

장기저장 홍삼의 품질안정성

최강주 · 이광승 · 고성룡 · 김경희
한국인삼연조연구소

Quality Stability of Red Ginseng Stored for Long Periods

Kang Ju Choi, Kwang Seung Lee, Sung Ryong Ko and Kyung Hee Kim
Korea Ginseng & Tobacco Research Institute, Taejon 302-345, Korea

Abstract—Samples of red ginseng, which had been manufactured and packaged by the Korean Monopoly Corporation, were stored at ambient temperatures and humidities (12~28° and 55~68 percent) for one to nine years to examine their overall quality stability. The proximate compositions, contents of 50% ethanol and water extracts of the samples and the TLC and HPLC patterns of ginsenosides in the samples remained almost unchanged in all cases. The lipids and fatty acids in the samples, which are otherwise susceptible to oxidation, were stable judged on the basis of the changes of the TLC and GLC patterns of the lipids and fatty acids. It was also found that polyunsaturated fatty acids such as linoleic(C18:2) and linolenic acid(C18:3) present in the samples had been very stable during the long storage periods. It, therefore, seems that the autoxidations of the lipid and fatty acids of red ginseng were prevented by antioxidative compounds which will be progressively formed in red ginseng through non-enzymatic browning reactions during manufacturing process and long-term storage.

Keywords—Panax ginseng root · red ginseng · saponins · lipids and fatty acids · quality stability

우리 선조들은 이미 삼국시대부터 인삼을 재배 하였고 그후 독창적인 방법으로 홍삼을 제조하여 중국과 무역거래가 이루어졌다고 하며, 그 제조 목적은 장기저장을 목적으로 하였는데 제조방법의 원리는 현재의 제조방법과 거의 유사하였다 고 한다.¹⁾

현재도 홍콩 등 해외시장에서 장기간의 유통 기간을 거쳐 소비되는 경우가 많으며 제조년도가 오래되고 장기간 저장된 홍삼을 기피하기는 커녕 오히려 선호하는 경향이 있으며 저장기간이 오래 경과된 홍삼일수록 보다 비싼 값으로

거래되고 있다. 이것은 홍삼의 저장기간이 경과 될수록 약효나 품질의 저하가 없을 뿐만 아니라 상품학적인 측면에서도 그 가치나 효과의 감소가 전혀 없기 때문이 아닌가 생각된다.

일례로 장기저장된 홍삼은 저장년도가 증가될 수록 비효소적 갈색화반응이 서서히 촉진되고 이들 갈색화반응 생성물들의 항산화작용이 증가 된다고 보고되고 있다.²⁾ 한편 홍삼에 함유된 항산화성분들은 생체내 과산화지질의 생성을 억제 시켜 노화억제효과³⁻⁵⁾가 있을 뿐만 아니라 지방질의 산화를 억제시켜 홍삼의 품질안정성에도

크게 기여한다고 보고된 바 있다.^{6,7)} 따라서 갈색도가 홍삼의 품질과 매우 밀접한 관계가 있어 왔음은 이런 측면에서 고려해 볼때도 상관성이 많다는 것을 알 수 있다.

그러나 장기저장된 홍삼에 대한 품질안정성 조사는 약효의 증가나 감소를 논하기에 앞서 선행되어야 할 연구로 사료되어 본 연구를 수행하였다.

품질안정성 조사는 포장상태나 내용물의 상태를 조사하고 일반성분 및 엑기스 수율과 인삼의 주된 유효지표성분이라고 할 수 있는 사포닌의 패턴 및 그 함량을 조사하고 아울러 식품학적으로 저장기간중 변화되기 쉬운 성분으로 밝혀진 지방질 및 그 구성지방산에 대하여 저장년도별로 경시적인 변화를 조사하였다.

실 험 방 법

1. 재 료

1) 홍삼 시료

본 실험에 사용한 시료는 1977년부터 1986년까지 매년 9~10월경에 채굴된 6년근 수삼을 전매공사 고려인삼장에서 蒸蓼한 후 加溫乾燥시켜 제조 포장된 홍삼(良蓼 30支)을 시료로 사용하였다. 시료채취는 제품창고(12~28°, 55~68RH%)에 연도별로 제조 보관된 제품중 포장단위 600g(1근) 1개씩을 1987년 2월에 동시에 취하여 80 mesh로 분쇄하여 사용하였다.

