

pH 및 고온 열처리가 홍삼물추출물의 주종 사포닌 성분변화에 미치는 영향

최금희 · 곽이성[#] · 이만휘* · 황미선 · 김석창 · 박채규 · 한경호 · 송경빈**
KT&G 중앙연구원 인삼연구소, *경북대학교 수의과대학, **충남대학교 식품공학과
(2008년 4월 1일 접수; 2008년 6월 3일 수리)

Effects of pH and High Temperature Treatment on the Changes of Major Ginsenosides Composition in Korean Red Ginseng Water Extract

Keum-Hee Choi, Yi-Seong Kwak[#], Man-Hee Rhee*, Mi-Sun Hwang, Seok-Chang Kim,
Chae-Kyu Park, Gyeong-Ho Han and Kyung-Bin Song**

KT&G Central Research Institute, Ginseng Science Research Center, Korea

*Department of Veterinary Physiology, Kyungpook National University, Korea

**Department of Food Science and Technology, Chungnam University, Korea

(Received April 1, 2008; Accepted June 3, 2008)

Abstract : This study was carried out to investigate the changes of ginsenosides composition in Korean red ginseng water extract (RGWE) after heated with high temperatures above 100°C. RGWEs were adjusted with pH 3.0, pH 7.0 and pH 10.0, respectively, and then heated at 100, 110 and 120°C for 30 minutes by using autoclave. Total ginsenosides of RGWE treated with heating showed decreasing tendency when compared with control. By TLC analysis, decreasing effect of ginsenosides in RGWE were significantly observed in the acidic condition of pH 3.0, particularly. By HPLC analysis, total ginsenoside of control showed 1.89%, while those of RGWE treated with 100, 110 and 120°C showed 1.22, 1.05 and 0.97%, respectively. The ratio of protopanaxadiol (PD) to protopanaxatriol (PT) saponins in control was 1.89, while that of PD/PT in treated RGWEs were level of 1.33 to 1.47. By the result of decreased ratio of PD/PT in RGWE, it was considered that PD type saponin such as ginsenoside-Rb₁, -Rb₂, -Rc and -Rd was more unstable than PT type saponin such as ginsenoside-Re and Rg against high temperature heating above 100°C.

Key words : Korean red ginseng, water extract, high temperature treatment, pH, saponin composition

서 론

인삼(*Panax ginseng* C.A. Meyer)은 오갈피 나무과(*Araliaceae*) 인삼속(*Panax*)에 속하는 다년생 초본류로 인간의 건강을 유지하기 위한 생약재로써 오래 전부터 사용되어 왔다. 인삼성분에 대한 연구는 1854년 미국의 Garriques¹⁾가 인삼으로부터 배당체 (glycoside) 혼합물을 분리하여 “panaquilon”이라고 명명하면서부터 연구가 시작되었다. 그러나 현대의 과학적 연구는 1960년대에 와서 비로서 본격적인 연구가 시작되었다. 특히 러시아의 Brekhman²⁾은 1957년 그때까지의 연구

결과를 총괄적으로 정리하여 인삼의 유효성분으로 사포닌성분의 효능을 주장하였으며 그후 사포닌 성분을 중심으로 많은 연구들이 수행되어 왔다.

인삼사포닌은 생약재에 함유된 사포닌과는 달리 dammarane 계 triterpenoid 배당체로서 인삼의 특유성분이며 이들이 갖는 약리작용은 매우 다양하다. 항암³⁾, 항 통증⁴⁾, 항 당뇨⁵⁾, 간 기능 항진⁶⁾, 항혈전⁷⁾, 혈압조절⁸⁾, 지질대사개선⁹⁾, 갱년기 장애 회복작용¹⁰⁾ 등이 보고되고 있다. 이러한 이유에서 인삼 사포닌 즉, ginsenoside는 인삼제품의 품질관리상 중요한 지표성분으로 활용되고 있다. 사포닌은 그 기본 구조에 따라 PD(protopanaxadiol) 및 PT(protopanaxatriol)계 사포닌으로 나뉘어지는데 Fig. 1 및 Table 1에서 보는 바와 같이 PD계 사포닌에는 ginsenoside-Rb₁, -Rb₂, -Rc, -Rd 등이 포함되고

[#]본 논문에 관한 문의는 이 저자에게로
(전화) 042-866-5535; (팩스) 042-866-5419
(E-mail) yskwak@ktng.com

