생 약 학 회 지
Kor. J. Pharmacogn.
46(3) : 223 ~ 228 (2015)

홍삼제조과정 중 파낙사트리올계 진세노사이드의 물질균형

이상명*
목원대학교 테크노과학대학 생의학화장품학부

The Mass Balance of Protopanaxtriol Ginsenosides in Red Ginseng Process

Sang Myung Lee*
Division of Biomedicinal Chemistry and Cosmetics, College of Sciences & Technology, Mokwon University, Daejeon 302-729, Korea

Abstract – This mass balance study about ginsenoside Rg1 and Re in Red ginseng processed from Fresh ginseng is useful to understand that herbal material sources of ginseng and raw material consumption in Red ginseng preparations. In our results, total molar amounts of ginsenoside Rg1, Re and their converts in Fresh ginseng, Red ginseng, and Red ginseng extract are substantially the same. The molar amounts of ginsenoside Rg1, Re (4.324, 2.880 μmol/g) as starting materials in Fresh ginseng are kept constant as total molar amounts (sum of starting and converts) in Red ginseng (4.264, 2.596 μmol/g) and Red ginseng extract (3.389, 3.129 μmol/g). This result means that protopanaxtriol type ginsenosides and their characteristic converts are not destroyed or inflowing in Red ginseng process. Therefore, it is important for quality assurance of Red ginseng preparations that the ratio between ginsenosides Rg1, Re and these converts is kept constant.

Key words – Mass balance, Ginsenoside Rg1, Ginsenoside Re, Protopanaxtriol

대한민국은 인구의 고령화가 가속됨에 따라서 건강에 대한 인식이 높아지고 있으며 더불어 건강기능성식품에 대한 관심과 수요가 증가하는 추세에 있다. 인삼 및 그의 제품군은 생산과 매출 규모를 고려할 때 건강기능식품의 대표적인 품목으로서 국민건강에 지대한 영향을 미치는 것을 부정할 수 없다.[1] 따라서 이들 인삼(*Panax ginseng* Meyer) 제품군들에 대하여 과학적이고 합리적인 품질관리가 요구된다. 특히 한국특산품으로서의 인삼의 명성을 유지하기 위하여 타국이 정해놓은 인삼 규격에 이끌려 가는 것을 지양하고 인삼 종주국으로서 인삼에 대한 각종 규격과 규제를 선도하는 입장이 필요할 것이다. 이러한 관점에서 홍삼제품군에 함유된 인삼사포닌의 조성에 대한 보다 정확하고 과학적인 기초자료가 요구된다.

Protopanaxtriol(PPT)계 ginsenoside는 protopanaxdiol(PPD)계 ginsenoside와 함께 인삼 속(Panax genus) 식물에 함유된 dammarane glycoside로서 인삼특이성분이다. 이들 화합물은 흔히 인삼사포닌으로 일컬어지며 oleanane계 사포닌인 ginsenoside Ro와 함께 인삼 속 식물의 대표적 성분군으로 알려져 있다. 보고에 의하면 인삼뿌리에 함유된 ginsenoside 화합물은 50여종에 달하고 있으며 현재에도 계속 새로운 인삼사포닌이 보고되고 있다.[2] 그러나 대부분의 인삼사포닌 종류는 인삼자체에서 생합성으로 만들어진 생체대사물질(biogenic secondary metabolites)이 아니라 홍삼 제조과정에서의 다양한 물리/화학적 조건에 의해서 신생된 전환사포닌으로서 구성 되어있다. 홍삼은 인삼의 대표적 가공품으로서 재배지에서 원료인삼(수삼)을 채굴한 후 간단한 세척과 선별 작업 이후 증삼과 건조과정을 거치게 된다. 이 과정에 필연적으로 수반되는 가열공정은 인삼내부에 함유된 구연산 및 말론산 등의 유기산을 촉매로 하여 인삼에 함유된 성분에 다양한 화학적 변화를 일으킨다.[3] 이와 같은 화학적 변화는 주로 인삼사포닌(ginsenosides)에 결합한 당부의 가수분해에 의하여 생성된 미량사포닌 및 dammarane 골격 내에서의 탈수반응에 의한 이중결합의 형성 즉 prosapogenin의 생성을 수반한다. 보고에 의하면 홍삼 제조과정에서 생성되는 전환 사포닌은 일정한 규칙에 의하여 전환되며 그에 따라 홍삼의 ginsenoside 조성이 규정되는 것으로 알려

