

## 빙점강하제를 이용한 수삼의 선도연장

남궁배·정문철·김동만·문광덕\*·최종욱\*  
한국식품개발연구원, \*경북대학교 식품공학과

### Freshness Extension of Ginseng with Freezing Point Depressing Agents

Bae Nahmgung, Moon-Cheol Jeong, Dong-Man Kim, Kwang-Deog Moon\*and Jong-Uck Choi\*

Korea Food Research Institute

\*Department of Food Science & Technology, Kyungpook National University

#### Abstract

Ginseng was stored at a temperature lower than the freezing point after a treatment of freezing point depressing agents to extend its freshness. Respiration rate at freezing point of ginseng,  $-1.7 \pm 0.1^\circ\text{C}$ , was inhibited 92% and 97% compared with those stored at  $5^\circ\text{C}$  or  $20^\circ\text{C}$ , respectively. Sorbitol solution chosen as a freezing point depressing agent lowered the freezing point of ginseng to about  $-3.0^\circ\text{C}$ . Ginsengs treated with the sorbitol solution and packaged with 0.06 mm LDPE was stored at  $-2^\circ\text{C}$ , and the quality change was then compared with ginsengs stored at  $0^\circ\text{C}$  and  $5^\circ\text{C}$ . Weight loss of ginsengs stored at  $-2^\circ\text{C}$  for 100 days was 1.5%, which is about 2.6 times less than those stored at  $5^\circ\text{C}$ . However, there were no significant difference between the ginsengs stored at  $-2^\circ\text{C}$  and at  $0^\circ\text{C}$  (1.9%). Spoilage rate of the ginsengs was 100% after 50 days of storage at  $5^\circ\text{C}$  and 25% after 100 days at  $0^\circ\text{C}$  respectively, but that of ginsengs stored at  $-2^\circ\text{C}$  was 13%, which was half than that of ginsengs stored at  $0^\circ\text{C}$ . Firmness and amount of monosaccharides in ginsengs were decreased during storage at  $5$  or  $0^\circ\text{C}$  but ginsengs stored at  $-2^\circ\text{C}$  showed better firmness and an increase in monosaccharides such as fructose and glucose. From above, when ginsengs treated with freezing point depressing agents were stored at  $-2^\circ\text{C}$ , the shelf life was extended to 2 or 3 times longer than those that were stored at  $5$  or  $0^\circ\text{C}$ , respectively.

**Key words :** Ginseng, Storage, Freezing Point, Depressing Agents

#### 서 론

인삼은 다년생의 반음지성 숙근초로서 식물학적으로는 오갈피나무과(Araliaceae) 인삼속(*Panax*)에 속하며(1), 학명은 1843년 소련의 Carl Anton von Meyer에 의하여 희랍어로 모든 것을 뜻하는 *Pan*(總, 沐)과 치

료 및 의약을 의미하는 *Axos*가 결합하여 만병통치약 이란 의미를 내포하고 있는 *Panax ginseng* C.A. Meyer로 명명되어 있다(2). 약리작용으로서는 중추신경 진정작용(3,4), 단백질합성 촉진작용(5~7), 부신피질 호르몬분비 촉진작용(8~9), 인슐린 유사작용, 해독작용(10)등 많은 효능들이 보고되고 있다. 국내 인삼 연구로서는 약리효능 및 성분에 관한 내용과 홍삼을 중심으로 한 가공기술에 관한 연구가 대부분을 차지하고 있으며, 수삼의 저장기술에 관한 연구는 홍삼 등의 가공제품을 제조하기 위한 원료삼의 성격으로서 단편적으로 몇 편(11~14) 실시되어 있을 뿐 실제 수

Corresponding author : Nahmgung Bae, Korea Food Research Institute, San 46-1 Baekhyun-dong, Bundang-ku, Seongnam-city, Kyungki-do, 463-420 Republic of Korea  
E-mail : baeng@kfri.re.kr