2) 시약류

지방질 분석용 표준품은 Nu Check Prep, Inc. (Elysian, MN 56028, USA)의 지방질 표준품 및 지방산 methyl ester kit를 사용하였고, 사포닌 분석용 표준품은 한국인삼연초연구소에서 분리 제조한 ginsenoside 표준품을 사용하였으며 당류분석용 표준품은 서독의 E. Merck회사 제품의 표준품 kit를 사용하였다.

사포닌 및 지방질 패턴 분석용 TLC plate는 silicagel 60 TLC plate (layer thickness 0.20 mm, E. Merck제)를 사용하였다. 추출용매와 전개용매는 시약일급을 사용하였고 기타 시약류는 시약특급을 사용하였다.

2. 방 법

1) 외관 및 관능평가

포장상태 및 개봉했을때 외관은 육안으로 조사하였으며 관능평가는 시료 2g에 熱水 100 ml를 가하여 대조구(1986년 제조 홍삼)과 대비하여 異臭나 異味의 발생여부를 조사하였다.

2) 일반성분의 분석

수분, 회분, 조지방, 조단백질, 조섬유, 총당 등의 일반성분은 상법에 따라 분석하였으며 환원당은 HPLC^{6,8)}로 분석후 총 환원당량으로 표기하였다.

3) 묽은 에탄올 및 물추출 엑기스 수율

분쇄된 시료에 묽은 에탄올(50% 에탄올) 및 물을 가하여 대한약전 일반시험법의 생약중 엑기스 정량법에 준하여 수율을 조사하였다. 수분 함량만은 별도 조사후 환산하여 최종 엑기스 수율은 대진물양(%)로 표기하였다.

4) 사포닌의 함량 분석

사포닌의 분석은 Ando⁹⁾ 등의 방법에 준하여 사포닌성분을 수포화 *n*-butanol 추출법으로 추출한 다음 조사포닌은 감압농축후 증량법으로 조사하였고, 총사포닌은 vanillin-H₂SO₄비색법¹⁰⁻¹³⁾으로 정량하였으며, 각 ginsenoside는 HPLC로 정량^{6,15)}하였다.

5) 사포닌의 TLC패턴 비교

Ando⁹⁾ 등의 방법에 준하여 사포닌 성분을 수포화 *n*-butanol 추출방법으로 추출 농축한 다음 silicagel plate에 CHCl₃ : *N*-BuOH : MeOH : H₂O=20 : 40 : 15 : 20(v/v, 하층)으로 전개시킨 후 30%-H₂SO₄으로 분무 가운시켜 발색하였다.

6) 지방질 및 지방산 분석

지방질의 추출은 분말시료를 soxhlet추출기에 넣고 ethyl ether로 연속 추출하여 총 16시간 추출후 농축된 지방질성분을 silicagel plate에 petroleum ether : ethyl ether : acetic acid(80 : 20 : 1, v/v)로 전개하고 30% 황산으로 발색시킨후 TLC-scanner법^{6,15)}으로 분석하였다. 한편 지방산은 추출된 지방질을 0.5 N-NaOH용액으로 가수분해후 methyl ester화¹⁶⁾시킨 다음 GLC로 분석하였다. 이때 사용한 GLC분석 조건은 SP-2340 fused silica capillary column에 질소(N₂)을 carrier gas로 하여 FID검출기를 사용하였으며 컬럼온도는 150°로 5분 유지시킨후 분당

4°씩 200°까지 승온시켜 분석하였고 injector 및 detector의 온도는 각각 250°를 유지시켰다.

실험결과 및 고찰

1. 외관 및 관능평가

Table I에 표기한 바와 같이 외부 캔 포장재와 인쇄상태는 모두 양호하였고 개봉하였을 때에도 내부 목상자와 韓紙 포장지도 전혀 이상이 없었다. 내용물 홍삼도 연차별 홍삼시료 모두가 제조된 원형대로 변질없이 안전하였으며 홍삼 특유의 농다갈색의 색택과 홍삼 고유의 향취미가 그대로 유지됨을 알 수 있었다.

