ginsenoside-Rg<sub>3</sub> 및 Rh<sub>2</sub>(1,13,14)의 함량은 동결건조와 열풍건조 간에 유의적인 차이가 없지만, ginsenoside-Rg<sub>1</sub>을 제외한 나머지 ginsenoside 함량에서는 동결건조 시료가 상당히 높은 함량을 보였다.

**Table 5. Crude saponin and ginsenoside of red ginseng prepared with different steaming time**

Steaming time (hr)		2.5		3.5		4.5	
Parts	Main root	Rootlet	Main root	Rootlet	Main root	Rootlet	
Crude saponin (%)	3.838±0.025 <sup>b</sup>	8.918±0.669 <sup>a</sup>	4.435±0.510 <sup>b</sup>	9.608±0.569 <sup>a</sup>	3.576±0.573 <sup>b</sup>	10.243±0.791 <sup>a</sup>	
Ginsenoside (mg%)	R <sub>g1</sub>	757.379±56.558 <sup>c</sup>	853.046±2.721 <sup>b</sup>	778.556±1.579 <sup>bc</sup>	947.881±17.90 <sup>a</sup>	754.040±3.691 <sup>c</sup>	818.692±49.219 <sup>bc</sup>
	R <sub>e</sub>	535.766±50.925 <sup>b</sup>	1176.203±107.381 <sup>a</sup>	423.458±6.889 <sup>bc</sup>	1213.765±0.960 <sup>a</sup>	327.671±54.275 <sup>c</sup>	1196.175±20.948 <sup>a</sup>
	R <sub>f</sub>	99.656±30.087 <sup>b</sup>	151.900±8.438 <sup>a</sup>	86.445±1.837 <sup>b</sup>	119.300±4.163 <sup>ab</sup>	75.7352±13.830 <sup>b</sup>	165.616±32.570 <sup>a</sup>
	R <sub>h1</sub>	24.832±3.205 <sup>c</sup>	72.444±0.172 <sup>a</sup>	14.811±0.213 <sup>d</sup>	73.532±1.227 <sup>a</sup>	20.772±2.007 <sup>c</sup>	39.648±2.476 <sup>b</sup>
	R <sub>b1</sub>	11.855±0.992 <sup>b</sup>	24.458±2.035 <sup>a</sup>	11.779±0.109 <sup>b</sup>	26.470±0.408 <sup>a</sup>	9.569±1.747 <sup>b</sup>	27.773±2.341 <sup>a</sup>
	R <sub>c</sub>	64.774±6.152 <sup>c</sup>	217.304±21.290 <sup>b</sup>	61.647±0.673 <sup>c</sup>	247.531±1.613 <sup>ab</sup>	46.615±9.248 <sup>c</sup>	249.354±19.340 <sup>a</sup>
	R <sub>b2</sub>	73.259±6.062 <sup>c</sup>	165.042±15.579 <sup>b</sup>	68.697±4.493 <sup>c</sup>	196.010±1.650 <sup>a</sup>	56.505±10.896 <sup>c</sup>	201.615±16.516 <sup>a</sup>
	R <sub>d</sub>	19.472±0.943 <sup>c</sup>	75.574±6.349 <sup>b</sup>	16.527±2.011 <sup>cd</sup>	88.524±0.158 <sup>a</sup>	5.821±1.124 <sup>d</sup>	97.119±9.555 <sup>a</sup>
	R <sub>g3</sub>	2.189±0.065 <sup>d</sup>	15.003±1.565 <sup>bc</sup>	8.569±4.309 <sup>cd</sup>	17.787±1.136 <sup>ab</sup>	5.175±1.041 <sup>d</sup>	23.121±4.951 <sup>a</sup>
	R <sub>h2</sub>	3.441±0.191 <sup>b</sup>	20.349±0.537 <sup>a</sup>	9.594±2.542 <sup>b</sup>	20.708±1.142 <sup>a</sup>	4.141±0.184 <sup>b</sup>	24.358±5.353 <sup>a</sup>
Total	1692.624±148.642 <sup>b</sup>	2871.322±148.818 <sup>a</sup>	1580.082±24.232 <sup>bc</sup>	3051.508±15.692 <sup>a</sup>	1406.046±95.965 <sup>c</sup>	2943.501±0.305 <sup>a</sup>	

<sup>a-d</sup>Means ± SD (n = 3) within the same row with different superscript letters are significantly different at  $p < 0.01$ .

