

초산과 Cyclodextrin으로 포접한 홍삼 추출액의 Ginsenoside 조성과 맛의 변화

허상선[†]

[†]중부대학교 식품생명과학과
(2016년 7월 31일 접수; 2016년 12월 14일 수정; 2016년 12월 26일 채택)

Ginsenoside Composition and Change of Taste Quality in Red Ginseng Extract by Acid treatment and Complexation with Cyclodextrin

Sang-Sun Hur[†]

[†]Department of Food Science and Biotechnology, Joongbu University,
Geumsan, Chungnam 312-702, Korea
(Received July 31, 2016; Revised December 14, 2016; Accepted December 26, 2016)

요약 : 홍삼추출물(RGE)의 쓴맛을 개선하기 위해서 증숙시 초산 처리 후 α -, β -, γ -CD를 이용해서 RGE의 포접화합물을 제조하여, 전자혀 분석을 통해서 RGE- γ -CD에 의한 쓴맛 개선효과가 가장 큰 것으로 확인하였다. 인삼의 열처리 공정에 있어 초산 처리는 Rg₃ 및 비극성 진세노사이드 성분 함량을 증가시킬 수 있었다. 전자혀를 이용하여 α -, β -, γ -CD 첨가량에 따른 쓴맛, 신맛, 짠맛, 우아미맛 및 단맛을 분석하였다. 그 결과 RGE 대비 10%의 γ -CD를 첨가하여 포접한 REG가 다른 처리구에 비해 쓴맛이 월등히 낮은 감응도를 나타내었다.

주제어 : 초산, cyclodextrin, 진세노사이드, 전자혀, 쓴맛

Abstract : In order to reduce the bitter taste of red ginseng extract(RGE), inclusion complexes(RGE-CD) of the extract with α -, β -, γ -cyclodextrine after acetic acid treatment at the steam process were prepared and studied for their taste by an electronic tongue. By complexation, the bitter taster-reducing efficacies of α -CD and β -CD were much lower than that of γ -CD. This study suggested that by processing red ginseng with acetic acid it is possible to enhance the yield of both ginsenoside Rg₃ and nonpolar ginsenosides. Taste such as bitterness, sourness, saltiness, umami and sweetness of the red ginseng extract with different amounts of α -CD, β -CD and γ -CD were checked using an electronic tongue. As a result, REG- γ -CD10, prepared using 10%(w/w), showed significantly lower bitter taste than those of the other samples.

Keywords : Acetic acid, cyclodextrin, ginsenoside, electron tongue, bitterness

[†]Corresponding author
(E-mail: sshur@joongbu.ac.kr)

1. 서론

한국을 대표하는 특산품인 인삼은 웰빙(Well-being) 식생활 및 건강, 장수에 대한 관심이 증대됨에 따라 인삼 관련 건강 기능성 식품 수요 및 시장이 확대 되고 있다[1-2]. 대표적인 약용작물의 하나인 인삼[3]의 생리활성물질로는 사포닌, 폴리아세틸렌, 페놀성 화합물, 알칼로이드, 산성 다당체, 아미노산, 무기원소 및 아미노당 등이 존재한다[4]. 인삼의 주요 약리 성분인 사포닌은 ginsenoside라하며, 이는 크게 protopanaxadiol (PPD)계 ginsenoside(Rb₁, Rb₂, Rc, Rd)와 protopanaxatriol(PPT)계 ginsenoside(Re, Rf, Rg₁)로 나눌 수 있다. PPD계에 속하는 ginsenoside는 중추신경 진정효과, 진정작용, 항염 및 진통의 효과가 있고, PPT계 ginsenoside는 피로회복, 운동 근육 증진 및 콜레스테롤 효과 등의 효과가 있는 것으로 알려져 있다[5-10]. 인삼은 가공방법에 크게 수삼, 백삼, 홍삼 등으로 분류하고 있으며 이러한 인삼가공의 수치법에 따라 효능이 달라질 수 있음이 보고되면서 인삼의 새로운 가공방법이 연구되었다. 즉 열처리[11], 산처리[12], 효소처리[13] 및 미생물을 이용한 발효처리[14] 등에 의해 인삼의 맛출형 제품들이 출시되고 있다. 특히 미생물 및 효소를 이용한 발효공정을 통한 특정 성분을 강화시킨 가공인삼이 최근 들어 기능성 식품으로 주목을 받고 있다[15]. 이는 홍삼의 제조 공정 중에 인간의 몸에 유익한 여러 가지 새로운 생리활성 성분들이 생성되고 또한 홍삼에는 수삼이나 백삼 등에 함유되지 않은 홍삼만의 특수 성분인 말톨과 진세노사이드를 비롯한 특수성분이 들어 있으며 약효가 뛰어나기 때문이다[16-17]. 최근 까지 인삼에 대한 기존 연구내용을 살펴보면 성분과 효능에 대한 연구가 많이 보고되어 있는 반면 가열처리와 같은 다양한 가공공정이 인삼의 품질이나 맛에 미치는 영향에 대한 연구 보고는 상대적으로 매우 미흡한 실정이다.

최근 소비자들의 기호에 맞춰 젤리, 캡슐, 앰플 등 다양하고 먹기 쉬운 제형의 아이디어 인삼 제품이 소비자로부터 좋은 반응을 얻고 있으나, 소비자 요구가 다양화되고 있는 현 시점에서 실질적 구매자들이 선호하는 인삼제품의 맛에 대한 연구 필요성이 대두되고 있다. 제품 개발 시 제안되는 고품질의 인삼제품이란 소비자의 기호에 맞는 인삼 제품이나 소비자의 기호성은 천차만별

