

## 인삼의 연근과 직경에 따른 뿌리 조직의 비율 및 Ginsenoside 함량 변화

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

충남대학교 농업생명과학대학

### Comparison of Ginsenoside Content and Ratio of Root Tissue According to Root Age and Diameter in *Panax ginseng* C. A. Meyer

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

Department of Crop Science, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea.

**ABSTRACT :** This study was carried out to investigate change of ginsenoside contents according to tissue ratio in ginseng root by age and diameter. The epidermis-cortex and xylem-pith extent, fresh weight, dry weight of ginseng increased with the root age increase. They increased higher in xylem-pith than in epidermis-cortex. The ratio of epidermis-cortex decreased and xylem-pith increased as the main root diameter increased. In case of same diameter, the xylem-pith ratio increased by the increase of root age. The epidermis-cortex ratio was 4 > 5 > 6 years, respectively. The total 10 ginsenosides of epidermis-cortex increased with the root age increase. However, the total ginsenoside of xylem-pith decreased and it was 2 ~ 5 times lower than epidermis-cortex. The most of ginsenoside contents existed in epidermis-cortex. The diameter decrease in main root is related to the increase of epidermis-cortex ratio. It leads to increase of ginsenoside contents. In order to select high level of ginsenoside cultivar, it suggested that it should be selected main root having narrow diameter and lower epidermis-cortex ratio.

**Key Words :** *Panax ginseng*, Diameter, Epidermis-Cortex, Xylem-Pith, Ginsenoside Content

## 서 언

인삼의 기능성 지표물질인 ginsenoside의 함량은 연근 (Jang *et al.*, 1983; Lim, 2005), 뿌리의 조직 (Lee *et al.*, 1978; Park *et al.*, 1982; Tani *et al.*, 1981), 뿌리의 부위 (Kim *et al.*, 1984, 1987), 재배위치 (Li *et al.*, 2009a), 재배품종 (Kwon *et al.*, 1991), 재배지역 (Lee *et al.*, 2004) 등에 따라 상이하다.

Lee (2012) 등은 6년 근 인삼의 ginsenoside 함량은 지근과 세근 발달이 양호한 토양환경에서 더 높고, Li (2010) 등도 직파재배와 이식재배 인삼의 ginsenoside 함량을 분석한 결과 지근의 발달이 더 양호한 이식재배에서 높다고 하였다.

이러한 결과는 ginsenoside 함량이 목질부 (xylem) 및 수 (pith)에는 거의 존재하지 않고, 대부분 주피 (periderm)에 분포하는데 (Kubo *et al.*, 1980; Tani *et al.*, 1981), 동체는 피층

과 중심주의 구성비가 대략 1:1로 비슷하고, 지근 2:1, 세근은 중심주가 거의 없고 대부분 피층으로 구성되어 있어 (Kim *et al.*, 1984) ginsenoside의 함량은 세근 > 지근 > 동체 순으로 함량이 증가하는 결과와 일치한다 (Kim *et al.*, 1987).

또한, Li (2009b) 등은 인삼의 직경이 클 수록 목질부의 비율이 피층보다 크기 때문에 ginsenoside 함량은 감소한다고 하였으며, Han (2013) 등은 연근별로 근직경이 작을수록 ginsenoside 함량이 증가한다고 하였다.

인삼의 품종별 근장, 근직경, 근중 등의 형태적 특징은 서로 다르고 (Lee, 2002; Bang *et al.*, 2012), ginsenoside 함량도 다르게 나타난다 (Ahn *et al.*, 2008).

이상과 같이 인삼의 형태적 특성과 ginsenoside 함량 등은 재배기간과 재배지역의 기상, 재배 토양 등의 환경, 품종의 유전적 차이 등에 의하여 변화하기 때문에 원료삼의 생산년도, 생산지역, 품종 등에 따라 기능성 제품의 품질과 수율에 많은

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

Received 2013 July 24 / 1st Revised 2013 August 8 / 2nd Revised 2013 August 13 / 3th Revised September 4 / Accepted 2013 Revised September 4

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.