삼의 저장·유통기술에 대한 연구는 김(15)등의 연구를 제외하고는 거의 실시되어 있지 않는 실정이다. 수삼은 빌육상태와 유용성분이 최고로 유지되는 8~10월 사이의 단기간에 수확됨으로써 노동력이 집중적으로 소요되고 타 농작물과의 수확시기 충복에 따른 인건비 상승으로 높은 생산비용이 소요되고 있다. 또한 최근 경제수준의 향상과 더불어 건강 증진에 대한 소비자 욕구의 증가에 따라 수삼의 수요가 연중 소비되는 형태로 전환되고 있으나 수삼의 저장기술이 개발·확립되어 있지 않은 관계로 홍수출하가 불가피하여 수확기와 짧은 기간의 가격 진폭이 많은 차이를 나타내고 있으며, 유통 중에도 곰팡이 등의 토양미생물에 의한 부패 발생률이 높아 유통기간이 짧은 등 많은 문제점이 대두되고 있다. 따라서 본 연구에서는 수삼의 빙결점 부근온도에서의 생리특성을 조사하여 수삼의 빙결점을 강하시켜 수삼을 저장하였으며 대조구로는 일반 저온 저장한 것으로 비교·분석하였다.

## 재료 및 방법

### 재료

수삼은 1998년 11월 금산인삼협동조합에서 산지 수확 직후의 것을 구입하여 사용하였다.

### 전처리 및 저장방법

수삼을 세척한 다음 30% sorbitol-용액에 30분간 침지하고 냉풍건조방법으로 표면의 물기를 제거한 다음 0.06 mm 두께의 LDPE 필름(30 cm × 20 cm)에 300 g의 수삼을 -2°C에 저장하였으며, 대조구로서는 세척하지 않은 수삼을 0°C와 5°C의 저온에서 저장하였다.

### 분석방법

시료의 호흡율은 Couture와 Makhlof의 방법(16)을 이용하여 GC(Shimadzu GC-14 APT, Shimadzu Co. Japan)로 측정하였다. Column은 CTR-I (Altech Co.)을 사용하였고 Carrier gas는 Helium(50 mL/min)을, Injector 및 Detector Temp는 60°C, Oven Temp는 35°C, Detector는 TCD를 사용하였다. 수삼의 빙결점은 줄기부분의 중심 부위에 thermocouple(0.3 mm K-type)을 연결한 다음 측정 셀의 온도가 -20°C로 조정된 냉동고에서 시료의 온도 변화를 1분 간격으로 측정하여 과냉각 현상 다음의 peak point를 빙결점으로 해석하는 Beckman방법(17)에 의하여 빙결점을 결정하였다. 중량 감소율은 저장 전후의 중량을 측정하여 무게 차이를 초기 무

게에 대한 백분율로 표시하였다. 부패율의 변화는 부패된 시료의 개수를 전체의 초기 개수에 대한 백분율로 표시하였다. 수삼의 경도는 Texture Analyzer(Stable Micro System, Model TA-XT2)를 사용하여 측정하였다. 이 때의 조건은 sample rate는 400.00 pps, force threshold는 20.0 g, dist threshold는 0.5 mm, sample area는 7.06 mm<sup>2</sup>, contact force는 5.0 g, test speed는 0.5 mm/s, trigger type은 auto @10g, distance는 2.0 mm이었다. 수삼의 유리당 분석은 AOAC 방법(18)에 준하여 측정하였다. 즉, 냉동건조한 수삼 분말 1g에 50% ethanol 100 mL를 가하고 shaking water bath(Eyela shaker SS-8, Eyela Co., Japan)에서 25분간 추출한 후 50 mL로 정용한 다음 0.45 μm membrane filter로 여과하여 HPLC(Jasco PU-980, Japan)로 측정하였다. 이때 column은 carbohydrate (4.6 × 30mm Ø), Solvent는 Acetonitrile:water를 75:25의 비율로 사용하였고 Flow rate는 1.0 mL/min, Injection volume은 20 μL, Detector는 ELSD(Evaporative Light Scattering Detector, France)로 하였다. 수삼의 유리아미노산을 분석하기 위하여 분말 2.5 g에 중류수 50 mL를 가하여 2분간 shaking한 후 5000 × g에서 30분간 원심분리한 다음 상등액에 동량의 trichloacetic acid를 가하여 5°C에서 1시간동안 방치하고 5000 × g에서 30분간 다시 원심 분리하였다. 분리된 상등액은 30 mL의 ethyl ether와 함께 분액깔데기에 넣고 교반·방치하여 총 분리시킨 후 시료총을 농축하여 50 mL로 정용한 후 0.45 μm membrane으로 여과한 여액을 Table 1의 조건으로 HPLC를 이용하여 분석하였다.