*교신저자(E-mail) : pumoripu@gmail.com
(Tel) : +82-42-865-7797

져 있다.[4] 즉, 홍삼제조과정에서 ginsenoside의 조성은 예측 가능한 방향으로 진행되며 이 전환과정에 있어서 출발물질과 생성물질의 화학양론적 물질균형이 이루어질 것이라 추정된다. 따라서 홍삼 및 홍삼이 함유된 제품의 전환사포닌의 조성 또는 함량과 비교하면[5] 시판되는 홍삼제품의 원재료에 대한 기원 및 사용량을 알 수 있을 것이다.

본 논문은 원료인삼으로부터 홍삼 및 홍삼추출물 농축물 제조과정 중 다양한 ginsenoside의 전환과정에 있어서 PPD계 ginsenoside와 PPT계 ginsenoside의 물질균형을 평가, 검토하여 각종홍삼 제품에 원료로 사용된 원료인삼(기원식물, 사용부위)의 특성, 홍삼 및 홍삼추출물 농축액의 특성을 파악하고 시판 홍삼제품의 불합리한 사용원료에 대한 과학적이고 객관적인 판단의 근거를 마련 하기 위한 것이다.

재료 및 방법

실험재료 – 실험에 사용된 원료인삼은 2014년 10월 강원도 홍천지역에서 6년간 재배된 인삼을 채굴하여 사용하였다. 본 실험재료는 한국인삼공사의 재배 연구팀에 의하여 확인하였으며 동결된 상태로 한국인삼공사 부설 한국인삼연구원에 보관(KGC141011) 중 이다.

시약 및 기기 – 실험에 사용한 정량분석용 크로마토그래피 기기는 Waters ACQUITY UPLC system(Waters)을 사용하였으며 크로마토그래피용 칼럼은 ACQUITY BEH C18 column(100 mm×2.1 mm, 1.7 μm; Waters)을 사용하였다. 이동상으로 사용된 유기용매로서 아세토니트릴은 J.T. Baker (Phillipsburg, NJ, USA)에서 구입하여 사용하였으며 증류수는 Mili-Q system(Millipore, Bedford, MA, USA)으로 증류한 18 MΩ 이상의 탈이온수를 사용하였다. 정량분석에 사용된 진세노사이드 표준물질은 본 실험실에서 순수하게 분리하여 사용하였다. 순도(%)는 HPLC/ELSD로부터 나온 크로마토그램을 nomalization %로 각 지표물질의 함량을 구하고 칼핏샤법에 의한 수분량을 합산하여 정하였다.[6]

인삼 원재료(FG) – 재배지에서 채굴한 원료인삼 20구(평균중량 105±20 g)를 수돗물로 세척한 후 동결건조하여 사용하였다.

홍삼(RG) – 재배지에서 구입한 인삼원재료 20구(평균중량 105±20 g)를 수돗물로 세척한 후 홍삼의 전통적 제조방법에 의하여 가공 처리하였다. 즉 깨끗하게 수세한 원료인삼을 증숙기에 넣고 50분간 90°C에서 증숙한 후 열풍건조기에서 3 일간 건조하였다. 이렇게 제조된 홍삼(평균중량 75±8 g)은 수분 함유율이 약 18%이며 밀봉용기에 보관하여 수분 함유량 변화를 최소화하여 분석시험에 사용하였다.

홍삼추출물 농축액(RGE) – 위의 방법으로 제조한 홍삼 시료를 약 2 mm 두께로 세절한 후 그의 100 g을 3 L 둥근 플라스크에 넣고 1 L의 물을 가한다. 시료가 젖도록 약 6 시간 정치한 후 85°C에서 12 시간 환류추출 하고 50~60°C에서 감압 농축하여 70~73 Brix가 되도록 농축하여 이를 홍삼추출물 농축액의 시료로 하였다.