이기 때문에 한 마디로 규정하기란 어렵지만 인삼 제품이 갖고 있는 다양한 맛과 향에 대한 품질 특성을 바탕으로 목적하는 신제품을 제조할 수 있다. 특히 인삼·홍삼가공품은 청소년 혹은 젊은 층의 경우 독특한 인삼 및 홍삼의 쓴맛에 대한 기피 현상이 두드러져 이를 해결할 수 있는 기술이 선행되어야 할 것으로 보인다. 따라서 국내 인삼산업의 발전을 위해서는 성별과 연령층으로 수요층을 세분화하고 수요층별로 요구 수준에 맞추어 개발방향을 설정하고 다른 식품류와 같이 다품종 소량 생산체제로 차별화를 기하여야 할 것으로 사료된다. 식품의 맛을 평가하는 일은 관능검사 방법이 유용하게 사용된다. 관능검사는 식품의 특성을 측정하고, 이들 특성이 소비자 기호도에 미치는 영향을 결정하여 소비자가 원하는 제품을 개발하는 과정에서 중요한 역할을 한다[18]. 하지만 맛을 발현하는 물질들은 다양하고 맛의 인식과정에서 느끼는 맛의 강도 또한 종합적으로 반응하기 때문에 개별적인 감지는 한계가 있다. 즉 관능검사에 있어 선정된 패널의 경우 사람마다 가지고 있는 역치가 다르고 숙련도에 따라 느끼는 맛이 달라 수많은 시료를 분석하는 경우 재현성이 있는 객관적 데이터를 얻기 어렵다. 이에 정량화된 값을 얻기 위한 새로운 시도로 전자혀 분석으로 시료의 맛을 평가해 보았다. 전자혀는 서로 다른 이온 선택성 전극을 가진 센서들을 어레이화하여 사용하는 것으로 센서 어레이를 통해 측정된 데이터는 감지 대상 물질의 화학적인 성분을 정량적으로 분석하게 된다. 이는 인간의 미각과 후각기관인 혀와 코를 대신하여 식품의 맛과 향을 판단하거나, 식품의 종류, 변질의 유무 등을 직접 맛을 보지 않고도 분석이 가능하여 식품, 음료의 생산 공정이나 식음료 등의 신개발 연구 및 질병을 진단하는 의료용 등 우리 실생활에 유용하게 활용 할 수 있다[19]. Kataoka 등[20]은 약초성분의 맛 특성을 분석하였고, Laureati 등[21]은 들깨잎의 맛과 향기 성분의 분석을 통해 각각의 그룹으로 맛과 향기의 특성을 분류할 수 있는 전자혀 칩의 가능성을 제시하였다.

한편, 인삼의 쓴맛은 트리테르페노이드 펩타이드 성분과 관계가 있어 사포게닌 혹은 당분자를 분해시킴으로써 쓴맛을 감소시킬 수 있다고 보고되고 있다[22]. Tamura 등[23]은 쓴맛을 제거방법으로 아세틸화 공정, 스킴밀크, 혹은 다양한 펩타이드 첨가물의 첨가, 겔라틴 전분 사용 등 다

양한 기술적 방법을 제시하였다. Cyclodextrin (CDs)는 6개(α -CDs), 7개(β -CDs) 혹은 8개(γ -CDs)의 포도당이 β -1.4결합으로 이루어진 환상구조로서 CDs의 특징인 포집능을 이용한 제약 및 식품, 화학공업, 농업, 환경공학 등에 그 활용도가 점차 확대되어가고 있다[24].

본 연구에서는 수삼의 열처리 공정을 수행함에 있어 초산용액의 처리에 따른 인삼의 특정활성 성분 강화와 아울러 CDs처리에 따른 홍삼 맛의 패턴변화를 분석함으로써 새로운 홍삼 가공품을 개발함에 있어 그 기초자료로 제시하고자 한다.

2. 실험

2.1. 재료

본 연구에 사용된 인삼(*Panax ginseng* C.A. Meyer)은 2013년도 충남 금산에서 수확한 4년근 (fresh ginseng, Korea)을 구입하여 사용하였고 세척과정을 거친 후 크기와 굵기가 비슷한 수삼을 선별한 후 수삼의 모형유지와 상품적 가치를 위해 미삼 부분을 제거한 후 공시 재료로 사용하였다. 사용된 초산용액은(pH 2.47) 일반 시중에 판매되는 용액을 구입하였으며 표준품 α , β 및 γ -cyclodextrin(minimum 98%)는 sigma-Aldrich(St. Louis, Mo, USA)제품을 사용하였다. Ginsenoside 표준품으로 ginsenoside Rf, Rb₂,

Rd, Rb₃는 Carl Roth(Karlsruhe, Germany)로부터 구입하여 사용하였으며, Re, Rg₁, Rb₁, Rc, Rg₂ Rh₁, Rh₂ 및 Rg₃는 Wako(Osaka, Japan)로부터 구입하여 사용하였다.

2.2. 수삼의 열처리 및 전처리 공정

수삼의 홍삼화 열처리는 Fig. 1에 나타난 바와 같이 제작한 홍삼 열처리 시스템을 이용하였다. 즉 증숙 공정에 있어 초산용액처리구의 경우 증숙에 투입되는 수분함량의 약 2~8%까지 2% 간격으로 첨가하여 95°C에서 4시간 증숙을 한 후 열풍건조기를 이용하여 50°C에서 48시간, 다시 40°C에서 72시간동안 건조하여 홍삼을 제조하였다. 이때 홍삼의 수분 함량은 약 13%이었다. 각 조건에 의해 제조된 홍삼은 마쇄한 후 시료 부피 3배의 에탄올에 1%, 5% 및 10%농도의 α , β 및 γ -CDs를 첨가 한 후 2시간씩 총 4회 교반하여 얻어진 상등액을 50°C에서 감압 농축하여 추출물을 제조하였다.

