

CA 및 MA 저장에 수삼 및 홍삼의 외관품질 및 사포닌 조성에 미치는 영향

전병선 · 성현순 · 양재원 · 박채규 · 장규섭¹
한국인삼연초연구원, ¹충남대학교 농과대학 식품공학과
(1995년 3월 16일 접수)

Effect of Controlled Atmosphere and Modified Atmosphere Storage on the Apparent Quality and Saponin Component of Fresh and Red Ginseng

Byoeng-Seon Jeon, Hyun-Soon Sung, Jai-Won Yang, Chae-Kyu Park and Kyu-Seob Chang

Korea Ginseng and Tobacco Research Institute, Taejon 305-345, Korea

¹*Department of Food Science & Technology College of Agriculture,*

Chungnam National University, Taejon 305-764, Korea

(Received March 16, 1995)

Abstract□During the controlled atmosphere storage (CA), fresh ginseng showed good appearance in quality, and other deterioration of freshness was not observed until 12 weeks. On the other hand, MA storage had kept freshness only in treatment of E until 8 weeks. There was no significant difference between treated and non treated sample with preservatives, and not treated sample was not infected with various different fungi. Moisture contents and hardness of ginseng in all treatments were not changed much until 12 weeks, and surface shrinkage did not occur either. But shear stress increased somewhat in all treatments after 12 weeks. The granule of microstructure in tissue diminished slightly. The apparent quality of red ginseng was good until 4 weeks of treatment. But as time passed, white skin and wrinkled skin were generated and darkened in its color. B-1 in CA and E-1 in MA were found to be the most favorable one. The content of crude saponin did not change significantly during storage of CA or MA by preservation conditions and period. Though a small increase in saponin content from 4.92% to 5.43% was recognized in B-1, which was treated with preservative and 6.0% in B-2, control, this could rather explain increment of soluble component by butanol. Thus, there was no change in total contents of ginsenoside pattern and composition of each content. The Rb1 content in B-1 and B-2 were 0.98%, and 0.97%, respectively, whereas that of control was 0.96%. E-1 of MA, treated with preservative was 5.32% after 12 weeks, but was 5.73% in control, indicating that ginsenosides pattern was quite similar to that of CA storage.

Key words□Controlled atmosphere, modified atmosphere, fresh ginseng, red ginseng, saponin.

서 론

인삼은 최근에 이르러 현대인들의 천연물을 선호하는 추세에 따라 동양에서는 물론 세계적으로 자연 건강 식품으로 각광을 받게 되었고 점차 유효성분을

중심으로 약리효능이 임상학적으로 입증되어감에 따라 한방에서 뿐 아니라 현대 의학에서도 의약품으로서 또한 기능성식품으로서, 자연 건강식품으로서 인정받게되어 동·서양 모두에서 인삼의 소비가 점차 다양하게 증가되어 가고 있다. 인삼은 4~6년간 재배

하여 8월~10월 사이에 채굴한 수삼을 원료로 하여 제조 방법에 따라 원형이 그대로 유지되는 1차 가공품 형태로서 홍삼과 백삼으로 구분하고¹⁾ 이를 원료로 하여 2차 가공품으로는 드링크, 삼차, 캡슐 등 소비자의 기호에 부응하는 다양한 형태로 개발되어 세계 60여 국가에 수출되어 건강식품 또는 의약품으로 애용되고 있다.²⁾

지금까지의 인삼에 대한 과학적 연구에서 보면 대부분 약리효능 및 성분에 관한 연구가 증가되고 있으며 수삼의 적정 품질유지를 위한 저장 방법에 관한 연구는 미약한 실정이다. 최근 소비자층의 저변확대와 인삼에 대한 인식제고로 수삼의 소비량이 날로 증가되고 있으나 수삼의 shelf-life(품질수명)를 연장할수 있는 연구가 미진하여 수삼의 유통, 저장 및 제2차 가공에서의 문제점으로 크게 대두되고 있다. 수삼은 신선한 채소류와 같이 생명을 갖고 있기 때문에 저장중 호흡을 하며 따라서 내부저장 영양분을 소모하게 되고 이화학적 변화가 일어나게 된다. 따라서 저장후의 상품적 가치가 떨어지며 유통과정이나 수송, 보관중에서 토양미생물이나 세균이 용이하게 오염되어 품질저하가 일어나기 쉽고 표피의 수분 증발로 원상유지가 어렵게 된다. 최근 생과 및 야채의 저장방법으로(Controlled Atmosphere storage) 및 (Modified Atmosphere storage) 저장방법이 널리 응용되고 있다. 산소와 탄산가스의 적정 농도설정이 필수적이며 재배조건, 속도, 품종 등에 차이가 있지만 대체로 2~5%범위이다.³⁾

현재 Gas를 이용하여 CA저장(Controlled Atmosphere storage) 및 기능성 포장재를 이용한 MA저장(Modified Atmosphere storage)이 일부 농산물의 저장수명연장에 응용되고 있다.