Ginsenosides 함량 분석법 – 이렇게 제조된 **FG** 및 **RG**에 함유된 진세노사이드의 함량을 분석하기 위하여 세말로 분쇄하여 각 시료 0.5 g에 메탄올(10 mL, 70%)를 가하고 30분간 초음파 추출하여 3000 rpm에서 10 min간 원심분리 한 후 상징액을 0.25 μm의 막여과기로 1 mL 여과하여 **FG** 및 **RG** 시료용액으로 사용하였다. **RGE** 시료는 2 g의 시료를 정밀하게 단 후 50 mL의 부피플라스크에 넣은 후 25 mL 증류수로서 완전히 용해한 후 증류수로 표선을 채워서 사용하였다. 여과는 전과 동일한 방법으로 하여 시료용액으로 사용하였다. 주종 사포닌으로서 ginsenoside Rg1, Rf, Rb1 및 전환 사포닌으로서 ginsenoside Rh1, Rg2, Rg3 및 prosapogenin으로서 ginsenoside F4, Rh4, Rg6, Rk3, Rg5, Rk1의 정량은 박 등[7]의 방법을 사용하였다. 정량분석시 칼럼의 온도는 40°C로 유지하였으며 이동상은 다음의 두 가지 용매계로서 농도기울기법을 사용하였다. 이동상 A: 물(0.001% phosphoric acid), 이동상 B: acetonitrile(0.001% phosphoric acid), 이동상의 농도기울기: 0-0.5 min (15% B), 14.5 min(30% B), 15.5 min(32% B), 18.5 min(38% B), 24.0 min(43% B), 27.0 min(55% B), 27.0-31.0 min(55% B), 35.0 min(70% B), 38.0 min(90% B), 38.1 min(15% B), and 38.1-43.0 min(15% B). 이동상의 유속은 전 시간에 걸쳐서 0.6 mL/min의 속도로 하였으며 시료 주입량은 2.0 μL으로 하였다. 각 진세노사이드는 203 nm에서 검출되었다.

결 과

인삼 원재료(FG)**의 진세노사이드 함량** – 홍삼으로 가공되기 전의 **FG**에 포함된 protopanaxtriol(PPT) type ginsenoside로서 Rg1과 그의 전환체인 ginsenoside Rh1, Rh4, Rk3 그리고 ginsenoside Re와 그의 전환체인 Rg2, Rg6, F4에 대한 함량[4]을 분석하였다(Fig. 1). 또한 protopanaxdiol(PPD) type ginsenoside로서 Rb1과 그의 전환사포닌으로서 Rg3, Rg5, Rk1에 대한 함량을 분석하였다(Fig. 1). Table I에서 **FG**의 진세노사이드의 함량은 주종사포닌(major saponine; Rg1, Re, Rb1)의 함량이 높게 나타났으며 각 전환사포닌(minor saponin)의 함량은 낮거나 검출되지 않았다. 따라서 Table I에서 주종사포닌인 Rg1, Re 및 Rb1은 **RG** 및 **RGE**의 제조공정에 있어서 주종사포닌에 대응하는 전환 사포닌의 기원 농도로 인정할 수 있었다. 따라서 이들 각 주종사포닌의 몰량(molar amount)과 대응하는 전환사포닌들의 몰량의 합을 비교함으로써 **RG** 및 **RGE** 제조 시에 각 진세노사이드의 물질균형을 추론할 수 있으며 시중에 유통되는 원료인삼의 주종사포닌의 평균함량을 파악하면 다양한 홍삼

