

## 가수분해 처리에 의한 홍삼과 인삼의 중성 Ginsenoside 함량 변화

한진수 · 이강선 · 탁현성 · 김정선 · 라정우 · 최재을<sup>†</sup>

충남대학교 농업생명과학대학

### Change of Neutral Ginsenoside Contents in Red and Fresh Ginseng (*Panax ginseng* C. A. Meyer) by Hydrolysis

Jin Soo Han, Gang Seon Lee, Hyun Seong Tak, Jung-Sun Kim, Jeong Woo Ra and Jae Eul Choi<sup>†</sup>

Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea.

**ABSTRACT :** This study was carried out to investigate change of ginsenoside contents in red and fresh ginseng according to root part and age by hydrolysis. Neutral total ginsenoside contents by hydrolysis in 6-year main root and lateral root were significantly increased than those by non-hydrolysis, as 41.6 and 32.8%, respectively. However, there was no significant difference in red ginseng. In fresh ginseng, ginsenoside contents of the protopanaxatriol group such as Re, Rf, Rg<sub>1</sub>, Rg<sub>2</sub>, and Rh<sub>1</sub> were not significantly different, but Rb<sub>1</sub>, Rb<sub>2</sub>, Rb<sub>3</sub>, Rc, and Rd showed significant difference. The increase rate of neutral total ginsenoside content by hydrolysis was higher in epidermis-cortex than stele. Also, the neutral total ginsenoside content was fine root > rhizome > lateral root > main root, respectively. While there was no tendency towards the increase of ginsenoside by hydrolysis with the increase of root age in fine root and rhizome, there was significant decrease in main root and lateral root.

**Key Words :** *Panax ginseng*, Ginsenoside, Epidermis-Cortex, Stele, Hydrolysis

## 서 언

고려인삼으로부터 분리된 ginsenoside는 백삼 특유성분이 6종, 홍삼 특유성분이 14종, 공통성분이 18종으로 총 38종의 ginsenoside가 밝혀져 있다 (Kim *et al.*, 2013). 그 중 Malonyl-ginsenoside (M-G)는 수삼이나 백삼중에 존재 하는 주사포닌의 하나로 (Kitagawa *et al.*, 1987), 기억 학습 능력 향상 (Abe *et al.*, 1994), 항당뇨 (Liu *et al.*, 2013) 등에 효과가 있다.

M-G는 protopanaxadiol 계의 ginsenoside Rb<sub>1</sub>, Rb<sub>2</sub>, Rc 및 Rd의 3위 당쇄 말단 glucose 6번 수산기에 malonic acid의 carboxyl group이 ester 결합 한 산성 ginsenoside이다. 수삼에서 M-G 함량은 총 ginsenoside 함량의 35~60% 수준으로 (Liu *et al.*, 2012) 비교적 높은 함량을 차지한다. 그러나 M-G 함량은 수삼의 건조 시간과 온도, 추출용매 농도에 따라 변화하고 (Du *et al.*, 2004), 수용성이 매우 강하며, 불안정하여

추출 및 분획조건에 따라 함량이 다르게 분석 된다 (Shin *et al.*, 2001).

M-G를 알카리로 처리하거나, 2시간여 동안 증속하면 malonyl group이 쉽게 제거되어 중성 ginsenoside로 전환된다 (Park, 1996; Kitagawa *et al.*, 1987). MacCrehan와 White (2013)는 인삼 뇌두의 ginsenoside를 NH<sub>4</sub>OH와 KOH를 첨가 하여 추출한 결과 무처리에 비하여 ginsenoside 함량이 가열처리와 같이 증가되었다.

이와 같이 M-G는 매우 불안정하여 표준물질로 사용하기가 어렵기 때문에 KOH로 가수분해하여 M-G 함량을 확인하는 간접적인 방법으로 진행되어 왔다 (Court *et al.*, 1996a; Du *et al.*, 2004; MacCrehan and White, 2013).

인삼은 재배환경 (Lee *et al.*, 2011, 2012), 연근 (Han *et al.*, 2013), 품종 (Kwon *et al.*, 1991)에 따라 뿌리의 형태적 특성이 달라지고, ginsenoside 함량도 차이를 나타낸다 (Ahn *et al.*, 2008). 또한, M-G 함량도 재배환경과 (Wills and

<sup>†</sup>Corresponding author: (Phone) +82-42-821-5721 (E-mail) choije@cnu.ac.kr

Received 2013 November 20 / 1st Revised 2013 December 10 / 2nd Revised 2014 January 7 / 3rd Revised 2014 January 23 / Accepted 2014 January 23  
This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Stuart, 2001), 연근 (Court *et al.*, 1996b), 뿌리 직경 (Christensen *et al.*, 2006)에 따라 다르다고 하였다.

따라서 본 연구는 인삼의 4, 5, 6년 근 부위별로 추출한 후, 가수분해하여 ginsenoside 함량 변화를 조사하여 원료 및 가공 인삼의 평가기준, 인삼의 고사포닌 품종 선발기준으로 활용하기 위하여 실시하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 실험재료

수삼은 2007년부터 전북 고창 지역에서 직파재배 한 4, 5, 6년생을 2012년 가을에 수확한 것을 사용하였으며, 홍삼은 충남 부여 지역에서 생산된 6년 근을 가공한 것을 구입하여 사용하였다. 시료개체간의 차이를 줄이기 위해 수삼의 직경은 25~27 mm로 비슷한 개체를 선발하여 분석시료로 하였다. 홍삼은 동체와 지근으로 나누었으며, 수삼은 연근별로 뇌두, 동체, 지근, 세근으로 분리하였다. 중심주 (Stele)와 피층 (Epidermis-Cortex)은 개체별 동체의 직경이 일정한 부위를 약 0.8~1.2 cm 두께로 자르고, Surgical Blade No. 11 (Feather Safety Razor Co, Japan)으로 구분하여 분리하였다.