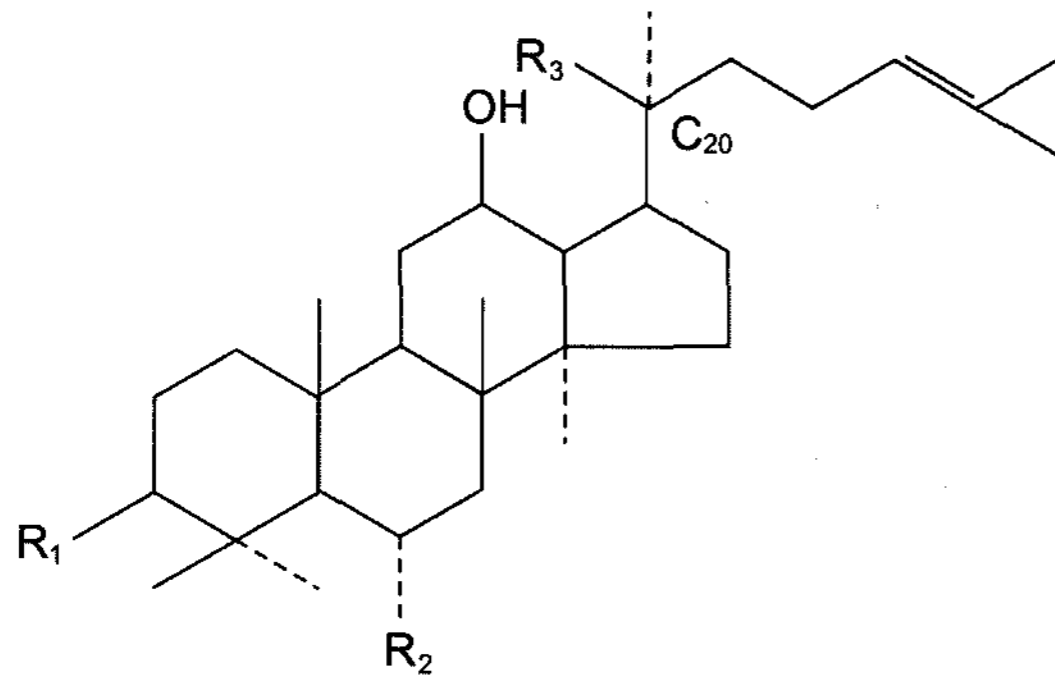


Fig. 1. Chemical structure of ginsenoside¹¹⁾

PT계 사포닌에는 ginsenoside-Re, -Rg₁ 등이 포함된다.²⁷⁾ PD계 사포닌은 대체적으로 안정, 억제 효능이 있다고 알려져 있는 반면 PT계 사포닌은 흥분작용을 가지는 등 서로 상반된 약리효능이 있는 것으로 알려져 있다.¹¹⁾ 이러한 PD 및 PT계 사포닌들은 생체(*in vivo*)내에서 항상성(homeostasis)을 유지하는 역할을 하므로 인삼추출물에 함유된 PD/PT 비율은 사포닌의 품질안정성을 측정하는 지표로써 중요하게 고려되고 있다.¹²⁾

지금까지 홍삼추출물에 대한 연구는 원료로부터 추출물(엑기스)을 제조할 때 추출조건 및 방법이 홍삼의 주요성분과 그 안정성에 미치는 영향에 대해서 많이 연구되어 있는 실정이다.¹³⁻¹⁸⁾ 성 등^{12,29)}은 홍삼추출물 추출 시 추출용매의 농도가 사포닌 조성에 미치는 영향 및 추출온도 및 시간이 홍삼추출물의 고형분과 조사포닌 수율, ginsenoside의 조성에 미치는 영향에 대해서 보고한 바 있다. 또한 홍삼제품을 제조하는 방법과 처리조건에 따른 구성성분의 변화에 대해서도 비교적 많이 알려져 있다.^{1,14,19,20)} 아울러 홍삼추출물의 가열 추출 시 사포닌의 변화에 미치는 열처리의 효과^{21,22)}에 대해서도 일부 연구가 수행된 적이 있지만 이것은 거의 대부분이 80°C에서 100°C까지의 온도에서 사포닌을 안정하게 추출하여 유지시키기 위한 조건과 방법을 조사할 목적으로 수행된 연구들이다. 본 연구는 홍삼 물 추출물의 pH 조건 및 고온에서의 사포닌 품질안정성을 조사하는 기반연구로서 홍삼 물 추출물의 pH를 3, 7, 10으로 조정하여 100°C 이상의 고온으로 열처리한 후 사포닌 성분의 변화를 조사하였다.

재료 및 방법

1. 홍삼 물 추출물 및 시약

본 실험에 사용한 시료는 KT&G 중앙연구원 생물자원연구소(경기도 수원)에서 재배한 수삼(2001년, 6년근)을 한국인삼공사 고려인삼창(충남 부여)에서 홍삼물추출물(Red ginseng

Table 1. Treatments^{a)} of pH and high temperatures in red ginseng water extract (RGWE)

Temp.	Time (min)	RGWE amount (g)	Added D.W. (ml)	Adjusted pH ^{b)}
control	-	10.4	30	4.7
	30	10.5	30	3.0
100°C	30	10.4	30	7.0
	30	10.5	30	10.0
110°C	30	10.3	30	3.0
	30	10.3	30	7.0
120°C	30	10.4	30	10.0
	30	10.4	30	3.0
120°C	30	10.4	30	7.0
	30	10.5	30	10.0

^{a)} Heating treatment was carried out by autoclave. ^{b)} pH of control was not adjusted by artificially, while the others were adjusted by 2N of NaOH or HCl and then were treated with heat.

water extract : RGWE)로 제조하여 사용하였다. 인삼사포닌 분석에 사용한 시약은 HPLC급 이상의 시약을 사용하였다.

2. 실험방법

(1) 홍삼물추출물의 pH 처리조건 및 고온 열처리

홍삼물추출물 약 10 g를 증류수 30 ml에 용해한 후 고압멸균기(autoclave)를 사용하여 100, 110, 120°C에서 각각 30분 동안 열처리하였다. 또한 홍삼물추출물을 30분 동안 열처리한 시료는 열처리 시 pH가 사포닌성분에 미치는 영향을 조사하기 위해 열처리 전에 2N NaOH 및 HCl로 pH가 3.0, 7.0, 10.0이 되게 조정하여 pH 조건에 따른 변화를 조사하고자 하였고, 추출물을 증류수에 용해시킨 후 pH를 조정하지 않은 군을 대조군(control)으로 하였다(Table 1).

(2) 홍삼물추출물의 사포닌 성분변화 분석

1) 사포닌의 분석

인삼사포닌의 분리 및 정량은 김 등²³⁾의 방법에 준하여 Diaion HP-20 칼럼 분리법을 이용하였다. 즉, 시료 약 10 g을 등근 플라스크에 넣고 10 배량(v/w)의 80% MeOH을 가하여 환류냉각관이 부착된 75~80°C의 water bath에서 3 시간씩 3 회 반복하여 추출하였다. 상기추출액은 여과(Whatman No. 41)하여 70°C이하에서 감압농축한 후 소량의 물로 용해하였다. 이를 Diaion HP-20 수지가 충전된 칼럼에 부은 후 칼럼수지에 물과 25% MeOH을 약 5배량(v/v) 가하여 시료에 함유된 수용성 성분 및 일부 비수용성 성분을 제거하였다. 최종적으로 100%의 MeOH로 비수용성 성분을 용출하고 감압농축한 후 이를 조사포닌으로 하였다. 농축된 조사포닌은 10% 용액(v/w)이 되도록 MeOH에 용해시켜 시료액으

로 하였다. Saponin 성분의 TLC 분석은 silica gel TLC 판 (Merck, TLC aluminium sheet, silica gel 60F₂₅₄)에 약 5 µl씩 점적하고 chloroform/methanol/water(65:35:10, lower phase)로 전개하여 30% 황산시약을 분무한 후 110°C에서 5분간 발색하여 확인하였다.