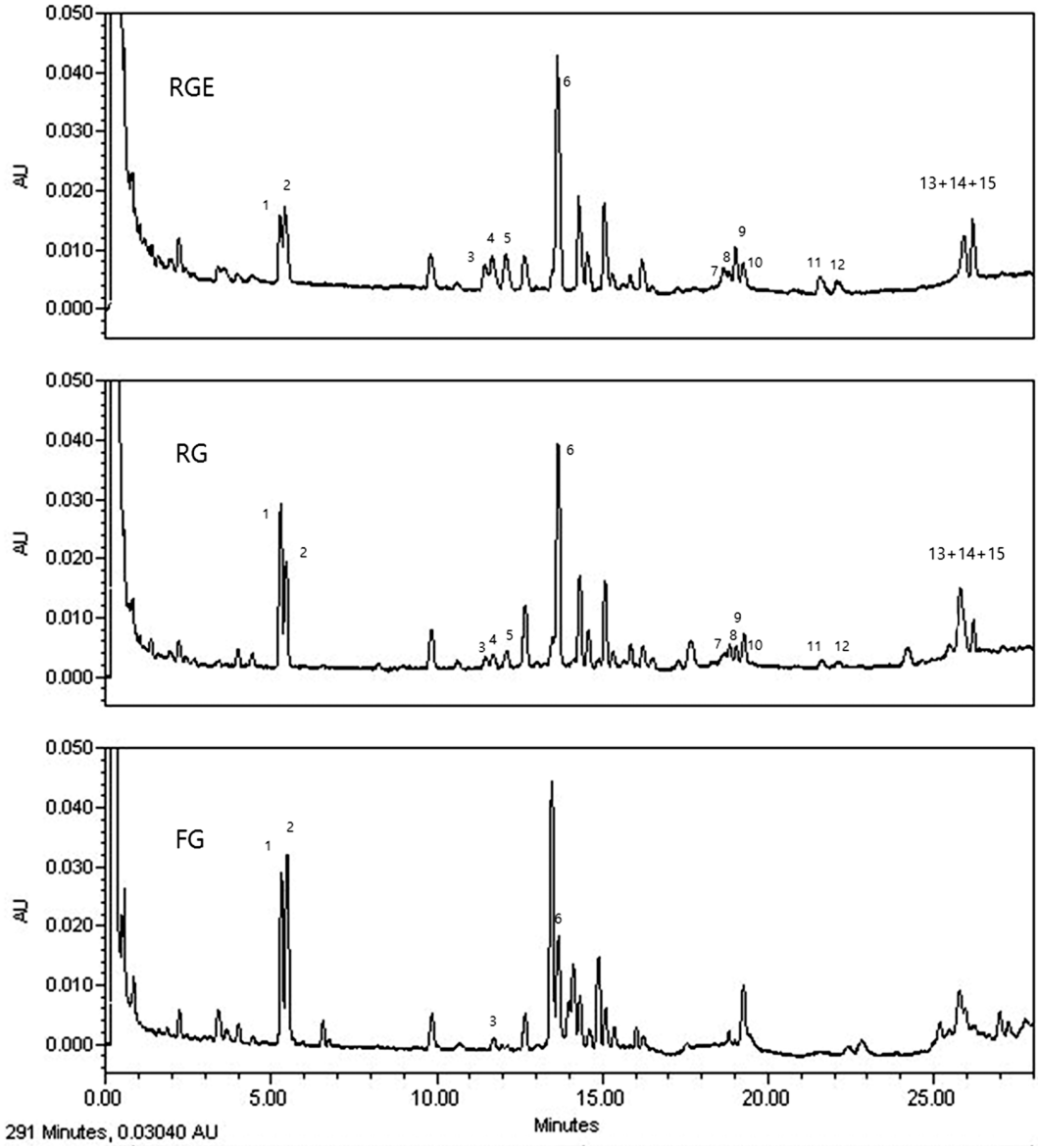

Fig. 1. Chromatography of Fresh ginseng (FG), Red ginseng (RG), and Red ginseng extraction (RGE). 1: Rg1, 2: Re, 3: Rh (S), 4: Rg2(S), 5: Rg2(R), 6: Rb1, 7: Rg6, 8: Rk3, 9: F4, 10: Rh4, 11: Rg3(S), 12: Rg3(R), 13: Rz1, 14: Rk1, 15: Rg5.

제품 군에 사용한 인삼 원재료의 사용량을 추측할 수 있을 것으로 판단한다.