Table 1. Operating conditions of HPLC for free amino acid analysis

Instrument	Waters
Column	Nova-pak CL8(3.9 × 150 mm Ø)
Oven Temp.	37°C
Detector	Fluorescence(λ <sub>ex</sub> =250 nm, λ <sub>em</sub> =395 nm)
Reagent	AccQ-Fluor reagent Kit (Waters) (6-aminoquinol-N-hydroxysuccinimide carbamate)
Solvent A	0.14 M sodium acetate hydrate, 17 mM methylaniline →1000 mL(H <sub>2</sub> O, milli-Q water or HPLC grade-pH 5.02
B	60% Acetonitrile (V/V)
Mobie phase	gradient

## 결과 및 고찰

### 호흡율 및 빙결점

수삼의 빙결저장시 선도연장효과에 대한 가능성을 사전 검토하기 위하여 수삼의 빙결점을 조사한 결과

와 빙결점 부근온도를 포함한 여러 저장온도에서의 호흡율의 차이를 비교한 결과는 Fig. 1 ~ 2와 같다.

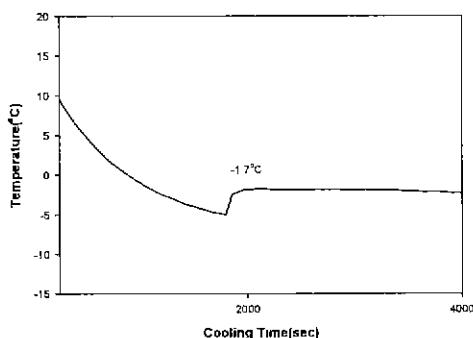


Fig. 1. Freezing curve of ginsengs.

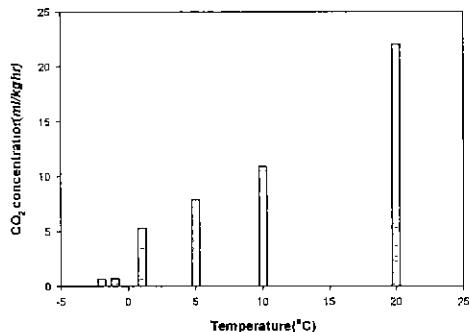


Fig. 2 Respiration rate of ginsengs at different temperature

수삼의 빙결점은  $-1.7 \pm 0.1^{\circ}\text{C}$ 로 나타났으며(Fig.1), 저장온도에 따른 호흡율은  $-1^{\circ}\text{C}$ 와  $-2^{\circ}\text{C}$ 에 저장한 경우에는 각각  $0.67 \text{ CO}_2 \text{ ml/kg} \cdot \text{hr}$ 과  $0.73 \text{ CO}_2 \text{ ml/kg} \cdot \text{hr}$ 으로 큰 차이가 없었으나  $5^{\circ}\text{C}$ 의 호흡율  $7.94 \text{ CO}_2 \text{ ml/kg} \cdot \text{hr}$ ,  $20^{\circ}\text{C}$ 의  $22.04 \text{ CO}_2 \text{ ml/kg} \cdot \text{hr}$ 보다 상당히 낮은 결과를 나타내었다(Fig.2). 따라서 수삼을 빙결점 이하의 온도에 저장하면  $5^{\circ}\text{C}$  및  $20^{\circ}\text{C}$ 의 온도보다 호흡작용을 각각 92%, 97%정도 억제하는 효과가 있었으며, 이 결과는 수삼을 빙결점 부근온도에서 저장할 경우  $5^{\circ}\text{C}$ 의 저온저장보다 저장수명을 증진시키는 효과가 있을 것으로 판단된다.

