

수삼의 계절별 연근별 성분 변화

강성호^{1#} · 안범균^{1#} · 황유진¹ · 양병욱^{2*} · 고성권^{1*}

¹세명대학교 바이오식품산업학부, ²세명대학교 링크플러스 사업단

Comparison of Ginsenosides and Acidic Polysaccharide Contents in Fresh Ginseng Cultivated in Different Seasons and Various Ages

Sung Ho Kang^{1#}, Beom Kyun An^{1#}, Yu Jin Hwang¹, Byung Wook Yang^{2*} and Sung Kwon Ko^{1*}

¹School of Food & Nutrition Science for Bioindustry, Semyung University, Jecheon 27136, Korea

²Leaders in Industry-university Cooperation+ (LINC+), Semyung University, Jecheon 27136, Korea

Abstract – The purpose of this study was to examine the changes in seasonal bioactive components of 4 and 6 years old fresh ginseng (*Panax ginseng*) and to provide basic information on the development of functional food using fresh ginseng. Seasonal changes were investigated by ginseng saponin analysis using HPLC method and acidic polysaccharides by carbazole sulfuric acid method. Total saponins showed the highest content of fresh ginseng collected in May, followed by March, July, and September. Fresh ginseng collected in May showed 2.5 times (4 years old) - 3.0 times (6 years old) higher than fresh ginseng collected in September. Acidic polysaccharides showed high content of fresh ginseng collected in March and September, and low content of fresh ginseng collected in May and July. From these results, the fresh ginseng collected in May can develop high concentrations of saponin. On the other hand, fresh ginseng collected in March and September is thought to be able to develop high concentration products of acidic polysaccharides.

Keywords – Fresh ginseng, *Panax ginseng*, Seasonal changes, Ginseng saponin, Acidic polysaccharides

인삼(人蔘: *Panax ginseng* C. A. Mayer)은 두릅나무과(Araliaceae) 인삼속(*Panax*)에 속하는 다년생 초본으로 높이가 약 60cm 내외이며 뇌두는 통상(筒狀)으로 짧고 그 밑에 백색 다육(多肉)의 곧은 뿌리(直根, 主根)와 그 주위에 잔뿌리(枝根, 細根)가 분지하며 한반도가 원산이다. 동양에서 가장 오래된 본초서인 신농본초경에 수재된 이래 5,000여년 동안 한방약으로 사용되어져 왔으며 본초학적 분류로는 보기제로 분류되고 있다.^{1,2)}

인삼의 주요한 생리활성물질은 인삼 사포닌인 진세노사이드(ginsenoside), 폴리아세틸렌(polyacetylene), 산성다당체(acidic polysaccharide), 인삼단백질(ginseng protein), 페놀성 물질(phenolic compound) 등이 알려져 있다.³⁾ 그 중에서 인삼 사포닌은 Shibata 등⁴⁾의 연구에 의해서 그 화학구조가 명확히 확인되었고, 항당뇨작용⁵⁾을 비롯하여 항암작용,⁶⁾ 항산화작용,⁷⁾ 동맥경화 및 고혈압의 예방,^{8,9)} 간 기능 촉진 및

숙취제거효과,¹⁰⁾ 항 피로 및 항 스트레스 작용,^{11,12)} 항염작용,¹³⁾ 알레르기성 질환개선, 단백질합성 능력의 촉진 등이 보고되었다.¹⁴⁾ 인삼 비사포닌 성분은 산성다당체가 면역증강작용, *Helicobacter pylori* 착상저해작용, taxol 병용 항암증강작용¹⁵⁻¹⁸⁾이 밝혀졌고, 인삼 단백질은 방사선 방어작용이 보고¹⁹⁾되어서 인삼의 또 다른 기능성 신소재로 기대를 모으고 있다.

인삼사포닌의 함량에 대한 연구로는 장 등²⁰⁾에 의해서 “인삼의 연근별 사포닌 함량에 관한 연구”를 통하여 1차 가공품인 백삼(금산, 증평, 풍기산)의 연근별 사포닌 함량에 대해서 발표하였고, Namba 등²¹⁾에 의해서 발표된 “인삼의 화학적 평가”를 통해서 일본 나가노(長野)산 피부백삼의 연근별 총사포닌 함량비교를 보고하였으며, 고 등²²⁾에 의해서 홍삼과 백삼을 대상으로 “인삼속 식물의 사포닌화합물 함량 및 조성”을 통하여 한국산 홍삼과 백삼, 중국 및 일본의 홍삼의 인삼사포닌 함량을 보고하였다. 대부분의 인삼사포닌 연구가 1차 가공품에 대하여 발표되었으나 김 등²³⁾은 증평과 전주 시험장의 수삼을 대상으로 연근별 인삼사포닌

#These two authors contributed equally to this work.