2.3. 전자혀 분석

전통적인 열처리에 의한 홍삼 대조군 및 전처리한 홍삼추출물의 맛에 대한 평가는 전자혀(Astree, Alpha MOS, Toulouse, France)를 사용하였다. 시료 1g을 98°C 증류수 100 mL에 넣어 98°C shaking water bath에서 20분간 추출한 후 여과지(Whatman No. 1, Kent, UK)에 여과한

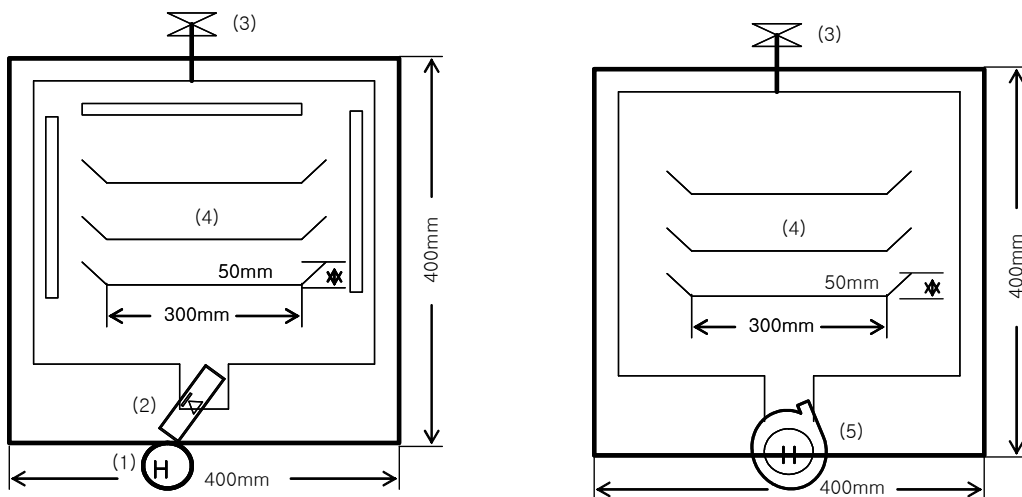


Fig. 1. The schematic of steaming and drying cabinet for fresh ginseng.

(1) Heater (2) Heating coil (3) Gate valve (4) Shelf (5) Heating fan-blower

액 25 mL를 유리용기에 담아 자동시료측정기에 놓았다. 전자혀의 분석조건은 분석시간 3 min, 취득 시간 2 min, 온도는 상온에서 수행하였으며 단일 샘플의 분석 후 센서 행굼은 5% 에탄올로 세척하였다. 모든 시료는 3회 반복하여 실시하였고 통계 처리에는 Alpha MOS에서 제공된 소프트웨어를 사용하였다.

2.4. 색도 측정

초산에 의해 열처리된 각 홍삼시료를 100mesh를 통과한 분말을 색차계(Chroma Meter CR-400, Konica Minolta, Japan)를 이용하여 L*, a*, b-value를 3회 측정하여 그 평균치를 사용하였다. 이때 사용된 표준백판(standard plate)의 L*, a* 및 b*값은 각각 93.8, 0.313 및 31.94이었으며, ΔE 값은 다음 식에 의하여 구하였다.

$$\Delta E = [(L-L^*)^2 + (a-a^*)^2 + (b-b^*)^2]^{1/2}$$

2.5. 조사포닌 함량

대조군 및 초산에 의해 처리된 홍삼의 조사포닌 함량 분석은 시료 10g을 정밀히 달아 둥근 플라스크에 넣고, 수포화 부탄올 100 mL를 가하여 80°C에서 1시간씩 3회 환류냉각 추출하여, 추출액을 500 mL 분액여두에 옮겨 증류수 100 mL를 가한 후 격렬히 흔들어 물 층과 부탄올 층을 분리하여 부탄올 층을 미리 항량된 농축 플라스크에 옮겨 농축한 다음 잔류물에 에테르 100

mL를 가하여 46°C에서 30분 환류냉각 한 다음 지용성 물질을 제거하여 105°C에서 건조하여 조사포닌 함량으로 하였다[25].

2.6. Ginsenosides 함량 분석

초산용액 처리에 의해 제조된 홍삼건조 분말에 70% 메탄올을 가하여 50 mL로 정용한 후 초음파 분산장치(JAC2010, KODO, Korea)로 완전히 용해하여 0.45 μ m syringe filter로 여과하여 제조하였다. 표준액은 각 표준 시료 1 mg을 취하여 1 mL로 표준원액 제조 후 각 표준원액 100 μ L를 주입하여 LC/MS(Waters 2695, Waters micromass ZQ4000, USA)를 이용하여 Table 1의 조작조건에 따라 진세노사이드 함량을 분석하였다.

2.7. 통계처리

모든 실험 결과는 3회 반복 측정하였으며 평균 \pm 표준편차로 표시하였다. 각 실험결과에 통계처리는 SAS for windows program 7.2를 이용하여 ANOVA분산분석을 실시하였고, 시료간의 유의적 차이를 검증하기 위해 Duncan's multiple range test를 실시하였다($p < 0.05$).

3. 결과 및 고찰

3.1. 사포닌 및 ginsenosides 함량 비교

사포닌 성분은 타식물 성분과 차별화 할 수 있

Table 1. The operating conditions of LC/MS for analysis of red ginseng processed with acetic acid

Detector	Mass
Column	XTerra®MS C18
Column size	2.1 mm \times 150 mm \times 3.5 μ m (diameter \times length \times particle size)
Column temperature	40°C
Mobile phase	A : B = 20 : 80 (A : 18% acetonitrile in 0.1% acetic acid B : 80% acetonitrile in 0.1% acetic acid)
Flow speed	0.25 mL/min
Injection volume	5 μ L

는 인삼식물의 종특이적인 성분으로 간주된다. 인삼사포닌 성분은 인삼 중에 3~6% 정도의 비교적 많은 함량분포를 보이고, 또한 여러 가지 생리활성을 가지고 있어 인삼제품의 품질관리의 지표성분으로 활용되어 오고 있다. 따라서 인삼의 증속시 초산용액의 처리에 따른 사포닌 및 ginsenoside성분의 함량 변화를 분석하여 그 결과를 Table 2와 Fig. 2에 각각 나타내었다. Table 2에 나타난 바와 같이 대조군의 총 사포닌 함량은 8.22%이었고 초산용액 처리군은 초산용액 농도에 따라 6.43~15.02%로 나타났다. Table 2에서 보는 바와 같이 초산용액의 농도가 2, 4, 6%인 경우 총 사포닌 함량은 대조군에 비해 70~82% 높게 나타남을 알 수 있었다. 특히 초산용액 4%에서 증속 후 건조한 홍삼의 경우 총 사포닌 함량이 15.02%로 가장 높은 함량을 나타내었다. 이는 ginsenoside의 C-20 위치의 당류가 3차 수산기에 결합하고 있어서 산 가수분해시 분해가 용이하여 사포닌의 분해가 더욱 촉진되기 때문인 것으로 사료된다[26-27]. 일반적으로 사포

