

인삼의 재식 위치에 따른 진세노사이드 함량 차이

李翔国* · 남기열* · 최재을*[†]

*충남대학교 농업생명과학대학

Difference of the Ginsenosides Contents According to the Planting Location in *Panax ginseng* C. A. Meyer

Xiangguo Li*, Ki Yeul Nam*, and Jae Eul Choi*[†]

*College of Agric. & Life Science, Chungnam National University, Daejeon, 305-764, Korea

ABSTRACT The difference of ginsenosides content according to placement of ginseng planting (line) under shading net in 5-year-old ginseng roots were examined. The total saponin (Rb₁, Rb₂, Rc, Rd, Re, and Rg₁) contents were 15.01 mg/g and 21.79 mg/g in the main roots, 35.93 mg/g and 43.32 mg/g in the lateral roots, 87.85 mg/g and 105.51 mg/g in the fine roots for the front 1st~2nd lines in Yunpoong and Landrace variety (purple-stem variant), respectively. In the middle 3rd~5th lines the total saponin contents were 18.73 mg/g and 23.19 mg/g in the main roots, 44.92 mg/g and 43.50 mg/g in the lateral roots, 92.97 mg/g and 110.70 mg/g in the fine roots in Yunpoong and Landrace variety, respectively. In the rear 6th~7th lines the total saponin contents were 21.88 mg/g and 26.68 mg/g in the main roots, 38.41 mg/g and 44.89 mg/g in the lateral roots, 101.03 mg/g and 107.06 mg/g in the fine roots in Yunpoong and Landrace variety, respectively. The differences in total and individual ginsenosides content in the main, lateral and fine roots among the lines were not significant but total ginsenosides contents in the main roots were different in case of Yunpoong variety. The ratios of protopanaxadiol (PD) type saponin to protopanaxatriol (PT) type saponin in roots were lower in the front lines compared to the middle and rear lines and the ratios were significantly different among the parts of roots.

Keywords : ginseng, placement, saponin contents, ginsenosides

인삼은 반음지성 식물로 경사형의 해가림 시설아래서 재배하므로 재식 위치에 따라 수광량 차이 등으로 수량과 품

질에 차이가 있다. 이러한 특성은 해가림 시설의 경사면 앞쪽인 전행(前行)과 뒤쪽 후행(後行)의 광도와 온도 조건의 차이로 인하여 생육 및 근 수량의 변이가 나타난다(Kim *et al.*, 1982; Lee *et al.*, 1980, 1982; Park *et al.*, 1979). Lee *et al.*(1983)의 보고에 의하면 후행 인삼의 뿌리 무게가 전행 및 중행 인삼의 50-70%에 불과한 것은 후행의 광량이 총 광량의 2% 미만으로 인삼의 정상생육에 절대 부족인데 기인하는 결과라고 하였다. Choi *et al.*(1980)은 인삼은 차광 하에서 재배되므로 행에 따라 광량, 온도, 바람의 속도, 통기성 등의 차이로 인삼의 생육에 영향을 주어 근중은 3, 4년생에서는 2행이 가장 무겁고 후행으로 갈수록 감소한다고 하였으며, 5년생에서는 1행이 가장 무겁고 5행이 가장 가볍다고 하였다.

이상과 같이 인삼의 재식 위치와 인삼의 생육 및 수량과는 밀접한 관계가 있다는 것이 밝혀졌으나 인삼의 품질과 관련된 성분 면에서, 특히 지표성분인 사포닌의 성분(함량과 그 조성)의 변이가 어느 정도인지에 대한 연구 자료는 거의 없거나 매우 미흡한 실정이다. 따라서 본 연구는 인삼의 재식 위치 및 크기가 사포닌 함량에 미치는 영향을 구명하기 위하여 실시하였다.

재료 및 방법

재식 위치의 구분 및 인삼 재료

대전광역시 유성구 충남대학교 농업생명과학대학의 농장에 20×12 cm로 이식 재배한 연풍 및 재래종(자경종)의 5년생을 2007년 10월 3일에 수확하였다. 재식 위치에 따라 1~2행을 전행, 3~5행을 중행, 6~7행을 후행으로 구분하여 각각 10칸씩 채굴하고 재식 위치별로 크기에 따라 대, 중,

[†]Corresponding author: (Phone) +82-42-821-5729
(E-mail) choije@cnu.ac.kr <Received November 4, 2008>

소형으로 나누어 뿌리 무게를 측정하였다.