영향을 줄 것이다. 그러므로 재배환경과 유전자의 발현에 의하여 표현된 인삼의 형태적 특성과 조직의 구조 등으로 인삼의 ginsenoside 함량을 예측할 수 있다면 원료삼은 물론 고사포닌 품종의 선발법으로 활용할 수 있을 것이다.

따라서 본 연구는 4, 5, 6년 근에서 연근과 직경에 따른 뿌리의 조직 비율 및 ginsenoside 함량 변화 등을 조사하여 ginsenoside 함량이 높은 원료삼의 선정 기준 및 고사포닌 품종의 선발법으로 활용 가능성을 검토하기 위하여 실시하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 실험재료

본 실험에는 전라북도 고창 지역에서 2007년부터 2012년까지 직파재배 한 4, 5, 6년생 자경종을 수확하고 연근별로 각각 20개체씩 샘플링하여 너두, 동체, 지근, 세근으로 분리하였다. 개체별 동체는 Digmatic caliper CD-15CP (Mitutoyo Corp. Japan)를 이용하여 직경이 일정한 부위를 약 0.8~1.2 cm 두께로 자르고, Surgical Blade No. 11 (Feather Safety Razor Co. Japan)로 중심주 (Xylem-Pith)와 피층 (Epidermis-Cortex)으로 구분하여 분리하였다. 분리된 시료는 -83°C freeze drier (Model FD-8512, Ilshin Lab Co., Ltd, Korea)에서 3일간 동

결 건조하여 Wonder Blender (WB-1, SANPLATEC CORP)로 40 mesh 크기로 분말화한 후 ginsenoside 추출용 시료로 사용하였다.

### 2. Ginsenoside 분석

Ginsenoside 추출은 각 시료를 3반복으로 3g 측량하여 50% methanol 60 ml를 250 ml의 삼각플라스크에 넣고 ultra-sonicator (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 ml을 넣고 앞의 방법으로 2회 반복 추출하였다.

SPE 전처리에는 Sep-Pak C<sub>18</sub> cartridge (Mega BE-C<sub>18</sub>, Agilent Technologies, USA)를 먼저 5 ml MeOH로 서서히 용출시켜 1차 conditioning을 하고 다시 5 ml dd-H<sub>2</sub>O로 2차 conditioning 시켰다. 추출시료액 5 ml를 cartridge에 loading하고 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 여과한 후 UV Detector가 부착된 HPLC (NS-4000, FUTECs Co., Korea)로 분석하였다.

**Table 1.** The characteristics of root part growth according to age in *Panax ginseng*.

Year	Root part	Diameter (mm)	Fresh weight (g)	Dry weight (g)	Portion (%)
4	Rhizome	11.72 ± 1.29a	4.24 ± 0.84a	0.20 ± 0.09a	1.4 ± 0.7** a*
	Main	26.31 ± 3.32a	39.25 ± 5.42a	9.50 ± 2.13a	65.9 ± 9.9a
	epidermis + corte <sup>‡</sup>	(2.81 ± 0.07)a	19.57 ± 3.08a	4.92 ± 1.21a	34.1 ± 6.0a
	xylem + pith	(2.62 ± 0.06)a	19.68 ± 2.79a	4.58 ± 1.00a	31.8 ± 4.6a
	Lateral	8.02 ± 2.00a	11.02 ± 7.28a	3.00 ± 1.67a	20.8 ± 10.7a
	Fine	>4.00	5.97 ± 2.23a	1.73 ± 0.70a	12.0 ± 4.4a
	Whole	-	60.48 ± 8.86a	14.43 ± 2.63a	100
5	Rhizome	16.52 ± 5.01b	4.77 ± 1.01a	0.22 ± 0.10ab	1.2 ± 0.5a
	Main	29.58 ± 3.45ab	42.67 ± 8.97ab	10.75 ± 1.85a	57.5 ± 8.1a
	epidermis + cortex	(3.39 ± 0.14)b	20.31 ± 4.21b	5.32 ± 0.97ab	28.5 ± 4.0a
	xylem + pith	(3.48 ± 0.23)ab	22.37 ± 5.35ab	5.43 ± 1.00ab	29.1 ± 4.9a
	Lateral	10.91 ± 2.29b	21.63 ± 8.44b	5.86 ± 2.23b	31.35 ± 10.7a
	Fine	>4.00	6.54 ± 2.55a	1.86 ± 0.86a	9.95 ± 3.9a
	Whole	-	75.61 ± 12.83b	18.69 ± 3.44b	100
6	Rhizome	16.58 ± 3.17b	5.95 ± 1.39b	0.28 ± 0.13b	1.17 ± 0.6a
	Main	32.71 ± 2.90b	54.18 ± 8.05b	14.70 ± 2.73b	61.30 ± 6.7a
	epidermis + cortex	(3.90 ± 0.11)c	24.00 ± 3.69c	6.78 ± 1.44b	28.27 ± 5.6a
	xylem + pith	(4.49 ± 0.17)b	30.18 ± 4.63b	7.92 ± 1.49b	33.03 ± 6.5a
	Lateral	11.01 ± 2.50b	24.12 ± 8.62b	6.98 ± 2.75b	29.11 ± 7.7a
	Fine	>4.00	7.61 ± 2.11a	2.02 ± 0.63a	8.42 ± 3.0a
	Whole	-	91.86 ± 12.83b	23.98 ± 4.80b	100