닌은 aglycone의 알코올기인 OH의 수에 따라 protopanaxadiol과 protopanaxatriol계 사포닌으로 분류하고 있다. 이들 사포닌이 초산, 유기산 등 약산으로 가수분해될 경우 C-20의 glycoside bond만 가수분해 되어져 prosapogenin이 얻어지는데 이때 ginsenoside-Rb₁, -Rb₂, -Rc, -Rd 등은 동일한 prosapogenin인 20(R&S)-ginsenoside Rg₃를 생성시킨다[28]. 한편 Protopanaxatriol계 사포닌인 ginsenoside Re, 20-gluco-ginsenoside Rf 및 ginsenoside Rg₁ 등도 C-20 glycosidic bond가 산에 약하여 약산 가수분해를 하게 되면서 서로 다른 종류의 prosapogenin이 얻어진다. ginsenoside Re의 경우 20(R&S)-ginsenoside Rg₂가 생성된다[29]. 인삼 사포닌은 자연계에 존재하는 많은 배당체 화합물과 마찬가지로 aglycone에 연결된 당에 대한 선택적 가수분해를 통하여 만들어진 minor 사포닌이 기준에 대량 존재하는 major 사포닌에 비해 흡수나 약효 등에서 훨씬 뛰어난 효과를 나타내고 있다. 따라서 major 사포닌의 modification 연구는 인삼연구에

Table 2. Comparison of ginsenoside contents in red ginseng pre-treatment with different acetic acid concentration

Sample	Ginsenosides(mg/g, d.b.)												Crude saponin (% , d.b.)
	Rg ₁	Re	Rf	Rg ₂	Rh ₁	Rb ₁	Rc	Rb ₂	Rb ₃	Rd	Rg ₃	Rh ₂	
CRG ¹⁾	2.75 ±0.06	2.54 ±0.14	0.70 ±0.74	0.18 ±0.17	0.19 ±0.09	3.73 ±0.03	2.19 ±0.25	1.50 ±0.14	0.11 ±0.35	0.34 ±0.3	0.15 ±0.39	N.D. ⁶⁾	8.22±0.17
ARG-1 ²⁾	3.04 ±0.27	2.34 ±0.18	0.77 ±0.03	0.18 ±0.19	0.19 ±0.09	3.88 ±0.07	2.44 ±0.56	1.82 ±0.12	0.38 ±0.07	0.23 ±0.27	N.D.	N.D.	14.87±0.21
ARG-2 ³⁾	3.46 ±0.55	3.33 ±0.17	0.80 ±0.06	0.12 ±0.1	0.24 ±0.12	4.72 ±0.27	2.22 ±0.07	1.13 ±0.08	0.26 ±0.46	0.39 ±0.25	0.20 ±0.14	N.D.	15.02±0.11
AGR-3 ⁴⁾	3.29 ±0.50	2.66 ±0.12	0.87 ±0.03	0.20 ±0.04	0.27 ±0.74	3.82 ±0.06	1.64 ±0.03	1.06 ±0.19	0.26 ±0.03	0.28 ±0.09	0.21 ±0.16	N.D.	14.04±0.09
AGR-4 ⁵⁾	2.85 ±0.19	1.61 ±0.22	0.52 ±0.22	0.13 ±0.35	0.22 ±0.89	3.80 ±0.11	1.42 ±0.22	0.73 ±0.15	0.14 ±0.07	0.23 ±0.12	0.26 ±0.03	N.D.	6.43±0.12