분석용 인삼은 물로 깨끗이 씻어내고 -83°C에서 3일간 동결 건조한 후 주근, 지근, 세근으로 구분하여 인삼 사포닌(ginsenoside) 함량을 분석하였다.

사포닌 분석 방법

사포닌 추출은 Shi *et al.*(2007)의 방법을 변형하여 사용하였다. 각 시료 1.3 g과 70% ethanol을 250 mL 삼각플라스크에 넣고 ultra-sonicator (60 kHz, 330W; JAC Ultrasonic 2010, KODO, Korea)로 75°C에서 추출하였다. 추출물을 냉각시켜 여과한 후 잔사에 70% ethanol을 넣고 앞의 방법으로 2회 반복 추출하였다. 총 3회에 걸쳐 추출된 성분을 모아 rotary evaporator를 이용하여 감압 농축시킨 후 건조된 물질에 HPLC용 증류수 25 mL를 가해 현탁하였다.

Sep-Pak C₁₈ cartridge에 HPLC용 증류수 5 mL로 세척한 다음 20% MeOH 5 mL 및 90% MeOH 10 mL로 세척하였다. 인삼추출 현탁액이 Sep-Pak C₁₈ cartridge에 통과한 용출액을 모두 받아 0.5 µm membrane filter로 여과하여 HPLC[Hewlett Packard HPLC series 1100 (Agilent Technologies, Little Falls, DE, USA)]로 분석하였다.

Column은 Phenomenex C₁₈ column(250×4.6 mm, 4 µm, Phenomenex Co., Torrance, CA, USA)을 사용하였으며, UV wavelength는 203 nm, flow rate는 1.2 mL/min, column temperature는 35°C에서 실시하였다. HPLC 분석조건은 acetonitrile 19%(0분), 19%(10분), 20%(15분), 23%(40분), 30%(42분), 35%(75분), 70%(80분), 90%(90분), 90%(100분), 19%(105분)로 실시하였다.

결과 및 고찰

재식 위치별 근중

연풍의 전행, 중행, 후행의 건전 개체의 평균 근중은 각각 59.82 g, 43.14 g, 34.03 g로 전행 > 중행 > 후행 순이었으며 재식 위치 간에 유의적인 차이가 있었다. 재래종의 전행, 중행, 후행의 건전 개체의 평균 근중은 각각 58.89 g, 47.50 g, 45.83 g로 연풍과 같이 전행 > 중행 > 후행 순이었으나 중행과 후행 간에는 유의적인 차이가 인정되지 않았다(그림 1). 연풍에서는 유의차가 있었으나 재래종에서 유의차가 없는 것은 재래종은 유전적으로 고정되지 않은 것과 관련이 있을 것으로 생각된다. 이상과 같이 재식 위치에 따른 근중의 차이는 Choi *et al.*(1980)과 Lee *et al.*(1983)이 보고한 결과와 같은 경향을 나타냈다.

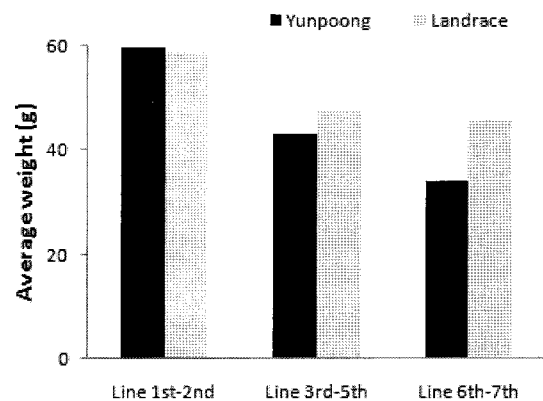


Fig. 1. Average weight (g/root) of healthy root of Yunpoong and Landrace according to cultivated position.

Table 1. The unit content of ginsenosides in three parts of 5-year-old ginseng root of Yunpoong according to cultivated position.