분리된 시료는 freeze drier (Model FD-8512, Ilshin Lab Co., Ltd, Korea)에서 3일간 동결 건조하여 Wonder Blender (WB-1, SANPLATEC CORP. USA)로 40 mesh 크기로 분말화한 후 ginsenoside 추출용 시료로 사용하였다.

### 2. Ginsenoside 분석

추출은 50% methanol을 사용하여 Li 등 (2010)의 방법으로 실시하였다. 각 시료를 3반복으로 3g 측정하여 50% methanol 60 ml를 250 ml의 삼각플라스크에 넣고 ultrasonicator (60 khz, heat power 330 W; JAC Ultrasonica 4020, KODO, Korea)로 35 ± 5°C에서 1시간동안 각각 추출하였다. 추출물을 냉각시켜 여과한 후 잔사에 50% methanol 60 ml를 넣고 앞의 방법으로 2회 반복 추출하였다.

SPE 전처리는 Sep-Pak C18 cartridge (Mega BE-C18, Agilent Technologies, USA)을 먼저 5 ml MeOH로 서서히 용출시켜 1차 conditioning을 하고 다시 5 ml dd-H<sub>2</sub>O로 2차 conditioning 시켰다. 추출 시료액 5 ml를 cartridge에 loading 하고 5 ml dd-H<sub>2</sub>O로 서서히 용출하고 5 ml 20% MeOH로 서서히 용출하여 제거하였다. 최종적으로 이 cartridge에 10 ml 90% MeOH를 처리하여 서서히 ginsenoside 성분을 용출시켜 0.45 μm polytetrafluoroethylene (PTFE) syringe filter (Waters, Milford, MA, USA)로 여과하여 수집하였다.

가수분해는 Court 등 (1996a)의 방법으로 실시하였다. SPE 전처리 후 얻어진 분석용 시료액 850 μl에 5% KOH 80 μl를 첨가한 후 실온 (26 ± 2°C)에서 방치하였다. 2시간 후 14%

KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>를 80 μl 처리한 후 0.45 μm polytetrafluoroethylene (PTFE) syringe filter (Waters, Milford, MA, USA)로 여과하여 UV Detector가 부착된 HPLC (NS-4000, FUTECS Co., Korea)로 분석하였다.

Ginsenoside (Rb<sub>1</sub>, Rb<sub>2</sub>, Rb<sub>3</sub>, Rc, Rd, Re, Rf, Rg<sub>1</sub>, Rg<sub>2</sub>, Rg<sub>3</sub>, Rh<sub>1</sub>, Rh<sub>2</sub>) 표준물질은 Fleton Natural Products Co., Ltd (China)에서, water, acetonitrile, MeOH은 J. T. Baker (USA)에서 구입하여 사용하였다.

표준곡선 작성은 표준용액 12종의 ginsenoside 표준품을 각각 1 mg으로 정확히 평량하여 10 mL MeOH로 용해시켜 1000 ppm 농도로 표준원액을 만들고, MeOH로 희석하여 83.33, 41.67, 20.83 및 10.416 ppm 농도가 되도록 만든 후 HPLC에 주입, 3회 반복하여 얻은 크로마토그램으로부터 농도와 피크 면적의 계산값으로 표준곡선을 작성하였다. 정량곡선에서 농도에 따른 회귀계수 (R)는 ginsenoside Rb<sub>1</sub>-0.9997, Rb<sub>2</sub>-0.9998, Rb<sub>3</sub>-0.9998, Rc-0.9997, Rd-0.9998, Re-0.9996, Rf-0.9997, Rg<sub>1</sub>-0.9996, Rg<sub>2</sub>-0.9997, Rg<sub>3</sub>-0.9997, Rh<sub>1</sub>-0.9998, Rh<sub>2</sub>-0.9999으로 모두 R값이 0.99 이상으로 1에 근접하여 정량성이 양호하였다.

Column은 Bischoff C<sub>18</sub> ace-ESP (Bischoff Co., Germany)을 사용하였고, UV wavelength는 203 nm, flow rate는 1.0 ml/min, column temperature는 35°C에서 실시하였으며, HPLC 용리조건은 acetonitrile (%):water (%)가 20:80 (0분), 20:80 (10분), 29:71 (39분), 41:59 (67분), 47:53 (70분), 71:29 (90분), 71:29 (95분), 20:80 (95분), 20:80 (115분)로 실시하였다 (Han *et al.*, 2013).

Total ginsenoside 함량은 HPLC 법으로 정량된 ginsenoside Rb<sub>1</sub>, Rb<sub>2</sub>, Rb<sub>3</sub>, Rc, Rd, Re, Rf, Rg<sub>1</sub>, Rg<sub>2</sub>, Rg<sub>3</sub>, Rh<sub>1</sub>, Rh<sub>2</sub>의 합으로 구하였다.

### 3. 수삼의 가수분해에 따른 ginsenoside 피크 재확인

수삼 분석 시료의 가수분해에 따른 ginsenoside 피크 재확인 은 Waters-PAD (Waters 1525, detector 2998, USA)를 활용하

**Table 1.** HPLC solvent conditions for ginsenoside profile reaffirmed.

Time (min)	Flow rate (ml/min)	H <sub>2</sub> O (%) (A)	Acetonitrile (ACN) (B)
0	1.0	82.0	18.0
42	1.0	76.0	24.0
46	1.0	71.0	29.0
79	1.0	60.0	40.0
115	1.0	35.0	65.0
135	1.0	15.0	85.0
150	1.0	15.0	85.0
151	1.0	82.0	18.0