*교신저자(E-mail): bwyang@semyung.ac.kr, skko@semyung.ac.kr
(Tel): +82-43-649-7532, +82-43-649-1433

함량을 보고하였고, 이 등²⁴⁾은 우리나라 주요한 재배지에서 직접 생산하는 수삼에 대하여 체계적인 연구가 되어있지 않은 점을 착안하여 우리나라의 인삼재배지 6지역(금산, 풍기, 강화, 음성, 진안, 홍천)에서 생산되는 수삼을 대상으로 동일 조건에서 연근별 ginsenoside 성분을 비교분석하였다.

또한, 비사포닌 생리활성물질에 대한 연구로는 한 등²⁵⁾에 의하여 “고려인삼의 비사포닌 성분에 대한 화학적 및 생화학적인 연구”를 진행하였고, 양 등²⁶⁾에 의하여 “수삼의 지역별 연근별 인삼 비사포닌 성분 함량 비교”를 통하여 8곳의 인삼 재배지(금산, 강화, 풍기, 음성, 진안, 영월, 홍천, 원주, 중국 길림성 왕청, 훈춘)의 수삼을 연근별(4, 5, 6년근)로 인삼 비사포닌 성분에 대한 기초 정보를 확인하였다.

한편, Tanaka 등²⁷⁾의 연구에 의하면, 4년근 금산산 수삼을 대상으로 계절별 성분 변화에 대한 연구를 실시하였다. 그 결과, 겨울에 수확 한 인삼의 신선한 뿌리에 대한 메탄올 추출물의 추출수율은 여름에 수집한 뿌리보다 2배 이상 큰 것으로 나타났고, 이와 같은 결과는 겨울에 뿌리에서 자당이 크게 증가했기 때문이라고 하였고, 반면에, 인삼 사포닌은 여름에 증가한다고 발표하였다.

그러나, 연근별 계절별 성분변화 연구와 비사포닌 성분 중 생리활성 성분인 산성다당체¹⁵⁾의 성분 비교연구는 체계적으로 이루어지지 않은 점에 착안하여 충청북도 지방에서 재배한 4년근, 6년근 수삼을 대상으로 연근별, 계절별 인삼 사포닌, 산성다당체 성분 비교연구를 실시하여 고려인삼 성분의 정체성을 확인하고자 한다.

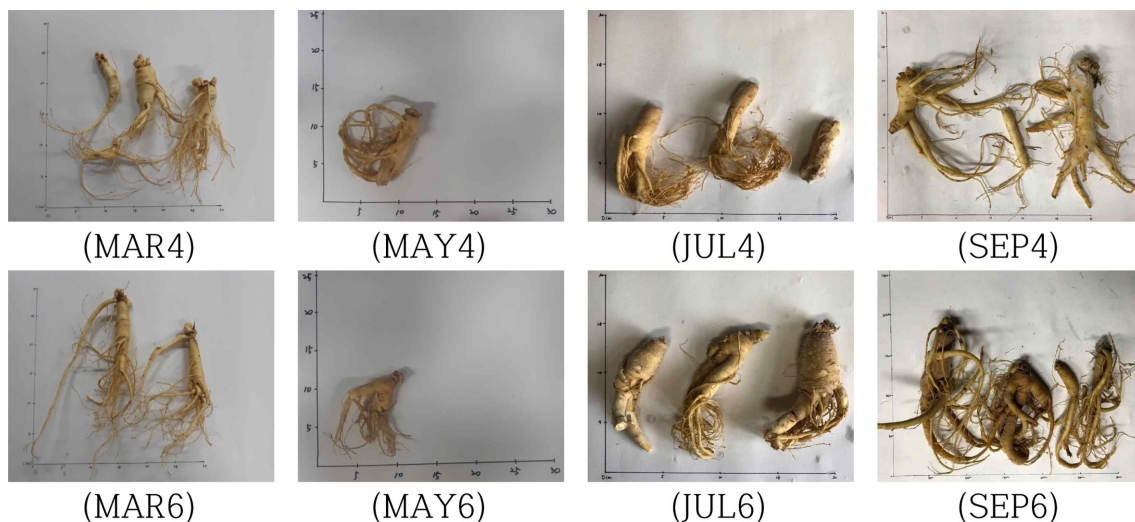
재료 및 방법

실험재료 - 본 연구에 사용한 수삼(Fresh ginseng, *Panax ginseng*)은 2018년 3월에서 9월까지 총4회에 걸쳐 한국 충청지역 6개 인삼밭 6년근 3포지(충주시 금가면 문산리), 4년근 2포지(충주시 금가면 우송리), 4년근 1포지(증평군 증평읍 용강리)에서 수삼을 채집하였고, 각각의 제품표본은 세명대학교 한방식품연구실에 보관하고 있다(Fig. 1).