Root part	Line	Ginsenoside (mg/g)						Total	PD/PT [‡]
		Rb ₁	Rb ₂	Rc	Rd	Re	Rg ₁		
Main root	Front [†]	3.48b	1.06c	1.23c	0.12c	3.76a	5.36a	15.01b	0.65b
	Middle	5.61a	1.64b	2.12b	0.45b	3.52a	5.39a	18.73ab	1.10a
	Rear	6.57a	2.11a	2.70a	0.60a	3.76a	6.14a	21.88a	1.21a
Lateral root	Front	9.51a	4.45a	5.38a	0.81b	10.37a	5.41a	35.93a	1.28b
	Middle	13.63a	5.99a	6.73a	1.58a	10.61a	6.38a	44.92a	1.64ab
	Rear	11.59a	4.81a	7.03a	1.40a	8.28a	5.30a	38.41a	1.83a
Fine root	Front	27.75a	12.09a	18.78a	3.49b	21.58a	4.16a	87.85a	2.41a
	Middle	30.81a	13.31a	17.40a	4.21ab	23.55a	3.69a	92.97a	2.41a
	Rear	34.03a	13.30a	22.88a	4.80a	22.23a	3.79a	101.03a	2.88a

[†]Front: Line 1st-2nd, Middle: Line 3rd-5th, Rear: Line 6th-7th.

[‡]PD: Rb₁+Rb₂+Rc+Rd, PT: Re+Rg₁.

재식 위치에 따른 사포닌(ginsenosides) 단위 함량

재식 위치에 따른 연풍의 사포닌 단위 함량을 주근, 지근 및 세근별로 분석한 결과는 표 1과 같다. 주근의 진행, 중행, 후행의 Rb₁ 단위 함량은 각각 3.48 mg/g, 5.61 mg/g, 6.57 mg/g, Rb₂ 1.06 mg/g, 1.64 mg/g, 2.11 mg/g, Rc 1.23 mg/g, 2.12 mg/g, 2.70 mg/g, Rd 0.12 mg/g, 0.45 mg/g, 0.60 mg/g, Rg₁ 5.36 mg/g, 5.39 mg/g, 6.14 mg/g로 후행 > 중행 > 진행 순이었으며, Rg₁을 제외하고는 진행과 중, 후행 간에 유의적인 차이가 인정되었다. 그러나 Re 단위 함량은 3.76 mg/g, 3.52 mg/g, 3.76 mg/g로 일정한 경향이 없었다.

연풍 지근의 진행, 중행, 후행의 Rb₁ 단위 함량은 각각 9.51 mg/g, 13.63 mg/g, 11.59 mg/g, Rb₂ 4.45 mg/g, 5.99 mg/g, 4.81 mg/g, Rc 5.38 mg/g, 6.73 mg/g, 7.03 mg/g, Rd 0.81 mg/g, 1.58 mg/g, 1.40 mg/g로 진행보다 중행 또는 후행에서 증가하는 경향이었으나 Rd에서만 진행과 중, 후행 간에 유의적인 차이가 인정되었다. Re 단위 함량은 10.37 mg/g, 10.61 mg/g, 8.28 mg/g, Rg₁ 5.41 mg/g, 6.38 mg/g, 5.30 mg/g로 후행보다 진행 또는 중행에서 증가하는 경향이었으나 유의적인 차이는 인정되지 않았다.

연풍 세근의 진행, 중행, 후행의 Rb₁ 단위 함량은 각각 27.75 mg/g, 30.81 mg/g, 34.03 mg/g, Rb₂ 12.09 mg/g, 13.31 mg/g, 13.30 mg/g, Rd 3.49 mg/g, 4.21 mg/g, 4.80 mg/g, Re 21.58 mg/g, 23.55 mg/g, 22.23 mg/g로 진행보다 중행 또는 후행에서 증가하는 경향이었으나 Rd에서만 진행과 중, 후행 간에 유의적인 차이가 인정되었다. Rc 단위 함량은 18.78 mg/g, 17.40 mg/g, 22.88 mg/g로 후행에서 많았고, Rg₁은 4.16 mg/g, 3.69 mg/g, 3.79 mg/g로 진행에서 많

았으나 유의성은 없었다.