Values are expressed as mean±SD triplicates

¹⁾CRG; dried fine ginseng extract

²⁾ARG-1; dried fine ginseng processed with 2% acetic acid

³⁾ARG-2; dried fine ginseng processed with 4% acetic acid

⁴⁾ARG-3; dried fine ginseng processed with 6% acetic acid

⁵⁾ARG-4; dried fine ginseng processed with 8% acetic acid

⁶⁾N.D.; Not detected

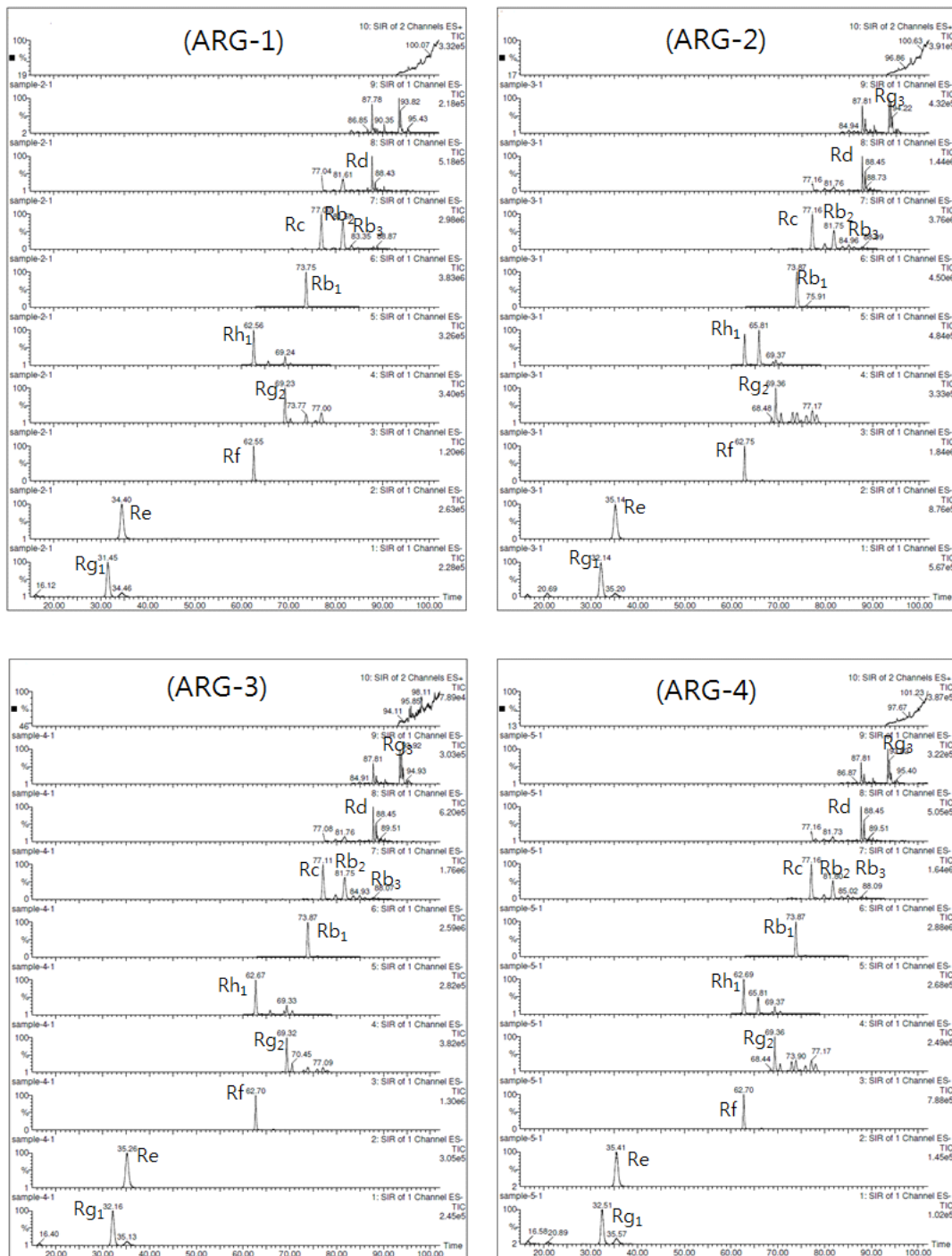


Fig. 2. LC/MS chromatograms of the ginsenosides fractions in red ginseng extract processed with acetic acid. Abbreviations are shown in Table 2.

서 각광을 받고 있어 물리적, 화학적, 효소학적, 미생물적인 방법들이 사용되고 있다. 지금까지 연구된 물리적 방법으로는 삼의 형태를 유지한 홍삼, 선삼, 흑삼 등의 제조, 미생물 발효를 이용한 발효홍삼, 효소를 이용한 인삼사포닌의 전환, 산이나 열기에 의한 인삼사포닌의 가수 분해 등 다양한 방법들이 보고되고 있다[30].

초산용액 처리에 따른 ginsenoside의 함량은 초산용액 농도가 증가할수록 홍삼 특유의 성분인 ginsenoside-Rh₁ 및 Rg₃의 함량이 증가하는 경향을 보였다. 특히 ginsenoside-Rg₃의 함량은 초산용액 2% 처리군에서는 검출되지 않았으나 초산용액 농도가 2%이상 증가함에 따라 대조군에 비해 73%이상 증가함을 보였다. 이는 산처리에 의한 산도 증가에 따른 가수분해가 대사체인 ginsenoside Rd, Rg₃, Rh₂의 증가에 기여한 것으로 사료된다. 즉 이는 ginsenoside-Rg₃의 모체인 Rb₁의 함량 변화와 관계가 있는 것으로 보이는데 Table 2에서 확인할 수 있듯이 Rg₃가 증가함에 따라 비례하여 감소하는 추세를 나타냈으며 초산용액의 농도가 가장 높은 8%일 때 가장 높은 prosapogenin의 함량을 보였다. 이처럼 산 처리한 홍삼의 protopanaxadiol계 사포닌 함량이 증가하는 현상은 diol계 사포닌의 비당부위 (aglycone)를 가지고 있는 malonylginsenosides가 산에 의해 malonyl기가 분해되면서 사포닌의 변화를 가져오기 때문으로 사료된다[31]. 산 처리에 의한 홍삼의 ginsenoside 성분변화는 Rg₁, Rh₁, Rb₁, Rb₃성분이 대조군에 비해 월등히 증가함을 나타내었다. 따라서 산 처리에 의한 prosapogenin을 극대화하기 위한 최적의 산 농도는 높은 조사포닌 함량 및 ginsenoside-Rb₁,

Rh₁, Rg₁ 및 Rg₃ 값을 가진 6%임을 확인하였다

3.2. 색도

산 처리에 따른 홍삼의 기계적 색상변화는 Table 3에 나타내었다. Table 3에서 보는 바와 같이 산 농도가 증가 할수록 홍삼의 명도는 낮아지는 경향을 보였다. 즉 대조군인 무처리 홍삼의 경우 백색도가 84.23 값을 보이고 있는 것에 비해 처리군은 초산용액의 농도가 증가할수록 68.03~37.36값을 나타남을 알 수 있었다. 특히 초산용액 8%농도의 경우 L 값이 37.36값으로서 대조군에 비해 50%이상 차이를 보이고 있음을 알 수 있었다. 한편 적색도 및 황색도의 경우 대조군에 비해 처리구의 농도가 증가할수록 증가하는 경향을 보였다. 이는 산 처리된 처리군의 경우 대조군에 비해 열처리 되는 과정에 비효소적 갈변반응 생성물인 pyrazine, unsaturated carbonyl compounds, furfural 등이 급격히 증가하기 때문인 것으로 추정된다[32].