#### 증량감소율

Fig. 3에서 보는 바와 같이 수삼을  $-2^{\circ}\text{C}$ 에서 100일 동안 저장하면서 측정한 증량감소율의 변화를  $5^{\circ}\text{C}$ 와  $0^{\circ}\text{C}$ 의 저온 저장한 수삼과 비교·분석한 결과이다. 저장온도에 따른 수삼의 증량감소율은 비교적 높은 온도인  $5^{\circ}\text{C}$ 에서 매우 급속한 증량감소율을 나타내면서 저장 35일 경 1.20%의 감소율로 상품성이 한계에 도

달하는 결과를 보였다. 그러나 빙결점 부근온도인  $0^{\circ}\text{C}$ 와  $-2^{\circ}\text{C}$ 에서는 저장 100일 동안 거의 유사한 증량감소 경향이었으며 감소율의 정도는  $0^{\circ}\text{C}$ 가 1.9%로서  $-2^{\circ}\text{C}$ 의 1.5%보다 약간 높게 유지되고 있었다. 따라서 수삼의 빙결저장은 일반 저온저장 온도인  $5^{\circ}\text{C}$ 보다도 수삼의 상품성을 현저히 연장할 수 있는 효과가 있었다.

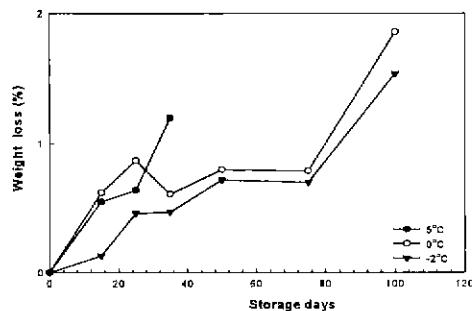


Fig. 3. Changes in weight loss during MA storage of ginsengs at different temperatures.

#### 부패율

수삼의 저장 중 빙결저장 효과를 검토하기 위하여 부폐율의 변화를 조사한 결과는 Fig. 4와 같다.  $5^{\circ}\text{C}$ 에 저장한 수삼에서는 저장 15일부터 급격한 부폐가 진행되어, 저장 25일 후 13%, 50일째에는 거의 100%에 가까운 전량에서 심한 부폐현상이 발생하였다. 그러나  $0^{\circ}\text{C}$ 와  $-2^{\circ}\text{C}$ 에 저장한 수삼에서는 저장 50일 까지는 전혀 부폐가 발생하지 않았으며, 75일 후에 각각 10.1%, 7.0%로 부폐가 진행되었으며, 저장 100일 경에도  $-2^{\circ}\text{C}$ 에 저장한 수삼에서는 약 13%의 부폐율로  $0^{\circ}\text{C}$ 의 25%보다 상당히 억제되는 효과가 있었으며, 특히 부폐정도가 수삼의 잔 뿌리부분에 흰 곰팡이가 약간 발생할 정도로 상품성을 유지하고 있는 것으로 나타났다.

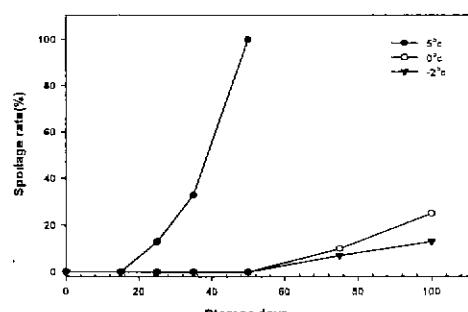


Fig. 4. Changes in spoilage rate during MA storage of ginsengs at different temperatures.