연풍 주근의 진행, 중행, 후행의 총 사포닌 단위 함량은 각각 15.01 mg/g, 18.73 mg/g, 21.88 mg/g, 지근은 35.93 mg/g, 44.92 mg/g, 38.41 mg/g, 세근은 87.85 mg/g, 92.97 mg/g, 101.03 mg/g로 모두 진행보다 중행 또는 후행에서 증가하였으나 주근에서만 진행과 중, 후행 간에 유의적인 차이가 인정되었다.

이상과 같이 재식 위치에 따른 연풍의 사포닌 단위 함량은 주근, 지근의 Re, Rg₁, 세근의 Rc, Rg₁을 제외하면 주근, 지근 및 세근 부위에서 진행보다는 중행 또는 후행에서 증가하는 경향을 보였다.

PD/PT 비율은 진행의 주근을 제외하고는 재식 위치 및 부위에 관계없이 PD계 사포닌이 PT계 사포닌 단위 함량보다 많았다. 부위별 PD/PT 비율은 세근 > 지근 > 주근의 순이었으며, 그 중에서도 세근에서 그 비율이 뚜렷이 높아 PD계 사포닌이 PT계 사포닌 단위 함량의 2배 이상이었다.

재식 위치에 따른 재래종의 사포닌 단위 함량을 주근, 지근 및 세근별로 분석한 결과는 표 2와 같다. 주근의 진행, 중행, 후행의 Rb₁ 단위 함량은 각각 5.50 mg/g, 7.22 mg/g, 8.41 mg/g, Rb₂ 1.59 mg/g, 2.07 mg/g, 2.42 mg/g, Rc 2.02 mg/g, 2.42 mg/g, 2.61 mg/g, Rd 0.17 mg/g, 0.59 mg/g, 0.76 mg/g로 진행보다 중행 또는 후행에서 증가하는 경향이었으며, Rc를 제외하고는 진행과 중, 후행 간에 유의적인 차이가 인정되었다. Re 단위 함량은 4.66 mg/g, 4.08 mg/g, 4.62 mg/g로 진행에서 많았고, Rg₁은 7.85 mg/g, 6.81 mg/g, 7.86 mg/g로 후행에서 많았으나 유의성은 없었다.

재래종 지근의 진행, 중행, 후행의 Rb₁ 단위 함량은 각각 12.89 mg/g, 14.28 mg/g, 13.86 mg/g, Rb₂ 5.37 mg/g, 6.06

Table 2. The unit content of ginsenosides in three parts of 5-year-old ginseng root of Landrace according to cultivated position.

Root part	Line	Ginsenoside (mg/g)						Total	PD/PT [‡]
		Rb ₁	Rb ₂	Rc	Rd	Re	Rg ₁		
Main root	Front [†]	5.50b	1.59b	2.02a	0.17b	4.66a	7.85a	21.79a	0.74b
	Middle	7.22ab	2.07a	2.42a	0.59a	4.08a	6.81a	23.19a	1.13a
	Rear	8.41a	2.42a	2.61a	0.76a	4.62a	7.86a	26.68a	1.14a
Lateral root	Front	12.89a	5.37a	6.18a	1.02b	10.28a	7.58a	43.32a	1.43b
	Middle	14.28a	6.06a	6.37a	1.60a	8.44a	6.75a	43.50a	1.86a
	Rear	13.86a	5.71a	6.96a	1.68a	8.69a	7.99a	44.89a	1.69a
Fine root	Front	38.11a	13.45a	21.50a	4.29a	24.18a	3.98a	105.51a	2.75b
	Middle	40.63a	15.73a	23.25a	4.94a	22.61a	3.54a	110.70a	3.23a
	Rear	38.87a	14.38a	21.94a	4.86a	22.42a	4.59a	107.06a	2.96ab

[†]Front: Line 1st-2nd, Middle: Line 3rd-5th, Rear: Line 6th-7th.