가수분해 처리에 의한 홍삼과 인삼의 중성 Ginsenoside 함량 변화

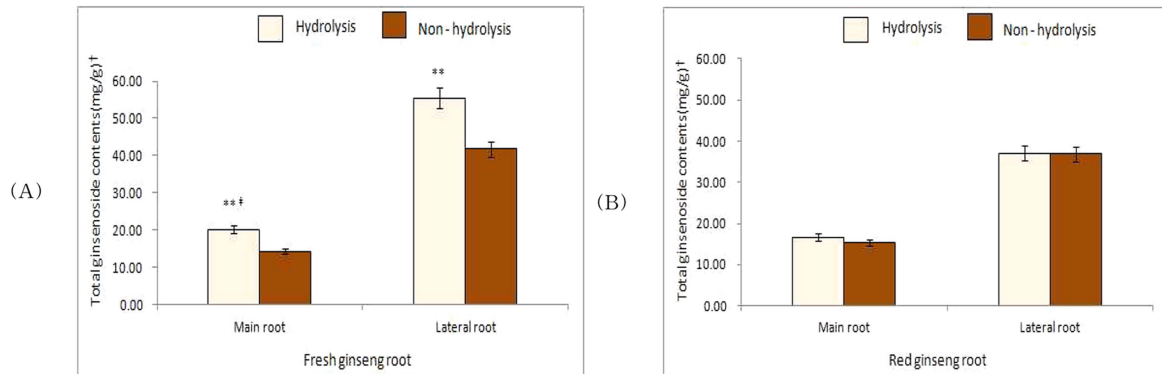


Fig. 1. Comparison of total ginsenoside contents on 6-year-old fresh ginseng (A) and red ginseng (B) by hydrolysis. Contents of total ginsenoside values were means (n = 3) by three times experiments. Means within a group followed by the same letter are not significantly different based on the DMRT ( $p < 0.01$ ).

여 Table 1과 같은 조건으로 분석하여 확인 하였다. Column 은 XbridgeTM C<sub>18</sub> (Waters Co., USA)을 사용하였고, UV wavelength는 203 nm, flow rate는 1.0 ml/min, column temperature는 40°C에서 실시하였다.

4. 통계 분석

Ginsenoside 함량 분석 결과에 대한 Duncan's Multiple Range Test (DMRT)는 SAS (v.9.3) 프로그램을 이용하였다.

결과 및 고찰

1. 가수분해에 의한 6년 근 수삼과 홍삼의 total ginsenoside 함량 비교

6년 근 수삼의 total ginsenoside 함량은 동체 14.27 mg/g, 지근 41.78 mg/g이었으나, 가수분해하여 M-G를 중성화시킨 결과 동체 20.20 mg/g, 지근 55.48 mg/g으로 각각 41.6, 32.8% 증가하여 모두 가수분해 전후 유의적인 차이를 나타내었다 (Fig. 1A).

6년 근 홍삼의 total ginsenoside 함량은 동체 15.28 mg/g, 지근 36.94 mg/g이었으나, 가수분해한 결과 동체 16.69 mg/g, 지근 37.14 mg/g으로 소량 증가하였으나 가수분해 전후 유의적인 차이를 나타내지 않았다 (Fig. 1B).

이러한 결과는 수삼에서 M-G가 가수분해에 의하여 중성 ginsenoside로 전환되어 total ginsenoside 함량이 크게 증가하였으나, 홍삼은 제조 과정 중 고온에 의한 증숙과 건조 과정에서 대부분의 M-G가 중성 ginsenoside로 변화되어 가수분해에 의한 total ginsenoside 함량 변화는 거의 일어나지 않은 것으로 생각된다.

Liu 등 (2012)은 수삼과 홍삼의 ginsenoside 함량을 분석한 결과 M-G 함량은 홍삼에서 검출되지 않았으나, 수삼에서 12.94 mg/g으로 총 ginsenoside 함량의 45.3%를 차지하였는데,

본 실험에서 가수분해 처리에 의한 ginsenoside 증가량과 유사하였다. 그러나, M-G 함량 외 PPD 계 ginsenoside 가 다른 고분자 물질과 결합되어 가수분해에 의한 total ginsenoside 함량 변화에 영향을 미칠 것으로 판단되어지나, 이에 대한 연구는 미흡한 실정으로 추후 지속적인 연구가 진행되어야 할 것이다.

수삼에서 가수분해로 인한 개별 ginsenoside 성분의 변화는 panaxatriol계 ginsenoside (Re, Rf, Rg<sub>1</sub>, Rg<sub>2</sub>, Rh<sub>1</sub>) 함량은 거의 변화하지 않은 반면, M-G가 공존하는 panaxadiol계 ginsenoside (Rb<sub>1</sub>, Rb<sub>2</sub>, Rb<sub>3</sub>, Rc, Rd) (Kitagawa *et al.*, 1989; Sun *et al.*, 2011) 함량의 변화는 크게 나타나 가수분해 전후 유의적인 차이가 있었으나 (Table 2, Fig. 2A, B), 홍삼에서는 개별 ginsenoside 성분의 변화가 거의 없어 가수분해 전후 유의적인 차이가 없었다 (Table 3, Fig. 2C, D).

M-G류는 일반적인 이동상과 HPLC 분석조건에서는 분리가 어렵다 (Kim *et al.*, 1982; Yamaguchi *et al.*, 1988). Shin 등 (2001)은 상온 추출법으로 조사포닌을 알카리 처리한 다음 HPLC하여 처리 전과 비교한 결과 상온추출 사포닌에서는 M-G Rb<sub>1</sub>, Rb<sub>2</sub>, Rc,로 추정되는 피크를 볼 수 있으나 알카리 처리시 이들이 없어지고, ginsenoside Rb<sub>1</sub>, Rb<sub>2</sub> 및 Rc가 상대적으로 증가하는 것으로 보아 M-G의 존재를 추정하였다. 하지만 본 실험에서 M-G로 추정되는 피크가 분리되지 않아 HPLC 분석 조건을 달리하여 재분석을 실시하였다. 그 결과, 가수분해 전 M-G로 추정되는 피크들을 확인할 수 있었으나, 알카리 가수분해 처리 후 사라지고, PPD계 ginsenoside 함량은 상대적으로 증가하는 것을 확인할 수 있었다 (Fig. 3).

