

## 저온저장한 수삼의 가공 중 성분변화

장진규<sup>#</sup> · 이종원 · 심기환<sup>\*</sup>

<sup>#</sup>KT&G 중앙연구원 인삼연구소, <sup>\*</sup>경상대학교 식품공학과  
(2003년 5월 12일 접수, 2003년 5월 31일 수리)

## Changes in Chemical Components of Freeze-Dried Ginsengs and Red Ginseng Processed from the Fresh Ginseng Stored at Low Temperature

Jin-Kyu Chang<sup>#</sup>, Jong-Won Lee and Ki-Hwan Shim<sup>\*</sup>

*Ginseng Research Center/KT&G Central Research Institute,*

*\*Department of Food Science and Technology, Gyeongsang National University, Jinju 660-701. Korea*

(Received May 12, 2003, Accepted May 31, 2003)

**Abstract :** The six-year old fresh ginseng collected at earlier October was stored for 10 weeks in the condition of  $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  and RH 87~92%, and the chemical components were investigated in an interval of one week by taking sample of it after making it to the freeze-dried ginseng and the red ginseng. The total sugar content of the red ginseng was a little reduced as the period of storage elapsed, and the reducing sugar content was 1.48% before it was stored and was increased to 23.33% after 10 weeks of storage. For the free sugar of the red ginseng, the content of the fructose was increased, but the contents of the glucose and the sucrose were gradually decreased after it was a little increased. The content of the maltose was 6.62% before storage and it was gradually decreased. For the free sugar of the freeze-dried ginseng, the contents of the fructose, the glucose and the sucrose were increased. Especially the content of the sucrose was 10.96% before it was stored and was increased to 24.38% after 7 weeks of storage, and the content of maltose was not detected. The yield of water extract was a little high at 7-8 weeks of storage and the pH was a little high at 3-4 weeks of storage. The turbidity was not changed for the freeze-dried ginseng but was decreased for the red ginseng. The water non-soluble protein was not detected in the red ginseng, and for the freeze-dried ginseng the water non-soluble protein was reduced and the water soluble protein was increased as the period of storage was elapsed. The contents of the phenolic compounds for the red ginseng and the freeze-dried ginseng and have their peak values after 7 and 9 weeks of storage respectively, and the amount of phenolic compounds was larger for the red ginseng. For the content of the non-volatile organic acids, the content of the citric acid was decreased both for the red ginseng and the freeze-dried ginseng, and the contents of the glutamic acid and the pyruvic acid were very small for the freeze-dried ginseng, but were detected in the red ginseng at a maximum value of 37  $\mu\text{g/g}$  and 592  $\mu\text{g/g}$  respectively.

**Key words :** Fresh ginseng, red ginseng, freeze dried ginseng, total sugar, free sugar, water non-soluble protein, phenolic compounds, non-volatile organic acids

### 서 론

인삼은 원료삼인 수삼을 원료로 하여 가공방법에 따라 백삼, 태극삼, 홍삼으로 구분하며 재배기간은 4년~6년이며 수확은 주로 8월~10월 사이에 대부분 이루어진다.<sup>1)</sup>

인삼은 수확시기에 따라 성분의 차이가 있으며, 제조한 백삼이나 홍삼의 품질에도 차이가 나타나는 것으로 알려져 있어 적기의 수확이 중요하나 가공시설과 인력 등의 제한으로 인해 채굴 즉시 가공하는데는 어려움이 발생하고 있는 실정이다.

수삼은 70%~75% 정도의 수분을 함유하고 있어 채굴 후 적절한 보관이 이루어지지 않으면 변질이 쉬운 특성을 갖고 있으나 아직 완전한 방법이 개발되지 않은 실정에 있다. 건조

<sup>#</sup>본 논문에 관한 문의는 이 저자에게로  
(전화) 042-866-5326; (팩스) 042-866-5345  
(E-mail) jkchang@ktng.com