또한 HPLC를 이용한 사포닌성분의 정량은 protopanaxatriol(PT계) 사포닌과 protopanaxdiol(PD계) 사포닌으로 구분하여 각각의 표준품으로 작성된 검량곡선의 peak 면적에 의하여 환산하여 표시하였다. HPLC 분석을 위해 MeOH에 용해된 조사포닌 10% 용액을 여과(0.45 µm)한 후 Lichrosorb-NH₂ column(Merck, 10 µm, ID 0.46cm×25cm)에 acetonitril/water/n-butanol (80:20:10)을 이동상으로 하여 ELSD로 검출하여 정량하였다.

결과 및 고찰

1. pH 및 고온 열처리에 의한 홍삼 물 추출물의 사포닌 성분변화

홍삼 물 추출물의 고온 열 처리 온도 및 pH가 사포닌성분에 미치는 영향을 조사하기 위해 엑기스의 pH를 산성(pH 3.0), 중성(pH 7.0), 알칼리성(pH 10.0)으로 조정하여 100, 110, 120°C의 30분간 고온으로 열처리한 후 사포닌의 TLC 패턴(Fig. 2) 및 HPLC 패턴(Fig. 3, 4, 5)을 조사하였다. Fig. 2의 TLC 패턴에 나타난 바와 같이 100, 110, 120°C로 열처리한 pH 3.0의 홍삼물추출물 시료에서는 사포닌 분해현상이 관찰되었다. 그러나 pH 7.0 및 10.0에서는 유의적인 사포닌분해가 관찰되지 않았다.

이를 자세히 조사하기 위해 HPLC 크로마토그램(Fig. 3, 4, 5)을 분석한 결과(Table 2), 홍삼물추출물은 pH 3.0, 7.0, 10.0에서 고온 (100, 110, 120°C)으로 각각 30분간 열처리 시 전체 개별사포닌(total ginsenoside) 함량의 합이 대조군(무처리군)의 1.99에 비해 모든 처리군에서 감소하는 경향을 나타내었다. 산성 pH 3.0에서는 전체 개별사포닌의 합이 대조군의 1.99에 비해 100°C에서는 1.22, 110°C에서는 1.05, 120°C에서는 0.97로 현저히 감소하는 경향을 나타내었다. 또한 중성 및 알칼리성 pH에서도 100°C이상의 고온 열처리 시 전체 개별사포닌함량의 합이 대조군에 비해 감소하는 경향을 나타내었지만 산성 pH에서 보다는 감소폭이 작았다.

열 처리 시 산성 조건에서 사포닌이 잘 분해되는 이유에 대해 田中 등²⁴⁾은 ginsenoside의 C₂₀ 위치의 당류가 3차 수산기에 결합하고 있어서 산기수분해시 분해가 용이하기 때문이라고 하였다(Fig. 1 참조). 양 등²⁵⁾도 pH 3.0 이하에서는 사포닌의 분해가 더욱 촉진된다고 하였고, 한 등²⁶⁾은 인공 위