\*Same letters in a column are not significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test.

\*\*Each value represents the mean ± SD (n = 20),

‡Sectional areas(cm<sup>2</sup>).

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.

표준용액은 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 10.42 ppm 농도가 되도록 만든 후 HPLC에 주입, 3회 반복하여 얻은 크로마토그램으로부터 농도와 피크 면적의 계산값으로 정량곡선을 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> (0.9999) 으로 모두 R값이 0.99 이상으로 1에 근접하여 정량성이 양호하였다.

Column은 Bischoff C<sub>18</sub> ace-ESP (250×4.6 mm, 4 μm, Bischoff Co., Germany)을 사용하였으며, UV wavelength 는 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.

## 결과 및 고찰

### 1. 4, 5, 6년 근별 뿌리 특성

본 연구에 사용한 수삼의 연근별 뿌리의 특성은 Table 1과 같다. 4, 5, 6년 근의 너두 평균 직경은 각각 11.72, 16.52, 16.58 mm, 동체 26.31, 29.58, 32.71 mm 지근 8.02, 10.91, 11.01 mm로 연근이 증가함에 따라 증가하였으나 증가폭은 일정하지 않았다.

4, 5, 6년 근 평균 생체중은 각각 60.48, 75.61, 91.86 g이었고, 부위별로는 너두 4.24, 4.77, 5.95 g, 동체 39.25, 42.67, 54.18 g, 지근 11.02, 21.63, 24.12 g, 세근 5.97, 6.54, 7.61 g이었고 동체 > 지근 > 세근 > 너두 순으로 생체중의 비중이 높았다. 평균 총 건물중은 각각 14.43, 18.69, 23.98 g이고, 부위별로는 너두 0.20, 0.22, 0.28 g, 동체 9.50, 10.75, 14.70 g, 지근 3.00, 5.86, 6.98 g, 세근 1.73, 1.86, 2.02 g으로 연근의 증가와 함께 건물중도 증가하였으나 증가의 폭은 일정하지 않았다.

4, 5, 6년 근 동체 횡단면의 피층 평균 면적은 2.81, 3.39, 3.90 cm<sup>2</sup>, 중심주는 2.62, 3.48, 4.49 cm<sup>2</sup> 이었고, 피층면적의 비율은 각각 51.8, 49.3, 46.5%로 고년 근으로 갈수록 감소하였다. 4, 5, 6년 근 동체의 조직별 생체중은 피층이 각각 19.57, 20.31, 24.00 g, 중심주 19.68, 22.37, 30.18 g이고, 피층의 생체중 비율은 각각 49.9, 42.7, 44.3%로 고년 근으로 갈수록

감소하였다. 건물중은 피층이 4.92, 5.32, 6.78 g, 중심주 4.58, 5.43, 7.92 g이고, 건물중의 피층 비율은 각각 51.8, 49.5, 46.1%로 고년 근으로 갈수록 감소하였다.