수삼 엑스 조제 - 각 수삼의 동결건조물 시료 10 g씩에 70% Ethyl Alcohol 1,000 ml를 가하여 수욕상에서 2시간씩 2회 환류추출(70°C 이하)하여 여과 후 감압 농축하여 70% Ethyl Alcohol 엑스를 얻었다.

조사포닌 조제²⁸⁾ - 수삼 엑스 각 1.5 g당 50 ml Ethyl Ether를 가하여 초음파 처리를 30°C 이하에서 1시간씩 3회 Ethyl Ether 처리한 후, 원심분리하여 Ethyl Ether층을 제거한 후, 잔사에 수포화 Butanol 50 ml를 가하여 초음파 처리를 50°C 이하에서 2시간 3회 처리하여 Butanol층을 감압농축하였다. 이때 모든 조작은 정량적으로 하였고, 감압농축물의 함량을 crude saponin으로 하였다(Table I).

HPLC 분석²⁹⁻³¹⁾ - 위에서 얻은 crude saponin을 고³¹⁾ 등의 조건을 응용하여 HPLC를 실시하고, 상법에 따라 표품과 직접 비교하여 ginsenoside의 함량 및 조성을 각 시료당 3회 반복 실험하여 결과의 재현성을 확인하여 분석하였다. 표준품은 Chromadex(USA)와 엠보연구소(Korea)로부터 구입한 순도 99% 이상의 ginsenoside를 사용하였다.



*MAR4 : 4 years old fresh ginseng collected in March, MAR6 : 6 years old fresh ginseng collected in March, MAY4 : 4 years old fresh ginseng collected in May, MAY6 : 6 years old fresh ginseng collected in May, JUL4 : 4 years old fresh ginseng collected in July, JUL6 : 6 years old fresh ginseng collected in July, SEP4 : 4 years old fresh ginseng collected in September, SEP6 : 6 years old fresh ginseng collected in September

Fig. 1. The photograph of seasonal fresh ginseng.

Table I. Crude saponin and extract yield of seasonal fresh ginseng

(% ,w/w)			
Collected Season	Root age (Sample name)	Extract yield	Crude saponin
March	4 years old (MAR4)	68.01	38.52
	6 years old (MAR6)	54.67	39.90
May	4 years old (MAY4)	25.17	79.56
	6 years old (MAY6)	23.41	80.13
July	4 years old (JUL4)	16.00	16.77
	6 years old (JUL6)	15.23	15.23
September	4 years old (SEP4)	21.23	20.89
	6 years old (SEP6)	17.87	17.87

*MAR4 : 4 years old fresh ginseng collected in March, MAR6 : 6 years old fresh ginseng collected in March, MAY4 : 4 years old fresh ginseng collected in May, MAY6 : 6 years old fresh ginseng collected in May, JUL4 : 4 years old fresh ginseng collected in July, JUL6 : 6 years old fresh ginseng collected in July, SEP4 : 4 years old fresh ginseng collected in September, SEP6 : 6 years old fresh ginseng collected in September

사용한 HPLC 장치는 Waters 1525 binary HPLC system (Waters, Milford, MA, USA)이며, 컬럼은 Eurospher 2 100-5 C18(3×250 mm; Knauer, Germany)을 사용하였다. 이동상은 A(acetonitrile, HPLC급, Sigma, 미국)와 B(water)의 비율을 17% A(0 min), 25% A(25 min), 41% A(50 min), 100% A(55 min)로 순차적으로 늘려주고 마지막으로 다시 17%로 조절하였다. 전개온도는 실온, 유속은 분당 0.8 ml/1min, 크로마토그램은 uv/vis Waters 2487 Dual λ Absorbance Detector(Waters, U.S.A.) 검출기를 이용하여 측정파장 203 nm에서 검출하였다.

산성다당체 분석²⁶⁾ - 각 수삼에 함유되어 있는 산성다당체는 pectin 정량에 사용되는 carbazole sulfuric acid 방법으로 측정하였으며 대조구에는 carbazole 대신에 에탄올을 사용하였다. 2 g의 분말시료에 증류수 50 ml을 첨가하고 80°C 수욕상에서 환류냉각관을 연결하여 1시간 추출한 뒤 원심분리 하였다. 원심분리 후 상등액 2 ml에 에탄올 8 ml을 첨가하여 다시 원심분리하였다. 원심분리 후 침전물에 증류수를 넣어 침전물을 녹이고 2 ml로 정확히 맞추었다. 이 희석액 0.5 ml과 carbazole 0.25 ml(0.1% in ethanol)을 혼합하였

다. 대조군으로는 희석액 0.5 ml과 에탄올 0.25 ml을 혼합하였다. 여기에 각각 진한 황산 3 ml씩을 첨가하고 85°C 수욕조에서 15분간 가온하고 자연방냉한 다음 525 nm에서 흡광도를 측정하여 표준곡선으로부터 산성다당체의 함량을 계산하였다.