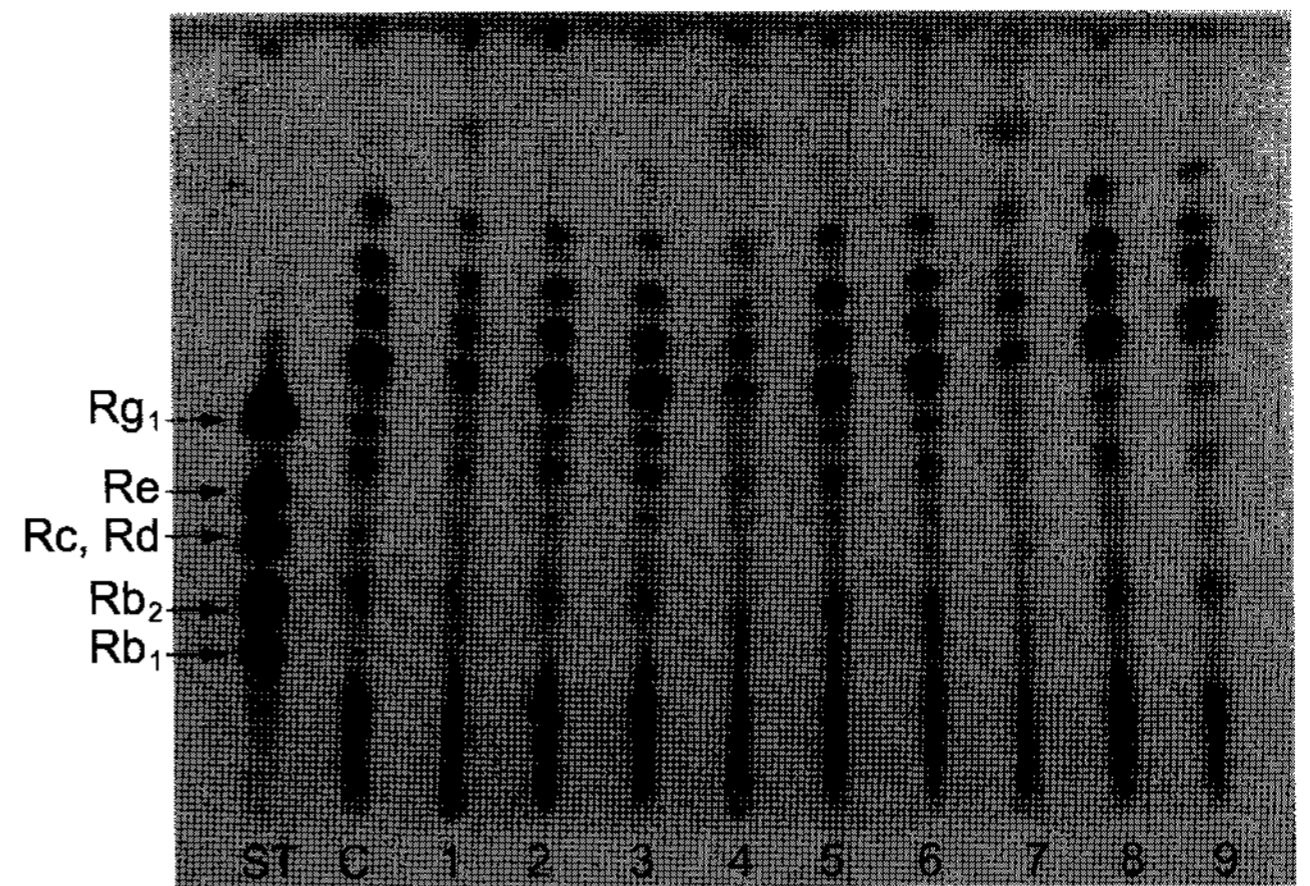


Fig. 2. TLC patterns of saponins in RGWE (red ginseng water extract) heated at high temperature.

The extracts were heated at 100°C, 110°C, 120°C for 30 min. after their pHs were adjusted with 3.0, 7.0 and 10.0. ST: saponin standard, C: control, 1: pH 3.0 of the extract heated at 100°C, 2: pH 7.0 of the extract heated at 100°C, 3: pH 10.0 of the extract heated at 100°C, 4: pH 3.0 of the extract heated at 110°C, 5: pH 7.0 of the extract heated at 110°C, 6: pH 10.0 of the extract heated at 110°C, 7: pH 3.0 of the extract heated at 120°C, 8: pH 7.0 of the extract heated at 120°C, 9: pH 10.0 of the extract heated at 120°C.

액조건(37°C, pH 1-2)에서 사포닌을 분해시켜본 결과 ginsenoside-Rb₁, -Re, Rg은 15분만에 35%가 분해되고 120분에서는 90%가 분해된다고 하였다. 이들의 보고에서 알 수 있듯이 온도 및 pH 조건이 추출물의 ginsenoside 조성에 큰 영향인자가 됨을 알 수 있다. 본 실험에서 열처리 시 산성 조건하에서 ginsenoside 감소가 많이 일어난 것은 산성에서 약한 ginsenoside의 화학구조적인 문제때문으로 생각된다. 한편 모든 고온처리 시료에서 ginsenoside-Rb₁ 성분은 검출되지 않았다. 이러한 이유로 ginsenoside-Rb₁은 pH에 관계없이 100°C 이상의 온도에서 30분 이상 가열처리하면 모두

분해되는 열에 매우 불안정한 ginsenoside로 생각된다. Ginsenoside-Rb₂, -Rc, -Rd 등과 같은 다른 사포닌의 경우에도 약간씩 분해되는 경향을 나타내었고 이러한 사포닌의 감소가 total ginsenoside 함량의 감소로 연결된 것으로 생각된다.

Table 2에 나타난 바와 같이 열처리 및 pH 조건을 달리한 시료군의 total ginsenosides decrease(진세노사이드 감소율)은 100°C, 30분 처리한 pH 3, 7, 10 시료에서 각각 38.7, 17.6, 34.2% 이었다. 110°C 처리군에서는 pH 3, 7, 10 시료군에서 각각 47.2, 18.6, 14.1% 이었고, 120°C 처리군에서는 pH 3, 7, 10 처리군에서 각각 51.3, 24.6, 18.1%로 나타났다. 이상의 결과를 살펴보면 총사포닌 감소율은 pH 3에서 가장 사포닌 감소율이 큰 경향을 나타내었다. 아울러 pH

3으로 조정된 시료에서 사포닌감소율은 온도가 증가함에 따라 증가하는 경향을 나타내어, 홍삼 사포닌의 감소를 억제하기 위해서는 산성조건(pH 3)과 고온 조건을 피해야 할 것으로 생각된다. 추후 분해된 추출물 시료의 개별사포닌의 함량은 미량사포닌 및 aglycone 분석 등의 실험을 행함으로써 고려해 볼 수 있을 것으로 생각된다.

한편, 본 실험에서 열처리한 홍삼엑기스의 PD 및 PT계 사포닌(PD/PT)의 비율을 살펴보면 대조군은 1.89로 나타났다. 이러한 결과는 성 등¹²⁾이 보고한 한국 홍삼물 추출물의 PD/PT 비율 1.96 이라는 연구결과 보다는 약간 낮은 수준이지만 원료인 수삼의 년근별 차이를 고려하면 거의 유사한 수치로 생각된다. 이러한 홍삼 물 추출물을 pH 3.0, 7.0, 10.0 으로 조정한 후 100°C, 30분간 열처리한 시료에서는 각각 1.35, 1.41, 1.44로 비율이 감소하였고, 110°C, 30분간 열처리한 pH 3.0, 7.0, 10.0 처리군에서도 1.33, 1.42, 1.41로 감소하는 경향을 나타내었다. 또한 120°C, 30 분간 열처리한 pH 3.0, 7.0, 10.0 처리군에서도 1.37, 1.45, 1.47로 감소하는 경향을 나타내어 지금까지 조사한 각 처리 시료 간에는 온도 및 pH 별로 큰 차이가 관찰되지 않았다. 이상의 결과를 요약하면 각 pH 별로 조정한 후 100, 110, 120°C로 열처리된 시료는 PD/PT 사포닌의 비율이 1.33-1.47 수준으로 나타나서 대조군의 1.89에 비해 크게 감소하는 경향을 나타내었다 (Table 2). 이러한 결과는 100°C 이상의 고온 열처리시 발생하는 사포닌의 분해 때문으로 생각되며 PD/PT 감소값으로 볼 때 ginsenoside-Re, -Rg₁ 등의 PT계 사포닌보다 ginsenoside -Rb₁, -Rb₂, -Rc, -Rd 등의 PD계 사포닌이 고온에서 더욱 불안정한 것으로 생각된다.

