J Korean Soc Food Sci Nutr
42(6), 911~916(2013)

한국식품영양과학회지
http://dx.doi.org/10.3746/jkfn.2013.42.6.911

# 열처리 온도에 따른 수경재배인삼의 화학성분과 효소활성

황초롱[1] · 정은미[1] · 이상훈[1] · 황인국[2] · 김용범[3] · 정재현[4] · 이준수[1] · 정헌상[1†]

[1]충북대학교 식품공학과, [2]국립농업과학원 가공이용과
[3]국립원예특작과학원 인삼과, [4]충주대학교 식품공학과

# Chemical Components and Enzyme Activity of Hydroponic-cultured Ginseng Roots and Leaves under Different Heating Temperatures

**Cho Rong Hwang[1], Eun Mi Joung[1], Sang Hoon Lee[1], In Guk Hwang[2], Yong Bum Kim[3], Jae Hyun Jeong[4], Junsoo Lee[1], and Heon Sang Jeong[1†]**

*[1]Dept. of Food Science and Technology, Chungbuk National University, Chungbuk 361-763, Korea*
*[2]Dept. of Agro-food Resources, National Academy of Agricultural Science, Gyeonggi 441-857, Korea*
*[3]Dept. of Ginseng Research, National Institute of Horticultural & Herbal Science, Chungbuk 369-873, Korea*
*[4]Dept. of Food Science and Technology, Chungju National University, Chungbuk 368-701, Korea*

## Abstract

**This study investigated changes in the chemical components and enzyme activities from hydroponic-cultured ginseng roots (HGR) and leaves (HGL) with various heating temperatures (90, 110, 130, and 150°C) for 2 hours. The UV-absorbance and browning intensity of heated ginseng significantly increased with heating temperature. 5-HMF contents also significantly increased with increasing heating temperature. The free sugars (fructose, glucose, and sucrose) were detected and sucrose content decreased, but fructose and glucose content increased with increasing heating temperature. Malic, citric, lactic, and oxalic acid contents were 817.52, 722.25, 122.06, and 18.43 mg%, respectively, in HGR and 682.84, 338.21, 90.37, and 0 mg%, respectively, in HGL at 150°C. Tyrosinase and ACE inhibitory activities significantly increased with heating temperature. These results show that various components and activities of HGT and HGL significantly increase with heating temperature.**

**Key words:** hydroponic-cultured ginseng, heating temperature, chemical component, enzyme inhibitory activity

## 서 론

인삼(*Panax ginseng* C.A. Meyer)은 오가피과(Araliaceae) 인삼속에 속하는 다년생 초본류로서 한방에서는 그 뿌리를 주로 이용하고 있는 대표적인 약용작물이다. 인삼의 주요 생리활성 성분으로는 사포닌을 비롯하여 정유성분, 폴리아세틸렌, 페놀성분, 배당체 및 산성펩타이드 등이 있으며, 그 밖에도 비타민, 당류, 무기질과 같은 다양한 영양성분들이 함유되어 있다(1). 인삼의 효능으로는 항산화 및 항스트레스 활성(2,3), 면역기능조절(4), 중추신경계 작용(5), 항암활성(6-8), 항당뇨 효과(9) 등이 보고되었다.

식품의 열처리 가공은 식품의 저장수명을 연장시키고 품질을 향상시키기 위하여 사용되지만 열처리 가공 중 열에 민감한 영양소의 파괴 및 활성물질의 손실 등의 문제점들이 발생되어 제한적으로 사용되고 있다. 그러나 최근 연구에서는 과일 및 채소류 등을 100°C 정도에서 가열하거나 데치기 하는 경우, 150~200°C 정도에서 로스팅과 같이 건열처리 하는 경우 그리고 120°C 범위에서 고압살균과 같이 습열처리 하는 경우 다양한 변화에 의해 생리활성물질이 증가한다고 보고되면서(10) 이와 관련된 다양한 연구가 진행되고 있다. 감초를 열처리할 경우에 항산화활성이 증가하며(11), 그 밖에도 인삼(12), 배(13), 마늘(14), 멜론, 사과, 토마토, 참외 및 수박(15) 등 여러 가지 과일 및 채소류의 열처리 시 폴리페놀 및 플라보노이드 함량이 증가하며 항산화 활성이 증가한다고 보고하는 등 열처리에 관한 연구들이 활발하게 진행되고 있다.