결과 및 고찰

충청북도 지방에서 재배한 4년근, 6년근 수삼을 대상으로 연근별, 계절별 인삼 사포닌, 산성다당체 성분 비교연구를 실시하여 고려인삼 성분의 정체성을 확인하고자 한다. 충북 지역의 6개 인삼재배포(충주시 금가면, 증평군 증평읍)에서 2018년 3월, 5월, 7월, 9월에 계절별로 수삼을 채집하여 주근과 미근을 포함한 전체 부위를 동결건조한 후, Ethyl Alcohol로 추출 농축 후, Shibata법에 의해서 조사포닌을 작제하였고, HPLC법을 이용하여 각종의 ginsenoside를 비교 분석하여 Table I, Table II의 결과를 얻었다.

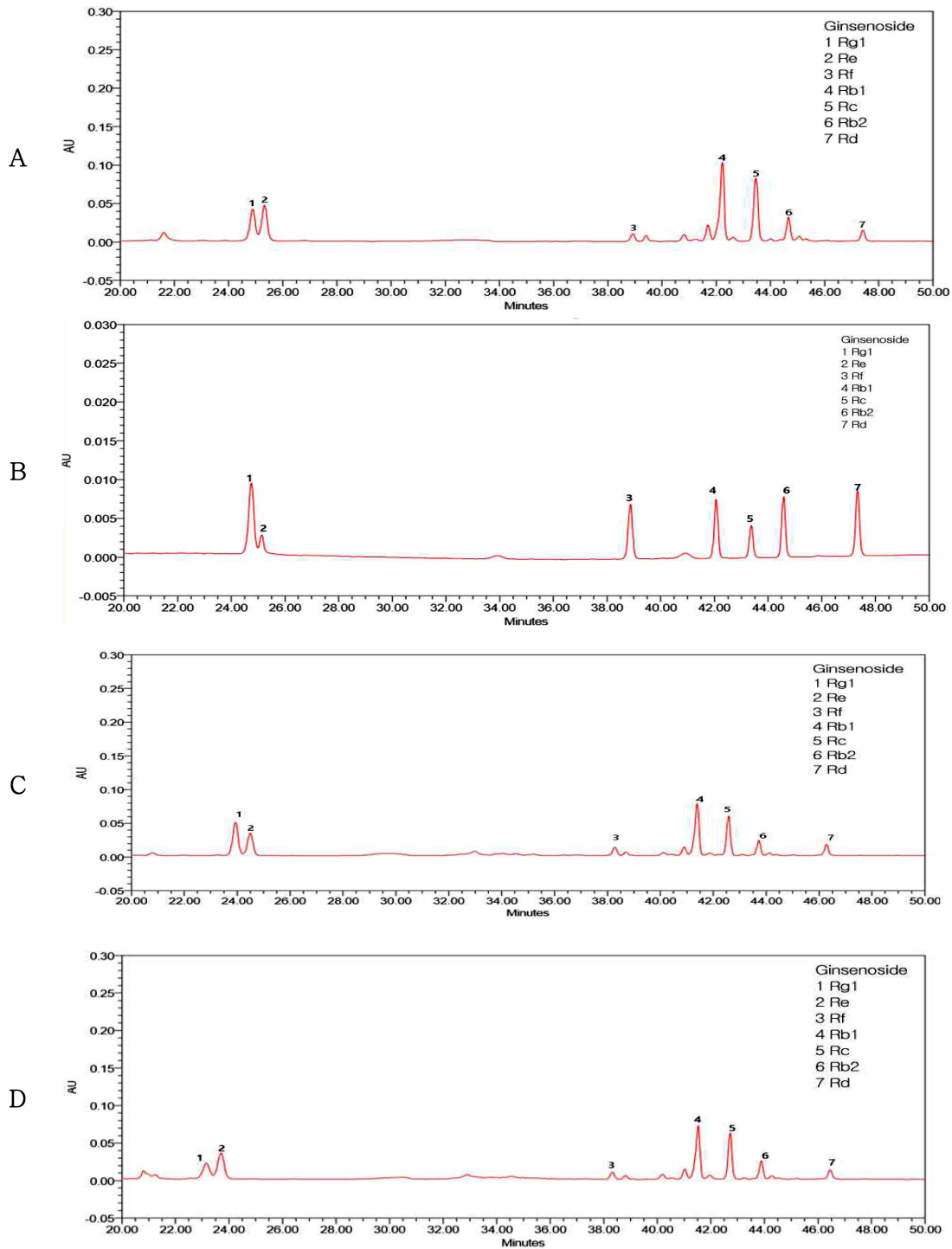
본 연구에서 분석한 인삼 사포닌은 ginsenoside Rb1, Rb2, Rc, Rd, Re, Rf 그리고 Rg1이었으며, 이들은 Fig. 2와 같이 HPLC를 통하여 표준품과 직접 비교확인하고 함량을 계산하였다.