성과 양²⁷⁾은 인삼엑기스의 추출온도 및 시간을 달리하여 분리된 사포닌의 열처리조건에 따른 변화여부를 HPLC법으로 분석한 결과 ginsenoside-Rd가 가장 내열성이 크고 ginsenoside-Rb₁, -Rb₂, -Rc, -Re가 내열성이 약하였다고 보고한 바 있다. 또한 성 등¹²⁾은 사포닌의 수율은 추출온도가 상승할수록 낮아지는 경향이였으며 특히 100°C에서 추출하였을 경우 사포닌이 현저하게 열에 대한 불안정성을 보였으나 80°C 이하에서는 대체로 안정하다고 하였다. 또한 추출온도에 따른 사포닌의 안정성은 PT계에 비하여 PD계 사포닌의 감소율이 더욱 크게 나타나 열에 대한 안정성에서 차이를 보였다고 하였다. 최 등²⁸⁾도 사포닌의 열에 의한 분해에 관한 조사에서 비슷한 결과를 보고한 바 있다. 위의 이러한 결과들은 본 실험에서 나타난 결과와도 거의 일치하는 것으로 생각된다. 한편 우 등¹⁹⁾은 직화로 가열 추출하는 경우 사포닌량의 1/2이 감소되며 PT계 사포닌이 PD계 사포닌보다 분해가 더 용이하다고 하였다. 그러나 이러한 결과는 인삼엑기스를 추출할 때 증기로 추출한 것이 아니고 직화로 가열 추출하는 추출방법의 차이 때문인 것으로 추측되나 보다 상세한 것은 추후 연구가 필요할 것으로 생각된다. 아울러 고온 열처리 시 인삼 사포닌 분해산물의 구조연구 및 인삼사포닌 분해산물의 체내 흡수 시 약리효능 규명연구를 병행하여 수행한다면 홍삼추출물을 이용한 제품 개발시 합리적인 제조방법과 조건설정에 큰 도움이 될 것으로 생각된다.

고온 가열처리한 추출물의 조사포닌(crude saponin) 함량은 대조군이 8.29%인데 반해 100°C 이상의 처리 구에서 모두 10% 이상을 나타내었다. 이는 조사포닌 함량은 사포닌 이외에도 유리 당 등을 포함하여 측정됨으로 고온 처리 시 분해

Table 2. The changes of ginsenoside contents in RGWE (red ginseng water extract) by the changes of pH and heating temperature

Temp (°C)	pH	Ginsenoside contents ^{a)} (%)							Total ginsenosides decrease ^{e)} (%)	Crude saponin ^{b)} (%)	PD/PT ratio ^{c)}
		Rg ₁	Re	Rd	Rc	Rb ₂	Rb ₁	Total			
Control ^{d)}	4.7	0.05	0.64	0.80	0.12	0.30	0.08	1.99	-	8.29	1.89
100°C	3	0.02	0.50	0.40	0.05	0.25	ND	1.22	38.7	15.87	1.35
	7	0.04	0.64	0.68	0.08	0.20	ND	1.64	17.6	10.10	1.41
	10	0.04	0.66	0.69	0.08	0.24	ND	1.31	34.2	10.05	1.44
110°C	3	0.02	0.43	0.25	0.09	0.26	ND	1.05	47.2	14.02	1.33
	7	0.04	0.63	0.64	0.06	0.25	ND	1.62	18.6	10.37	1.42
	10	0.04	0.67	0.70	0.06	0.24	ND	1.71	14.1	10.07	1.41
120°C	3	0.02	0.39	0.29	0.07	0.20	ND	0.97	51.3	14.03	1.37
	7	0.04	0.58	0.60	0.06	0.24	ND	1.50	24.6	10.39	1.45
	10	0.04	0.62	0.61	0.14	0.22	ND	1.63	18.1	10.22	1.47

^{a,b)}The contents of crude saponin and ginsenoside was calculated by dry basis percent. ^{c)}PD/PT ratio was determined by ratio of saponins of PD and PT. PD(protopanaxadiol) saponins were ginsenoside-Rb₁, -Rb₂, -Rc, -Rd and PT(protopanaxatriol) saponins were ginsenoside-Re, -Rg₁. ^{d)}pH of control was not adjusted by artificially, while the others were adjusted by 2N NaOH or HCl. ND: not detected. ^{e)}Total ginsenosides decrease % was calculated as ginsenosides decreases percent of each samples vs control. Values of ginsenosides were expressed as means by three experiments.