된 인삼의 성분은 약 60%의 탄수화물, 8%~15%의 조단백질, 1%~3%의 조지방, 4%~6%의 회분, 3%~7%의 조saponin, 그의 미량성분들로 구성되어 있다.<sup>2,19)</sup> 채굴시기나 저장 중의 변화가 많이 나타나는 성분은 유리당으로 methanol추출물 중 sucrose의 함량은 성장기인 5월의 약 20%에서 낙엽이 진 11월은 약 60%로 많은 차이를 나타내고, 저장한 수삼에서도 같은 경향을 나타내고 있다<sup>3,9,13,14)</sup>. 수삼을 냉장, CA(Controlled Atmosphere), MA(Modified Atmosphere)등의 방법으로 저장하여 미생물 생육, 효소활성도, 수분감소, 물성과 성분의 변화를 조사한 보고들이 다수 조사되었다.<sup>4,5, 2)</sup>

본 연구 보고서는 저온 저장한 수삼을 저장기간에 따라 동결건조와 홍삼으로 가공하였을 때 변화되는 성분을 중심으로 그 결과를 보고하고자 한다.

## 재료 및 방법

### 1. 재료

본 실험에 사용한 수삼은 경기도 용인에서 재배된 6년근 2등 수삼(1991년 10월 2일)을 구입하여 사용하였으며, 개체중량은 47g~79g, 동체직경은 22mm~34mm로 각 개체의 중량을 조사하여 가능한 고르게 분포하도록 하여 3kg씩 나누어 10주간 저장하면서 1주일 간격으로 시료를 채취하여 동결건조인삼과 홍삼을 제조하였다.

### 2. 저장조건

저장고는 가로×세로×높이가 1.5×5.0×2.4m의 크기로 내부는 stainless steel로 마감처리하여 설치한 냉동기(Fugikoki, -20°C, Japan)는 air blow type이며 온도 sensor는 벽면 1.5m 높이에 설치하였으며, 저장조건은 4°C±1°C, RH는 87%~92%였으며, 시료 수삼은 3kg씩 구분하여 40×50cm 크기에 직경 5cm의 통기구를 6군데 뚫은 PE용기에 넣은 후 수분 유지를 위해 비이커(1L)에 증류수를 채운 후 골판지 상자에 넣어 밀봉하여 보관하였다. 이 때 골판지상자 내부의 온도와 습도측정을 하기 위해 온·습도계(Cole Parmer,

model 8368-00, U.S.A)를 함께 넣었다.

### 3. 동결건조

세척된 수삼을 동체부위와 지근부위로 나눈 후 동체부위는 다시 2mm 크기로 절단하여 -25°C에서 20시간 냉동한 후 동결건조기(Corrosion Resistant Freeze Dryer, FTS system Inc, USA)로 72시간 건조하였다.

### 4. 홍삼제조

시료를 인삼 세척용 솔을 이용하여 수돗물로 깨끗이 세척하여 압력이 걸리지 않도록 96°C~98°C로 조정된 autoclave를 이용하여 2.5시간 증숙하여 상온으로 냉각한 후 70°C의 열풍건조기에서 24시간 건조한 후 50°C로 낮추어 약 72시간 건조하였다.<sup>16)</sup> 제조된 홍삼은 동체와 미삼으로 구분하여 동체를 분쇄(Laboratory Mill Model 4-arthur, Thomas. P.A, U.S.A)하여 50 mesh 통과분을 4°C 냉장고에 보관하면서 분석 시료로 사용하였다.

### 5. 성분분석

수분은 105°C 상압건조법, 환원당과 총당은 DNS법, 유리당은 최 등<sup>6)</sup>과 Ando<sup>20)</sup>의 HPLC를 이용한 분석법, 수용성과 비수용성 단백질은 시료를 10배량의 물을 가해 잘 현탁하여 1일간 냉장고 방치한 후 10,000 rpm, 30분간 원심분리하여 상등액 1 ml에 5 ml의 TCA용액을 가한 후 원심분리(1000 rpm, 10분)하여 상등액을 수용성단백질, 침전물을 비수용성단백질 시료로한 Folin-Lowry method<sup>17)</sup>에 준하였으며, 비휘발성 유기산은 WA Court와 Hendel의 방법<sup>18)</sup>에 따라 추출하여 GC(Varian model 3700), 물추출물은 시료에 12배량의 물을 가해 80°C에서 5회 추출하여 10°C, 10,000rpm, 20분간 원심분리하여 상등액을 80°C의 수욕조에서 감압농축하여 원료에 대한 중량비로 산출하였고, 이를 1%수용액으로 하여 pH(Corning 150)를 측정하였으며, 탁도(Turbidity)는 분쇄된 시료에 50배량(v/w)의 정제수를 가하여 상온에서 24시간 추출한 후 4°C, 8000 rpm, 20분간 원심분리하여 535 nm에서 transmittance를 측정하였다. 페놀화합물은 건조