## 경도

수삼의 빙결저장이 상품성에 미치는 영향을 조사하기 위하여 -2°C, 0°C 및 5°C에서 저장한 수삼의 경도 변화를 조사한 결과는 Fig. 5와 같다. 저장 직전의 초기 경도는 대조구가 1640 g/cm<sup>2</sup>인 반면 빙점강하제를 처리한 수삼이 1483.5 g/cm<sup>2</sup>으로 낮게 나타나고 있었다. 이와 같은 초기 경도의 차이는 대조구의 경우 흙이 부착된 채 유통되는 기존의 유통방법을 고수한 반면 빙점강하제를 처리한 수삼의 경우에는 세척, 침지, 탈수공정을 선택한 결과에 근거하고 있다. 저장 온도별 수삼의 경도변화를 살펴보면 5°C에 저장한 수삼의 경우 저장초기에는 경도의 변화가 거의 없었으나 곰팡이가 발생하기 시작하였던 저장 35일경에는 초기치 1640 g/cm<sup>2</sup>에서 1569.3 g/cm<sup>2</sup>으로 감소하는 경향이 뚜렷하게 나타났으며, 0°C의 온도에 저장한 수삼에서는 초기치 1640.5 g/cm<sup>2</sup>에서 저장 75일 후 1614 g/cm<sup>2</sup>으로 감소추세가 완화되는 경향이었다. 그러나 수삼을 -2°C에서 빙결저장 할 경우에는 초기치 1483.5 g/cm<sup>2</sup>에서 저장 75일 후 1583.4 g/cm<sup>2</sup>로 경도의 변화가 거의 일정한 경향을 보여주었다. 이와 같은 결과로부터 호흡속도가 크지 않은 수삼의 경우에도 저장온도가 경도의 변화에 크게 영향을 미치는 것을 알 수 있었다. 또한 -2°C의 빙결점 이하의 온도에서도 경도의 변화가 증가하는 것은 수삼의 빙결저장시 빙점강하제를 처리하면 동결되지 않고 성공적으로 저장할 수 있음을 나타낸다.

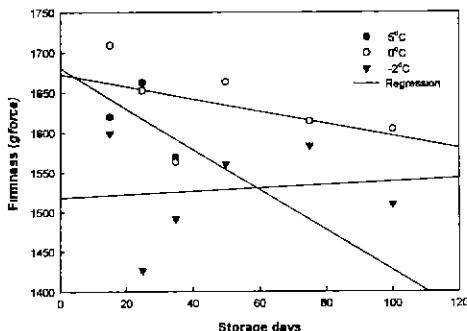


Fig. 5. Changes in firmness during MA storage of ginsengs at different temperatures.

## 유리당

수삼의 저장방법에 따른 유리당 함량의 변화를 조사한 결과는 Table 2와 같다. 수삼의 유리당으로서는 glucose, fructose와 sucrose가 검출되었으며, 유리당 중에서는 sucrose가 거의 대부분을 구성하고 있으으면서

glucose와 fructose는 1%내외로 소량 함유되어 있었다. 이와 같은 수삼을 빙점강하제로 처리한 후 -2°C에 저장한 결과 총 유리당 함량에서는 초기치 44.4 mg%에서 저장 100일 후 43.5 mg%로서 완만하게 감소하는 추세였으나, glucose와 fructose는 저장기간의 경과와 더불어 증가하는 경향이었다. 이와는 달리 수삼을 0°C와 5°C에 저장한 수삼의 총 유리당 함량은 증감을 반복하면서 완만하게 감소하는 추세인 반면 glucose와 fructose의 경우 5°C에서는 계속적으로 감소하고 있었으나 0°C의 저장 수삼에서는 glucose가 거의 일정하게 유지되면서 fructose 함량이 미소하게 증가하는 경향을 보이고 있었다. 이와 같이 0°C 및 -2°C의 저장수삼에서 glucose와 fructose 등의 저분자 물질이 5°C의 경우와 달리 증가하는 원인은 山根(19)이 생체식품의 빙결저장시 조직의 동결현상에 대한 생체보호작용의 하나로서 체내의 다당류가 저분자 물질로 분해되는 작용이 나타난다고 보고한 결과와 일치하고 있었다.

Table 2. Free sugar compositions of ginsengs during MA storage at different temperatures  
(mg%, dry basis)

Storage temp.	5°C				0°C					-2°C				
	0	15	25	35	0	25	50	75	100	0	25	50	75	100
Fructose	0.8	0.8	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	0.8	0.9	1.0	0.9	1.0
Glucose	1.5	1.4	1.2	1.2	1.5	1.6	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.4	1.6	1.6
Sucrose	42.1	42.1	38.4	39.6	42.1	39.5	42.8	39.0	40.2	42.1	41.7	41.1	43.6	40.9
Total	44.4	44.2	40.3	41.4	44.4	41.9	45.0	41.5	42.5	44.4	44.1	43.5	46.1	43.5

Table 3. Free amino acid compositions of ginsengs during MA storage at different temperatures  
(mg%, dry basis)