된 유리당 등이 혼입되어 높은 측정결과를 나타낸 것으로 추정된다. 이상의 결과로부터 홍삼 물 추출물은 100°C 이상의

고온으로 30분 이상 처리 시 사포닌이 분해되어 사포닌함량이 감소되는 경향을 나타내었고, 사포닌 중 특히 ginsenoside-

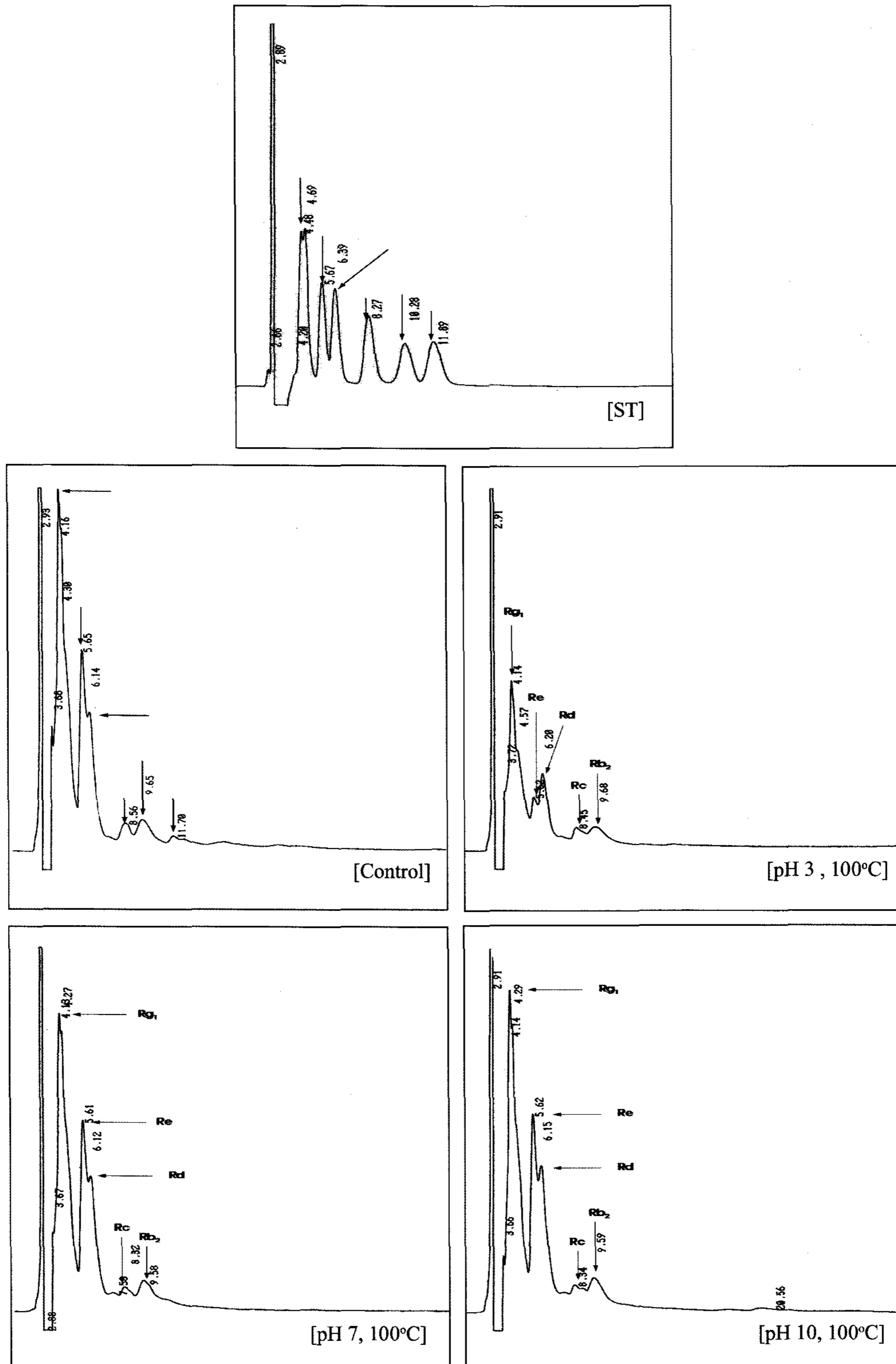


Fig 3. HPLC chromatograms of RGWE (red ginseng water extract) heated at high temperature.
 The extracts were heated at 100°C for 30 min. after their pHs were adjusted with 3.0, 7.0 and 10.0. ST: saponin standard, C: the control extract not heated.