이상과 같이 연근이 증가함에 따라 피층과 중심주의 면적, 생체중, 건물중은 모두 증가하였으나 증가폭은 피층보다 중심주가 더 컸으며, 피층의 비율은 4 > 5 > 6년 근 순으로 높았다. Park (1988) 등은 인삼의 직경은 피층보다 중심주 면적 증가의 영향이 크기 때문에 직경이 클수록 중심주의 비율은 커진다고 하여 본 실험 결과와 일치하는 경향이었다.

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

4, 5, 6년 근 동체 피층의 총 10 종의 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>, Rh<sub>1</sub>) 함량은 각각 19.09, 22.90, 26.70 mg/g, 중심주는 8.83, 6.54, 5.33 mg/g으로 연근이 증가할수록 피층의 ginsenoside 함량은 증가한 반면 중심주는 감소하였다 (Fig. 1).

Lee (1987) 등은 2~5년 근 인삼의 동체는 연근이 많을수록 total ginsenoside 함량은 감소하는 경향이였으며, 조직별로는 피층에서 증가하는 반면, 중심주에서 감소한다고 하였다. 그러나

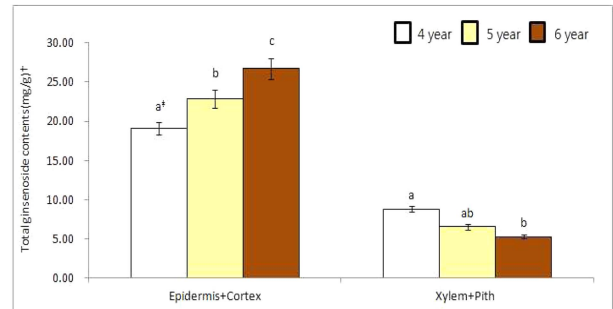


Fig. 1. Comparison of total ginsenoside content in inside part of main root and ages. † Contents of total ginsenoside values were means ± SD (n = 3) by three times experiments. Same letters in a column are not significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test.

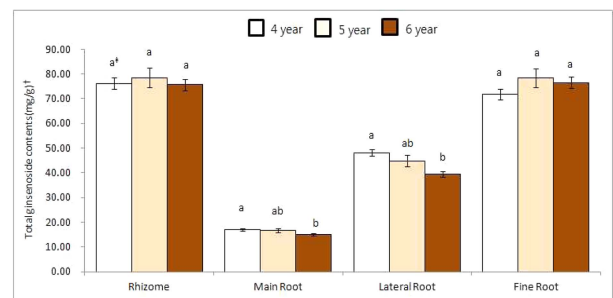


Fig. 2. Comparison of total ginsenoside content in root part and ages. † Contents of total ginsenoside values were means ± SD (n = 3) by three times experiments. Same letters in a column are not significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test.

**Table 2.** Comparison of ginsenoside composition in inside each part of main root with different age.

Year	Part	Ginsenoside (mg/g)										
		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>	PD/PT*
4	Epidermis + Cortex	4.82 ± 0.44a	1.23 ± 0.01a	0.60 ± 0.01a	2.97 ± 0.18a	0.08 ± 0.00a	2.75 ± 0.01a	0.53 ± 0.00a	4.02 ± 0.16a	0.56 ± 0.00a	1.53 ± 0.00**a	1.03
	Xylem + Pith	2.18 ± 0.12b	0.97 ± 0.01b	0.06 ± 0.01a	0.79 ± 0.01a	0.05 ± 0.00a	1.47 ± 0.01b	0.78 ± 0.00a	2.39 ± 0.43b	0.04 ± 0.00a	0.09 ± 0.00a	0.85
5	Epidermis + Cortex	5.61 ± 0.67ab	1.89 ± 0.01ab	0.72 ± 0.01a	3.76 ± 0.15a	0.29 ± 0.00a	3.33 ± 0.01b	0.36 ± 0.00a	4.30 ± 0.73ab	0.92 ± 0.00a	1.72 ± 0.01a	1.15
	Xylem + Pith	1.53 ± 0.11a	0.61 ± 0.01a	0.04 ± 0.01a	0.73 ± 0.00a	0.03 ± 0.00a	0.85 ± 0.00a	0.66 ± 0.00a	1.96 ± 0.01ab	0.03 ± 0.00a	0.09 ± 0.00a	0.82
6	Epidermis + Cortex	6.56 ± 0.39b	2.28 ± 0.01b	0.81 ± 0.01a	4.60 ± 0.23a	0.18 ± 0.00a	3.82 ± 0.01b	0.40 ± 0.00a	5.54 ± 0.26b	0.70 ± 0.00a	1.80 ± 0.01a	1.18
	Xylem + Pith	1.32 ± 0.10a	0.5 ± 0.01a	0.04 ± 0.01a	0.61 ± 0.00a	0.03 ± 0.00a	0.69 ± 0.00a	0.49 ± 0.00a	1.57 ± 0.01a	0.03 ± 0.00a	0.05 ± 0.00a	0.89