최근 소비자들의 농산물 안전성에 대한 관심에 고조되면서 작물 보호제를 사용하지 않고 고품질 인삼을 생산할 수 있는 기술인 수경재배인삼이 식품원료로 사용가능함에 따라 이에 대한 연구의 필요성이 대두되고 있지만 이에 대한 연구는 찾아보기 어려운 실정이며, 지금까지 인삼에 대해 많은 연구가 진행되어 왔지만 주로 뿌리에 대한 연구가 주를 이루고 있고 잎과 관련된 연구는 미비하였다. 따라서 본 연구에서는 최근 다양한 식품소재로 이용되고 있는 수경재배

†Corresponding author. E-mail: hsjeong@chungbuk.ac.kr
Phone: 82-43-261-2570, Fax: 82-43-271-4412

인삼을 다양한 온도에서 열처리 후 변화하는 화학성분과 효소활성 변화를 평가하여 기능성 식품으로의 개발 가능성을 검토하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 재료

본 실험에 사용된 수경재배인삼은 2011년 충북 청원군에서 재배된 것을 사용하였다. 시료는 수세 후 뿌리 부분(인삼)과 잎줄기 부분으로 분리한 후 폴리에틸렌필름에 밀봉한 다음 -20°C에 저장하면서 실험에 사용하였다.

### 열처리방법

수경재배인삼과 잎줄기의 열처리를 위한 온도와 시간은 선행연구(11-15)를 참고하여 90, 110, 130 및 150°C로 설정하였고 열처리 시간은 2시간으로 고정하였으며, 열처리를 하지 않은 시료를 대조구로 하였다. 고온 열처리장치(JISCO, Seoul, Korea)는 10 kg/cm$^2$ 이상의 압력에서도 견딜 수 있도록 설계·제작된 것으로 가열에 의해 증기압을 발생시키는 외부용기, 안전변과 공기배출구, 압력게이지로 구성된 뚜껑, 그리고 시료를 넣는 내부용기로 구성되어 있으며 모든 실험은 3회 반복하였다.

### 추출물 제조

열처리 한 수경재배인삼과 잎줄기에 80% 에탄올을 가하여 초음파 추출장치(SD-350H, Seong Dong, Seoul, Korea)로 1시간씩 3회 반복 추출한 다음 추출액을 합쳐 감압여과하고 회전진공농축기(EYELA N-1000, Eyela Co., Tokyo, Japan)로 38°C에서 용매를 완전히 제거시킨 다음 동결건조(Modulyod-115, Thermo Electron Co., Waltham, MA, USA)하여 -20°C에 보관하면서 분석용 시료로 사용하였다.

### 갈변도

열처리 시료의 갈변도는 Ajandouz 등(16)의 방법에 따라 측정하였다. 열처리 한 수경재배인삼과 잎줄기 추출물을 회전진공농축기(EYELA N-1000)로 농축한 후 증류수 100 mL를 가하여 재용해 하였다. 20 mL를 취하여 그중 1 mL를 5배 희석하고 분광광도계(UC-1650, Shimadzu, Kyoto, Japan)를 이용하여 Maillard 반응 중간생성물을 측정하는 294 nm와 Maillard 반응 최종생성물을 측정하는 420 nm에서 흡광도를 측정하였다.

### 5-Hydroxy methyl furfural(5-HMF) 함량 측정

열처리 시료 추출물의 5-HMF 함량은 Kwon 등(14)의 방법에 따라 분석하였다. 열처리한 시료 추출물을 ethyl acetate로 3회 분획한 후 농축하여 증류수로 용해시킨 다음 0.45 μm syringe filter로 여과하여 HPLC(ACME 9000 system, Younglin, Anyang, Korea)로 분석하였다. 칼럼은 mightysil RP-18 GP column(4.6×250 mm, 5 μm, Kanto Chemical, Tokyo, Japan), 이동상은 acetonitrile-water(20:80, v/v), 검출기는 UV detecter(Younglin)로 280 nm에서 분석하였으며, 유속은 0.6 mL/min, 주입량은 20 μL로 하였고 표준물질은 5-HMF(Wako Pure Chemical Co., Osaka, Japan)를 사용하 였다.

### 유리당 함량 측정

열처리 시료 추출물의 유리당 함량은 Bae 등(17)의 방법을 변형하여 분석하였다. 즉 시료 추출물을 0.45 μm syringe filter로 여과하여 분석시료로 사용하였다. 분석기기는 HPLC (Waters 2695, Waters, New Castle, DE, USA)를 이용하였고, 칼럼은 carbohydrate(4.6×150 mm, Agilent Technologies, Santa Clara, CA, USA), 이동상은 acetonitrile-water (75:25, v/v), 검출기는 RI detector(Waters 2414, Waters), 유속은 1 mL/min, 주입량은 20 μL로 하였다. 표준물질은 fructose, glucose 및 sucrose(Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA)를 사용하였다.