3.3. 전자혀 분석

식품분야에서 활용되고 있는 대표적인 전자혀는 ASTREE 전자혀로서 센서어레이는 ChemFET(CheMical modified field effect transistor)기술로 구현된 7개의 센서로 구성되어 있다. 이들은 각종 전해질에 대해 반응하도록 설계 되어 사람의 미각과 마찬가지로 센서 SRS는 신맛, STS는 짠맛, UMS는 감칠맛, BRS는 쓴맛, SWS는 단맛을 감지하며 GPS와 SPS 센서는 센서의 값을 보정하는 표준센서로 의미를 두지 않는다. 6% 초산용액에 의해 열처리된 홍삼시료 부피 3배의 에탄올에 α, β, γ -CDs를 각각 1, 5, 10%

Table 3. The color value of red ginseng and red ginseng processed with acetic acid

Sample	Hunter color values			
	L	a	b	ΔE
CRG ¹⁾	84.23±2.73	0.47±0.46	23.68±0.14	23.14
ARG-1 ²⁾	68.03±1.02	5.65±0.07	32.62±0.89	33.70
ARG-2 ³⁾	60.06±1.10	6.89±0.95	30.78±1.53	30.27
AGR-3 ⁴⁾	45.87±0.98	7.15±0.14	28.90±2.77	28.81
AGR-4 ⁵⁾	37.36±0.31	7.04±1.11	25.06±1.82	25.13

Values are expressed as mean±SD triplicates

Abbreviations are shown in Table 2

첨가하여 CDs첨가에 대한 쓴맛 패턴의 기여율 (proportion)을 구하였다. Fig. 3에 나타난 바와 같이 제 1 주성분의 기여율은 78.57%이었고, 제 2 주성분 값의 기여율은 13.48%였다. 따라서 제 1 주성분의 값만으로도 홍삼의 쓴맛에 있어 CDs의 첨가 및 종류에 따라 쓴맛감소에 필요한 충분한 정보가 됨을 알 수 있었다. Fig. 3에서 보는 바와 같이 대조군의 경우 제 1 주성분의 값은 -1,400에서 -800사이 에 집중된 분포를 보였으며, α , β 및 γ -CDs를 첨가 할수록 제 1 주성분의 값은 negative 값에서 positive 값으로 이동 하였다. CDs의 종류에 따른 제 1 주성분의 값은 α -CDs는 -1,000에서 100사이 의 값을 β -CDs는 -1,000에서 1,200사이의 값을 γ -CDs는 -100에서 1,100사이의 값을 나타냄을 알 수 있었다. 또한 α , β , γ -CDs의 분자량에 따른 제 1 주성분의 값은 분자량이 클수록 positive 값으로 크게 이동하는 것으로 나타났다. 5%의 β -CDs를 첨가한 실험군의 경우 대조군 및 다른 실험군에 비해 제 1 주성분의 값이 -1,000에서 1,200까지 euclidean distant가 매우 크게 나타났다. 이에 비해 10%의 γ -CDs 첨가군의 경우 제 1 주성분의 값이 700에서 900사이의 값을 나타내어 euclidean distant가 가장 작게 나타났다. 일반적으로 이러한 euclidean distant가 크면 클수록 유

의성이 띄지 않은 것으로 설명이 된다.

전자혀를 이용하여 α , β , γ -CDs 첨가에 따른 홍삼 추출액의 관능특성을 분석한 결과를 Fig. 4에 나타내었다. 먼저 대조군인 홍삼 추출액은 8.30으로 가장 강한 쓴맛인 반면 10%을 γ -CD 첨가군은 쓴맛이 3.60으로 가장 약한 쓴맛을 나타냈다. 즉 Fig. 4에서 보는 바와 같이 α , β , γ -CDs를 첨가한 실험군의 경우 쓴맛의 강도는 CD의 분자량이 클수록 첨가량이 많을수록 쓴맛을 나타내는 센서의 감도가 낮은 것으로 나타났다. 단맛을 나타내는 SWS값은 대조군이 9.90으로 가장 높았다. 이에 비해 CD 첨가군의 경우 분자량이 클수록 단맛의 감도는 낮은 것으로 나타났으며 CD 첨가량에 따른 쓴맛의 강도는 α -CDs는 첨가량이 1%일 때 가장 강한 단맛을 γ -CDs 첨가군은 첨가량이 많을수록 단맛이 낮게 나타났다. 한편 β -CDs의 경우 첨가량에 따른 단맛의 센서 감도는 크게 영향을 받지 않은 것으로 나타났다. 관능분석의 경우 참여하는 패널들의 개인적 특성에 따라 맛을 인지하는 능력이 다른 단점을 가지고 있으나 전자혀 분석을 통해 이러한 단점을 보완하는 기술이라 할 수 있다. 하지만 센서의 경우 인간이 감지 하지 못하는 정도의 차이를 인지하여 실제 관능검사의 결과와 일치하지 않을 수 있기 때문에 관능검사와 병행하여

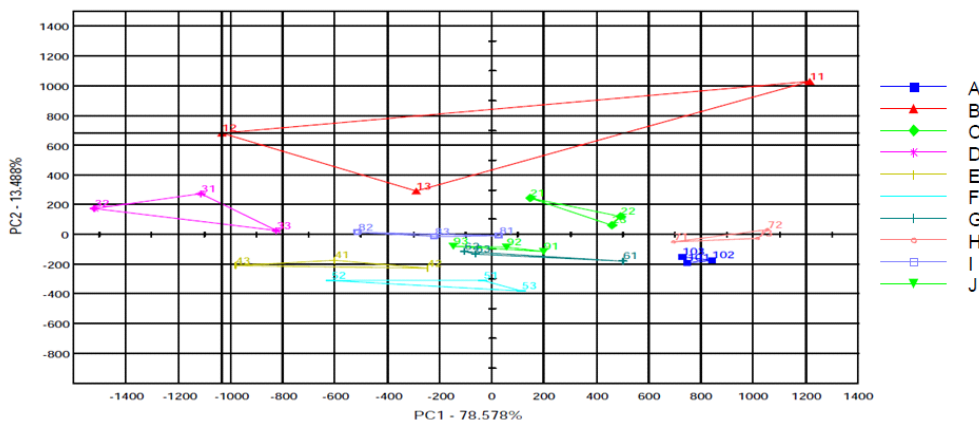


Fig. 3. Principle component analysis(PCA) plot from the electronic tongue on red ginseng and red ginseng processed with α , β , γ -cyclodextrine.