\*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>.

\*\*Same letters in a column are not significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test.

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

**Table 3.** Comparison of ginsenoside composition in different root part with different age.

Year	Part	Ginsenoside (mg/g)										
		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>	PD/PT*
4	Rhizome	17.01 ± 1.21b	4.80 ± 0.02a	0.94 ± 0.02a	6.83 ± 0.02a	1.48 ± 0.02a	22.19 ± 5.42b	7.45 ± 0.31a	13.65 ± 2.37a	1.58 ± 0.07a	0.31 ± 0.01***a	0.69
	Main Root	6.99 ± 0.16a	0.16 ± 0.00a	0.06 ± 0.00a	1.28 ± 0.02a	0.05 ± 0.00a	3.13 ± 1.33a	0.58 ± 0.02a	4.47 ± 1.05b	0.19 ± 0.00a	0.01 ± 0.00a	1.02
	Lateral Root	15.31 ± 1.40a	2.82 ± 0.01b	0.72 ± 0.01a	7.93 ± 0.02a	0.79 ± 0.01b	11.81 ± 3.57b	2.75 ± 0.35a	3.55 ± 1.24a	1.04 ± 0.03a	1.47 ± 0.02a	1.34
	Fine Root	37.95 ± 5.73a	6.13 ± 0.06a	0.77 ± 0.01a	3.50 ± 0.02a	0.85 ± 0.01a	13.26 ± 3.12a	2.28 ± 0.79a	2.68 ± 0.98a	1.64 ± 0.79a	2.69 ± 0.02a	2.18
5	Rhizome	16.60 ± 1.02a	5.13 ± 0.14a	1.32 ± 0.04a	7.83 ± 0.02b	1.40 ± 0.02a	20.79 ± 6.23b	7.04 ± 0.52a	16.50 ± 2.38b	1.38 ± 0.98a	0.47 ± 0.00a	0.70
	Main Root	6.82 ± 0.44a	0.33 ± 0.02a	0.06 ± 0.00a	1.16 ± 0.02a	0.06 ± 0.00a	3.02 ± 1.07a	0.29 ± 0.02a	3.59 ± 0.32a	0.08 ± 0.00a	0.01 ± 0.00a	1.20
	Lateral Root	17.68 ± 1.64b	2.12 ± 0.09a	0.68 ± 0.00a	5.35 ± 0.02a	0.41 ± 0.00a	7.68 ± 0.34a	2.23 ± 0.88a	4.85 ± 0.55a	1.33 ± 0.01a	1.01 ± 0.01a	1.53
	Fine Root	39.79 ± 6.36a	6.48 ± 0.29a	1.50 ± 0.01a	5.45 ± 0.02a	0.78 ± 0.00a	14.59 ± 2.02a	2.38 ± 0.13a	4.13 ± 0.79b	2.04 ± 0.01a	1.24 ± 0.02a	2.22
6	Rhizome	15.95 ± 1.93a	5.64 ± 0.65b	1.12 ± 0.02a	7.40 ± 0.02a	1.36 ± 0.01a	17.36 ± 2.34a	8.29 ± 0.11a	17.06 ± 3.21b	0.99 ± 0.01a	0.48 ± 0.01a	0.71
	Main Root	7.29 ± 0.89a	0.16 ± 0.00a	0.05 ± 0.00a	0.19 ± 0.02a	0.02 ± 0.00a	3.68 ± 0.02a	0.33 ± 0.00a	3.18 ± 0.02a	0.11 ± 0.00a	0.01 ± 0.00a	1.05
	Lateral Root	15.5 ± 1.39a	2.09 ± 0.02a	0.61 ± 0.01a	4.51 ± 0.02a	0.32 ± 0.00a	8.43 ± 0.35a	2.32 ± 0.01a	3.77 ± 0.02a	1.02 ± 0.01a	0.90 ± 0.01a	1.41
	Fine Root	37.53 ± 4.69a	5.94 ± 0.37a	1.29 ± 0.42a	4.62 ± 0.02a	0.70 ± 0.00a	14.75 ± 1.43a	2.75 ± 0.01a	5.75 ± 0.02b	2.31 ± 0.01a	0.86 ± 0.02a	1.90