### 유기산 함량 분석

열처리 시료 추출물의 유기산 함량은 Woo 등(18)의 방법에 따라 분석하였다. 시료 10 g에 증류수 50 mL를 가해 초음파 추출 후 0.45 μm membrane filter로 여과한 후 HPLC (Thermo Separation Products, Waltham, MA, USA)로 분석하였다. 칼럼은 aminex HPX-87H ion exclusion column(7.8×300 mm, Bio-Rad, Hercules, CA, USA)을 사용하였고, 이동상은 0.008 N sulphuric acid, 검출기는 UV detector(Spectra System UV1000, Thermo Separation Products)로 215 nm에서 분석하였으며, 유속은 0.6 mL/min, 주입량은 20 μL로 하였다. 표준물질로는 citric acid, marlic acid 및 succinic acid(Sigma-Aldrich)를 사용하였다.

### Tyrosinase 저해활성 측정

Tyrosinase 활성은 Kubo 등(19)의 방법을 변형하여 사용하였다. 반응액의 총 부피는 300 μL이며, 0.07 M sodium phosphate buffer(180 μL), 각 추출액(30 μL), 0.1 mM L-DOPA(40 μL), tyrosinase(50 μL)를 넣고 25°C에서 10분 동안 반응시킨 후 475 nm에서 흡광도를 측정하였다.

### ACE(angiotensin converting enzyme I) 저해활성 측정

열처리 시료 추출물의 ACE 저해능은 Cushman과 Cheung (20)의 방법을 변형하여 측정하였다. 추출물 100 μL에 0.2 mU ACE 정제효소액 80 μL와 5 mM hippury-histidyl-leucine(HHL) 기질 100 μL를 가하고 37°C에서 60분 방치한 다음 1 M HCl 250 μL를 가하여 반응을 정지시킨 후 0.45 μm syringe filters(Millipore, Billerica, MA, USA)로 여과 후 HPLC(ACME 9000 system, Younglin)로 분석하였다. 칼럼은 Nova-pak C18(3.9 mm×150 mm, 4 μm, Waters Corp., Milford, MA, USA)을 사용하였고 검출기는 UV detector (Younglin)로 228 nm에서 분석하였으며 이동상은 A를 10

**Table 1. Browning index of hydroponic-cultured ginseng roots and leaves by heating temperature**

| Heating temperature (°C) | UV absorbance index (294 nm) | | Browning index (420 nm) | |
|---|---|---|---|---|
| | Roots | Leaves | Roots | Leaves |
| Raw material | 0.795±0.009[a1)] | 0.515±0.004[a] | 0.155±0.001[a] | 0.243±0.021[a] |
| 90 | 0.949±0.012[b] | 0.855±0.015[b] | 0.209±0.006[b] | 0.419±0.006[b] |
| 110 | 1.445±0.048[c] | 1.547±0.503[c] | 0.595±0.026[c] | 0.503±0.003[c] |
| 130 | 2.471±0.078[d] | 1.789±0.027[d] | 0.711±0.046[d] | 0.531±0.006[d] |
| 150 | 2.734±0.081[e] | 2.000±0.054[e] | 1.334±0.012[e] | 0.614±0.006[e] |

[1)]Different letters in the same column indicate a significant difference ($p<0.05$).

mM phosphoric acid(pH 2.5), B를 methanol로 A:B의 초기 비율을 100:0으로 시작하고 8분에 40:60, 13분에 0:100, 18분에 100:0의 비율로 단계적인 gradient system을 사용하여 0.8 mL/min의 유속으로 흘려주었고 20 μL를 주입하여 분석하였다.

### 통계분석

모든 실험은 3회 반복 측정하였으며 통계분석은 SPSS Ver 12.0 package program(Statistical Package for the Social Science, Ver. 12.0, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하여 각 측정 군의 평균과 표준편차를 산출하고 Duncan's multiple range test(p=0.05)를 이용하여 유의성을 검정하였다.

## 결과 및 고찰

### 갈변도

열처리에 따른 수경재배인삼과 잎줄기의 갈변도를 측정한 결과는 Table 1과 같다. 열처리 온도가 증가함에 따라 Maillard 반응 중간생성물과 최종생성물 모두 유의적으로 증가하였다. 수경재배인삼의 중간생성물은 0.795에서 2.734로, 잎줄기는 0.515에서 2.000으로 증가하였으며, 최종생성물은 각각 0.155에서 1.334로 그리고 0.243에서 0.614로 유의적으로 증가하였다($p<0.05$). 이러한 결과는 열처리 온도와 시간에 따른 고려홍삼의 수용성 갈변물질에 대한 연구에서 열처리 온도와 시간이 증가할수록 갈변도가 증가한다는 연구결과와 유사한 경향을 나타내었다(21). 이는 열에 의해 인삼 중의 유리당과 ginsenoside에 결합한 당이 가수분해 되어 고온에서 단백질과 주요 반응인 amino-carbonyl 반응이 일어나 갈변이 증가되었다고 판단된다.