2. 일반성분의 함량

수분은 9.0~10.8%로 저장기간에 따른 감소의 경향은 없었으며 다만 1979년도 홍삼이 9.09%, 1977년도 홍삼이 9.87%로 가장 낮았다. 회

분은 3.5~4.1%, 조지방질은 1.1~1.2%, 조단백질은 12.3~14.9%, 조섬유질은 5.0~7.1%였으며 총당은 60.4~64.6%였다. 여기서 알 수 있듯이 이들 일반성분들은 함량차가 적고 저장기간에 따른 성분의 감소나 변화가 없음을 알 수 있었다. 다만 환원당만은 대조구에서 13.21%였으나 저장기간이 증가됨에 따라 감소경향을 나타내어 저장기간 9년이 경과된 홍삼(1977년산)은 7.79%였다.

이와 같이 환원당량이 감소된 것은 저장기간에 따른 非酵素的 갈색화반응²⁾이 진행되면서 환원당량이 감소된 것으로 사료된다. 그러나 그 감소량이 일정하지 않은 것은 연도별 제조된 홍삼의 환원당량이 다소 다른데도 기인된 것으로 생각된다.

3. 묽은 에탄올 및 물추출 엑기스 수율

50% 에탄올로 추출한 묽은 에탄올 엑기스 수

Table I. External appearance and sensory evaluation of the red ginsengs stored for long periods

Item	Stored year	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Manufactured year	1986	1985	1984	1983	1982	1981	1980	1979	1978	1977
Packaging											
Printing		G*	G	G	G	G	G	G	G	G	G
Seaming		G	G	G	G	G	G	G	G	G	G
Corrosion		—**	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Adhesion		G	G	G	G	G	G	G	G	G	G
Pin hole		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Red ginseng											
Growth of mold		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sensory evaluation		G	G	G	G	G	G	G	G	G	G

* G ; good ** — ; not detected

Table II. Percent proximate composition of the red ginsengs stored for long periods

(Unit ; % of dry basis)

Item	Stored year	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Moisture		10.85	10.43	10.26	10.61	10.14	10.30	10.18	9.08	10.14
Ash		3.96	4.11	3.83	3.90	3.82	3.66	3.75	3.62	3.51	3.75
Crude fat		1.21	1.18	1.22	1.15	1.18	1.20	1.17	1.21	1.18	1.15
Crude protein		14.98	13.23	13.45	13.67	12.58	13.34	13.89	13.67	12.34	13.34
Crude fiber		5.01	5.99	6.74	6.61	6.96	7.15	7.19	5.98	6.21	6.22
Reducing sugar		13.21	12.56	12.01	11.48	11.73	10.60	10.65	10.10	7.89	7.79
Total sugar		61.03	64.20	61.45	60.38	62.19	60.66	61.40	64.55	62.68	61.68

Table III. Yields of ethanol and water extracts of the red ginsengs stored for long periods

(Unit ; % of dry basis)

Yield	Stored year	0									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
50% EtOH extract		35.02	35.93	35.42	34.64	34.71	35.20	36.09	35.14	35.71	35.13
Water extract		41.85	41.72	40.19	40.81	40.60	40.12	42.08	40.39	42.14	40.81

Table IV. Saponin contents of the red ginsengs stored for long periods

(Unit ; % of dry basis)