Table 1. Moisture contents(%) of ginseng processed from the fresh ginsengs stored at 4°C±1°C, RH 87~92%

	Storage time(weeks)										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RG <sup>1)</sup>	5.92	6.37	6.46	6.47	6.64	6.68	5.99	6.23	6.33	6.31	6.20
FG <sup>2)</sup>	4.68	3.34	4.13	4.09	3.83	3.84	3.78	3.05	3.65	3.40	4.36

<sup>1)</sup>RG: Red Ginseng, <sup>2)</sup>FG: Freeze Dried Ginseng

시료 0.5 g에 80% methanol을 가하여 80°C에서 8시간 추출 후 diethyl ether, 5% NaOH, ethyl acetate로 분획하여 페놀성분을 정제하여 Folin\_Ciocalteau법으로 발색시켜 750 nm에서 흡광도를 측정하였다.<sup>17,19)</sup>

## 결과 및 고찰

### 1. 홍삼의 수분함량

제조한 동결건조인삼과 홍삼의 수분함량은 Table 1에 나타난 바와 같이 동결건조인삼은 3.05%~4.69%, 홍삼은 5.92%~6.88%였다.

### 2. 총당 및 환원당 변화

수삼을 저온저장하여 동결건조인삼과 홍삼으로 제조하여 총당과 환원당의 함량을 조사한 결과는 Table 2와 같이 제조 홍삼의 총당은 저장전 62.71%에서 저장기간이 경과함에 따라 서서히 감소하여 10주째는 54.58%를 나타내었으며, 환원당은 저장전 11.69%에서 10주째는 10.73%로 저장기간에 따라 변

화하는 경향은 찾기 어려웠으나, 수삼을 동결건조한 것은 저장전 1.48%에서 10주째는 23.33%로 저장기간의 경과에 증가하는 경향과는 다른 결과를 보였으며,<sup>10)</sup> 이 등<sup>9)</sup>의 수삼 3.88%에서 제조한 홍삼은 3.16%로 약간 감소하였다고 하였다. 이와 같은 결과는 채굴시기에 따라 유리당들의 함량이 다를 수 있고,<sup>13,14,15)</sup> 홍삼을 제조하는 조건 즉 온도와 시간에 따라 steaming하는 과정 중 응축수에 의한 당류의 유출이 발생할 수 있고, 열에 의한 환원당의 생성과 건조중의 갈변반응에 관여하여 감소한 것으로 사료된다.<sup>7,8)</sup>

### 3. 유리당의 변화

식물 유리당의 변화는 생장시기와 저장조건에 따라 그 양과 종류가 변화되고 수삼 또한 생장시기와 저장조건에 따라 함량차이가 크게 나타나는 것으로 보고되고 있다.<sup>11)</sup>

Table 3에 나타난 조사 결과에서도 같은 경향으로 홍삼은 저장기간의 경과에 따라 fructose의 양은 증가하고 glucose와 sucrose의 양은 저장 5주와 3주째 가장 높은 2.31%와 20.55%를 나타내고 계속 저장시 감소하였으며, maltose는 홍

**Table 2.** Total sugar and reducing sugar contents of ginseng processed from the fresh ginsengs stored at 4°C±1°C RH 87~92% (Unit; % dry basis)

		Storage time(weeks)										
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Total sugar	RG	62.71	61.20	60.61	58.06	58.48	56.55	56.48	56.62	56.92	54.50	54.58
	FG	50.05	55.11	55.87	55.11	56.15	56.00	55.08	55.60	55.32	56.94	55.71
Reducing sugar	RG	11.69	11.96	11.64	9.62	10.71	9.76	10.98	9.92	10.68	10.67	10.73
	FG	1.48	1.86	3.16	3.34	3.43	5.20	5.51	11.35	11.21	11.70	13.33

<sup>1)</sup>RG: Red Ginseng, <sup>2)</sup>FG: Freeze Dried Ginseng, \*Each value represents the mean of triplicates.