### 5-HMF 함량

마이얄 반응과 카라멜 반응의 중간생성물을 확인하고자 열처리 조건에 따른 수경재배인삼과 잎줄기의 5-HMF의 함량을 측정한 결과는 Fig. 1과 같다. 열처리 하지 않은 수경재배인삼과 잎줄기에서는 5-HMF가 검출되지 않았으며, 열처리 온도의 증가에 따라 수경재배인삼의 경우 110°C까지는 완만한 증가를 보였지만 130 및 150°C의 온도에서는 각각 243.92 및 878.87 ppm으로 급격한 증가를 보였으며, 잎줄기의 경우에는 4.36 ppm에서 44.34 ppm으로 다소 완만한 증가

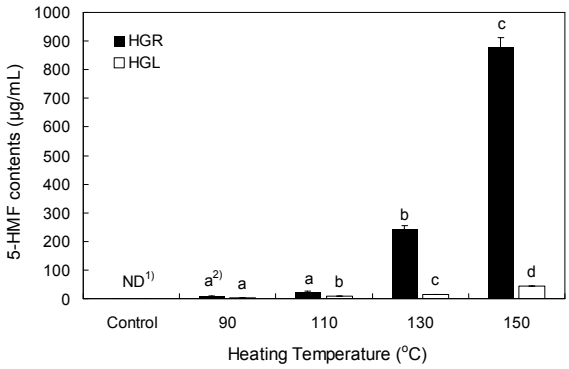


**Fig. 1. Change of 5-HMF contents on hydroponic-cultured ginseng roots (HGR) and leaves (HGL) with heating temperature.** [1)]ND: Not detected. [2)]Different letters in the same items indicate a significant difference ($p<0.05$).

를 나타내었다. 또한 잎줄기보다는 인삼부분에서 더 많은 5-HMF 함량을 보였는데, 이는 비효소적 갈변반응을 일으킬 수 있는 물질이 잎보다는 뿌리에 더 많이 함유되어 있기 때문이라고 생각된다. Yang 등(12)의 연구에 의하면 인삼의 5-HMF 함량은 열처리 온도에 따라 2.11 ppm에서 2,656.65 ppm까지 급격히 증가하는 경향을 보이며, Kwon 등(14)의 마늘에서도 열처리 온도에 따라 163.5 ppm에서 6,350.5 ppm까지 증가한다고 보고하였으며, Hwang 등(22)의 더덕 및 도라지도 열처리 온도에 따라 4.47 및 4.36 ppm에서 각각 1,600 및 2,256 ppm으로 증가한다는 연구와 일치하였다. 5-HMF가 마이얄 반응 및 카라멜 반응으로 인한 멜라노이딘 형성 중 생성되는 물질임을 생각할 때 비 효소적 갈변반응 중 주로 카라멜 반응에 의해 5-HMF 함량이 증가했을 것이라 생각된다.

### 유리당 함량

열처리에 따른 수경재배인삼과 잎줄기의 유리당 함량을 분석한 결과 뿌리에서만 유리당이 검출되었으며, fructose, glucose 및 sucrose 3개의 당이 검출되었고 그 결과는 Fig. 2와 같다. 열처리하기 전 대조구의 전체 유리당 함량은 5.99%이었으며, sucrose는 열처리 온도가 증가함에 따라 그 함량은 감소하였고 fructose 및 glucose의 함량은 증가하였다. Fructose와 glucose 함량은 열처리 하지 않은 대조군에서 0.47 및 0.55%를 나타내었으나 150°C에서 각각 2.45 및 2.79%로 증가하였으며, sucrose 함량은 4.97%에서 0.34%로 감소하였다. Kwak 등(23)의 연구에서도 홍삼의 물추출물에

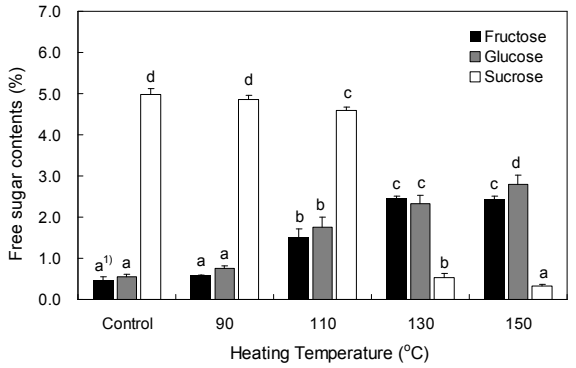


**Fig. 2. Change of free sugar contents on hydroponic-cultured ginseng roots (HGR) and leaves (HGL) with heating temperature.** [1)]Different letters in the same items indicate a significant difference ($p<0.05$).