**Table 6. Crude saponin and ginsenoside of red ginseng prepared with different drying methods**

Drying methods		Commercial hot-air drying		Freeze drying		Far-infrared drying	
Parts	Main root	Rootlet	Main root	Rootlet	Main root	Rootlet	
Crude saponin (%)	3.610±0.489 <sup>b</sup>	8.839±0.539 <sup>a</sup>	4.683±0.438 <sup>b</sup>	8.643±0.283 <sup>a</sup>	5.416±1.763 <sup>b</sup>	8.556±0.593 <sup>a</sup>	
Ginsenoside (mg%)	R <sub>g1</sub>	667.586±28.855 <sup>a</sup>	689.373±5.932 <sup>a</sup>	520.570±0.213 <sup>b</sup>	669.706±67.454 <sup>a</sup>	562.400±1.535 <sup>b</sup>	694.118±112.703 <sup>a</sup>
	R <sub>e</sub>	380.578±19.479 <sup>c</sup>	1030.086±6.175 <sup>b</sup>	525.854±148.801 <sup>c</sup>	1679.965±10.494 <sup>a</sup>	361.528±844.537 <sup>c</sup>	844.538±112.703 <sup>b</sup>
	R <sub>f</sub>	70.985±9.196 <sup>c</sup>	134.620±1.183 <sup>a</sup>	82.328±4.931 <sup>bc</sup>	89.751±1.541 <sup>bc</sup>	79.100±20.590 <sup>bc</sup>	113.069±26.301 <sup>ab</sup>
	R <sub>h1</sub>	9.229±2.782 <sup>c</sup>	11.396±0.770 <sup>c</sup>	30.791±2.154 <sup>d</sup>	91.311±2.176 <sup>a</sup>	37.509±1.639 <sup>c</sup>	44.811±0.183 <sup>b</sup>
	R <sub>b1</sub>	9.769±0.871 <sup>d</sup>	23.206±0.207 <sup>a</sup>	12.459±0.799 <sup>cd</sup>	16.660±0.622 <sup>bc</sup>	12.724±4.665 <sup>cd</sup>	20.235±2.851 <sup>ab</sup>
	R <sub>c</sub>	51.637±5.412 <sup>d</sup>	219.463±0.354 <sup>a</sup>	74.507±7.139 <sup>cd</sup>	150.874±1.772 <sup>b</sup>	77.335±20.017 <sup>c</sup>	206.050±9.739 <sup>a</sup>
	R <sub>b2</sub>	61.718±5.888 <sup>c</sup>	170.606±0.622 <sup>a</sup>	81.897±5.358 <sup>c</sup>	114.976±0.881 <sup>b</sup>	77.335±17.327 <sup>c</sup>	151.130±20.123 <sup>a</sup>
	R <sub>d</sub>	6.458±0.697 <sup>d</sup>	81.633±1.504 <sup>a</sup>	24.714±3.267 <sup>c</sup>	51.304±1.503 <sup>b</sup>	48.380±3.880 <sup>b</sup>	74.308±11.575 <sup>a</sup>
	R <sub>g3</sub>	12.589±1.046 <sup>bc</sup>	18.967±2.136 <sup>a</sup>	13.625±2.058 <sup>b</sup>	16.492±0.859 <sup>ab</sup>	7.549±3.651 <sup>c</sup>	8.310±0.530 <sup>c</sup>
	R <sub>h2</sub>	8.799±1.343 <sup>c</sup>	17.949±0.842 <sup>a</sup>	9.778±1.930 <sup>c</sup>	14.364±0.845 <sup>b</sup>	5.513±1.730 <sup>d</sup>	8.986±0.809 <sup>c</sup>
Total	2669.323±149.137 <sup>c</sup>	4860.453±16.911 <sup>b</sup>	2824.804±346.712 <sup>c</sup>	5971.115±165.270 <sup>a</sup>	2667.287±55.833 <sup>c</sup>	4411.235±332.452 <sup>b</sup>	

<sup>a-d</sup>Means ± SD (n = 3) within the same row with different superscript letters are significantly different at  $p < 0.01$ .