Storage temp.	5°C				0°C					-2°C				
	0	15	25	35	0	25	50	75	100	0	25	50	75	100
Asp.	107	68	138	69	107	153	133	88	96	107	109	87	91	92
Ser.	15	23	55	61	15	31	37	30	28	15	15	32	34	43
Glu.	8	11	7	23	8	29	44	14	21	8	31	15	11	18
Gly.	35	38	43	69	34	30	13	2.8	3.6	3.5	3.4	2.1	4.2	3.6
His.	25	28	26	43	25	23	31	32	44	25	22	25	38	39
Thr.	24	21	33	30	24	24	27	22	28	24	22	18	29	33
Arg.	1598	1567	1733	1615	1598	1989	1628	1400	1300	1598	1501	1509	1375	1217
Ala.	19	31	70	82	19	43	34	11	30	19	40	31	20	41
Pro.	24	28	35	27	24	40	31	30	38	24	24	31	34	57
Tyr.	18	34	35	44	18	25	32	40	50	18	23	23	42	51
Val.	11	13	25	23	11	15	18	14	17	11	12	10	14	18
Met.	15	9	12	13	15	9	10	10	11	15	7	7	11	12
Lys.	14	12	35	27	14	22	21	12	14	14	17	11	13	14
Isoleu.	13	12	22	19	13	11	14	12	16	13	10	8	14	14
Leu.	13	21	43	38	13	26	33	33	33	13	22	20	28	35
Phe.	16	32	32	49	16	24	31	46	48	16	21	23	37	59
Total	1924	1914	2305	2170	1924	2441	2036	1797	1778	1924	1851	1839	1795	1747

### 유리아미노산

빙점강하제를 처리한 수삼의 저장특성을 평가하기 위한 방법의 하나로 저장온도별로 유리아미노산의 변화를 조사한 결과는 Table 3과 같다. 수삼의 유리아미노산으로는 16종을 동정할 수 있었으며, 주요 유리아미노산으로는 arginine과 aspartic acid가 많은 양을 차지하고 있었다. 저장온도별로 MA저장한 결과 대조구인 5°C의 경우 유리아미노산 함량은 초기치 1924 mg%에서 저장 25일 째에 2305 mg%로 정점에 도달하였다가 감소하고 있었으며, 0°C 저장한 수삼에서도 저장 25일 후 2441 mg%에서 최대 상승하였다가 급속히 감소하고 있었다. 그러나 빙점강하제를 이용한 -2°C의 저장 수삼에서는 저장 25일 까지는 거의 변화가 없다가 이후부터는 급속히 감소하는 추세를 나타내었다. 이 결과는 山根(19)이 과채류의 빙결저장 시 냉동보호 효과를 위하여 조직내 유리아미노산이 생성되어 함량이 증가한다는 결과와는 일치하지 않았다.

### 요 약

본 연구에서는 빙점강하제를 수삼의 조직 내부로 침투시켜 빙결점 이하의 온도에서도 동결되지 않으면서 신선도를 연장할 수 있는 저장기술을 검토하고자 하였다 수삼의 빙결점은  $-1.7 \pm 0.1^\circ\text{C}$ 로, 이를 온도에서의 호흡율은 5°C의 냉장온도보다 92%, 20°C의 상온보다 97%정도 억제하는 효과가 있었다. 수삼의 빙결저장을 위한 빙점강하제로서는 30% sorbitol 용액에 30분간 침지할 경우 맛, 색 등 기호적 변화가 거의 없이 수삼의 빙결점을  $-3^\circ\text{C}$  정도 강하할 수 있는 효과가 있었다. 이와 같이 빙점강하제로 처리된 수삼을 두께 0.06 mm LDPE필름에 포장한 후  $-2^\circ\text{C}$ 에 저장하면서 품질특성을 0°C와 5°C의 저온 저장한 수삼을 대조구로 하여 수삼의 빙결저장효과를 검토하였다. 수삼을 빙결점 이하의 온도인  $-2^\circ\text{C}$ 에 저장하였을 때 저장 중 중량감소율은 저장 100일 동안 약 1.5%로 5°C의 냉장 저장보다 2.6배 이상 억제 효과가 있었으며, 0°C의 1.9%와는 미미한 차이를 보였다. 그러나 부패율은 5°C와 0°C의 냉장온도에서는 저장 50일과 100일 경에 100%, 25%인 반면 빙결 저장한 수삼에서는 13%로서 0°C의 냉장 수삼보다 약 2배정도 억제하는 효과가 있었다. 또한 5°C와 0°C에 저장할 경우에 조직감 및 단당류들은 저하되는 경향을 나타낸 반면  $-2^\circ\text{C}$ 에 저장할 경우에는 조직감이 단단해지며 fructose 및 glucose의 단당류들은 증가 경향을 나타내었다. 이상과 같이 빙점강하제로 처리된 수삼을 빙결