**Table 3.** Free sugar contents of red ginseng processed from the fresh ginsengs stored at 4°C±1°C RH 87~92% (Unit; % dry basis)

		Storage time(weeks)										
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Fructose	RG	0.47	0.62	1.67	1.72	2.26	2.43	3.04	3.61	3.57	3.26	4.70
	FG	0.36	0.33	0.60	0.68	0.92	1.68	1.83	1.99	2.55	2.73	2.56
Glucose	RG	0.45	0.65	1.23	1.34	1.66	2.31	1.57	1.69	1.67	1.48	1.27
	FG	0.31	0.44	0.98	1.11	1.29	1.87	2.09	2.75	2.45	2.68	2.83
Sucrose	RG	8.37	12.58	16.69	20.55	19.52	19.38	19.06	18.37	18.09	18.99	18.39
	FG	10.96	14.65	16.06	16.91	22.73	23.19	24.38	24.34	24.27	22.64	22.27
Maltose	RG	6.62	6.06	3.86	2.28	2.74	1.62	1.51	1.49	1.41	1.38	1.37
	FG	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Total	RG	15.91	19.91	23.45	25.89	26.18	25.74	25.18	25.16	24.74	25.11	25.73
	FG	11.63	15.42	17.64	18.70	24.94	26.74	28.30	29.08	29.27	28.05	27.66

RG: Red Ginseng, FG: Freeze Dried Ginseng, ND : Not Detected

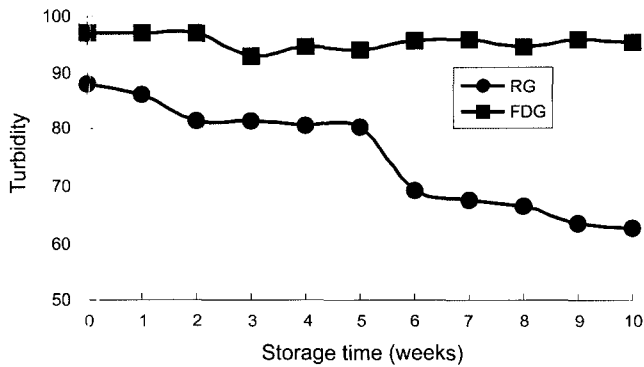
삼을 제조하였을 때 생성되며 저장전 6.62%에서 저장기간이 경과함에 따라 감소하여 10주째는 1.37%였다. Maltose의 생성은 증숙과정중 전분의 가수분해에 의한 것으로 생각되며 저장 기간의 경과에 따라 감소하는 것은 갈변의 진행과 관련이 있는 것으로 사료된다.

동결건조인삼에서 fructose는 저장하기전 0.36%에서 9주째는 2.73%로 증가하였으며, glucose도 fructose와 같은 경향으로 0.31%에서 9주째는 3.69%의 최대값을 보였고, sucrose는 저장전 10.96%에서 7주째 최대치 24.34%로 8주부터 약간 감소하는 경향을 나타내었으며, maltose는 검출되지 않았다.

**4. 추출물 수율 및 pH 변화**

물 추출물 수율 및 pH는 Table 4에 나타난 바와 같이 제조홍삼은 저장 8주째 55.02%로 저장전에 비해 약 13%정도 높았으며, 동결건조인삼에서 저장된 43.09%에서 7주째는 63.57%로 20.48%로 높게 나타났다. 물 추출물의 pH변화는 저장기간의 경과에 따른 변화는 거의 없었는데 저장초기부터 4주까지는 약간 증가하는 경향을 보였다.

Kim<sup>3)</sup>등의 연구보고에서 수삼의 채굴시기별 methanol 추출물 수율은 성장시기인 4월에서 10월까지의 20%수준 이었으



**Fig. 1.** Effect of storage time and processing methods on turbidity from the fresh ginsengs stored at 4°C, RH 87-92%. RG: Red Ginseng, FG: Freeze Dried Ginseng.

나 11월부터 3월까지의 40%수준으로 높았으며, methanol 추출물 중 sucrose의 함량변화가 가장 높은 것으로 나타났으며, 8월에 채굴하여 2±1°C에서 30일간 저장하였을 때도 비슷한 경향을 나타내었다.