박⁴⁾은 과실, 채소류의 MA포장재를 개발하여 시험한 결과 사과, 감귤, 상치 등의 저장기간을 30%이상 연장시킬수 있었다고 보고하였고 Anzueto 등⁵⁾은 열수축 copolymer로 사과 저장시 3°C, 3개월간 저장에서 품질변이가 없었다고 하였으며 Hotchkiss 등⁶⁾은 조리된 쇠고기를 4.4°C 냉장저장이 CO₂ 75%, N₂ 15%, O₂ 10% 조성의 MA저장에서 보다 *Pseudomonas fragi*의 생육이 3배 이상 많았다고 보고하였다.

인삼의 저장에 관한 연구는 이⁷⁾가 냉장, 동결, 밀폐저장 후 홍삼품질, 당류 등을 조사하였고 오 등⁸⁾은

수삼을 5°C에서 CO₂와 N₂, 감압저장한 시험결과 홍삼제조시 일부 옹피가 발생하고 조직의 경화가 진행되며, ginsenoside함량의 변화는 효소의 작용에 기인하는 것으로 보고한 바⁸⁾ 있다. 장⁹⁾은 수삼을 10주간 저온저장 후 동결건조 인삼 및 홍삼으로 가공하여 품질변화를 조사한 결과 5주째부터 곰팡이의 발생 증가와 amylase활성이 증가하였다고 보고하였다.

국내에서 보고된 수삼저장 관련 연구는 1976년 이 등¹⁰⁾이 수삼을 급속냉동하여 저장하였다가 필요시 해동하여 홍삼제조용 원료 수삼으로 사용하는 연구를 수행한 바 있으나 해동시 조직의 연화로 홍삼제조적 성이 불량하여 응용되지 못하고 있는 실정이며 현재는 수삼을 0~5°C의 저온에서 1주일 이내로 저장후 원료수삼으로 사용하는 단기적 저장방법이 응용되고 있을 뿐이다. 인삼은 수삼으로서 8~10월에 채굴되어 단기간내 가공처리 되어야 하므로 원료처리량의 과다로 인한 제조공정상의 문제를 수반하고 있으며 가격 및 수급조절에도 가장 큰 문제점으로 대두되고 있는 실정이다. 일반적으로 수삼은 8월에서 10월 사이에 채굴되고 이때가 연중 최고의 인삼발육과 약효 및 유효성분을 유지하는 것으로 알려져 있으며, 최근 경제생활 수준의 향상에 따라 인삼이 연중 소비형태로 변화되고 있다. 그러므로 소비자의 욕구충족을 위하여 채굴된 상태로 장기간 유통이 가능하고 홍삼제조시 품질저하를 방지하기 위하여 내용성분의 변화를 최대한 억제할 수 있는 저장방법이 절실히 요구되고 있다. 그러나 현재 수삼을 효율적으로 안정하게 저장 유통시킬 수 있는 저장에 대한 연구는 지극히 미미한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 수삼의 저장 유통기간을 연장하여 소비자 욕구에 충족하고 또한 4년근 홍삼의 제조에 대비하여 이에대한 기초자료를 축적하고 가공원료로서의 응용영역을 확대시킬 목적으로 CA저장 및 MA저장 처리방법에 의하여 조건별로 각각 12주 까지 저장하면서 경시적으로 수삼의 상품적 품질을 조사 평가하여 수삼의 적정 저장조건을 설정코저 하였다. 또한 경시적으로 채취한 수삼을 원료로 하여 홍삼으로 제조하고 홍삼의 외관품질과 이화학적 성분 및 활성의 변화를 조사하여 원료수삼의 적정 저장조건과 기간을 설정하고자 본 연구를 수행하였다.

재료 및 방법

1. 재 료

시료 및 시약: 시료 수삼은 1993년 9월 중순에 충북 괴산군 증평읍 미암리에서 재배된 수삼으로 단위면적당 생산빈도가 가장 높고 품질의 평균치인 4년근 수삼 2등급 20편급을 포지에서 직접 채굴하고 선별하여 12주간 CA저장(480분) 및 MA저장(480분) 하면서 시험시료로 사용하였다.