Stored year	Crude saponin	Total saponin	Ginsenoside											PD*/PT**
			Ro	Ra	Rb ₁	Rb ₂	Rc	Rd	Re	Rf	Rg ₁	Rg ₂	Total	
0	4.37	3.13	0.07	0.06	0.55	0.27	0.30	0.15	0.29	0.09	0.69	0.06	2.53	1.14
1	4.26	3.01	0.07	0.06	0.53	0.25	0.28	0.15	0.28	0.08	0.68	0.05	2.43	1.17
2	4.29	3.04	0.07	0.05	0.53	0.27	0.29	0.16	0.28	0.08	0.69	0.05	2.47	1.18
3	4.39	3.08	0.07	0.06	0.55	0.26	0.29	0.16	0.29	0.09	0.68	0.06	2.51	1.18
4	4.32	2.98	0.07	0.06	0.53	0.26	0.29	0.15	0.28	0.08	0.69	0.05	2.46	1.17
5	4.37	3.12	0.08	0.06	0.54	0.27	0.30	0.16	0.29	0.09	0.68	0.06	2.53	1.19
6	4.18	2.81	0.07	0.05	0.55	0.27	0.30	0.15	0.29	0.09	0.66	0.05	2.48	1.21
7	4.16	2.84	0.08	0.06	0.52	0.26	0.29	0.15	0.28	0.09	0.64	0.05	2.42	1.21
8	4.14	2.73	0.08	0.06	0.51	0.25	0.27	0.14	0.27	0.08	0.62	0.05	2.34	1.22
9	4.29	2.96	0.08	0.06	0.53	0.26	0.28	0.14	0.28	0.08	0.65	0.05	2.41	1.20

* PD(Panaxadiol ginsenoside) : Ra+Rb₁+Rb₂+Rc+Rd** PT(Panaxatriol ginsenoside) : Re+Rf+Rg₁+Rg₂

율은 34.6~36.0%였으며 물추출 액기스의 수율은 40.1~42.1%로 저장기간에 따른 변화가 거의 없었다. 따라서 50% 에탄올에 추출되는 성분이나 물에 추출될 수 있는 총 가용성 성분의 양은 저장기간에 따라 거의 변화가 없다는 것을 알 수 있었다.

4. 사포닌의 함량 및 TLC패턴 비교

중량법으로 분석한 crude saponin은 4.1~4.3%였고 vanillin-H₂SO₄비색법으로 분석한 total saponin은 2.7~3.1%로 저장기간에 따라 함량의 감소나 변화경향이 없었다. HPLC로 분석한 각 ginsenoside 함량이나 총 ginsenoside 함량 역시 비슷하였고 PD saponin과 PT saponin의 함유비율을 비교해 볼때도 1.1~1.2로 변화가 없었다. 또한 Fig. 1의 TLC패턴을 볼때도 연도별 제조 저장홍삼의 사포닌성분은 종류뿐 아니라 각 성분의 함량패턴도 거의 같아서 같은 등급의 홍삼 30지의 경우 사포닌함량의 품질면에도 매우 균일함을 알 수 있었다.

5. 지방질의 함량 변화

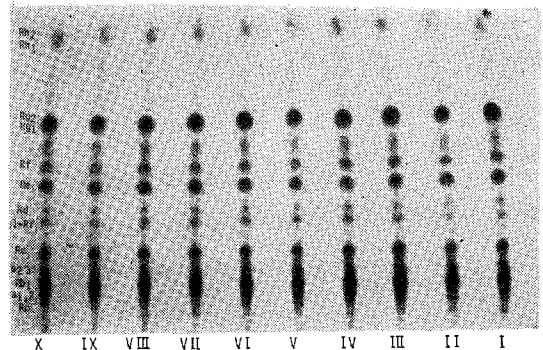


Fig. 1. Thin layer chromatograms of saponin components of the red ginsengs stored for long periods.

* The stored periods of red ginseng samples were as follows:

I. control, II. 1 year, III. 2 years, IV. 3 years, V. 4 years, VI. 5 years, VII. 6 years, VIII. 7 years, IX. 8 years, X. 9 years

Ethyl ether에 추출된 조지방질의 TLC크로마토그램은 Fig. 2와 같고 TLC-scanner에 의하여 정량한 결과는 Table V와 같다. triglycerides,

Table V. Crude lipid content and percent composition of lipid components of the red ginsengs stored for long periods