점 이하의 온도인  $-2^\circ\text{C}$ 에 저장하면 0°C와 5°C의 냉장 온도보다 각각 2배와 3배정도 저장성을 연장하는 효과가 있었다.

### 참고문헌

- 韓國人參組合聯合會 (1980) 韓國人參史(下卷), 三和印刷(株), p.166
- 洪文和 (1980) 韓國人參史(上卷), 三和印刷(株), 서울 p.48
- Takagi, K (1974) Pharmacological studies in ginseng, *Proc. of 1st Int'l Ginseng Symp.*, Seoul, Korea, p.119
- Saito, H. and Lee, Y.M. (1978): Pharmacological properties of Panax ginseng root, *Proc. of 2nd Int'l ginseng Symp.*, Seoul. Korea, p.109
- Oura, H. and Hiai, S. (1974) Biochemical action of Panax ginseng principales, *Proc. of 1st Int'l Gineseng Symp.*, Seoul, Korea. p.23
- Lee, K.S. (1978) Effect of ginseng saponin on protein synthesis in heart muscle, *Proc. of 2nd Int'l Gineseng Symp.*, Seoul, Korea. 93
- Iijima, M, Higashi, T, Sanada, S. and Shoji, T. (1976) : Effect of ginseng saponin on nuclear ribonucleic acid(RNA) metabolism. I. RNA synthesis in rats treated with ginsenosides, *Chem. Pharm. Bull.* 24, 2400
- Hiai, S., et al. (1983) Evaluation of corticosterone secretion-inducing activities of ginsenosides and their prosapogenins and sapogenins. *Chem. Pharm. Bull.* 31, 168
- Ho, W.K., et al. (1985) Ginseng saponin treatment does not alter brain or pituitary levels of beta-endorphin *Biochem. Pharm.* 34, 2044
- Lee, F.C., Park, J.k., Ko, J.H., Lee, J.S., kim, K.Y. and Kim, E.K. (1987) Effect of Pannax ginseng extract on the benzopyrene metabolizing enzyme system. *Drug and Chemical Toxicology*, 10, 227
- 이양희, 김길환, 신현경, 백정기, 이 철 (1975) 수삼의 장기저장법에 관한 연구. 한국과학기술연구소 보고서
- Oh, H.I. et al (1981) Physico-chemical and microbiological changes during storage of fresh ginseng. *Korean J. Ginseng Sci.* 5, 87
- 장진규 (1991) 저온저장한 수삼으로 가공된 동결

- 건조 인삼과 홍삼의 이화학적 특성, 경상대학교  
박사학위 논문
14. 이양희, 김길환, 신현경, 백점기, 정황 (1976) 수삼  
의 장기저장법에 관한 연구. 한국과학기술연구소  
보고서
15. 김동만, 정진웅, 박형우, 김동철, 홍석인, 김종훈  
(1997) 수삼의 저장기간에 관한 연구. 한국식  
품개발연구원 보고서
16. Couture, R. and Makhlof, J (1984) Production of  
 $\text{CO}_2$  and gamma irradiation of Analytical Chemist,  
Washington, D.C.
17. Henningson, R.W. (1967) Thermistor cryoscopy in  
the food industry. *Food Technol.*, 21, 132
18. AOAC (1993) Methods of Analysis for Nutrition  
Labeling. p.455
19. 山根昭美 (1997) 氷温貯藏の科学, 農文協, 東京

---

(1999년 12월 10일 접수)