계절별 수삼의 70% Ethyl alcohol 엑스의 추출 수율은 Table I에서 보는바와 같이 4년근과 6년근 공히, 3월 채집 수삼(MAR4, MAR6)이 68.01%, 54.67%로서 가장 높은 함량을 나타내었으며, 그 다음으로 5월 채집 수삼[MAY4(25.17%), MAY6(23.41%)], 9월 채집 수삼[SEP4(21.23%), SEP6(17.87%)], 7월 채집 수삼[JUL4(16.00%), JUL6(15.23%)]의 순이었다.

이와 같은 결과는 3월 채집 수삼이 7월 채집 수삼보다 4.25배와 3.59배 높은 수율을 나타내었다. 따라서, 월 평균 기온이 7.7°C로 낮은 3월에 채집한 수삼이 가장 높은 추출 수율을 나타내었고, 월 평균 기온이 낮은 순위인 5월(18.4°C), 9월(20.9°C), 7월(25.1°C)의 순서로 추출 수율의 함량이 높았다.

한편, Tanaka등²⁷⁾의 연구에서 추운계절에 채집(11월-4월)한 금산산 4년근 수삼의 메탄올 추출물의 추출수율은 더운계절에 채집(6월-10월)한 수삼보다 약 2 배 높다고 보고함으로써, 추운 계절에 채집한 수삼이 높은 수율을 나타낸다고 하는 비슷한 경향을 보고하였으나, 수율량의 차이가 다르게 확인되었다. 이와 같은 결과는 추출 수율에 영향을 주는 성분으로 식물의 영양물질로 판단되는 1차대사산물(탄수화물, 단백질) 성분이 더운계절보다 추운계절에 더 많이 생합성된다는 것으로 이해할 수 있다.

수삼의 사포닌 성분을 분획하기 위하여 부탄올로 분획하여 조사포닌(crude saponin)으로 하였으며, 정량한 조사포닌의 경우, Table I에서 보는바와 같이 5월 채집 6년근이



A : 6 years old fresh ginseng collected in March(MAR6), B : 6 years old fresh ginseng collected in May(MAY6), C : 6 years old fresh ginseng collected in July(JUL6), D : 6 years old fresh ginseng collected in September(SEP6)

Fig. 2. HPLC chromatograms of ginsenosides detected from seasonal fresh ginseng.

80.13%로 가장 높았으며, 5월 채집 4년근은 79.56%로 가장 높은 함량을 나타내었다. 다음으로 높은 함량은 3월 채집[6년근(39.90%), 4년근(38.52%)], 9월 채집[6년근(17.87%), 4

년근(20.89%)], 7월 채집[6년근(15.23%), 4년근(16.77%)]의 순으로 높은 함량을 나타내었다. 따라서, 조사포닌 함량이 가장 높았던 5월 채집 수삼이 조사포닌 함량이 가장 낮았

Table II. Comparison of average contents of ginsenoside components and acidic polysaccharide of seasonal fresh ginseng (%_{w/w})

Ginsenosides	MAR4	MAY4	JUL4	SEP4	MAR6	MAY6	JUL6	SEP6
Rb ₁	0.84±0.01	1.05±0.01	0.44±0.00	0.43±0.00	0.77±0.00	1.00±0.01	0.36±0.00	0.32±0.00
Rb ₂	0.47±0.00	0.43±0.00	0.18±0.00	0.18±0.00	0.26±0.00	0.26±0.00	0.10±0.00	0.09±0.00
Rc	1.15±0.01	1.35±0.02	0.49±0.01	0.46±0.00	0.96±0.00	1.62±0.04	0.34±0.01	0.40±0.01
Rd	0.19±0.01	0.20±0.00	0.13±0.00	0.07±0.00	0.08±0.00	0.12±0.00	0.05±0.00	0.04±0.00
Re	1.50±0.01	1.76±0.02	0.79±0.01	0.72±0.01	1.10±0.01	1.20±0.01	0.53±0.01	0.64±0.01
Rf	0.10±0.00	0.13±0.01	0.12±0.00	0.07±0.00	0.08±0.00	0.11±0.00	0.05±0.00	0.05±0.00
Rg ₁	0.25±0.00	0.39±0.00	0.26±0.00	0.17±0.00	0.23±0.00	0.26±0.00	0.17±0.00	0.13±0.00
Total ginsenosides ^{a)}	4.50	5.30	2.40	2.11	3.50	4.56	1.60	1.68
Acidic polysaccharide (mg/g)	125.47±3.90	119.21±3.72	116.36±2.16	124.22±4.55	120.84±5.59	118.34±3.15	118.68±3.60	119.19±6.41