Crude lipid content(%)	Stored year										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Percent composition*	1.21	1.18	1.22	1.15	1.18	1.20	1.17	1.21	1.18	1.15	
Sterol esters & hydrocarbons	18.95	18.04	18.86	18.41	18.61	19.88	19.23	20.15	19.21	19.52	
Triglycerides	31.07	30.55	30.77	31.33	31.04	29.58	28.88	27.98	28.26	26.68	
Unidentified(I)	0.86	0.84	0.81	0.78	0.80	0.81	0.68	0.71	0.74	0.81	
Unidentified(II)	1.00	1.01	1.12	1.06	1.01	1.03	1.11	1.53	1.56	1.65	
Unidentified(III)	9.52	9.53	9.38	9.36	9.16	9.11	8.98	8.81	8.49	8.31	
Free fatty acids	3.10	3.62	4.75	4.60	5.30	5.98	6.17	6.84	7.25	8.36	
1,3-diglycerides	9.14	8.40	8.21	8.34	8.11	7.82	6.74	6.58	6.39	5.99	
Free sterols	9.78	10.03	10.21	10.61	10.26	10.32	10.96	11.01	11.19	11.85	
1,2-diglycerides	3.83	3.86	3.92	3.87	4.00	3.86	4.01	3.75	3.99	4.36	
Polar lipids**	11.75	13.13	11.18	10.62	10.70	10.61	12.23	11.65	11.91	11.47	

* Percent composition of crude lipids extracted by soxhlet method with ethyl ether

** Contained glycolipids, phospholipids and monoglycerides

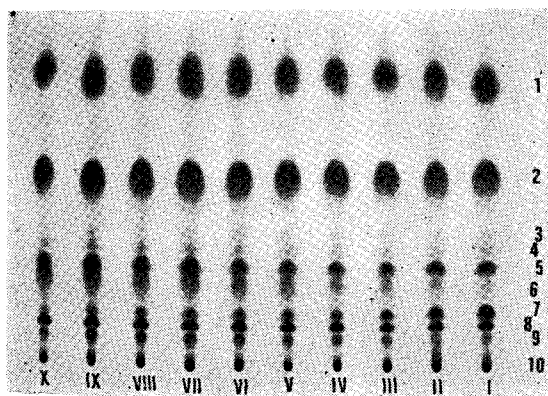


Fig. 2. Thin layer chromatogram of crude lipids of the red ginsengs stored for long periods

* The stored periods of red ginseng samples were as follows:

- I. control, II. 1 year, III. 2 years, IV. 3 years, V. 4 years, VI. 5 years, VII. 6 years, VIII. 7 years, IX. 8 years, X. 9 years

** The lipid components were as follows:

- 1. sterol esters & hydrocarbons,
- 2. Triglycerides,
- 3. Unidentified(I),
- 4. Unidentified(II),
- 5. Unidentified(III),
- 6. Free fatty acids,
- 7. 1,3-diglycerides,
- 8. Free sterols,
- 9. 1,2-diglycerides,
- 10. Polar lipids(glycolipids, phospholipids and monoglycerides).

sterol esters & hydrocarbons, 1,3-diglycerides, free sterols 및 미확인 성분(III) 등이 주요 지방질 성분들이었다.

지방질조성 역시 대체로 안정하였으나 triglycerides와 1,3-diglycerides는 저장기간이 5년 이상 증가됨에 따라 다소 감소경향을 나타낸 반면 free fatty acids와 free sterols는 증가하였다. 이와 같이 free fatty acids가 증가된 것은 triglycerides와 1,3-diglycerides가 일부 가수분해되면서 형성되었을 것으로 생각된다.

또한 본 실험에서 별도 분리 정량은 하지 않았으나 인삼에 함유된 당지방질 성분중 sterol glucosides와 esterified steryl glycosides와 같은 당지방질 성분의 부분 가수분해 등에 의해서 free sterols이나 free fatty acids와 같은 성분이 유리되어 형성될 수 있었을 것으로 생각된다. 그 외의 성분들은 뚜렷한 변화경향이 없었으며 Table V의 연도별 저장기간에 따른 홍삼의 함량차이는 원료삼 자체의 함량차나 연도별 제조 조건 등의 근소한 차이점의 가능성 등을 고려해 볼때 지방질성분 역시 장기 저장기간중 대체로 안정하였다고 볼 수 있었다.