PPT계 진세노사이드의 물질균형 평가 – 본 실험에 사용된 **RG**은 홍삼의 일반적 제조방법에 따라서 제조한 것을 사용하였으며 사용부위는 인삼의 지하부 전체를 사용하였다. Protopanaxtriol(PPT)계 ginsenoside의 물질균형은 ginsenoside Rg1과 Re와 함께 그의 전환체를 사용하였다. Table I에 의하면 **FG**에서 **RG**와 그의 추출물인 **RGE**의 ginsenoside Rg1의 함량은 4.085 μmol/g에서 1.962 μmol/g로 급격하게 줄어들며 ginsenoside Rg1으로부터 비롯한 일련의 전환체들(ginsenoside Rh1, Rh4, Rk3)의 함량은 점차적으로 증가 하는 것을 발견할 수 있었다. 이러한 함량변화는 **FG**의 홍삼 제조과정 중 일련의 가열공정에 의한 진세노사이드의 조성 변화에서 공통적으로 관찰되는 사실이다. Table I에서는 ginsenoside Rg1과 그로부터 유래한 일련의 전환체들을 고립계(isolated system)의 관점에서 고려 할 때 물질양의 변화량은 크게 관찰되지 않는다. 원료인삼으로서 **FG** 시료에서의 전체 몰 함량인 4.374 μmol/g은 **RG** 시료에서 거의 동일한 양으로 유지되었으며 **RGE**에서도 그의 해당 물질의 추출율(약 70%)을 고려할 때 전체 함량은 거의 동일한 것으로 판단된다.

Ginsenoside Re의 함량도 2.587 μmol/g(**FG**)에서 1.545 μmol/g(**RGE**)로 급격하게 줄어들며 ginsenoside Re로부터 비롯한 일련의 전환체들(ginsenoside Rg2, Rg6, F4)의 함량

Table I. The molar amounts of ginsenosides (μmol/g) in *Panax ginseng* preparations (n=3).

PPT	Rg1	Rh1(S)	Rh4	Rk3		Total
FG	4.085±0.004	0.239±0.003	ND	ND		4.324±0.005
RG	3.603±0.068	0.377±0.007	0.176±0.004	0.108±0.001		4.264±0.068
RGE	1.962±0.017	0.891±0.004	0.353±0.003	0.184±0.003		3.389±0.018
PPT	Re	20(S)-Rg2	20(R)-Rg2	Rg6	F4	Total
FG	2.587±0.004	0.293±0.005	ND	ND	ND	2.880±0.006
RG	2.027±0.048	0.346±0.013	0.097±0.005	0.082±0.001	0.144±0.003	2.696±0.050
RGE	1.545±0.027	0.600±0.009	0.394±0.013	0.241±0.003	0.349±0.004	3.129±0.032
PPD	Rb1	20(S)-Rg3	20(R)-Rg3	Rz1 + Rg5 + Rk1		Total
FG	4.189±0.016	ND	ND	ND		4.189±0.016
RG	4.708±0.150	0.183±0.008	0.057±0.004	0.133±0.005		5.081±0.150
RGE	5.617±0.004	0.788±0.006	0.394±0.006	0.786±0.008		7.585±0.013

PPT: protopanaxtriol, PPD:protopanaxdiol, FG: Fresh ginseng, RG: Red ginseng, RGE: Red ginseng extract.