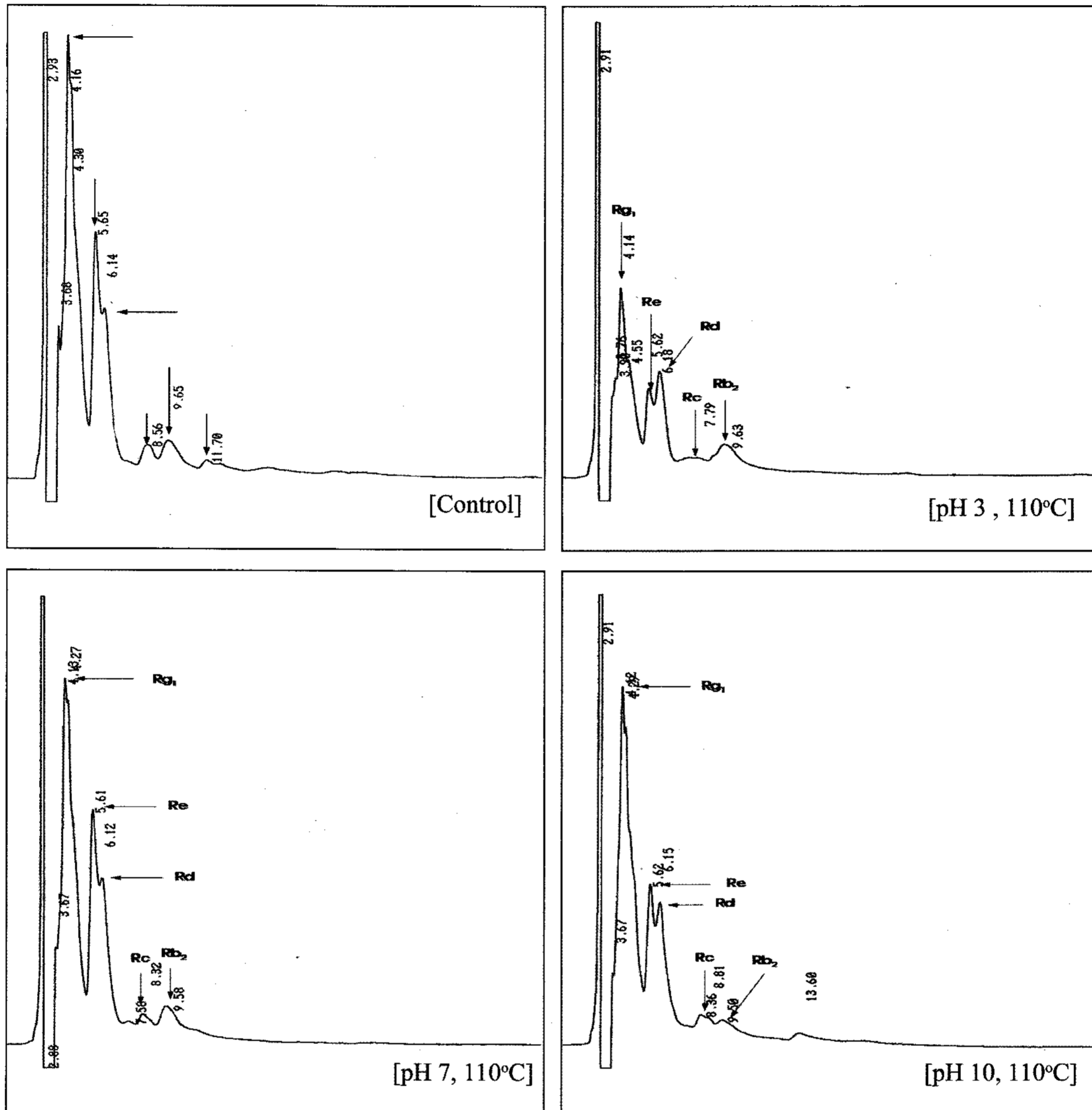


Fig 4. HPLC chromatograms of RGWE (red ginseng water extract) heated at high temperature.
 The extracts were heated at 110°C for 30 min. after their pHs were adjusted with 3.0, 7.0 and 10.0. ST: saponin standard, C: the control extract not heated.

Rb₁은 고온에서 매우 불안정한 것으로 나타났다. 아울러 사포닌의 가수분해 경향은 중성 및 알칼리성 보다는 산성에서 더 큰 감소경향을 나타냄을 알 수 있었다.

요 약

홍삼 물 추출물의 사포닌 품질안정성을 조사할 목적으로 100°C이상의 고온으로 열처리한 후 추출물의 사포닌 성분변화를 조사하였다. 홍삼 물 추출물의 pH를 산성(pH 3.0), 중성(pH 7.0), 알칼리성(pH 10.0)으로 조정하여 100, 110, 120°C에서 30분간 열처리한 후 사포닌성분을 조사한 결과 대조군에 비해 모든 처리군에서 감소하는 경향을 나타내었다.

특히 pH 3.0의 산성조건에서는 사포닌 분해 현상이 TLC에서 관찰되었고 HPLC로 함량을 분석한 결과도 total ginsenoside 함량이 대조군의 1.99에 비해 100°C에서는 1.22, 110°C에서는 1.05, 120°C에서는 0.97로 현저히 감소하는 경향을 나타내었다. 또한 각 pH 별로 조정된 후 100, 110, 120°C로 열처리한 엑기스의 PD/PT 사포닌 비율도 1.33~1.47 수준으로 대조군의 1.89에 비해 크게 감소하는 경향을 나타내었다. 그러나 이러한 열처리한 물 추출물에서의 PD/PT 감소 비율은 pH 및 온도 별로 큰 차이가 나타나지 않는 경향이였다. 대조군에 비해 열처리한 추출물의 PD/PT 사포닌 비율감소로 볼 때 ginsenoside-Re, -RgI 등의 PT계 사포닌 보다는 ginsenoside-Rb₁, -Rb₂, -Rc, -Rd등의 PD계 사포닌이 100°C

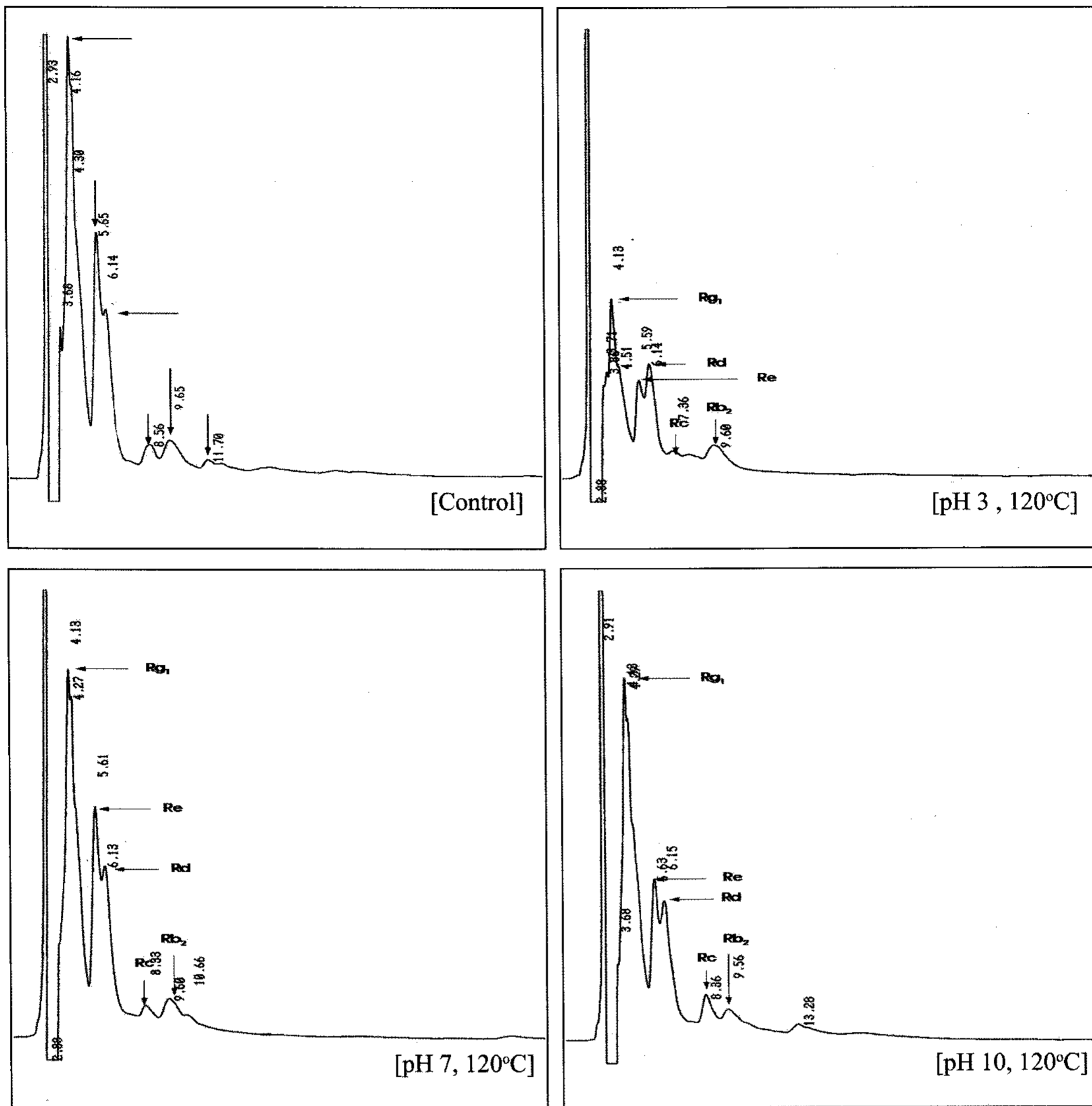


Fig. 5. HPLC chromatograms of RGWE (red ginseng water extract) heated at high temperature.
 The extracts were heated at 120°C for 30 min. after their pHs were adjusted with 3.0, 7.0 and 10.0. ST: saponin standard, C: the control extract not heated.