6. 구성지방산의 조성

Ethyl ether에 추출된 조지방질을 0.5 N-NaOH 로 가수분해후 GLC로 분석한 지방산의 조성은

Table VI. Percent fatty acid composition of crude lipids of the red ginsengs stored for long periods

Fatty acid composition*	Stored year									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
12:0	0.23	0.92	0.74	0.83	0.43	0.96	0.81	0.27	0.44	0.76
14:0	0.24	0.37	0.28	0.23	0.38	0.29	0.22	0.27	0.25	0.59
15:0	0.62	0.55	0.62	0.69	0.73	0.73	0.66	0.64	0.67	0.79
16:0	9.58	8.42	9.62	10.18	11.04	11.30	10.87	11.33	11.39	12.48
16:1	0.87	1.21	0.97	0.95	1.08	0.98	0.92	1.11	1.11	1.20
17:0	0.32	0.32	0.34	0.38	0.34	0.41	0.41	0.41	0.40	0.43
18:0	1.21	1.04	1.10	1.20	1.19	1.23	1.14	1.09	1.07	1.12
18:1	6.65	6.95	5.59	5.95	5.96	5.04	5.40	5.85	5.19	5.02
18:2	66.38	66.34	68.27	67.40	65.70	65.56	66.66	66.18	67.17	63.18
18:3	5.64	5.15	4.94	4.48	4.59	4.92	4.98	4.59	4.28	4.75
20:0	0.35	0.27	0.27	0.32	0.29	0.33	0.41	0.42	0.40	0.29
20:1	0.71	0.73	0.65	0.99	1.87	1.49	0.88	0.64	0.82	1.57
21:0	1.80	1.78	1.76	1.94	2.07	2.17	1.88	1.83	1.95	2.23
22:0	1.00	0.90	0.68	0.62	0.61	0.63	0.77	0.95	0.74	0.70
22:1	0.94	1.29	1.14	1.08	1.25	1.05	0.87	1.06	1.06	1.18
23:0	0.93	1.06	0.99	0.93	0.91	1.08	0.61	0.76	0.80	1.50
24:0	0.37	0.36	0.43	0.55	0.53	0.61	0.55	0.51	0.65	0.69
24:1	2.16	2.35	1.61	1.28	1.03	1.21	1.94	2.10	1.61	1.52
TSFA**	16.65	15.99	15.73	17.87	18.52	19.74	18.33	18.48	18.76	21.58
TUFA***	83.35	84.02	84.27	82.13	81.48	80.25	81.65	81.53	81.24	78.42
PUFA****	72.02	71.49	73.21	71.88	70.29	70.48	71.64	70.77	71.45	67.93

* Percent composition of curde lipids extracted by Soxhlet method with ethyl ether

** Total saturated fatty acids

*** Total unsaturated fatty acids

**** Poly unsaturated fatty acids (18:2+18:3)

Table VI와 같다. 주요 지방산은 linoleic acid (C18:2), palmitic acid(C16:0), oleic acid(C18:1) 및 linolenic acid(C18:3)였으며 총 18종이 동정되었다. 여기서 알 수 있듯이 저장기간에 따라 지방산의 종류가 동일할 뿐만 아니라 그 구성지방산의 조성도 대체로 유사하여 거의 변화가 없었다.

다만 총불포화지방산의 함량을 볼때 일정한 경향은 없었으나 저장기간이 증가함에 따라 약간의 감소가 있는듯 하였으나 인삼에 함유된 지방산중 이중결합수가 많아서 산화가 가장 용이한 linolenic acid(C18:3)와 linoleic acid(C18:2)을 합한 poly unsaturated fatty acids의 함량을 비교해 볼때 9년간 저장된 1977년 홍삼을 제외하고는 저장기간 8년까지 거의 변화가 없었다.

따라서 총불포화지방산의 약간의 감소경향은 저장기간에 따른 변화로 보는 편보다는 연도별 제조된 홍삼시료의 함량차이로 보는편이 타당할 것으로 생각된다.

한편 Table V의 지방질조성과 대비해 볼때 triglycerides나 1,3-diglycerides가 일부 가수분해에 의해서 유리 지방산류가 증가되는 등 약간의 변화는 있었으나 이들 지방질들을 구성하고 있는 지방산들은 변화가 거의 없었다는 것을 Table VI에서 알 수 있었다. 특히 인삼의 지방산중 저장기간에 따라 산화가 용이하다고 밝혀진⁷⁾ linoleic acid와 linolenic acid를 합한 poly unsaturated fatty acids의 함량 변화가 거의 없는 점으로 보아 산화에 의한 변화가 가장 용이한 것으로 밝혀진 지방산성분까지도 매우 안정

함을 알 수 있었다.