수삼에서 가수분해 전 ginsenoside Rb<sub>1</sub>, Rb<sub>2</sub>, Rb<sub>3</sub>, Rc, Rd 함량은 홍삼보다 작았지만 가수분해 처리에 의한 함량은 수삼이 홍삼보다 많거나 비슷하였고, ginsenoside Re, Rg<sub>1</sub>은 가수분해 전후 상관없이 수삼에서 많았다. 이러한 결과는 홍삼을 증숙하는 과정에서 ginsenoside Rb<sub>1</sub>, Rb<sub>2</sub>, Rb<sub>3</sub>, Rc, Rd 함량

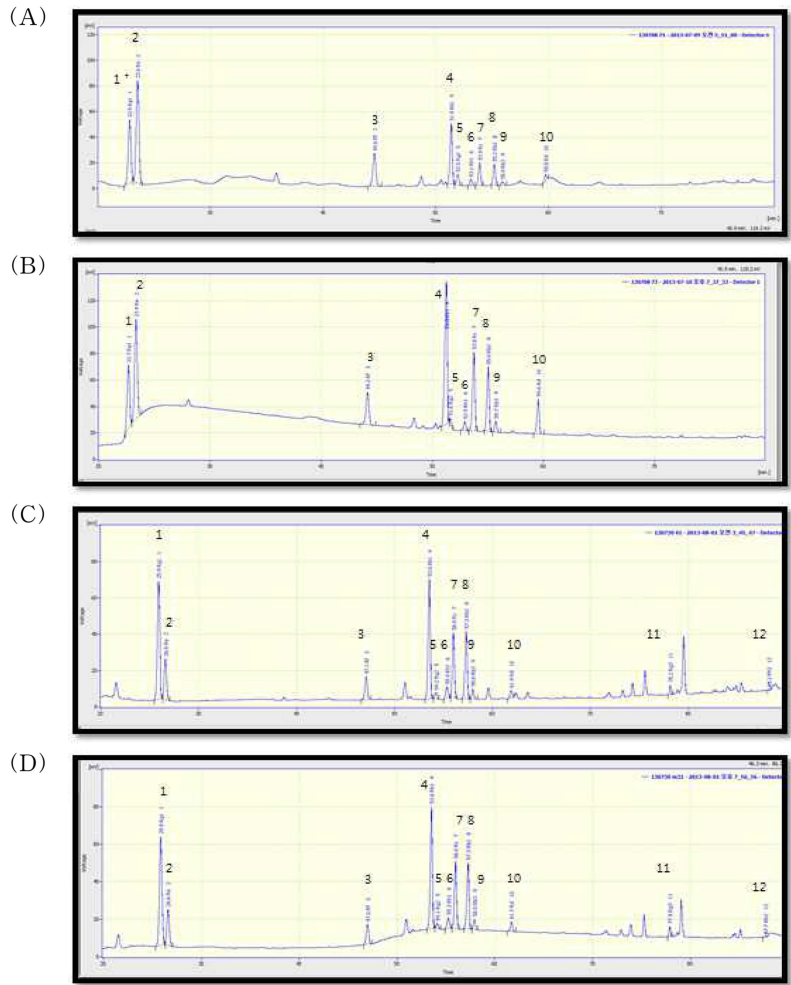


Fig. 2. HPLC chromatograms of ginsenoside from fresh ginseng (A; non-hydrolysis, B; hydrolysis) and red ginseng (C; non-hydrolysis, D; hydrolysis) by hydrolysis. 1; Rg<sub>1</sub>, 2; Re, 3; Rf, 4; Rb<sub>1</sub>, 5; Rg<sub>2</sub>, 6; Rh<sub>1</sub>, 7; Rc, 8; Rb<sub>2</sub>, 9; Rb<sub>3</sub>, 10; Rd, 11; Rg<sub>3</sub>, 12; Rh<sub>2</sub>.

이 증가하다가 일부 Rg<sub>3</sub>로 전환하였으며 (Smukawa *et al.*, 1995), Re, Rg<sub>1</sub> 은 열에 의해 가수분해 되었기 때문으로 생각 된다 (Nam *et al.*, 2012).

홍삼 제조 과정에서 열에너지를 받아 홍삼이 원료삼의 total ginsenoside 함량보다 증가하여 (Ha and Ryu, 2005), 대부분의 total ginsenoside 함량은 백삼보다 홍삼에서 높다고 하였다 (Nam, 2005; Kim *et al.*, 2013). 따라서 인삼류 제품의 품질 관리를 위한 ginsenoside 함량 측정은 M-G 함량을 중성 ginsenoside로 변환시켜 총 중성 ginsenoside 함량을 분석해야 할 것으로 판단된다.

## 2. 가수분해에 의한 4, 5, 6년 근의 조직별 ginsenoside 함량 비교

4, 5, 6년 근 동체의 피층 total ginsenoside 함량은 각각 21.31, 25.06, 29.06 mg/g, 중심주 8.61, 6.77, 5.93 mg/g이었다

(Fig. 4A). 추출액을 가수분해 처리한 결과 total ginsenoside 함량은 피층 62.38, 64.61, 69.84 mg/g, 중심주 18.80, 14.84, 13.81 mg/g으로 크게 증가 하였고, 연근이 증가할수록 피층의 ginsenoside 함량은 증가한 반면 중심주는 감소하였다 (Fig. 4B).

가수분해에 의한 ginsenoside 함량의 증가 폭은 4, 5, 6년 근 피층에서 각각 65.8, 61.2, 58.4%, 중심주에서 각각 54.2, 54.4, 57.1%로 중심주 보다 피층의 변화가 더 컸으며, 연근별로는 저년근은 피층, 고년근은 중심주에서 함량의 변화가 크게 나타났으며 피층, 중심주에서 모두 유의적인 차이를 나타냈다.