대한 주요 유리당은 fructose 및 glucose이었으며, 100°C 이상으로 열처리 온도가 증가할수록 유리당 함량은 증가한다는 연구결과와 일치하였다. Fructose는 대조군에서 9.59%인 반면 100, 110 및 120°C 처리구에서는 각각 11.03, 11.58 및 11.85%로 증가하였으며, glucose 함량 또한 온도 의존적으로 증가하는 경향을 나타내었다. Choi 등(24)은 백삼의 전체 유리당 함량은 5.97%이었다고 하였는데 본 연구와 유사한 결과를 나타내었다. 이러한 결과는 열처리 온도가 증가함에 따라 고온에서 이당류인 sucrose가 단당류인 fructose와 glucose로 분해되기 때문으로 판단된다. 5-HMF 함량을 유리당 변화와 비교해 보면 fructose 함량이 감소하는 130°C 처리구부터 5-HMF의 함량이 급격히 증가하였으며, 이러한 결과로 당이 열처리에 의해 분해되어 5-HMF의 함량이 증가 되었다고 생각된다.

### 유기산 함량

열처리에 따른 수경재배인삼과 잎줄기의 유기산 함량을 분석한 결과 수경재배인삼에서는 oxalic acid, citric acid, DL-malic acid 및 lactic acid 4종류(Fig. 3), 그리고 잎줄기에서는 citric acid, DL-malic acid 및 lactic acid 3종류가 검출되었다(Fig. 4). 수경재배인삼과 잎줄기의 유기산 함량

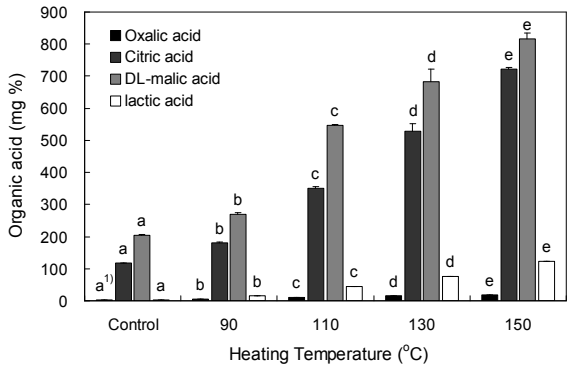


**Fig. 3. Change of organic acid contents on hydroponic-cultured ginseng roots (HGR) with heating temperature.** [1)]Different letters in the same items indicate a significant difference ($p<0.05$).

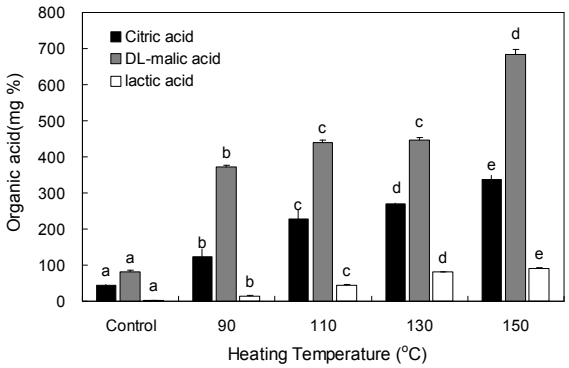


**Fig. 4. Change of organic acid contents on hydroponic-cultured ginseng leaves (HGL) with heating temperature.** Different letters in the same items indicate a significant difference ($p<0.05$).

은 열처리 온도가 증가함에 따라 증가하였으며, 처리온도별 citric acid의 함량은 대조구에서 각각 118.36 및 44.70 mg%이었고 150°C 처리구에서는 각각 722.25 및 338.21 mg%로 7배 정도 증가하였다. DL-malic acid 함량은 대조구에서 각각 203.76 및 82.42 mg%이었던 것이 150°C 처리구에서는 817.52 및 682.84 mg%로, 그리고 lactic acid 함량은 3.4 및 2.63 mg%에서 122.06 및 90.37 mg%로 증가하였다. Oxalic acid는 수경재배인삼에서만 검출되었는데 대조구에서는 3.27 mg%로 미량 존재하였지만 열처리 온도가 증가함에 따라 18.43 mg%로 증가하였다. 이러한 유기산 함량의 증가는 열처리 시 당이 유기산으로 분해된다고 보고한 Aida 등(25)의 연구로 미루어 보아 시료의 당이 열처리에 의해 분해되면서 유기산 함량이 증가된 것으로 생각되며, Woo 등(18)과 Hwang 등(22)의 연구에서도 온도와 시간이 증가할수록 대조구에서 검출되지 않았던 유기산이 증가하는 것으로 보고하였다. 이러한 결과는 열처리 온도가 증가함에 따라 고온에서 이당류인 sucrose가 단당류인 fructose와 glucose로 분해되고 분해된 fructose 및 glucose가 지속적인 열분해로 인하여 HMF, furfural 및 5-methyl furfural 등과 유기산으로 분해되기 때문이라 생각된다.