*MAR4 : 4 years old fresh ginseng collected in March, MAR6 : 6 years old fresh ginseng collected in March, MAY4 : 4 years old fresh ginseng collected in May, MAY6 : 6 years old fresh ginseng collected in May, JUL4 : 4 years old fresh ginseng collected in July, JUL6 : 6 years old fresh ginseng collected in July, SEP4 : 4 years old fresh ginseng collected in September, SEP6 : 6 years old fresh ginseng collected in September, a) : Sum of individual ginsenosides content, Values represent the mean±S.D. (n=3)

던 7월 채집 수삼보다 5.26과 4.74배 높은 함량을 나타내었다.

다음으로 HPLC법으로 분석한 사포닌 성분의 총합인 총사포닌(total saponin)의 경우, Table II와 Fig. 3에서 보는바와 같이 6년근의 경우, 5월 채집 수삼이 4.56%로 가장 높았으며, 3월 채집(3.50%), 9월 채집(1.68%), 7월 채집(1.60%)의 순으로 높은 함량을 나타내었다. 4년근의 경우, 5월 채집 수삼이 5.30%로 가장 높았으며, 3월 채집(4.50%), 7월 채집(2.40%), 9월 채집(2.11%)의 순으로 높은 함량을 나타내었다. 따라서, 6년근의 경우, 총사포닌 함량이 가장 높았던 5월 채집 수삼이 조사포닌 함량이 가장 낮았던 7월 채집 수삼보다 2.85배 높은 함량을 나타내었다. 또한, 4년근의 경우, 총사포닌 함량이 가장 높았던 5월 채집 수삼이 조사포닌 함량이 가장 낮았던 9월 채집 수삼보다 2.51배 높은 함량을 나타내었다. 이와 같은 결과는 4년근의 경우는 Tanaka 등²⁷⁾의 연구에서의 금산산 4년근 수삼 데이터와 비슷한 경향을 나타내었으나, 6년근의 경우에는 상이한 결과를 나타내었다. 이와 같은 결과는 수삼이 외부 스트레스로부터 자기방어하기 위하여 생합성하는 2차대사산물인 총사포닌 함량에 있어서는 잎 줄기 등 지상부가 올라와서 외부 스트레스가 많아지는 5월에 가장 많은 사포닌이 생합성된다는 것으로 이해할 수 있다.

고려인삼의 비사포닌 성분 중 면역기능 항진작용²⁾이 확인된 산성다당체(acidic polysaccharide)에 대한 계절별 성분 변화에 대하여 충북지역 6개 인삼포에서 2018년 3월, 5월, 7월, 9월에 채집하여 carbazole sulfuric acid 방법으로 측정

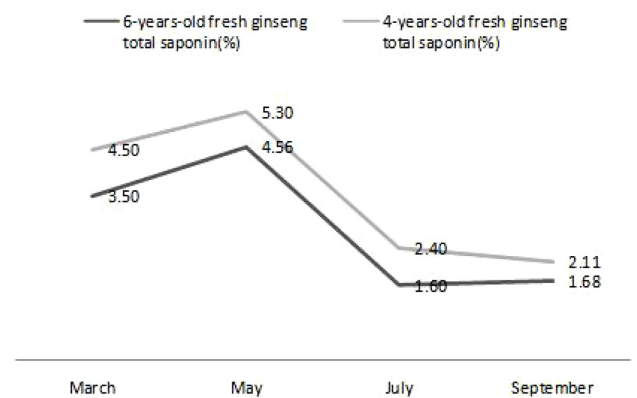


Fig. 3. Comparison of average contents of total saponin of seasonal fresh ginseng.

하였다. 그 결과, Table II와 Fig. 4에서 보는바와 같이 산성 다당체의 함량에 있어서는 3월 채집 수삼이 6년근의 함유량이 120.836 mg/g과 4년근의 함유량이 125.469 mg/g으로 가장 높았으며, 다음으로 9월 채집 수삼의 6년근의 함유량 119.187 mg/g과 4년근의 함유량 124.221 mg/g으로 높게 나타났다. 다음으로 6년근의 경우는 5월 및 7월 채집 수삼이 118.340 mg/g, 118.680 mg/g이었으며, 4년근의 경우는 119.210 mg/g, 116.360 mg/g으로 확인되었다. 따라서, 봄(3월)과 가을(9월)에 채집한 수삼이 여름(5월, 7월)에 채집한 수삼보다 높은 함량을 나타내었다.