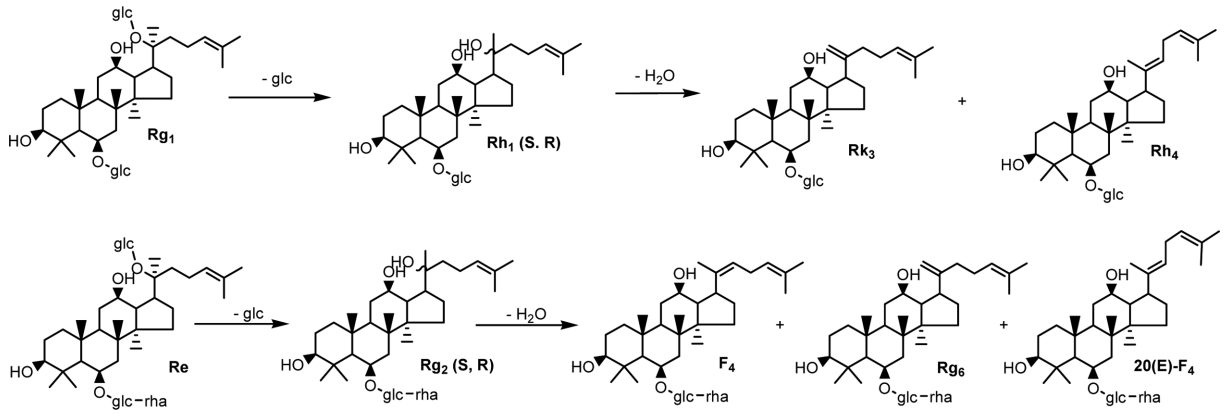

Fig. 2. The conversion process of ginsenoside Rg1, Re in mass balances.

은 ginsenoside Rg1 전환체와 유사하게 점차적으로 증가 하는 것을 발견할 수 있었다. 원료인삼으로서 **FG** 시료에서의 ginsenoside Re과 그의 고립계의 전체 몰 함량인 2.880 μmol/g은 **RG** 시료에서도 거의 동일한 양인 2.696 μmol/g으로 유지되었다. **RGE** 시료에서는 전체 몰 함량(3.129 μmol/g)이 다소 높게 나타나지만 ginsenosid Re와 그의 일련의 전환체에서의 물질평형계에 또 다른 요소가 유입되는 것으로 판단할 정도의 변화량은 아닌 것으로 사료된다.

PPD계 진세노사이드의 물질균형 평가 – Ginsenoside Rb1은 인삼의 PPD계 진세노사이드이다. 일반적으로 ginsenoside Rb1은 Rd와 Rg3 및 Rg5로 순차적으로 전환되며 이는 dammarane 골격에 결합한 당부의 가수분해에 의하는 것으로 알려져 있다. 그러나 본 연구자의 앞선 연구에 의하면[4] 인삼원료로부터 홍삼이 제조될 때 ginsenoside Rb1의 일련의 전환체로서 Rd는 전혀 고려되지 않는 것으로 결론되었다. 또한 ginsenoside Rg3는 대부분의 PPD계 진세노사이드(ginsenosides Rb1, Rd, Rc, Ra1, Ra2, Ra3)로부터 비롯되는 것으로 밝혀졌다. Table I에서 PPD계열 전환체는 **FG**와 **RG** 및 **RGE**로 제조되는 과정에서 점차적으로 그의 개별 함량이 증가되고 있음을 관찰할 수 있으나 **FG**에서 ginsenoside Rb1을 물질균형의 출발물질로서 가정한다면 **FG**에서의 ginsenoside Rb1의 몰함량과 **RG**, **RGE**에서의 ginsenoside Rb1과 그의 전환물들의 전체 몰함량의 상관성은 결여되어 있다. 즉, **FG**의 PPD 계 전체 몰함량 4.189 μmol/g은 **RG**에서 5.081 μmol/g, **RGE**에서 7.585 μmol/g으로 눈에 띄게 증가하고 있다. 이러한 결과는 ginsenoside Rb1과 그의 전환체인 ginsenoside Rg3, Rg5, Rk1간의 물질평형에는 고려되지 않은 또 다른 인자가 유입되고 있음을 보여주고 있다[4]. Ginsenoside Rb1은 **FG**에서 산성형 진세노사이드인 malonyl ginsenoside Rb1형태로서 다량 존재 하고 있는 것으로 보고되어있으며[8] 이는 가열에 의하여 말론산이 가수분해되어 **RG**에서의 ginsenoside Rb1의 함량이 높아지는 것으로 알려져 있다.[4] 이것은 Table I에서 나타나는 바와 같이 ginsenoside Rb1의 함량이 **FG**에서 보다 **RG**와 **RGE**에서 높아지는 것

으로 확인 된다. 따라서 ginsenoside Rb1과 그의 전환체들 간의 물질균형계는 PPT의 물질균형계 처럼 고립계가 아니라 외부로부터 다양한 요소들이 지속적으로 유입되는 비고립계(open system)로서 판단된다.