[‡]PD: Rb₁+Rb₂+Rc+Rd, PT: Re+Rg₁.

mg/g, 5.71 mg/g, Rc 6.18 mg/g, 6.37 mg/g, 6.96 mg/g, Rd 1.02 mg/g, 1.60 mg/g, 1.68 mg/g로 전행보다 중행 또는 후행에서 증가하는 경향이었으나 Rd에서만 전행과 중, 후행 간에 유의적인 차이가 인정되었다. Re 단위 함량은 10.28 mg/g, 8.44 mg/g, 8.69 mg/g로 전행에서 많았고, Rg₁은 7.58 mg/g, 6.75 mg/g, 7.99 mg/g로 후행에서 많았으나 유의성은 없었다.

재래종 세근의 전행, 중행, 후행의 Rb₁ 단위 함량은 각각 38.11 mg/g, 40.63 mg/g, 38.87 mg/g, Rb₂ 13.45 mg/g, 15.73 mg/g, 14.38 mg/g, Rc 21.50 mg/g, 23.25 mg/g, 21.94 mg/g, Rd 4.29 mg/g, 4.94 mg/g, 4.86 mg/g로 전행보다 중행 또는 후행에서 증가하는 경향이었으나 유의적인 차이는 인정되지 않았다. Re 단위 함량은 24.18 mg/g, 22.61 mg/g, 22.42 mg/g로 전행에서 많았고, Rg₁은 3.98 mg/g, 3.54 mg/g, 4.59 mg/g로 후행에서 많았으나 유의성은 없었다.

재래종 주근의 전행, 중행, 후행의 총 사포닌 단위 함량은 각각 21.79 mg/g, 23.19 mg/g, 26.68 mg/g, 지근은 43.32 mg/g, 43.50 mg/g, 44.89 mg/g, 세근은 105.51 mg/g, 110.70 mg/g, 107.06 mg/g로 모두 전행보다 중행 또는 후행에서 증가하였으나 유의적인 차이는 인정되지 않았다.

이상과 같이 재식 위치에 따른 재래종의 사포닌 단위 함량은 주근, 지근 및 세근에서 Re와 Rg₁을 제외하면 전행보다 중행 또는 후행에서 증가하는 경향을 보였다.

PD/PT 비율은 전행의 주근을 제외하고는 모두 PD계 사포닌이 PT계 사포닌보다 많았다. 부위별 PD/PT 비율은 재식 위치 및 부위에 관계없이 세근 > 지근 > 주근의 순이었는데 그중에서도 세근에서 그 비율이 뚜렷이 높아 PD계 사포닌이 PT계 사포닌의 2.5배 이상이었다.

사포닌 조성 비율을 대표하는 PD/PT 비율을 보면 연풍과 재래종 모두에서 주근과 지근 부위에서 중행 및 후행보다 전행 쪽에서 작은 수치를 보여 전행에서 상대적으로 PT계 사포닌 함량이 높은 것을 보여주었다. 이와 같이 중행 및 후행, 지근과 세근에서 PT계 사포닌 함량의 비율이 감소하는 것은 PD계 사포닌인 Rb₁, Rb₂, Rc, Rd의 함량은 전행보다 중행과 후행, 주근보다 지근과 세근으로 갈수록 증가하나 PT계 사포닌인 Rg₁은 변화가 없거나 감소하기 때문으로 생각된다.

본 논문에서 재식 위치에 따라 사포닌의 단위 함량이 다르다는 결과는 투광량(Lee *et al.*, 1983, 2007), 토양이나 재배환경(Lee *et al.*, 1987)에 따라 사포닌의 단위 함량이 다르다는 결과와 관련이 있을 것으로 생각된다.

뿌리 부위별 사포닌 단위 함량을 비교하여 보면, 연풍과 재래종 모두 총 사포닌, Rb₁, Rb₂, Rc, Rd, Re 단위 함량은 세근 > 지근 > 주근의 순이었고 Rg₁ 단위 함량은 연풍에서는 일정한 경향이 없었으나 재래종에서는 주근 > 지근 > 세근 순이었다. 그러나 인삼은 개별 사포닌의 약리적 효과가 다르기 때문에 그 함량과 조성의 변이가 약리학적 효과 발현에 중요한 역할을 하므로(Lim *et al.*, 2005), 재배조건에 따른 조성변이 차이는 원료삼의 품질관리 면에서 중요한 고려의 대상이 될 것으로 생각된다.