한편, Tanaka 등²⁷⁾의 연구에서는 계절별 서당(sucrose)에 대하여 4년근 금산산 수삼을 대상으로 검토한 결과, 3월에

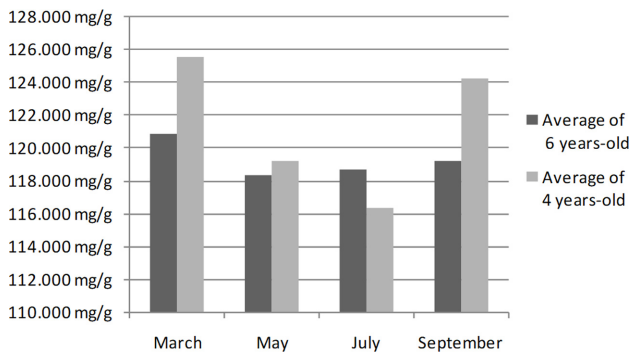


Fig. 4. Comparison of average contents of acidic polysaccharide of seasonal fresh ginseng.

채집한 수삼과 11월에 채집한 수삼이 비슷한 함량을 나타내었고, 5월에 채집한 수삼이 가장 낮은 함량을 나타낸다고 보고하였다. 한국 충청산 수삼의 계절에 따른 성분함량을 중심으로 검토해보면, 70% Ethyl alcohol 엑스의 추출 수율은 3월 채집 수삼이 가장 높은 함량을 나타내었으며, 총사포닌(total saponin)함량의 경우에는 5월 채집 수삼이 가장 높은 함량을 나타내었고, 산성다당체의 경우에는 3월 채집 수삼이 가장 높은 함량을 나타내었다.

결 론

추출수율이 높으면서, 산성다당체 고농도 함유 인삼제품 개발은 3월에 채집한 수삼을 사용하는 것이 가장 효율적이며, 고농도 사포닌 함유 인삼제품개발은 5월 채집 수삼을 사용하는 것이 가장 효율적이라고 하는 것을 확인 할 수 있었다. 따라서, 향후, 기능성 강화 인삼제품개발을 위한 산업 구조변화에 대응한다면, 가을(9월, 10월)에 수삼을 채굴하는 현행 산업구조의 변화가 필요하다고 생각한다.

사 사

“본 연구는 농림축산식품부 미래형혁신식품기술개발사업 (No. 119023-3)의 지원에 의해 이루어진 것임”

인용문헌

- Namba, T. (1980) The Encyclopedia of Wakan-Yaku with Color Pictures (I), 1-5, *Hoikusha*, Osaka.
- 고성권. (2009) 고려인삼의 과학, 21-42, 약업신문, 서울.
- 고성권, 김윤수, 김윤영, 김중기, 목성균, 박종대, 신차균, 임병옥, 정재훈, 정헌배, 최용의, 함영태. (2005) 우리인삼의 이해. 20-65, 중앙대학교 출판부, 서울.
- Sanata, S., Kondo, N., Shoji, J., Tanaka, O. and Shibata, S. (1974) Studies on the saponins of ginseng. I. Structure of ginsenoside-Ro, Rb1, Rb2, Rc and Rd. *Chem. Pharm. Bull.* **22**: 421-428.
- Yokozawa, T., Kobayashi, T., Oura, H. and Kawashima, Y. (1985) Studies on the mechanism of the hypoglycemic activity of ginsenoside-Rb2 in streptozotocin-diabetic rats. *Chem. Pharm. Bull.* **33**: 869-872.
- Mochizuki, M., Yoo, Y. C., Matsuzawa, K., Sato, K., Saiki, I., Tonooka, S., Samukawa, K. and 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.
- Jeong, C. S., Hyun, J. E. and Kim, Y. S. (2002) Anti-oxidative effect of ginsenoside Rb1 on the HCl ethanol-induced gastric tissue in rats. *Korean J. Pharmacogn.* **33**: 252-256.
- Jung, I. S. and Cho, Y. D. (1985) Effect of ginseng saponin fraction on absorption of cholesterol and serum lipid components. *Korean J. Ginseng Sci.* **9**: 232-239.
- Yoon, S. H. and Joo, C. N. (1993) Study on the preventive effect of ginsenosides against hypercholesterolemia and its mechanism. *Korean J. Ginseng Sci.* **17**: 1-12.
- Matsuda, H., Samukawa, K. and Kubo, M. (1991) Anti-hepatic activity of ginsenoside Ro. *Planta Med.* **57**: 523-526.
- Wang, B. X., Cui, J. C., Liu, A. J. and Wu, S. K. (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.
- Saito, H., Yoshida, Y. and Tagaki, K. (1974) Effects of *Panax ginseng* root on exhaustive exercise in mice. *Jpn J. Pharmacol.* **24**: 119-126.
- Matsuda, H., Samukawa, K. and Kubo, M. (1990) Anti-inflammatory activity of ginsenoside Ro. *Planta Medica.* **56**: 19-23.
- Park, J. D. (1996) Recent studies on the chemical constituents of Korean Ginseng (*Panax ginseng* C.A. Meyer). *Korean J. Ginseng Sci.* **20**: 389-415.
- Shin, J. Y., Song, J. Y., Yun, Y. S., Yang, H. O., Rhee, D. K. and Pyo, S. (2002) Immunostimulating effects of acidic polysaccharides extract of panax ginseng on macrophage function. *Immuno-pharmacol Immunotoxicol.* **24**: 469-482.
- Sonoda, Y., Kasahara, T., Mukaida, N., Shimizu, N., Tomoda, M. and Takeda, T. (1998) Stimulation of interleukin-8 production by acidic polysaccharides from the root of *Panax ginseng*. *Immunopharmacology* **38**: 287-294.
- Lee, J. H., Park, E. K., Uhm, C. S., Chung, M. S. and Kim, K. H. (2004) Inhibition of *Helicobacter pylori* adhesion to human gastric adenocarcinoma epithelial cells by acidic polysaccharides from *Artemisia capillaris* and *Panax ginseng*. *Planta Med.* **70**: 615-619.
- Shin, H. J., Kim, Y. S., Kwak, Y. S., Song, Y. B., Kim, Y. S. and Park, J. D. (2004) Enhancement of antitumor effects of paclitaxel (taxol) in combination with red ginseng acidic polysaccharide (RGAP). *Planta Med.* **70**: 1033-1038.