\*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>.

\*\*Same letters in a column are not significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test.

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

실험에 사용된 인삼의 근 직경에 대한 언급이 없어 본 실험과 직접적으로 비교할 수는 없지만 연근에 따른 피층과 중심주의 total ginsenoside 함량은 경향이 일치하였다.

동체의 피층과 중심주의 종류별 ginsenoside 함량은 모두 중심주보다 피층에서 높았으며, 특히 Rb<sub>1</sub>, Re, Rg<sub>1</sub>은 연근이 증가함에 따라 피층에서 증가하고 중심주에서 감소하여 고년 근

에서 함량차이가 높게 나타났다 (Table 2).

4, 5, 6년 근 뿌리 부위별 total ginsenoside 함량은 뇌두는 각각 76.22, 78.44, 75.65 mg/g, 동체 16.91, 16.63, 15.03 mg/g, 지근 48.19, 44.89, 39.54 mg/g, 세근 71.73, 78.38, 76.50 mg/g으로 세근 > 지근 > 동체 순으로 높았고 뇌두는 세근과 유사하였다 (Fig. 2). 모든 연근에서 뇌두는 ginsenoside Rb<sub>1</sub>, Rb<sub>2</sub>, Rb<sub>3</sub>, Rg<sub>2</sub>, 세근은 Rc, Rg<sub>1</sub>을 제외한 모든 성분이 뇌두, 세근 > 지근 > 동체 순으로 함량이 높게 나타났다. 특히, 뇌두는 ginsenoside Re, 세근은 Rb<sub>1</sub> 함량이 다른 부위에 비해 크게 증가하였다 (Table 3).

뿌리 부위별 ginsenoside 함량은 뇌두와 세근에서 높게 나타나지만, 뿌리 전체에 대한 무게 비율은 각각 1.2~1.4%, 8.4~12.0%로 동체 57.5~65.9%, 지근 20.8~31.4%에 비해 낮은 인삼 전체 ginsenoside 함량에 미치는 영향은 동체와 지근보다 낮았다. 따라서 인삼의 총 ginsenoside 함량은 동체, 지근, 세근의 비율이 높게 좌우할 것으로 생각된다.