재식 위치에 따른 뿌리 부위별 총 사포닌 함량

재식 위치에 따른 연풍과 재래종의 뿌리 부위별 총 사포닌 함량(근중 × 총 사포닌 단위 함량)은 Fig. 2와 같다. 연풍 주근의 전행, 중행, 후행의 총 사포닌 함량은 162.11 mg/root, 140.85 mg/root, 117.50 mg/root, 지근은 155.58 mg/root,

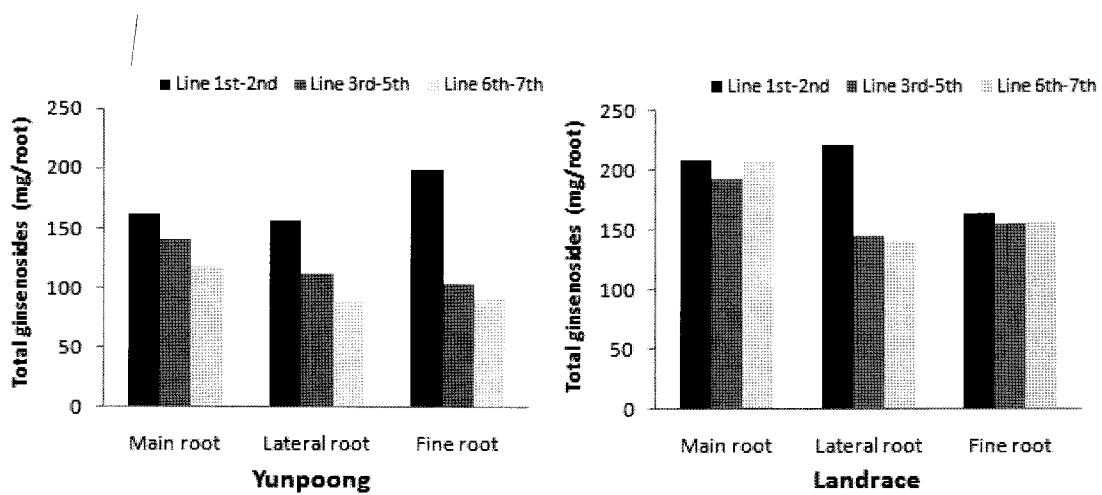


Fig. 2. The total contents of ginsenosides in main root, lateral root and fine root of 5-year-old ginseng of Yunpoong and Landrace according to cultivated position.

112.75 mg/root, 88.73 mg/root, 세근은 199.42 mg/root, 104.13 mg/root, 90.93 mg/root로 전행 > 중행 > 후행 순이었다. 재래종 주근의 전행, 중행, 후행의 총 사포닌 함량은 208.31 mg/root, 192.25 mg/root, 207.57 mg/root, 지근은 221.37 mg/root, 146.16 mg/root, 141.85 mg/root, 세근은 164.60 mg/root, 156.09 mg/root, 157.38 mg/root로 전행이 중행 및 후행보다 함량이 많았다.

재식 위치별 연풍 및 재래종의 사포닌 단위 함량은 전행보다 후행에서 증가하였으나 뿌리 부위별 총 사포닌 함량과 뿌리별 총 사포닌 함량은 오히려 전행에서 가장 많았다. 이러한 결과는 연풍은 전, 중, 후행 간에 뿌리의 무게 차이가 큰데 비하여 재래종은 중, 후행 간에 무게 차이가 작는데 기인된다.

이상과 같이 전행보다 후행에서 사포닌의 함량이 많다는 것은 Zhang *et al.*(1994)이 전 광량의 50% 수광량 하에서 재배된 인삼이 35%의 수광량 하에서 재배된 인삼보다 사포닌의 함량이 감소한다는 결과와 일치하였다. 그러나 Lee *et al.*(1987)은 전 광량의 30% 하에서 재배되었을 때 사포닌 함량이 증가한다고 하였으며, 수광량이 전 광량의 5, 10, 20, 30%일 때 사포닌 함량이 각각 13.6, 16.3, 17.7, 19.1 mg/g로 수광량이 증가할수록 사포닌이 증가한다는 Park *et al.*(1993)의 보고와는 일치하지 않았다.