## 요 약

경북 풍기산 원료삼의 증자 및 건조 조건별 홍삼의 품질 및 기능성을 알아보기 위해 5년 근을 대상으로 증자 조건(2.5, 3.5, 4.5시간)과 건조 조건(열풍건조: 60-65°C/24시간, 40°C/3-4일, 동결건조: -80°C/56시간, 원적외선건조: 900 W/62°C/68시간) 별로 이 화학적 특성과 ginsenoside 함량을 비교 분석하였다. 시료의 황색도와 갈변도는 지근이 본근에 비해 높은 수치를 보였으며, 증자 시간 3.5, 4.5, 2.5시간의 순으로 그리고, 원적외선건조, 열풍건조, 동결건조의 순으로 높은 수치를 보였다. 증자 및 건조시료의 가용성 고형분, 총 페놀, 총 플라보노이드, 산성다당체, 전자공여능 등의 특성은 3.5시간 증자와 원적외선 건조가 가장 양호한 결과를 보였다. 조사포닌 함량은 증자시간 및 건조방법에 영향을 받지 않았다. 함량이 높은 ginsenoside-Rg<sub>1</sub>, -Re, -Rf, -Rb<sub>2</sub> 등은 증자시간이 길어질수록 감소하였으나 -Rg<sub>3</sub> 및 -Rh<sub>2</sub>의 함량은 유의적으로 증가하여 본근은 3.5시간, 지근은 4.5시간 증자시료에서 가장 높은 함량을 보였다( $p < 0.01$ ). 증자 시료의 건조방법을 ginsenoside 관점에서 고려한다면 동결건조방법(2,824 mg%)이 열풍건조(2,669 mg%)나 원적외선건조(2,667 mg%)에 비해 가장 타당

한 것으로 판단되며, ginsenoside-Rg<sub>3</sub> 및 Rh<sub>2</sub>의 함량은 동결건조와 열풍건조 간에 유의적인 차이가 없었다.

## 감사의 글

본 논문은 농림기술개발사업에 의해 수행된 연구결과이며, 지원에 감사드립니다.

## 문 헌

1. KG & TRI. New Korean Ginseng. Korea Ginseng & Tobacco Research Institute. Daejeon, Korea. pp. 13-260 (1996)
2. Park CK, Kwak YS, Hwang MS, Kim SC, Do JH. Trends and prospect of ginseng products in market health functional food. Food Sci. Ind. 40: 30-45 (2007)
3. Yoon SR, Lee MH, Park JH, Lee IS, Kwon JH, Lee GD. Changes in physicochemical compounds with heating treatment of ginseng. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 34: 1572-1578 (2005)
4. Kwon JH, Bélanger JMR, Paré JRJ. Optimization of microwave-assisted extraction (MAP) for ginseng components by response surface methodology. J. Agr. Food Chem. 51: 1807-1810 (2003)
5. Amerine MA, Ough CS. Method for analysis of musts and wine.

- Wiley & Sons, New York, NY, USA. pp. 176-180 (1980)
6. Lee JM, Son ES, Oh SS, Han DS. Contents of total flavonoid and biological activities of edible plants. *Korean J. Diet. Culture* 16: 504-515 (2001)
  7. Do JH, Lee HO, Lee SK, Jang JK. Colorimetric determination of acidic polysaccharide of red ginseng on lipolytic action of toxohormone-L form panax ginseng, its extraction condition and stability. *Korean J. Ginseng Sci.* 17: 139-144 (1993)
  8. Blios MS. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature* 181: 1199-1203 (1958)
  9. Kato H, Lee IE, Chuyen NV, Kim SB, Hayase F. Inhibition of nitrosamine formation by nondialyzable melanoidens. *Agr. Biol. Chem. Tokyo* 51: 1333-1338 (1987)
  10. Lee CR, Whang WK, Shin CG, Lee HS, Han ST, Im BO, Ko SK. Comparison of composition and contents in fresh ginseng roots cultivated in Korea, Japan, and China at various ages. *Korean J. Food Sci. Technol.* 36: 847-850 (2004)
  11. SAS Institute, Inc. SAS User's Guide. Statistical Analysis Systems Institute, Cary, NC, USA (2003).
  12. Park MH, Kim KC, Kim JS. Changes in the physicochemical properties of ginseng by roasting. *Korean J. Ginseng Sci.* 17: 228-231 (1993)
  13. Noh JE, Choi YK, Kim HK, Kwon JH. Pre-establishment of microwave-assisted extraction condition for antioxidative extracts from cabbage. *Korean J. Food Preserv.* 12: 62-67 (2005)
  14. Ryu GH. Present status of red ginseng products and its manufacturing process. *Food Ind. Nutr.* 8: 38-42 (2003)