이러한 결과에서 M-G 함량은 중심주보다 피층에 많이 분포하는 것을 의미한다. Christensen 등 (2006)은 5년 근 미국삼의 근 직경에 따라 M-G 함량을 분석한 결과 근 직경이 커질수록 M-G 함량은 감소한다고 하였다. 이는 근직경이 커질수록 피층의 비율보다 중심주의 비율이 더 크게 증가한 연구

**Table 2.** Comparison of ginsenoside contents with hydrolysis in 6-year old fresh ginseng root part.

Root part	Treat ment	Ginsenoside (mg/g)*											PD/PT**
		Rb <sub>1</sub>	Rb <sub>2</sub>	Rb <sub>3</sub>	Rc	Rd	Re	Rf	Rg <sub>1</sub>	Rg <sub>2</sub>	Rh <sub>1</sub>	Rh <sub>2</sub>	
Main	Hydrolysis	5.61 ± 0.44a	1.45 ± 0.01a	0.36 ± 0.01a	2.57 ± 0.17a	0.32 ± 0.01a	2.82 ± 0.14a	1.72 ± 0.01a	5.65 ± 0.25a	0.07 ± 0.00a	0.68 ± 0.01a***	0.94	
	Non-Hydrolysis	1.83 ± 0.12b	0.41 ± 0.01b	0.20 ± 0.00b	0.96 ± 0.00b	0.06 ± 0.00b	2.83 ± 0.08a	1.73 ± 0.01a	5.59 ± 0.16a	0.18 ± 0.00a	0.49 ± 0.02a	0.32	
Lateral	Hydrolysis	14.14 ± 0.27a	6.94 ± 0.34a	1.59 ± 0.07a	9.80 ± 0.41a	1.25 ± 0.05a	10.61 ± 0.35a	2.03 ± 0.01a	5.54 ± 0.32a	0.39 ± 0.00a	2.14 ± 0.12a	1.63	
	Non-Hydrolysis	9.64 ± 0.22b	3.82 ± 0.15b	1.00 ± 0.05b	5.62 ± 0.25b	0.69 ± 0.01b	10.42 ± 0.52a	2.10 ± 0.01a	4.98 ± 0.27a	0.72 ± 0.01a	2.18 ± 0.08a	1.02	

\*Contents of ginsenoside values were means ± SD (n = 3) with triplicate.

\*\*PD: Rb<sub>1</sub> + Rb<sub>2</sub> + Rb<sub>3</sub> + Rc + Rd, PT: Re + Rf + Rg<sub>1</sub> + Rg<sub>2</sub> + Rh<sub>1</sub>.

\*\*\*Means within a column followed by the same letter are not significantly different based on the DMRT (p < 0.05).

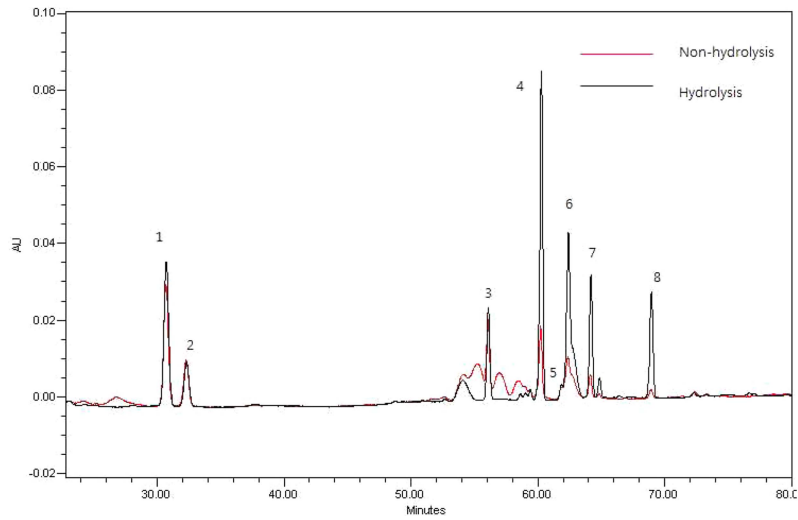
**Table 3.** Comparison of ginsenoside contents with hydrolysis in red ginseng root.

Root part	Treat ment	Ginsenoside (mg/g)*											PD/PT**	
		Rb <sub>1</sub>	Rb <sub>2</sub>	Rb <sub>3</sub>	Rc	Rd	Re	Rf	Rg <sub>1</sub>	Rg <sub>2</sub>	Rg <sub>3</sub>	Rh <sub>1</sub>		Rh <sub>2</sub>
Main	Hydrolysis	4.92 ± 0.24a	2.02 ± 0.10a	0.36 ± 0.02a	2.45 ± 0.12a	0.26 ± 0.01a	1.26 ± 0.05a	0.90 ± 0.00a	3.64 ± 0.15a	0.13 ± 0.00a	0.18 ± 0.00a	0.57 ± 0.01a	0.01 ± 0.00a***	1.57
	Non-Hydrolysis	4.36 ± 0.16a	1.83 ± 0.14a	0.33 ± 0.01a	2.15 ± 0.01a	0.18 ± 0.00a	1.26 ± 0.01a	0.90 ± 0.00a	3.44 ± 0.21a	0.15 ± 0.00a	0.16 ± 0.00a	0.53 ± 0.00a	0.01 ± 0.00a	1.44
Lateral	Hydrolysis	9.74 ± 0.45a	5.16 ± 0.25a	1.14 ± 0.52a	7.53 ± 0.35a	2.05 ± 0.13a	4.67 ± 0.24a	1.35 ± 0.01a	2.58 ± 0.14a	0.43 ± 0.00a	0.49 ± 0.01a	1.96 ± 0.01a	0.05 ± 0.00a	2.38
	Non-Hydrolysis	9.72 ± 0.38a	4.87 ± 0.24a	1.14 ± 0.22a	7.53 ± 0.24a	2.03 ± 0.06a	4.86 ± 0.22a	1.46 ± 0.21a	2.53 ± 0.12a	0.43 ± 0.01a	0.46 ± 0.00a	1.89 ± 0.01a	0.02 ± 0.00a	2.19