Ahn *et al.*(2008)는 인삼 품종 별 사포닌 함량 조사에서 주근의 총 사포닌은 8.0~18.9 mg/g으로 품종 간에 2배 이상의 차이가 있었다. 이러한 품종 간의 차이는 연근(Cho, 1977; Jang *et al.*, 1983; Kim *et al.*, 1987; Lee *et al.*, 2007), 재배지역(Cho, 1977; Lee *et al.*, 2004), 투광량(Lee *et al.*, 1980, 1983, 2007), 채취시기(Cho, 1977) 등에 따른 사포닌 함량 차이보다 월등이 많았다. Hwang *et al.*(2005)에 의하면 백삼 50제품의 총 사포닌 함량은 최고치와 최저치가 4배의 차이가 있었고, 태극삼 13제품은 최고치와 최저치는 약 2.6배의 차이가 있었다. 이러한 차이는 원료삼(수삼)의 사포닌 성분의 차이에서 기인되는 것으로 생각된다.

현재까지 보고된 인삼 사포닌의 함량은 대부분이 재래종을 분석한 결과이므로 사포닌의 함량 변이가 개체 간의 유전적 변이인지 재배환경에 의한 변이인지를 구분할 수 없다. 따라서 재배조건, 년근, 가공제품별 등에 따른 사포닌의 함량 변이를 확인하기 위해서는 동일한 품종을 사용하여 비교하여야만 정확한 결과를 얻을 수 있을 것이다.

본 연구 결과와 Kim *et al.*(1987) 등의 보고에서 뿌리별 사포닌의 단위 중량당 함량은 세근 > 지근 > 주근 순이므로 중량이 같은 개체 간에는 동체가 작고, 지근과 세근이 많을수록 사포닌의 함량이 증가할 것이다. 따라서 인삼의 성분

을 추출하여 제품을 생산하는 경우에는 동체가 작고 지근과 세근이 많은 원료 삼을 사용하는 것이 유리할 것이다. 그러나 크기와 형태를 유지시키는 가공 제품은 형태적 특성이 우수하고 사포닌의 함량이 많은 품종의 육성이 요구된다.

사 사

본 논문은 농촌진흥청에서 시행한 특화작목 연구개발과제의 연구비 지원으로 수행된 연구결과의 일부임.

요 약

본 연구는 5년근의 인삼에서 차광시설의 재배위치에 따른 사포닌의 함량 차이를 검정하였다. 재식 위치별 전행(1~2행)에서 연풍과 재래종 주근의 총 사포닌 단위함량은 각각 15.01 mg/g, 21.79 mg/g, 지근은 각각 35.93 mg/g, 43.32 mg/g, 세근은 각각 87.85 mg/g, 105.51 mg/g이었다. 중행(3~5행)에서 연풍과 재래종 주근의 총 사포닌 단위함량은 각각 18.73 mg/g, 23.19 mg/g, 지근은 각각 44.92 mg/g, 43.50 mg/g, 세근은 각각 92.97 mg/g, 110.70 mg/g이었다. 후행(6~7행)에서 연풍과 재래종 주근의 총 사포닌 단위함량은 각각 21.88 mg/g, 26.68 mg/g, 지근은 각각 38.41 mg/g, 44.89 mg/g, 세근은 각각 101.03 mg/g, 107.06 mg/g이었다. 재배위치에 따른 연풍과 재래종의 주근, 지근 및 세근의 총 사포닌과 주요 사포닌 함량의 차이는 연풍의 주근을 제외하고 모든 부위에서 크지 않았다. PD/PT 비율은 전행 인삼은 중행과 후행에 비하여 낮았으며 뿌리의 부위별로도 차이가 컸다.