19. Kim, C. M. and Han, G. S. (1985) Radioprotective effects of ginseng proteins. *Yakhak Hoeji* **29**: 246-252.
20. Jang, J. G., Lee, K. S., Kwon, D. W., Nam, K. Y. and Choi, J. H. (1983) Study on the changes of saponin contents in relation to root age of *Panax ginseng*. *Korean J. Food Nutr.* **12**: 37-40.
21. Namba, T., Yoshizaki, M., Tomimori, T., Kobashi, K. and Mitsui, K. (1974) Chemical and biochemical evaluation of ginseng and related crude drugs. *Yakugaku Zasshi* **94**: 252-260.
22. Ko, S. R., Choi, K. J., Kim, S. C. and Han, K. W. (1995) Content and composition of saponin compounds of *Panax* species. *Korean J. Ginseng Sci.* **19**: 254-259.
23. Kim, M. W., Ko, S. R., Choi, K. J. and Kim, S. C. (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**: 10-16.
24. Lee, C. R., Whang, W. K., Shin, C. G., Lee, H. S., Han, S. T., Im, B. O. and Ko, S. K. (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**: 847-850.
25. Han, B. H., Park, M. H., Han, Y. N. and Suh, D. Y. (1992) Chemical and biochemical studies on non-saponin constituents of Korean ginseng. *Korean J. Ginseng Sci.* **16**: 228-234.
26. Yang, B. W., Im, B. O. and Ko, S. K. (2006) Comparison of non-saponin composition and contents in fresh ginseng roots cultivated in different areas and at various ages. *Yakhak Hoeji* **50**: 205-219.
27. Kim, S. K., Sakamoto, I., Morimoto, K., Sakata, M., Yamasaki, K. and Tanaka, O. (1981) Seasonal variation of saponins, sucrose and monosaccharides in cultivated ginseng roots. *Planta Med.* **42**: 181-186.
28. Shibata, S., Tanaka, T., Ando, T., Sado, M., Tsushima, S. and Ohsawa, T. (1966) Chemical studies on oriental plant drugs (XIV). Protopanaxadiol, a genuine sapogenin of ginseng saponins. *Chem. Pharm. Bull.* **14**: 595-600.
29. Ko, S. R., Choi, K. J., Kim, S. C. and Han, K. W. (1995) Content and composition of saponin compounds of *Panax* species. *Korean J. Ginseng Sci.* **19**: 254-259.
30. Kim, M. W., Ko, S. R., Choi, K. J. and Kim, S. C. (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**: 10-16.
31. Ko, S. K., Lee, C. R., Choi, Y. E., Im, B. O., Sung, J. H. and Yoon, K. R. (2003) Analysis of ginsenosides of white and red ginseng concentrates. *Korean J. Food Sci. Technol.* **35**: 536-539.

(2019. 11. 2 접수; 2019. 11. 27 심사;
2019. 12. 6 게재확정)