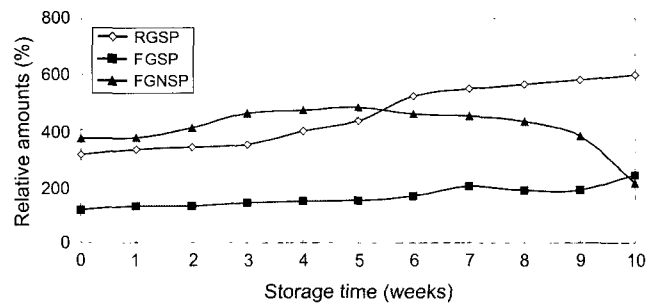
**5. 탁도**

동결건조인삼과 홍삼의 물추출물의 탁도를 조사한 결과는 Fig. 1과 같다. 수삼을 저장한 후 동결건조한 인삼의 저장기간에 따른 탁도변화는 없었으나 홍삼은 수삼의 저장기간에 따라 감소하였다. 인삼에서 탁도에 영향을 미치는 성분은 전분, 단백질, pectin 등으로 열처리에 의해 탁도가 감소한다는 것으로 알려져 있다.<sup>22)</sup>

**6. 수용성과 비수용성 단백질**

저온저장한 수삼을 홍삼과 동결건조인삼으로 제조하여 수용성과 비수용성 단백질 함량을 조사한 결과는 Fig. 2에 나타난 바와 같다.

즉, 동결건조인삼은 저장기간의 경과에 따라 수용성 단백질은 증가하여 10주째는 2배정도였으며, 비수용성단백질은 저장초기 약간 증가하여 4주째는 약 35%정도를 나타낸 후 점차 감소하여 10주째는 저장전의 약 57% 수준이었다. 제조홍삼은



**Fig. 2.** Effect of storage time on the water soluble (SP) and water non-soluble protein (NSP) contents of processed ginsengs from fresh ginsengs stored at 4°C, RH87-92%, RG: Red Ginseng, FG-Freeze Dried Ginseng.

**Table 4.** The contents of water extractable materials and pH of the ginsengs processed from the ginsengs stored at 4°C±1°C RH 87~92% (Unit; % dry basis)

		Storage time(weeks)										
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RG	WE	42.09	43.65	43.42	45.62	48.48	50.74	50.97	53.01	56.02	54.36	54.35
	pH	4.75	4.77	4.78	4.83	4.86	4.82	4.72	4.67	4.74	4.75	4.69
FG	WE	43.09	45.00	45.51	48.74	50.30	54.47	59.63	63.57	61.50	61.75	58.11
	pH	4.69	4.74	4.71	4.76	4.71	4.65	4.69	4.70	4.72	4.42	4.37

RG: Red Ginseng, FG : Freeze Dried Ginseng, WE: Water Extract, pH:10% water solution.

수삼의 저장기간의 경과에 따라 점차 증가 10주째에 저장전의 약 2배였으며 비수용성단백질은 검출되지 않았는데 이와 같은 결과는 가열에 의해 변성된 것으로 생각된다.<sup>21)</sup>

### 7. 페놀화합물

저온저장한 수삼은 홍삼과 동결건조인삼을 제조하여 페놀화합물의 변화를 측정된 결과는 Fig. 3에 나타난 바와 같이 저장전 홍삼과 동결건조인삼 간에는 100 µg/g과 75 µg/g으로 큰 차이는 없으나 동결건조인삼에서는 저장기간에 따라 감소하여 7주에서 증가하여 8주째는 155 µg/g으로 최고치였으며, 이후는 감소하는 경향을 보였는데 이는 저장 중 발생한 곰팡이류의 영향도 미쳤으리라 생각된다. 홍삼에서는 4주째부터

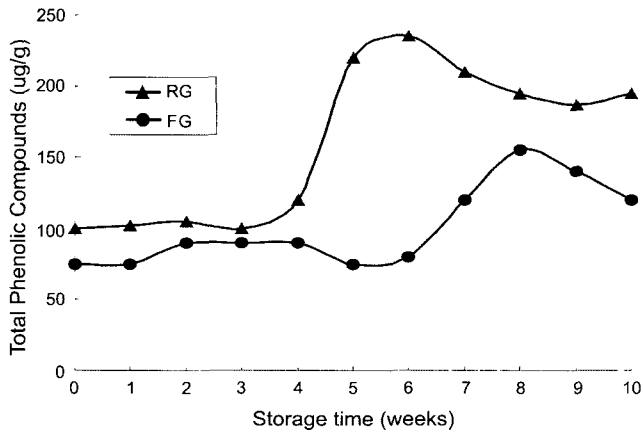


Fig. 3. Phenolic compound contents of the ginsengs processed from fresh ginsengs stored at 4°C, RH87-92%. RG: Red Ginseng, FG: Freeze Dried Ginseng.