인용문헌

- Ahn, I. O., S. S. Lee, J. H. Lee, M. J. Lee, and B. G. Jo. 2008. Comparison of ginsenoside contents and pattern similarity between root parts of new cultivars in *Panax ginseng* C. A. Meyer. *J. Ginseng Res.* 32(1) : 15-18.
- Cho, S. H. 1977. Saponins of Korean ginseng *Panax ginseng* C. A. Meyer (part III) Saponins of ginseng by the cultivating locations, sampling seasons, plant part, growing stages and the processings. *J. Korean Agric. Chem. Soc.* 20 : 188-204.
- Choi, K. T., S. D. Ahn, and H. S. Shin. 1980. Variation of agronomic characters in ginseng plants cultivated under different planting position. *Korean J. Breeding* 12(2) : 116-123.
- Hwang, J. B., J. H. Ha, W. D. Hawer, B. Nahmgung, and B. Y. Lee. 2005. Ginsenoside contents of Korean white ginseng

- and taegeuk ginseng with various sizes and cultivation years. Korean J. Food Sci. Technol. 37(3) : 508-512.
- Jang, J. G., K. S. Lee, D. W. Kwon, K. Y. Nam, and J. H. Choi. 1983. Study on the changes of saponin contents in relation to root age of *Panax ginseng*. Korean J. Food & Nutrition 12(1) : 37-40.
- Kim, J. M., S. S. Lee, S. R. Cheon, and S. K. Cheon. 1982. Relationship between environmental conditions and the growth of ginseng plant in field I. Productive structures as affected by planting positions and ages. KJCS. 27(1) : 94-98.
- Kim, M. W., S. R. Ko, K. J. Choi, and S. C. Kim. 1987. Distribution of saponin in various sections of *Panax ginseng* root and changes of its contents according to root age. Korean J. Ginseng Sci. 11(1) : 10-16.
- Lee, C. R., W. K. Whang, C. G. Shin, H. S. Lee, S. T. Han, B. O. Im, and S. K. Ko. 2004. Comparison of ginsenoside composition and contents in fresh ginseng roots cultivated in Korea, Japan and China at various ages. Korean J. Food Sci. Technol. 36(5) : 847-850.
- Lee, J. C., S. K. Cheon, Y. T. Kim, and J. S. Jo. 1980. Studies on the effect of shading materials on the temperature, light intensity, photosynthesis and the root growth of the Korean ginseng (*Panax ginseng* C. A. Meyer). J. Korean Soc. Crop Sci. 25(4) : 91-98.
- Lee, J. C., J. H. Choi, S. K. Cheon, C. H. Lee, and J. S. Jo. 1983. Studies on the optimum light intensity for growth of *Panax ginseng* II. Effect of light intensity on the contents of saponin and free sugar in the ginseng leaf. KJCS. 28(4) : 497-503.
- Lee, M. K., H. Park, and C. H. Lee. 1987. Effect of growth conditions on saponin content and ginsenoside pattern of *Panax ginseng*. Korean J. Ginseng Sci. 11(2) : 233-251.
- Lee, S. S., J. M. Kim, S. K. Cheon, and Y. T. Kim. 1982. Relationship between environmental conditions and the growth of ginseng plant in field II. Light intensity under shading material and photosynthesis. KJCS. 27(2) : 169-174.
- Lee, S. W., G. S. Kim, M. J. Lee, D. Y. Hyun, C. G. Park, H. K. Park, and S. W. Cha. 2007. Effect of blue and yellow polyethylene shading net on growth characteristics and ginsenoside contents in *Panax ginseng* C. A. Meyer. Korean J. Medicinal Crop sci. 15(3) : 194-198.
- Lim, W. S., K. W. Mudge, and F. Vermeulen. 2005. Effects of population, age, and cultivation methods on ginsenoside content of wild American ginseng (*Panax quinquefolium*). J. Agric. Food Chem. 53 : 8498-8505.
- Park, H., C. H. Lee, H. W. Bae, and Y. P. Hong. 1979. Effects of light intensity and temperature on photosynthesis and respiration of *Panax ginseng* leaves. J. Korean Soc. Soil Sci. Fert. 12(1) : 49-53.
- Park, H., and M. K. Lee. 1993. Assessment of traditional quality criteria of *Panax ginseng* by biological active compounds. Acta Hort. 332 : 137-144.
- Shi, W., Y. T. Wang, J. Li, H. Q. Zhang, and L. Ding. 2007. Investigation of ginsenosides in different parts and ages of *Panax ginseng*. Food Chem. 102 : 664-668.
- Zhang, Z. A., K. Z. Xu, and Y. Y. Ren. 1994. Effect of light intensity on content of soluble sugar, starch and ginseng saponin in ginseng plants. J. Jilin Agricultural University 16(3) : 15-17.