이와 같이 산화되어 변화되기 쉬운 지방산까지도 대단히 안정한 것은 홍삼에 함유된 여러 페놀화합물과 같은 인삼 특유의 항산화물질⁴⁻⁶⁾ 외에도 홍삼의 증숙 열처리 제조과정중 갈색화 반응 촉진으로 형성된 항산화물질들의 산화억제 작용에 기인되는 것으로 사료된다.^{3,6,7)}

결 론

한국전매공사에서 연차별로 제조 포장된 홍삼 시료를 실온조건(12~18°, RH 55~68%)에서 1년에서 9년까지 장기간 저장하면서 품질안정성 및 항산화효과를 조사하였다.

일반성분조성, 50% 에탄올 및 물추출물의 수율과 사포닌의 TLC 및 HPLC패턴은 거의 변화가 없고 안정하였다.

일반적으로 자동산화가 잘 촉진되는 지방질과 지방산에 대한 TLC 및 GLC 패턴도 거의 변화가 없었고 특히 불포화도가 높아 산화되기 용이한 linoleic acid(C18:2) 및 linolenic acid(C18:3)도 매우 안정하여 장기저장중 홍삼의 품질은 대단히 안정함을 알 수 있었다. 이와 같은 효과는 홍삼의 제조과정 및 저장기간중 비효소적 갈색화 반응에 의해서 점진적으로 형성된 항산화물질들의 산화억제효과에 기인되는 것으로 사료된다.

〈1988년 7월 15일 접수 : 8월 16일 수리〉

문 헌

1. 한국인삼경 작조합연합회 : 한국인삼사(상권), 삼화

인쇄주식회사, 서울, p.497-500 (1980).
 2. 이광승, 최강주, 고성룡, 장진규, 양차범 : 고려인삼학회지 12권 2호 투고 (1988).
 3. Han, B.H., Park, M.H., Woo, L.K., Woo, W.S. and Han, Y.N.: *Proceedings of the 2nd international ginseng symposium*, Korea ginseng research institute, Seoul, p.13 (1978).
 4. Han, B.H., Park, M.H. and Han Y.N.: *Arch. Pharm. Res.* 4(1), 54 (1981).
 5. 최진호 : 경희대학교 대학원 박사학위논문 (1982).
 6. 최강주 : 고려대학교 대학원 박사학위논문 (1983).
 7. 최강주, 김만욱, 홍순근, 김동훈 : 한국농화학회지, 26(1), 8 (1982).
 8. Choi, J.H., Jang, J.G., Park, K.D., Park, M.H. and Oh, S.K.: *Korean J. Food Sci. Technol.*, 13(2), 107 (1981).
 9. Ando, T., Tanaka, O. and Shibata, S.: *Syoyakugaku Zasshi*, 25(1), 28 (1971).
 10. Hiai, S., Ourak, H., Hamanaka, H. and Odaka, Y.: *Planta Medica*, 28, 131 (1975).
 11. Hiai, S., Oura, H. and Kakajima, T.: *Planta Medica*, 29, 166 (1976).
 12. Woo, L.K., Han, B.H., Baik, D.W. and Park, U.S.: *J. Pharm. Soc. Korea*, 17, 123 (1973).
 13. 김만욱, 최강주, 박종대 : 인삼연구보고서(효능분야), 한국인삼연구초연구소, 대전, p.240-252 (1987).
 14. Hong, S.K., Park, E.K., Lee, C.Y. and Kim, M.U.: *Yakhak Hoeji*, 23(3&4), 181 (1979).
 15. Lee, S.Y. and Shin, H.S.: *Korean J. Food Sci. Technol.*, 11(4), 298 (1979).
 16. Metcalf, L.D., Schmitz, A.A. and Pelka, J.R.: *Anal. Chem.*, 38, 514 (1966).