### Tyrosinase 저해활성

멜라닌 생성에 관계된 핵심 효소는 tyrosinase이며 이 효소는 tyrosine으로부터 시작되는 멜라닌 생합성 과정 중, 타이로신에서 DOPA로 그리고 DOPA에서 DOPA quinone, 그리고 DHI로부터 eumelanin으로 전환을 촉매하는데 관여한다. Tyrosinase 저해활성은 피부의 미백과 피부노화방지 등의 역할을 하므로 천연물로부터 tyrosinase 저해활성 물질을 찾아내려는 연구가 활발히 진행되고 있다(26). 열처리에 따른 수경재배인삼과 잎줄기의 tyrosinase 저해활성을 측정한 결과는 Fig. 5와 같다. 각각의 저해활성은 시료 10 mg/mL의 농도에서 측정한 것으로 열처리 하지 않은 대조구에서는 수경재배인삼(13%)보다 잎줄기(18%)에서 약간 높은 활성을 보였다. 수경재배인삼의 경우 110°C까지는 유의적인 차이를 나타내지 않았으나 130°C 이상의 온도에서는 23~36%로 증

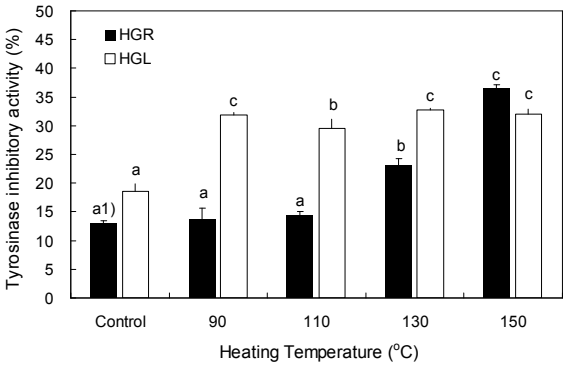


**Fig. 5. Change of tyrosinase inhibitory activity on hydroponic-cultured ginseng roots (HGR) and leaves (HGL) with heating temperature.** [1)]Different letters in the same items indicate a significant difference ($p<0.05$).

가하였다. 잎줄기의 경우 열처리를 하지 않은 대조구에서는 18%의 저해활성을 나타내었지만 열처리 시 증가하였고 온도별 차이는 유의적이지 않았다.

ACE(angiotensin converting enzyme I) 저해활성

열처리에 따른 수경재배인삼과 잎줄기의 ACE 저해활성을 측정한 결과는 Fig. 6과 같다. ACE는 불활성형의 angiotensin-I(decapeptide)의 C 말단에 존재하는 His-Leu를 절단하여 혈관별 수축작용을 하는 angiotensin-Ⅱ(octapeptide)를 생성하고 혈압을 감소시키는 bradykinin을 불활성화시키는 효소이다. 각각의 저해활성은 시료 10 mg/mL의 농도에서 측정한 것으로 열처리 하지 않은 대조구에서는 활성이 없었지만, 열처리 온도가 증가함에 따라 수경재배인삼의 경우 10%에서 75%로, 잎줄기는 35%에서 80% 정도로 저해활성이 증가하였다. 추출조건별 인삼의 ACE 저해활성을 살펴본 Lee 등(27)에 따르면 4 mg/mL의 농도에서 86.5~93.8%로 높은 활성을 나타내었다고 보고하였다. 본 연구에서는 열처리 하지 않은 대조군에서는 활성이 나타나지 않았는데, 이렇게 차이가 나는 이유는 본 연구에서는 상온 추출하였고 Lee 등(27)의 연구에서는 85°C의 온도에서 환류추출한 것으로 보아 추출방법이 차이가 있어 결과가 상이한 것으로 판단된다. ACE 저해제는 ACE의 작용을 저해함으로써 angiotensin-Ⅱ의 생성저해, aldoterone 분비감소, 혈관확장제인 bradykinin 증가 등의 과정을 통해 신장혈관을 확장시켜 sodium의 배설을 촉진함으로써 혈압을 낮추어 주는 역할을 한다. 이러한 결과는 열처리 온도가 증가함에 따라 인삼사포닌 중 혈압저하 효과를 발휘하는 것으로 널리 알려진 Rg3의 함량의 증가로 인해 ACE 저해활성 또한 증가한 것으로 사료되어지며, 그 작용기전에 대한 연구는 미비하여 ACE 저해와의 관련성 여부는 더 연구되어야 할 것으로 생각된다.