증가하여 6주째 가장 높은 235 µg/g이었고 이후는 감소하는 경향을 보였으며, 홍삼과 동결건조인삼간의 함량차이는 저장전에는 약 25 µg/g에서 6주에서는 155 µg/g으로 가장 큰 차이를 나타내었다.

### 8. 유기산 조성

저온저장한 수삼을 홍삼과 동결건조인삼으로 제조하였을 때 비휘발성 유기산의 함량조성을 조사한 결과 홍삼은 citric acid는 저장전 8.46 mg/g에서 10주째는 3.80 mg/g으로 크게 감소하였고 동결건조인삼에 비해 glutamic acid와 pyruvic acid가 많이 검출되었다. 동결건조인삼의 유기산 함량은 malic>citric>succinic acid 순으로 많았으며, citric acid는 저장전 9.85 mg/g에서 10주째는 3.37 mg/g으로 감소하였으며 fumaric acid도 감소하는 경향을 보였으며 glutamic acid와 pyruvic acid는 미량이었다(Table 5). Kim 등<sup>8)</sup>의 보고에서 succinic>citric>malic>pyruvic acid 순으로 분포하며, 홍삼의 succinic, malic, pyruvic, α-ketoglutaric acid가 각각 400, 90, 70 및 55 mg/g이었다는 보고와는 함량에 약간의 차이가 있었다.

## 요 약

10월 초에 채굴한 6년근 수삼을 4°C±1°C, RH 87~92%에 10주간 저장하면서 1주 간격으로 시료 채취하여 동결건조인삼과 홍삼을 제조하여 성분변화를 비교조사 하였다.

총당은 저장기간의 경과에 따라 홍삼은 약간 감소하였고,

Table 5. Non-volatile organic acid contents of the ginseng processed from fresh ginseng stored at 4°C, RH 87~92%

Storage time (weeks)	Oxalic acid (mg/g)		Malic acid (mg/g)		Citric acid (mg/g)		Fumaric acid (µg/g)		Succinic acid (µg/g)		Glutaric acid (µg/g)		Pyruvic acid (µg/g)	
	FG	RG	FG	RG	FG	RG	FG	RG	FG	RG	FG	RG	FG	RG
0	4.16	4.79	13.91	10.14	9.85	8.46	1118	713	51	73	Tr	36	Tr	592
1	4.28	3.75	17.54	13.98	8.77	9.94	1274	953	61	89	Tr	37	Tr	246
2	4.25	3.29	13.12	11.23	8.25	7.65	1206	973	51	45	Tr	33	Tr	379
3	4.61	3.29	13.85	16.12	6.17	7.38	973	857	36	40	Tr	30	Tr	265
4	4.80	3.75	13.74	16.20	6.47	5.88	998	873	32	46	Tr	28	Tr	254
5	5.78	4.46	16.99	16.34	6.06	5.51	1039	707	28	47	Tr	27	Tr	114
6	3.91	5.54	17.09	16.25	6.93	4.16	834	859	26	44	Tr	28	Tr	217
7	3.05	5.32	12.67	15.65	5.40	4.99	903	750	48	36	Tr	31	Tr	266
8	2.98	3.24	15.39	15.38	4.22	3.83	872	765	45	48	Tr	27	Tr	216
9	4.12	5.08	16.38	11.27	4.46	3.03	834	684	52	45	Tr	28	Tr	312
10	5.18	5.28	12.07	11.98	3.37	3.80	816	816	51	66	Tr	27	Tr	250

Tr: Trace, RG :Red Ginseng, FG: Freeze-Dried Ginseng.