이상의 고온에서 열에 더욱 불안정한 것으로 나타났다.

인용문헌

1. Garriques, S.S. : *Ann. Chem. Pharm.*, **90**, 231 (1854).
2. Brekhman, I.I. : *Gosudarst lstdat et Med. Lit. Leningrad*, pp.1-181 (1957).
3. Kikuchi, Y., Sasa, H., Kita, T., Hirata, J. and Tode, T. : Inhibition of human ovarian cancer cell proliferation in vitro by ginsenoside Rh2 and effects to cisplatin *in vivo*. *Anti-cancer Drugs (England)*, **2**, 63-67 (1991).
4. Nah, S.Y., Park, H.J. and McCleskey, E.W. : A trace component of ginseng that inhibits Ca²⁺ channels through a pertussis toxin-sensitive G protein. *Proc. Natl. Acad. Sci., USA*, **92**, 8739-8743 (1995).
5. Yokozawa, T., Zhou, J., Hattori, M. and Inaba, S. : Effects of ginseng in nephrectomized rats. *Biol. Pharm. Bull.*, **17**(11), 1485-1489 (1994).
6. Park, H.J., Park, K.M., Rhee, M.H., Song, Y.B., Choi, K.J., Lee, J.H., Kim, S.C. and Park, K.H. : Effect of ginsenoside Rb on rat liver phosphoproteins induced by carbon tetrachloride. *Biol. Pharm. Bull.*, **19**(6), 833-838 (1996).
7. Tamura, Y., Hirai, A., Terano, T., Tahara, K., Saitoh, J., Kondo, S., Samukawa, K. and Yoshida, S. : *Proc. 6th Int'l Ginseng Symp.*, p.28 (1993).
8. Kang, S.Y. and Kim, N.D. : *Korean J. Ginseng Sci.*, **18**, 175 (1992).
9. Joo, C.N. : *Proc. 3rd Int'l Ginseng Symp.*, p.27 (1980).

10. Ogita, S. and Samugawa, K. : *Proc. Kor-Jpn Ginseng Symp.*, p.27 (1995).
11. 한국인삼연초연구원 : 고려인삼 (Korean Ginseng), p.64-67, 천일인쇄소, 대전, 한국(1993).
12. 성현순, 양차범, 김우정 : 추출온도 및 시간이 홍삼엑기스의 사포닌 조성에 미치는 영향, 한국식품과학회지, **17**(4), 165-270 (1985).
13. 김해중, 임무현, 조규성, 주현규, 이석건 : 인삼엑기스 제조에 관한 연구-제2보. 미삼엑기스 제조. 고려인삼학회지, **4**(1), 8 (1980).
14. 성현순, 양재원 : 인삼연구보고서 (제품분야), 고려인삼연구소 (1980).
15. 성현순, 김나미, 김우정: 추출조건에 따른 홍삼엑기스의 물리적 성질의 영향, 한국식품과학회지, **18**(3), 241-244 (1986).
16. 조한옥, 이중화, 조성환, 최영희: 추출조건에 따른 인삼 Ext의 무기성분 정량에 관한 연구, 한국식품과학회지, **8**(2), 95 (1976).
17. 주현규, 조규성: 추출조건에 따른 인삼중의 Ginseng Extract와 Saponin 함량 변화에 관한연구, 고려인삼학회지, **3**(1), 50 (1979).
18. 성현순: 고려인삼정의 추출조건이 이화학적 특성에 미치는 영향에 관한 연구, 한양대학교 박사학위논문 (1983).
19. 우인희, 신현국, 우원식 : 서울대학교 생약연구소 업적집. **19**, 4 (1980).
20. 최강주, 김만옥, 성현순, 홍순근 : 추출회수에 따른 홍삼 extract의 성분 조성에 관한 연구. 고려인삼학회지, **4**(1), 88 (1980).
21. Takagi, K. and Saito, H. : *J. Pharmacol.*, **22**, 245 (1972).
22. Okuda, H. : In "Proceedings of the 2nd International Ginseng Symposium" KGTRI, p.75 (1978).
23. 김시관, 광이성, 김세원, 황석연, 고영수, 유종명: 인삼 조사포닌의 조제방법 개선, 고려인삼학회지, **22**(3), 155-160 (1998).
24. 田中 治壽 : 代謝・和漢藥臨時増册号, p.548 (1973).
25. 양재원, 도재호, 성현순, 홍순근 : 인삼청량음료 제조에 관한 연구-제2보. pH 및 처리조건이 Panaxadiol saponin의 안정성에 미치는 영향. 고려인삼학회지, **6**(1), 25 (1982).
26. 한병훈 : 대한약학회 추계학술발표초록 (1978).
27. 성현순, 양재원 : 열처리가 인삼사포닌의 안정성에 미치는 영향. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, **15**(1), 22-26 (1986).
28. 최진호, 김두하, 성현순, 김우정, 오성기 : Ginsenosides의 처리온도 및 시간에 따른 반응속도론적 연구. 한국식품과학회지, **14**(3), 197 (1982).
29. 성현순, 양재원 : 추출용매 에탄올의 농도가 홍삼엑기스의 사포닌조성에 미치는 영향, 한국식품과학회지, **17**(3), 227 (1985).