고 찰

현재 대한민국의 홍삼 제품의 품질지표성분 규격으로서 ginsenoside Rg1, Rb1의 합으로만 규정된 항목에 덧붙여 Rb1의 전환사포닌인 Rg3의 항목이 추가되었다. 즉, 식품의약품안전청 공고 제 2012-144 호에 의하면 "인삼과 홍삼의 지표성분 기준/규격이 동일하여 구분하기 어려웠으나 홍삼의 지표성분을 추가 설정하여 이를 차별화하고 우리나라 특산물인 홍삼의 기능성인 항산화에 도움을 줄 수 있는 기능을 추가"를 위하여 홍삼의 기능성분(또는 지표성분)의 함량을 Rb1, Rg1 및 Rg3(S)의 합으로서 2.5~34 mg/g으로 재설정 하였다. 그러나 본 논문의 결과 및 기존의 보고[4,9]에 의하면 ginsenoside Rg3의 생성은 단지 ginsenoside Rb1으로부터 기인되는 것뿐만 아니라 인삼에 존재하는 대부분의 PPD계열 즉 ginsenosides Rb1, Rc, Rb2, Rd, Ra1, Ra2, Ra3 등으로부터 비롯하여 생성되며 본 연구에 의해서도 ginsenoside Rb1와 ginsenoside Rg3 및 prosapogenin인 Rg5, Rk1와의 물질균형 성립되지 않음을 알 수 있었다. 따라서 홍삼에서 ginsenoside Rb1의 함량을 추정하기 위하여 ginsenoside Rg3의 함량을 지표로 추가한다는 기존의 논리[10]는 부정되어야 한다. 그러나 PPT계로서 ginsenoside Rg1과 Re는 홍삼 및 홍삼추출물 농축액 제조시 그들 화합물로부터 비롯된 전환체간의 화학양론적 물질균형을 유지하고 있음을 발견하였다. Ginsenoside Rg1, Rb1, Rg3의 합으로 규격이 설정된 국내의 지표성분 함량 규격에 의하면 홍삼 추출물 농축액을 원료로 하는 홍삼제품을 제조 할 때는 홍삼 전체를 사용하는 것보다 원료비가 저렴한 미삼, 잡삼 등 홍삼 뿌리 제조 시에 생성되는 부산물(PPD계 ginsenoside의 함량이 높고 특히 ginsenoside Rb1의 함량이 아주 높음)로서 제조하는 것이 제조 비용 면에서 훨씬 경제적인 결과를 가져온다.[5] 본 연구결과에 의한 ginsenoside 물질균형의 개념을 이용하면 PPD의 함량이 PPT의 함량보다 비정상적으로 높게 나타날 경우 사용된 인삼원료의 상태를 추정하는 객관적 지표로 사용 할 수 있을 것이다. 특히 Ginsenoside Rg1과 Re 함량비는 원료인삼의 기원식물을 파악하는데 특별한 중요성을 가지고 있다.[11] Ginsenoside Rg1과 Re의 조성비는 서양삼(*P. quinquefolium*)과 고려삼(*P. ginseng*)을 원료로 각종 홍삼제품을 만들었을 때 기원식물을 판별할 수 있는 좋은 지표이므로 ginsenoside Rg1과 Re의 물질균형은 인삼원재료의 품질관리에 유용하게 이용할 수 있으리라 판단된다.