환원당은 증가하여 저장전 1.48%에서 10주째는 23.33%였다. 유리당은 홍삼에서 fructose는 증가하였으나 glucose와 sucrose는 증가후 감소하였고 maltose는 6.62%에서 점차 감소하였으며, 동결건조인삼은 fructose, glucose, sucrose 모두 증가하여 특히 sucrose는 저장전 10.96%에서 7주째는 24.38%로 증가하였고 maltose는 검출되지 않았다.

물추출물의 수율은 7·8주째가 약간 높았고, pH는 3·4주째가 약간 높았으며, 탁도는 동결건조인삼은 변화가 없으나 홍삼은 감소하였다. 비수용성 단백질은 홍삼에서 검출되지 않았으며 동결건조인삼은 저장기간의 경과에 따라 비수용성 단백질은 감소하고 수용성단백질은 증가하는 경향을 보였다. 페놀화합물은 홍삼과 동결건조인삼에서 각각 저장 7주와 9주 가장 높았으나 그 양은 홍삼이 높았다. 비휘발성유기산은 동결건조인삼과 홍삼 모두 citric acid는 감소하였고, glutamic acid와 pyruvic acid는 동결건조인삼에서 미량이었으나 홍삼은 최고 37 µg/g과 592 µg/g이 검출되었다.

### 참고문헌

1. 박명규 : 최신고려인삼(재배편). 한국인삼연초연구원. p. 97, 184 (1996).
2. 남기열 : 최신고려인삼(성분 및 효능편). 한국인삼연초연구원. p. 9 (1996).
3. Kim S. K., Sakamoto. I., Morimoto. K., Sakada. M., Yamasaki. M. and Janaa, O. : *Proceedings of the 3rd International Ginseng Symposium*, Korea Ginseng Research Institute, Seoul, Korea (1980).
4. Jeon, B. S., Park C. K., Kim, N. M., Park, M. H. and Chang, K. S. : *Korean J. Ginseng Res.* **22**, 73 (1998).
5. Jeon, B. S., Park C. K., Kim, N. M., Park, M. H. and Chang, K. S. : *Korean J. Ginseng Res.* **22**, 82 (1998).
6. Choi, J. H., Kim, W. J., Park, G. D. and Sung, H. S. : *Korean J. Ginseng Res.* **4**, 165 (1981).
7. Kim, M. W. and Park, N. J. : *Korean J. Ginseng Res.* **5**, 122 (1981).
8. Kim, D. Y. : *J. Korean Agr. Chem.* **16**, 6 (1973).
9. 이양희 : 수삼의 장기저장방법에 관한 연구. 한국과학기술연구원 보고서 (1975).
10. Jang, J. K. and Shim, K. H. : *Korean J. Ginseng Res.* **18**, 60 (1994).
11. Weichman, J. : *Postharvest Physiology of Vegetables*. Marcel Dekker Inc. New York and Basel, U.S.A. p. 469 (1994).
12. 도재호, 김상달, 오훈일, 홍순근: 한국농화학회지 **25**, 295 (1982).
13. 이종화, 신동양, 김명수 : 시험연구보고서(인삼부문). 전매기술연구소. p. 783 (1977).
14. 이종철, 안대진, 변정수 : 인삼연구보고서(재배분야. 재배편), 한국인삼연초연구원. p. 89 (1988).
15. 박 훈, 윤종혁, 이미경, 조병구, 장영진 : 인삼연구보고서(재배분야), 한국인삼연초연구원. p. 231 (1985).
16. 장진규, 이광승, 성현순, 유광근 : 홍삼제조방법. 특허공보 제 2867호 (1992).
17. Lowry, O. H. : *J. Biol. Chem.* **183**, 265 (1951).
18. William, A. Count. and John, G. Hendel. : *J. Chroma. Sci.* **16**, 31 (1978).
19. Han, B. H., Park, M. H. and Han, Y. N. : *Arch. Pharm, Res.* **4**, 53 (1981).
20. Ando, T., Tanaka, O. and Shibata, S. : *Soyakukaku Zasshi*, **25**, 28 (1971).
21. 김동훈 : 식품화학. 탐구당 (1979).
22. Yang, J. W., Sung, H. S., Park, M. H., Kim, W. J. and Hong, S. K. : *Korean J. Ginseng Res.* **4**, 72 (1980).