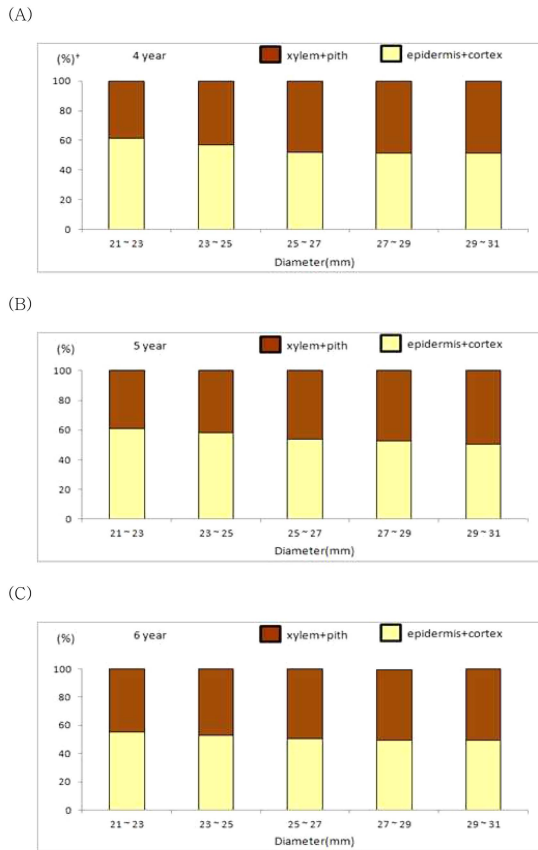


Fig. 3. Comparison of epidermis + cortex and xylem + pith ratio by diameter in 4, 5, 6 year main root. † Each value represents the mean (n = 20).

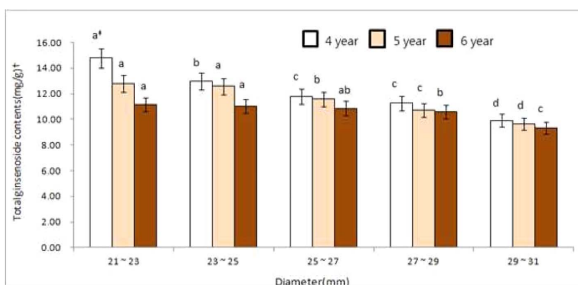


Fig. 4. Comparison of ginsenoside contents according to diameter in 4, 5, 6 year main root. † Contents of total ginsenoside values were means ± SD (n = 3) by three times experiments. Same letters in a column are not significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test.

### 3. 동체의 직경에 따른 피층과 중심주의 비율 및 ginsenoside 함량

4, 5, 6년 근 동체의 직경에 따른 피층과 중심주의 비율은 Fig. 3과 같다. 동체 직경이 21~23, 23~25, 25~27, 27~29, 29~31 mm일 때 4년 근의 피층의 비율은 각각 61.4, 56.9, 52.0, 51.2, 51.5%이고, 중심주의 비율은 각각 38.7, 43.1, 48.0, 48.9, 48.5%이었다. 5년 근 피층의 비율은 각각 60.9, 58.3, 54.0, 52.8, 50.2%, 중심주의 비율은 각각 39.1, 41.7, 46.0, 47.2, 49.8%, 6년 근 피층의 비율은 각각 55.4, 52.8, 50.5, 49.4, 49.7%, 중심주의 비율은 각각 44.6, 47.2, 49.5, 50.3, 50.6%로 연근과 관계없이 직경이 감소함에 따라 피층의 비율은 증가하고, 중심주의 비율은 감소하였으며, 같은 직경에서는 4, 5년 근보다 6년 근에서 피층의 비율이 낮았다. 이러한 결과는 Park (1988) 등이 인삼의 직경이 클수록 중심주의 비율은 커진다는 결과와 일치하였다.

4, 5, 6년 근의 동체 직경에 따른 total ginsenoside 함량은 Fig. 4와 같다. 동체 직경이 증가할수록 total ginsenoside 함량은 감소하고, 같은 직경에서는 고년근보다 저년근에서 total ginsenoside 함량이 높았다. 이러한 결과는 직경이 증가 할수록 피층보다 중심주의 비율이 증가하였고, 같은 직경에서는 저년근에서 피층의 비율이 높았기 높기 때문이다.

Ginsenoside 함량은 중심주보다 피층에서 높고, 직경이 클수록, 연근이 증가할수록 중심주의 비율이 증가하며, 중심주의 ginsenoside 함량은 연근이 증가할수록 감소하였다. 따라서 고년 근일수록, 직경이 클수록 ginsenoside 함량은 감소하게 된다.