결 론

본 연구 결과에 의하면 원료인삼(**FG**)으로부터 홍삼(**RG**)을 제조하는 공정과 홍삼으로부터 홍삼추출물 농축액(**RGE**)을 제조하는 공정에서의 진세노사이드 조성의 변화를 관찰할 수 있었다. 물질균형의 관점에서 볼 때 **RG**와 **RGE**에서 PPT계 ginsenoside Rg1 및 Re의 함량은 감소하였으나 그의 전환사포닌인 ginsenoside Rh1, Rh4, Rk3 및 ginsenoside Rg2, Rg6, F4가 증가하였음을 알 수 있었다. 하지만 이들 PPT계 진세노사이드와 그의 전환체의 몰량의 합은 거의 정확하게 **FG**에 존재하는 출발물질(Rg1, Re)의 몰량과 일치함으로 시판되는 홍삼제품과 **FG**의 ginsenoside Rg1과 Re의 몰함량을[5] 비교하면 홍삼제품에 포함된 원료사용량과 기원식물을 추정할 수 있을 것으로 판단된다. 반면 PPD계 ginsenoside Rb1 및 그의 전환사포닌으로 알려진 ginsenoside Rg3 및 Rg5, Rk1의 물질균형에서의 연관성은 발견되지 않았다. 즉, PPD 전환사포닌인 ginsenoside Rg3와 Rg5, Rk1의 몰량의 합과 출발물질로서의 ginsenoside Rb1의 몰량을 고려 할 때 전혀 관련되지 않았음을 알 수 있었다.

사 사

이 논문은 한국인삼공사(KGC) 연구원 여러분의 도움으로 수행되었으므로 이에 감사 드립니다.

인용문헌

1. Baeg, I. H. and So, S. H. (2013) The world ginseng mark and ginseng (Korea). *J. Ginseng Res*. **37**: 1e7.
2. Christensen, L. P. (2009) Ginsenosides chemistry, biosynthesis, analysis, and potential health effects. *Adv. Food Nutr. Res*. **55**: 1-99.
3. Lee, S. M. (2014) The change of ginsenosides composition from decocted ginseng with citric acid and Schisandrae Fructus. *Kor. J. Pharmacon.* **45**: 121-126.
4. Lee, S. M. (2014) Thermal conversion pathways of ginsenosides in red ginseng processing. *Nat. Prod. Sci*. **20**: 119-125.
5. Lee, S. M., Bae, B. S., Park, H. W., Ahn, N. G., Cho, B. G., Cho, Y. L. and Kwak, Y. S. (2015) Characterization of Korean Red Ginseng (*Panax ginseng* Meyer): History, preparation method, and chemical composition. *J. Ginseng Res.* http://dx.doi.org/10.1016/j.jgr.2015.04.009.
6. Kim, D. H., Chang, J. K., Sohn, H. J., Cho, B. G., Ko, S. R., Nho, K. B., Jang, D. S. and Lee, S. M. (2010) Certification of a pure reference material for the ginsenoside Rg1 *Accred. Qual. Assur.* **15**: 81-87.
7. Park, H. W., In, G., Han, S. T., Lee, M. W., Kim, S. Y., Kim, K. T., Cho, B, G., Han, G. H. and Chang, I. M. (2013) Simul-

taneous determination of 30 ginsenosides in Panax ginseng preparations using ultra performance liquid chromatography. *J. Ginseng Res*. **37**: 457-467.

8. Du, X. W., Wills, R. B. H. and Stuart, D. L. (2004) Changes in neutral and malonyl ginsenosides in American ginseng (Panax quinquefolium) during drying, storage and ethanolic extraction. *Food Chem.* **86**: 155-159.
9. Lee, S. M., Shon, H. J., Choi, C. S., Tran, M. H., Min, B. S. and Bae, K. H. (2009) Ginsenosides from Heat Processed Ginseng. *Chem. Pharm. Bull.* **57**: 92-94.
10. Kim, H. J., Kwak, I. A., Kim, H. J., Ahn, J. S. and Son, Y. B. (2013) A study on the Amendment scheme of ginsenoside content standard regulation for red ginseng products in korea. *J. Fd. Hyg. Safety* **28**: 24-30.
11. Erin, M. S. and Marla, S. M. (2006) Ginsenoside content and variation among and within American ginseng (Panax quinquefolius L.) populations. *Phytochem.* **67**: 1510-1519.

(2015. 7. 24 접수; 2015. 8. 31 심사; 2015. 9. 2 게재확정)