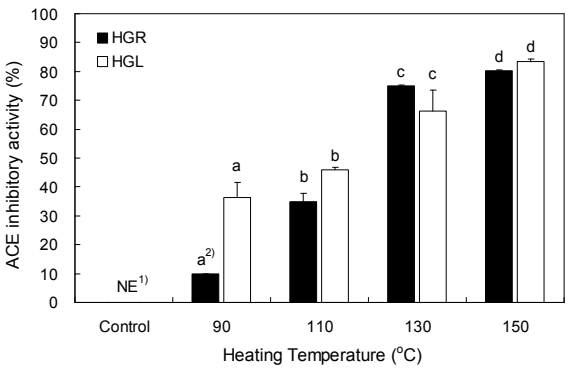


**Fig. 6. Change of ACE inhibitory activity on hydroponic-cultured ginseng roots (HGR) and leaves (HGL) with heating temperature.** [1)]NE: Not effected. [2)]Different letters in the same items indicate a significant difference ($p<0.05$).

## 요 약

열처리에 따른 수경재배인삼과 잎줄기의 화학성분과 효소활성 변화를 살펴보기 위하여 90, 110, 130 및 150°C에서 2시간 열처리한 후 갈변도, 5-HMF, 유리당, 유기산 함량, 효소활성을 살펴보았다. Tyrosinase와 ACE 저해활성 등 효소활성은 높은 저해활성을 나타내지는 않았지만 온도가 증가함에 따라 유의적으로 그 활성이 증가하였다. Maillard 반응의 중간 및 최종 단계의 생성물인 5-HMF, 유리당, 유기산의 함량은 열처리 온도가 증가함에 따라 유의적으로 증가하였다. 5-HMF 함량은 수경재배인삼과 잎줄기 모두 대조구에서는 검출되지 않았지만 열처리 온도가 증가함에 따라 증가하였다. 유리당은 수경재배인삼에서는 fructose, glucose 및 sucrose 3종류의 당이 검출되었다. Sucrose는 열처리 온도가 증가함에 따라 감소하였으며, fructose 및 glucose 함량은 증가하였다. 열처리 온도가 증가함에 따라 이당류가 단당류로 분해되고 지속적인 열분해로 인하여 HMF, furfural 및 5-methyl furfural 등과 유기산으로 분해되기 때문에 유기산 함량 또한 증가하였다. 본 연구결과를 바탕으로 기능성 식품 소재로의 이용을 위하여 다양한 열처리 조건을 검토해야 할 것으로 판단된다.

## 문 헌

1. Nam KY, Ko SR, Choi KJ. 1998. Relationship of saponin and non-saponin for the quality of ginseng. *J Ginseng Res* 22: 274-283.
2. Attele AS, Wu JA, Yuan CS. 1999. Ginseng pharmacology: multiple constituents and multiple actions. *Biochem Pharmacol* 58: 1685-1693.
3. Gillis CN. 1997. Panax ginseng pharmacology: A nitric acid link? *Biochem Pharmacol* 54: 1-8.
4. Kenarova B, Neychev H, Hadjiivanova C, Petkov VD. 1990. Immunomodulating activity of ginsenoside Rg1 from *Panax ginseng*. *Jpn J Phamacol* 54: 447-454.
5. Bhattacharya SK, Mitra SK. 1991. Anxiolytic activity of *Panax ginseng* roots: an experimental study. *J Ethnopharmacol* 34: 87-92.
6. Mochizuki M, Yoo YC, Matsuzawa K, Sato K, Saiki I, Tono-oka S, Samukawa K, Azuma I. 1995. Inhibitory effect of tumor metastasis in mice by saponins, ginsenoside-Rb2, 20(R)- and 20(S)-ginsenoside-Rg3, of red ginseng. *Biol Pharm Bull* 18: 1197-1202.