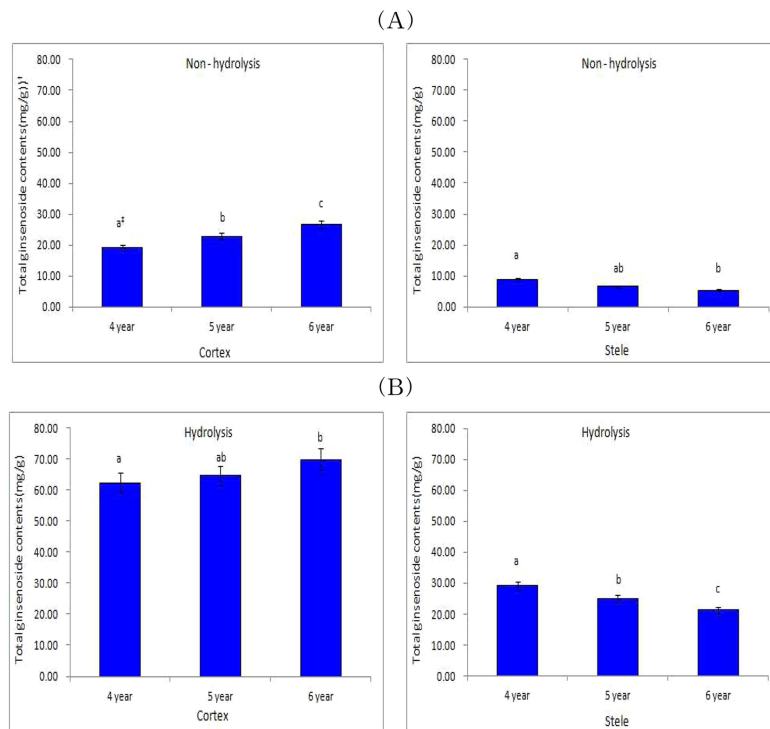
\*Contents of ginsenoside values were means ± SD (n = 3) with triplicate.

\*\*PD: Rb<sub>1</sub> + Rb<sub>2</sub> + Rb<sub>3</sub> + Rc + Rd + Rg<sub>1</sub> + Rg<sub>2</sub> + Rh<sub>2</sub>, PT: Re + Rf + Rg<sub>1</sub> + Rg<sub>2</sub> + Rh<sub>1</sub>.

\*\*\*Means within a column followed by the same letter are not significantly different based on the DMRT (p < 0.05).



**Fig. 3.** HPLC chromatograms reaffirmed of ginsenosides from fresh ginseng by hydrolysis. 1; Rg<sub>1</sub>, 2; Re, 3; Rf, 4; Rb<sub>1</sub>, 5; Rc, 6; Rb<sub>2</sub>, 7; Rb<sub>3</sub>, 8; Rd.



**Fig. 4.** Comparison of total ginsenoside contents in inside part of main root and ages by hydrolysis (A; non-hydrolysis, B; hydrolysis). Contents of total ginsenoside values were means (n = 3) by three times experiments. \*Means within a group followed by the same letter are not significantly different based on the DMRT ( $p < 0.05$ ).

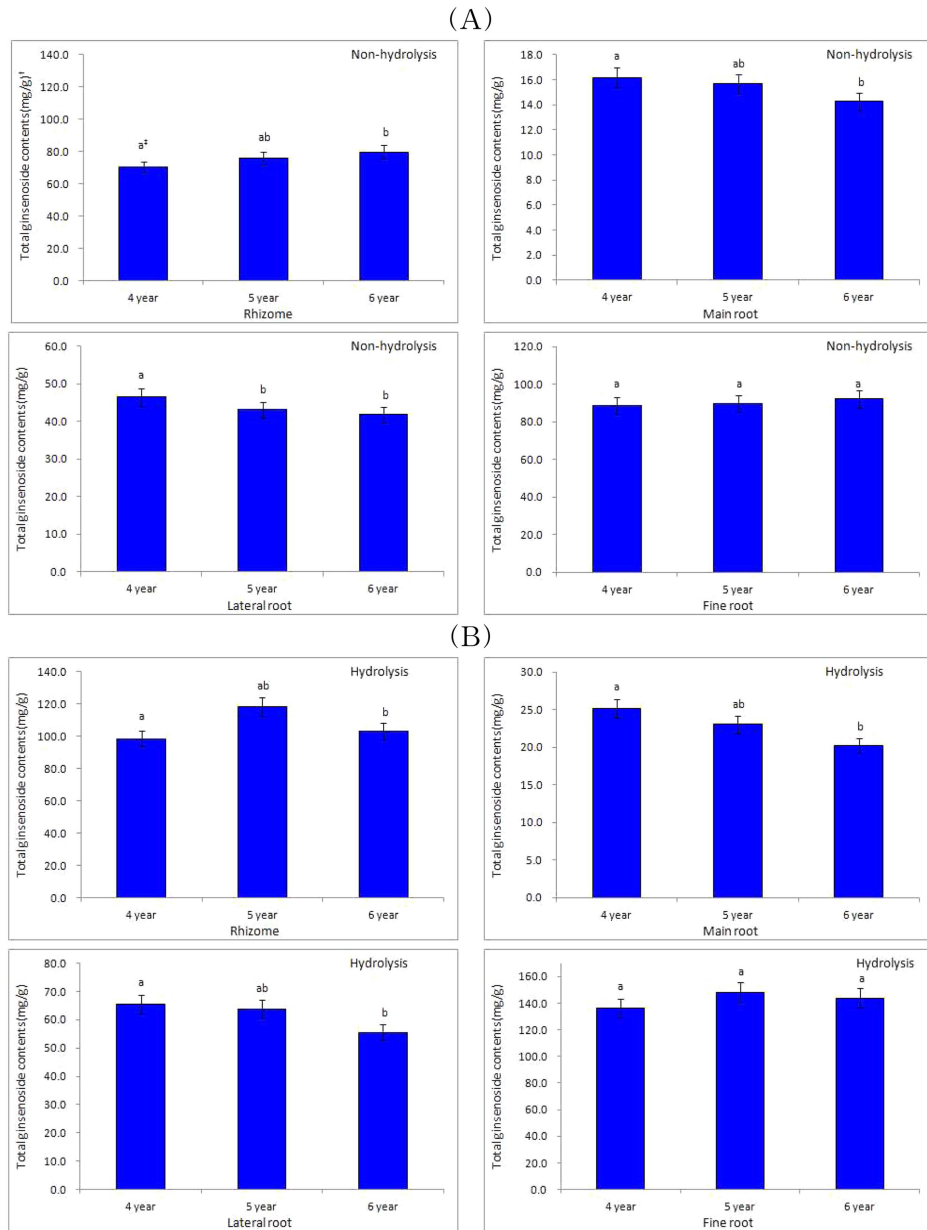
결과와 관련이 있을 것으로 생각된다 (Park *et al.*, 1988).