A; ARG-3+ γ -CD 10%, B; ARG-3+ β -CD 5%, C; ARG-3+ γ -CD 1%,
D; red ginseng, E; ARG-3+ γ -CD 1%, F; ARG-3+ α -CD 1%,
G; ARG-3+ α -CD 10%, H; ARG-3+ γ -CD 5%, I; ARG-3+ β -CD 1%,
J; ARG-3+ β -CD 10%

상관관계를 파악하는 것이 바람직 할 것으로 사료된다.

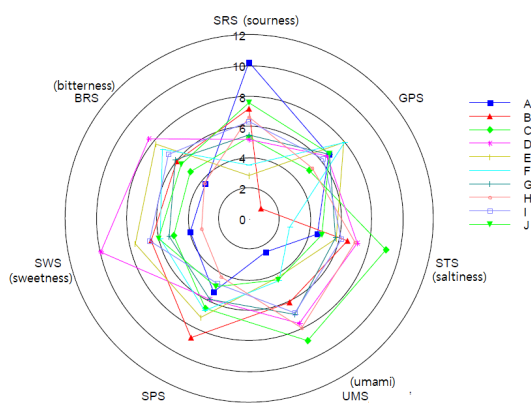


Fig. 4. Changes of organoleptic characteristics of red ginseng and red ginseng processed with α , β , γ -cyclodextrine.

Abbreviations are shown in Fig. 3.

4. 결론

수삼을 홍삼화 하는 공정중 초산용액의 농도에 따른 홍삼의 물리적 특성 변화와 전자혀를 이용하여 α , β , γ -cyclodextrin 처리에 따른 홍삼 추출액 맛의 패턴변화를 분석함으로써 새로운 홍삼 가공품을 개발하고자 하였으며 그 결과는 다음과 같다.

1. 총 사포닌 함량의 경우 초산에 의해 처리된 처리군의 경우 대조군에 비해 70~82% 높게 나타남을 알 수 있었으며 초산 처리에 따른 ginsenoside의 함량은 초산용액 농도가 증가할수록 홍삼 특유의 성분인 ginsenoside-Rh₁ 및 Rg₃의 함량이 증가하는 경향을 보였다. 따라서 산 처리에 의한 prosapogenin을 극대화하기 위한 최적의 산 농도는 높은 조사포닌 함량 및 ginsenoside-Rb₁, Rh₁, Rg₁ 및 Rg₃ 값을 가진 6%임을 확인하였다.
2. 산 처리에 따른 홍삼의 기계적 색상변화는

초산 농도가 증가 할수록 홍삼의 명도는 낮아지나 적색도 및 홍색도는 증가하는 경향을 보였으며 이는 비효소적 갈변반응 생성물인 pyrazine, unsaturated carbonyl compounds, furfural 등이 급격히 증가하기 때문인 것으로 추정된다.

3. α , β , γ -CDs에 의해 처리된 홍삼의 쓴맛 패턴의 기여율(proportion)은 제 1주성분의 기여율은 78.57%이었고, 제 2 주성분 값의 기여율은 13.48%였다. 이를 통해 제 1 주성분의 값만으로도 홍삼의 쓴맛에 있어 CDs의 첨가 및 종류에 따라 쓴맛감소에 필요한 충분한 정보가 됨을 알 수 있었다.
4. 전자혀를 이용한 α , β , γ -CDs 첨가에 따른 홍삼 추출액의 관능특성을 분석한 결과 α , β , γ -CDs를 첨가한 처리군의 경우 쓴맛의 강도는 CDs의 분자량이 클수록 첨가량이 많을수록 쓴맛을 나타내는 센서의 감도가 낮은 것으로 나타났다.

References

1. Korea Food & Drug Administration, 2014 Food & drug statistical year-book. Seoul, Korea Food & Drug Administration, 197-22 (2014).
2. H. K. An, G. J. Hong and E. J. Lee, Properties of sponge cake with added saltwort (*Salicornia herbacea* L.), *Korean J Food Culture*, **25**(1), 47-53 (2010).
3. M. H. Hong, Y. N. Han, B. H. Han and N. D. Kim, Korea ginseng history. Dong Il Publishing, Seoul, Korea. Vol I, 166-175 (2001).
4. T. Namba, M. Yoshizaki, T. Tomimori, K. Kobshi and K. Mitsui, Chemical and biochemical evaluation of ginseng and related crude drugs, *Yakugaku Zasshi*, **94**(2), 252-260 (1974).
5. K. J. Choi, The constituent of material ginseng and management of quality, *Korean J. Ginseng Sci.*, **15**, 247-256 (1991).