7. Wakabayashi C, Hasegawa H, Murata J, Saiki I. 1998. In vivo antimetastatic action of ginseng protopanaxadiol saponins is based on their intestinal bacterial metabolites after oral administration. *Oncol Res* 9: 411-417.
8. Wang BX, Cui JC, Liu AJ, Wu SK. 1983. Studies on the anti-fatigue effect of the saponins of stems and leaves of *Panax ginseng* (SSLG). *J Tradit Chin Med* 3: 89-94.
9. Yoshikawa M, Morikawa T, Kashima Y, Ninomiya K, Matsuda H. 2003. Structures of new dammarane-type triterpene saponins from the flower buds of *Panax notoginseng* and hepatoprotective effects of principal ginseng saponins. *J Nat Prod* 66: 922-927.
10. Choi Y, Lee SM, Chun J, Lee HB, Lee J. 2006. Influence of heat treatment on the antioxidant activities and polyphenolic compounds of shiitake (*Lentinus edodes*) mushroom. *Food Chem* 99: 381-387.
11. Woo KS, Jang KI, Kim KY, Lee HB, Jeong HS. 2006. Antioxidative activity of heat treated licorice (*Glycyrrhiz uralensis* Fisch) extracts. *Korean J Food Sci Technol* 38: 355-360.
12. 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. *Korean J Food Sci Technol* 38: 521-525.
13. Hwang IG, Woo KS, Kim TM, Kim DJ, Yang MH, Jeong HS. 2006. Change of physicochemical characteristics of Korean pear (*Pyrus pyrifolia* Nakai) juice with heat treatment conditions. *Korean J Food Sci Technol* 38: 342-347.
14. Kwon OC, Woo KS, Kim TM, Kim DJ, Hong JT, Jeong HS. 2006. Physicochemical characteristics of garlic (*Allium sativum* L.) on the high temperature and pressure treatment. *Korean J Food Sci Technol* 38: 331-336.
15. Kim HY, Woo KS, Hwang IG, Lee YR, Jeong HS. 2008. Effects of heat treatments on the antioxidant activities of fruits and vegetables. *Korean J Food Sci Technol* 40: 166-170.
16. Ajandouz EH, Tchiapke LS, Dalle Ore F, Benajiba A, Puigserver A. 2001. Effects of pH on caramelization and Maillard reaction kinetics in fructose-lysine model systems. *J Food Sci* 66: 926-931.
17. Bae SK, Lee YC, Kim HW. 2001. The browning reaction and inhibition on apple concentrated juice. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 30: 6-13.
18. Woo KS, Hwang IG, Kim HY, Jang KI, Lee J, Kang TS, Jeong HS. 2011. Thermal degradation characteristics and antioxidant activity of fructose solution with heating temperature and time. *J Med Food* 14: 167-172.
19. Kubo I, Kinst-Hori I, Yokokawa Y. 1994. Tyrosinase inhibitors from *Anacardium occidentale* fruits. *J Nat Prod* 57: 545-551.
20. Cushman DW, Cheung HS. 1971. Spectrophotometric assay and properties of the angiotensin-converting enzyme of rabbit lung. *Biochem Pharmacol* 20: 1637-1648.
21. Lee JW, Lee SK, Do JH, Shim KH. 1998. Characteristic of the water soluble browning reaction of Korean red ginseng as affected by heating treatment. *J Ginseng Res* 22: 193-199.
22. Hwang CR, Oh SH, Kim HY, Lee SH, Hwang IK, Shin YS, Lee JS, Jeong HS. 2011. Chemical composition and antioxidant activity of Deoduk (*Codonopsis lanceolata*) and Doragi (*Platycodon grandiflorum*) according to heating temperature. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40: 798-803.
23. Kwak YS, Chio KH, Kyung JS, Won JY, Rhee MH, Lee JG, Hwang MS, Kim SC, Park CK, Song KB, Han KH. 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.
24. Choi JY, Nam KY, Li X, Kim BY, Cho HS, Hwang KB. 2010. Change of chemical compositions and ginsenoside contents of different roots parts of ginsengs with processing method. *Korean J Medicinal Crop Sci* 18: 118-125.
25. Aida TM, Tajima K, Watanave M, Saito Y, Kuroda K, Nonaka T, Hattori H, Lee Smith R Jr, Arai K. 2007. Reactions of D-fructose in water at temperature up to 400°C and pressures up to 100 MPa. *J Supercrit Fluid* 42: 110-119.
26. Kim JE, Chae KY, Park SN. 2011. Antioxidative and inhibitory activities on tyrosinase of *Hippophae rhamnoides* leaf extracts. *J Soc Cosmet Scientists Korea* 37: 265-273.
27. Lee SE, Seong NS, Bang JK, Kang SW, Lee SW, Chung TY. 2003. Inhibitory effect against angiotensin converting enzyme and antioxidant activity of *Panax ginseng* C.A Meyer extracts. *Korean J Medicinal Crop Sci* 11: 236-245.

(2013년 2월 6일 접수; 2013년 4월 15일 채택)