### 3. 가수분해에 의한 4, 5, 6년 근의 부위별 ginsenoside 함량 비교

4, 5, 6년 근 부위별 total ginsenoside 함량은 각각 뇌두

70.30, 75.73, 79.78 mg/g, 동체 16.20, 15.67, 14.27 mg/g, 지근 46.48, 43.07, 41.78 mg/g, 세근 88.47, 89.59, 92.15 mg/g 으로 연근이 높을수록 동체, 지근의 함량은 유의적으로 감소하였고, 뇌두와 세근의 함량은 증가하였으나 유의성을 보이지 않았다 (Fig. 5A). 이러한 결과는 Han 등 (2013)의 결과와

가수분해 처리에 의한 홍삼과 인삼의 중성 Ginsenoside 함량 변화



**Fig. 5.** Comparison of total ginsenoside content in roots and ages by hydrolysis (A; non-hydrolysis, B; hydrolysis). Contents of total ginsenoside values were means ( $n = 3$ ) by three times experiments. Means within a group followed by the same letter are not significantly different based on the DMRT ( $p < 0.05$ ).

일치하였으나 함량에서는 다소 차이를 나타낸 것은 ginsenoside 함량은 대부분 피층에 분포하는데 (Kubo *et al.*, 1980; Tani *et al.*, 1981) 분석 인삼 개체 직경에 따른 피층의 비율이 달랐기 때문으로 생각된다.

가수분해 처리에 의한 4, 5, 6년 근 부위별 total ginsenoside 함량은 각각 뇌두 98.56, 108.18, 103.05 mg/g, 동체 25.13, 31.9, 29.4%, 지근 29.0, 30.2, 24.7%, 세근 35.2, 39.5, 23.02, 20.20 mg/g, 지근 65.48, 61.67, 55.48 mg/g, 세근 136.46, 148.09, 143.81 mg/g으로 크게 증가하였다 (Fig. 5B).

연근이 높을수록 동체, 지근의 함량은 유의적으로 감소한 반면, 뇌두와 세근은 일정한 경향이 없었고 유의성도 보이지 않았다.

4, 5, 6년 근 가수분해에 의한 뿌리 부위별 ginsenoside 함량의 증가 비율은 각각 뇌두 28.7, 30.0, 22.6%, 동체 35.5, 31.9, 29.4%, 지근 29.0, 30.2, 24.7%, 세근 35.2, 39.5, 35.9% 으로 평균 31.0%의 증가폭을 나타내었고, 증가량은 세근에서 각각 47.99, 58.50, 51.66 mg/g 으로 가장 많았다.

가수분해에 의한 ginsenoside 함량 증가는 피층 부위에서 더 높게 나타났으며, 뿌리 부위별 증가는 세근 > 뇌두 > 지근 > 동체 순으로 나타났다.

이상의 결과에서 수삼의 M-G 함량은 total ginsenoside 함량의 30% 이상이므로 고사포닌 함량 계통 육성을 위해서는 M-G 함량을 포함하여 비교하여야 할 것으로 판단된다. 또한, 수삼, 백삼, 태극삼의 품질 기준에서도 ginsenoside 함량은 M-G를 가수분해 처리하여 total ginsenoside 함량을 비교하는 것이 타당할 것으로 판단된다.