6. S. I. Kim, J. H. Park, J. H. Ryu, J. D. Park, Y. H. Lee, J. H. Park, T. H. Kim, J. M. Kim and N. I. Beak, Ginsenoside Rg₅, a genuine dammarane glycoside from Korean red ginseng, *Arch. Pharm. Res.*, **19**(5), 551–553 (1996).
7. J. H. Ryu, J. H. Park, T. H. Kim, D. H. Sohn, J. M. Kim and J. H. Park, A genuine dammarane glycoside, (20E)-ginsenoside F4 from Korean red ginseng, *Arch. Pharm. Res.*, **19**(4), 335–336 (1996).
8. J. D. Park, Y. H. Lee and S. I. Kim, Ginsenoside Rf₂, a new dammarane glycoside from Korean red ginseng (*Panax ginseng*), *Arch. Pharm. Res.*, **21**(5), 615–617 (1998).
9. N. I. Beak, D. S. Kim, Y. H. Lee, J. D. Park, C. B. Lee and S. I. Kim, Ginsenoside Rh₄, a genuine dammarane glycoside from Korean red ginseng, *Planta Med.*, **62**(1), 86–87 (1996).
10. I. H. Park, N. Y. Kim, S. B. Han, J. M. Kim, S. W. Kwon, H. J. Kim, M. K. Park and J. H. Park, Three new dammarane glycosides from heat processed ginseng, *Arch. Pharm. Res.*, **25**(4), 428–432 (2002).
11. L. Kitagawa, M. Yoshikawa, M. Yoshihara, T. Hayashi, and T. Taniyama, Chemical studies of crude drugs (1). Constituents of ginseng radix rubra, *Yakugaku Zasshi*, **103**(6), 612–622 (1983).
12. B. H. Han, M. H. Pakr and Y. N. Han, Degradation of ginseng under mild acidic condition, *Planta Med.*, **44**(3), 146–149 (1982).
13. Y. Suzuki, S. R. Ko, K. J. Choi, K. Uchida, Y. G. Lee and Y. H. Kim, Enzymatic glycosylation and hydrolysis of ginseng saponins, *Proc. 7th Symp.*, 373–374 (1998).
14. H. Hasegawa, J. H. Sung, S. Matsumiya and M. Uchiyama, Main ginseng saponin metabolites formed intestinal *Prevotella oris* in hydrolyzing ginseng saponins. *Planta Med.*, **63**(5), 436–440 (1997).
15. B. M. Kong, M. J. Park, J. W. Min, H. B. Kim, S. H. Kim, S. Y. Kim and D. C. Yang, Physico-chemical characteristics of white fermented and red ginseng extracts. *J. ginseng Res.*, **32**(3), 238–243 (2008).
16. H. D. Hong, Y. C. Kim, J. Rho, K. T. Kim KT and Y. C. Lee, Changes on physicochemical properties of *Panax ginseng* C.A. Meyer during repeated steaming process., *J. Ginseng Res.*, **31**(4), 222–229 (2007).
17. J. G. Shin, J. W. Park, J. K. Pyo, M. S. Kim, and M. H. Chung, Protective effects of a ginseng component, maltol(2-methyl-3-hydroxy-4-pyrone) against tissue damages induced by oxygen radicals, *Korean J. Ginseng Sci.*, **14**(2), 187–190 (1990).
18. J. H. Oh, S. Yoon and Y. Choi, The effect of superheated steam cooking condition on physico-chemical and sensory characteristics of chicken breast fillets Korean, *J. Food Cook. Sci.*, **30**(3), 317–324 (2014).
19. A. Legin, A. Rudnitskaya, Y. Vlasov, C. D. Natale, F. Davide and A. D'Amico, Tasting of beverage using an electronic tongue, *Sensors and Actuators B*, **44**, 291–296 (1997).
20. M. Kataoka, E. Tokuyama, Y. Miyanage and T. Uchida, The taste sensory evaluation of medicine plants and Chinese medicines, *Int. J. Pharmaceut.*, 351, 36–44 (2008).
21. M. Laureati, S. Buratti, A. Bassol, G. Borgonovo, and E. Pagliarini, Discrimination and characterisation of three cultivars of *Perilla frutescens* by means of sensory descriptors and electronic nose and tongue analysis, *Food Research Intl.*, **43**(4), 959–964 (2010).
22. K.C. Huang, The pharmacology of chinese herbs, Second edition, CRC Press LLC, 512 (1999).
23. M. Tamura, N. Moria, T. Miyoshia, S. Koyamaab, H. Kohriac and H. Okaia,

- Practical debittering using model peptides and related compounds, *Agricultural and Biological Chemistry*, **54**(1), 41–51 (1990).
24. H. Y. Kim And S. M. Kim, Effect of β -cyclodextrin inclusion on the flavor of Doenjang, *Korean J. Diet. Cult.*, **16**(4), 316–322 (2001).
 25. T. Ando, O. Tanaka and S. Shibata, Chemical studies on the oriental plant drugs(XXV). Comparative studies on the saponins and sapogenins of ginseng and related crude drugs, *Syoyakugaku Zasshi*, **25**(1), 28–32 (1971).
 26. J. W. Yang, J. H. Do, H. S. Sung and S. K. Hong, Studies on the manufacturing of ginseng soft drink II. Effect of pH and heat treatment on the stability of panaxadiol saponins, *Korean J. Ginseng Sci.*, **6**(1), 25–29 (1982).
 27. S. W. Kim, H. Y. Kwon, D. W. Chi, J. H. Shim, J. D. Park, Y. H. Lee, S. Pyo and D. K. Rhee, Reversal of P-glycoprotein-mediated multidrug resistance by ginsenoside Rg3, *Biochem Pharmacol.*, **65**(1), 75–82 (2003).
 28. M. Yoshikawa, T. Morikawa, Y. Kashima, K. Ninomiya and H. Matsuda, Structures of new dammarane-type Triterpene Saponins from the flower buds of *Panax notoginseng* and hepatoprotective effects of principal Ginseng Saponins, *J. Nat. Prod.*, **66**(7), 922–927 (2003).
 29. H. U. Lee, E. A. Bae, M. J. Han, N. J. Kim and D. H. Kim. Hepatoprotective effect of ginsenoside Rb₁ and compound K on tert-butyl hydroperoxide-induced liver injury, *Liver Int.*, **25**(5), 1069–1073 (2005).
 30. J. H. Park, Sun ginseng—a new processed ginseng with fortified activity, *Food Ind. Nutr.*, **9**(1), 23–27 (2004).
 31. S. K. Ko, K. H. Lee, J. K. Hong, S. A. Kang, U. D. Sohn B. O. Im, S. T. Han, B. W. Yang, S. H. Chung, and B. Y. Lee, Change of ginsenoside composition in ginseng extract by vinegar process, *Food Sci. Biotechnol.*, **14**(4), 509–513 (2005).
 32. J. H. Choi, Color evaluation of red ginseng extract and its changes during heat treatment, *Korean J. Ginseng Sci.*, **4**(2), 314–323 (1980).