이상의 결과를 종합하면 사포닌 함량이 높은 원료삼을 선정하기 위해서는 동체의 직경이 작고, 중심주보다 피층의 비율이 높은 것을 선택 하여야 할 것이다. 또한 ginsenoside 성분 외 페놀함량 및 항산화 활성은 동체, 지근 부위보다 세근에서

높게 나타나며, 세근 중에서도 직경이 작은 부위에서 높게 나타나기 때문에 (Jo *et al.*, 2011), 같은 동체 직경에서는 지근의 직경이 작고 세근의 발달이 양호한 개체를 선발하는 것이 유리할 것이다. 그러나 인삼의 품질 인자는 여러 종류의 비사포닌 성분도 있으므로 비사포닌 성분과 직경 및 뿌리 부위별 함량과의 관계 등에 관한 연구가 이루어져야 할 것으로 생각된다.

고사포닌 계통은 동체와 지근의 직경이 작고, 중심주보다 피층의 비율이 높고, 세근의 발달이 양호한 개체일 것으로 판단된다. 따라서 뿌리직경, 피층비, 세근의 발달정도등을 고사포닌 품종을 육성하기 위한 선발 기준으로 활용할 수 있을 것으로 기대된다.

### LITERATURE CITED

- 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.
- Bang KH, Seo AY, Kim YC, Jo IH, Kim JU, Kim DH, Cha SW, Cho YG and Kim HS. (2012). Variations of agronomic characteristics of cultivars and breeding lines in Korean ginseng(*Panax ginseng* C. A. Meyer). *Korean Journal of Medicinal Crop Science*. 20:231-237.
- 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.
- Jang JG, Lee KS, Kwon DW, Nam KY and Choi JH. (1983). Study on the changes of saponin contents in relation to root age of *Panax ginseng*. *Korean Journal of Food & Nutrition*. 12:37-40.
- Jo JE, Kim KH, Kim MS, Choi JE, Byun MW and Yook HS. (2011). Antioxidant activity from different root parts of 6-year-old *Panax ginseng* C. A. Meyer(Yun-poong). *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*. 40:493-499.
- 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 MW, Lee JS and Nam KY. (1984). Saponin contents in various parts of raw red ginseng. *Korean Journal of Ginseng Science*. 8:8-14.
- Kim MW, Ko SR, Choi KJ and Kim CS. (1987). Distribution of saponin in various sections of *Panax ginseng* root and changes of its contents according to root age. *Korean Journal of Ginseng Science*. 11:10-16.
- 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 CH, Nam KY and Choi KJ. (1978). Relationship between the age and chemical components of ginseng root's portion(*Panax ginseng* C. A. Meyer). *Korean Journal of Food Science and Technology*. 10:263-268.
- Lee CR, Whang WK, Shin CG, Lee HS, Han ST, Im BO and Ko SK. (2004). Comparison of ginsenoside composition and contents in fresh ginseng roots cultivated in Korea, Japan and China at various ages. *Korean Journal of Food Science and Technology*. 36:847-850.
- Lee MK, Park H and Lee CH. (1987). Effect of growth conditions on saponin content and ginsenoside pattern of *Panax ginseng*. *Korean-Japan Panax Ginseng Symposium*. p.89-107.
- Lee SS. (2002). Characteristics of photosynthesis among new cultivars of ginseng(*Panax ginseng* C. A. Meyer). *Journal of Ginseng Research*. 26: 85-88.
- 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, Nam KY and Choi JE. (2009a). Difference of the ginsenoside contents according to the planting location in *Panax ginseng* C. A. Meyer. *Korean Journal of Crop Science*. 54:159-164.
- Li XG, Kang SJ, Han JS, Kim JS and Choi JE. (2009b). Effects of root diameter within different root parts on ginsenoside composition of Yunpoong cultivar in *Panax ginseng* C. A. Meyer. *Korean Journal of Medicinal Crop Science*. 17:452-457.
- 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.
- Lim WS. (2005). Effects of interactions among age, cultivation method (location) and population on ginsenoside content of wild *Panax quinquefolium* L. one year after transplanting from wild. *Korean Journal of Medicinal Crop Science*. 13:254-261.
- 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 H, Park-Lee QH and Yoo KJ. (1982). Relationship between ginsenoside content and stem color intensity of *Panax ginseng*. *Journal of Korean Agricultural Chemical Society*. 25:211-217.
- 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.