## REFERENCES

- Abe K, Cho SI, Kitagawa I, Nishiyama N and Saito H.** (1994). Differential effects of ginsenoside Rb1 and malonylginsenoside Rb1 on long-term potentiation in the dentate gyrus of rats. *Journal of Brain Research*. 649:7-11.
- Ahn IO, Lee SS, Lee JH, Lee MJ and Jo BG.** (2008). Comparison of ginsenoside contents and pattern similarity between root parts of new cultivars in *Panax ginseng* C. A. Meyer. *Journal of Ginseng Research*. 32:15-18.
- Christensen LP, Jensen M and Kidmose U.** (2006). Simultaneous determination of ginsenosides and polyacetylenes in American ginseng root (*Panax quinquefolium* L.) by high-performance liquid chromatography. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 54:8995-9003.
- Court WA, Hendel JG and Elmi J.** (1996a). Reversed-phase high-performance liquid chromatographic determination of ginsenosides of *Panax quinquefolium*. *Journal of Chromatography A*. 755:11-17.
- Court WA, Reynolds LB and Hendel JG.** (1996b). Influence of root age on the concentration of ginsenoside of American ginseng (*Panax quinquefolium*). *Canadian Journal of Plant Science*. 76:853-855.
- Du XW, Wills RBH and Stuart DL.** (2004). Changes in neutral and malonyl ginsenosides in American ginseng (*Panax quinquefolium*) during drying, storage and ethanoic extraction. *Journal of Food Chemistry*. 86:155-159.
- Ha DC and Ryu KH.** (2005). Chemical components of red, white and extruded root ginseng. *Journal of Food Science and Nutrition*. 34:247-254.
- Han JS, Tak HS, Lee KS, Kim JS and Choi JE.** (2013). Comparison of ginsenoside content according to age and diameter in *Panax ginseng* C. A. Meyer cultivated by direct seeding. *Korean Journal of Medicinal Crop Science*. 21:184-190.
- Kubo M, Tani T, Katsuki K, Ishzaki S and Arichi S.** (1980). Histochemistry. I. Ginsenosides in ginseng (*Panax ginseng* C. A. Meyer, root). *Journal of Natural Products*. 43:278-284.
- Kim HJ, Kwak IA, Kim HJ, Ahn JS and Son YB.** (2013). A study on the amendment scheme of ginsenoside content standard regulation for red ginseng products in Korea. *Journal of Food Hygiene and Safety*. 28:24-30.
- Kim MW, Lee JS and Choi KJ.** (1982). Comparative studies on the chemical components in ginseng. I. The ginsenosides and the free sugars content of various ginseng plants. *Korean Journal of Ginseng Science*. 6:138-142.
- Kitagawa I, Taniyama T, Shibuya H, Nota T and Yoshikawa M.** (1987). Chemical studies on crude drug processing. V. On the constituents of ginseng radix rubra (2); Comparison of the constituents of white ginseng and red ginseng prepared from the same *Panax ginseng* root. *Yakugaku Zasshi*. 107:495-505.
- Kitagawa I, Taniyama T, Yoshikawa M, Ikenishi Y and Nakagawa Y.** (1989). Chemical studies on crude drug processing. VI. Chemical structures of malonyl-ginsenoside Rb1, Rb2, Rc and Rd isolated from the root of *Panax ginseng* C. A. Meyer. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Bulletin* 37:2961-2970.
- Kwon WS, Chung CM, Kim YT and Choi KT.** (1991). Comparisons of growth, crude saponin, ginsenosides and anthocyanins in superior lines of *Panax ginseng* C. A. Meyer. *Korean Journal of Breeding Science*. 23:219-228.
- Lee SW, Kim GS, Hyun DY, Kim YB, Kim JW, Kang SW and Cha SW.** (2011). Comparison of growth characteristics and ginsenoside content of ginseng (*Panax ginseng* C. A. Meyer) cultivated with greenhouse and traditional shade facility. *Korean Journal of Medicinal Crop Science*. 19:157-161.
- Lee SW, Park JM, Kim SG, Park KC, Jang IB, Lee SH, Kang SW and Cha SW.** (2012). Comparison of growth characteristics and ginsenoside content of 6-year-old ginseng (*Panax ginseng* C. A. Meyer) by drainage class in paddy field. *Korean Journal of Medicinal Crop Science*. 20:177-183.
- Li X, Kang SJ, Han JS, Kim JS and Choi JE.** (2010). Comparison of growth increment and ginsenoside content in different parts of ginseng cultivated by direct seeding and transplanting. *Korean Journal of Medicinal Crop Science*. 18:70-73.
- Liu Z, Li Y, Li X, Ruan CC, Wang LJ and Sun GZ.** (2012). The effects of dynamic changes of malonyl ginsenosides on evaluation and quality control of *Panax ginseng* C. A. Meyer. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*. 64:56-63.
- Liu Z, Li W, Li X, Zhang M, Chen L, Zheng YN, Sun GZ and Ruan CC.** (2013). Antidiabetic effects of malonyl ginsenosides from *Panax ginseng* on type 2 diabetic rats induced by high-fat diet and streptozotocin. *Journal of Ethnopharmacology*. 145:233-240.
- MacCrehan WA and White CM.** (2013). Simplified ultrasonically- and microwave-assisted solvent extractions for the determination of ginsenosides in powdered *Panax ginseng* rhizomes using liquid chromatography with UV absorbance or electrospray mass spectrometric detection. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*. 405:4511-4522.
- Nam KY.** (2005). The comparative understanding between red ginseng and white ginsengs, processed ginsengs (*Panax ginseng* C. A. Meyer). *Journal of Ginseng Research*. 29:1-18.
- Nam KY, Lee NR, Moon BD, Song GY, Shin HS and Choi JE.** (2012). Changes of ginsenosides and color from black ginseng prepared by steaming-drying cycles. *Korean Journal of Medicinal Crop Science*. 20:27-35.
- Park H, Lee MK and Cho BG.** (1988). Shape and compound relationship in ginseng quality. *Proceedings of the 5th International Ginseng Symposium*. Seoul, Korea. p.133-138.



- Park JD.** (1996). Recent studies on the chemical constituents of Korean ginseng(*Panax ginseng* C. A. Meyer). Korean Journal of Ginseng Science. 20: 389-415.
- Samukawa K, Yamashita H, Matsuda H and Kubo M.** (1995). Simultaneous analysis of ginsenosides of various ginseng radix by HPLC. Yakugaku Zasshi. 115:241-249.
- Shin JY, Choi EH and Wee JJ.** (2001). The difference of ginsenoside compositions according to the conditions of extraction and fractionation of crude ginseng saponins. Journal of Food Science Technology. 33:282-287.
- Sun J, Mi J, Qin Q, Yu Q, Wu W and Liu S.** (2011). Identification of ginsenosides Rc, Rb2, Rb3 and related malonyl-ginsenosides in *Panax ginseng* extracts by using RRLC-Q-TOF-MS/MS. 2011 International Conference on Human Health and Biomedical Engineering. p.1140-1143.
- Tani T, Kubo M, Katsuki T, Higashino M, Hayashi T and Arichi S.** (1981). Histochemistry. II. Ginsenosides in ginseng(*Panax ginseng*, Root). Journal of Natural Products. 44:401-407.
- Wills RBH and Stuart DL.** (2001). Production of high Quality Australian ginseng. Journal of Rural Industries Research and Development Corporation. Publicaion No. 01/170. Project No:UNC-8A.
- Yamaguchi H, Matsuura H, Kasai R, Tanaka O, Satake M, Kohda H, Izumi H, Nuno M, Katsuki S, Isoda S, Shoji J and Goto K.** (1988). Analysis of saponins of wild *Panax ginseng*. Journal of Chemical and Pharmaceutical Bulletin. 36:4177-4181.