성분확인 및 정량에 사용한 표준시약은 모두 특급을 사용하였고 기타 시약은 일급시약을 사용하였으며 기기적 분석용 시약은 당해기기용 특급시약을 사용하였다. 액체 크로마토그래피의 전개용매인 acetonitrile, 증류수, 1-butanol, methanol 등은 Merck사의 HPLC용을 사용하였다. 크로마토그래피의 silica gel column 충전제는 Merck사의 특급 silica gel 60(70~230 mesh)을, TLC plate는 precoated silica gel 60 F₂₅₄ plate(aluminium sheet, layer thickness : 0.25 mm, Merck, 5554)를 사용하였으며 사포닌 화합물의 정량에는 Lichrosorb NH₂(10 μm, Merck) column과 μ-Bondapak C₁₈ column을 사용하였다. 사포닌 화합물의 확인 및 정량에 사용한 개별 ginsenoside 표준품은 한국인삼연초연구원 품질검증실에서 직접 분리 정제한 표준품을 분양받아 사용하였다.

수삼의 채취방법: CA 및 MA저장 조건별로 저장기간을 각 12주로 하고 0, 1, 2, 3, 4, 6, 8, 12주마다 수삼을 채취하여 시료로 사용하였다.

홍삼 및 분말시료 제조: 저장조건별로 저장시간에 따라 일정간격으로 수삼을 채취하여 홍삼으로 제조하고 시료로 사용하였다. 이때 홍삼제조 방법은 홍삼제조 GMP기준서¹¹⁾에 준하여 제조하였고 제조후 동체와 미삼전체를 합하여 분쇄기(Thomas Wiley laboratory mill model 4, Arthur. H. Thomas company, U.S.A)로 분쇄하고 50 mesh 이하로 사별하여 300 g 표본병에 밀봉하여 4℃ 냉장고에 보관하면서 홍삼분말 시료로 사용하였다.

2. 실험방법

수삼의 저장방법 및 조건: (1) 시료수삼의 전처리-시료수삼에 대한 전처리는 Table 1과 같이 저장처리조건별로 구분하고 표피가 손상되지 않도록 조심하여 흙과 이물질을 제거하고 18 kg을 3 kg씩 6구로 구분하여 보존료 처리구와 무처리구로 하였다. 보존료

Table 1. Conditions of CA and MA storage for fresh ginseng

Storage	Sample	Composition of gas CO ₂ : O ₂ : N ₂	Remarks
CA	A-1	3 : 2 : 95, DF-100*	*Natural preservative DF-100 0.5% immersion 4±1℃, RH 90%
	A-2	3 : 2 : 95, None	
	B-1	6 : 4 : 90, DF-100*	
	B-2	6 : 4 : 90, None	
	C-1	0 : 3 : 97, DF-100*	
	C-2	0 : 3 : 97, None	

처리구는 천연보존료로서 미국 FDA의 인가를 받은 천연 유기물의 합성체인 DF-100(주식회사 한국미생물연구소)을 0.5%용액으로 조제하여 5분간 침지시켰다가 꺼내서 물기를 제거하여 처리구로 사용하였으며 무처리구는 그대로 사용하였다.

(2) CA저장방법 및 조건-CA저장 장치(높이 2 m, 폭 50×50 cm의 CA Chamber)를 사용하여 시료 수삼은 18 kg을 3 kg(80분)씩 6구로 구분하고 보존료 처리구와 무처리구로 구분하여 CA저장장치에 넣었고 혼합기체의 조성은 A구의 경우 CO₂ : O₂ : N₂의 비율을 3 : 2 : 95, B구는 6 : 4 : 90, C구는 0 : 3 : 97로 하고 중앙공급관을 통하여 자동으로 조절 공급하였고 저장온도는 4±1℃ 및 높은 습도(RH 95%)를 유지하기 위하여 하단에 stainless steel vat에 증류수를 채워 시험하였다.

(3) MA저장방법 및 조건-MA저장에서는 3종의 기능성 포장재(삼진화학(주))를 선별 사용하여 3개의 시험구로 구분하였다. D구는 HD-PE(High Density Polyethylene Film) 포장재를 사용하였고 E구는 CPP(Cast Polypropylene Film), F구는 OPP(Oriented Polypropylene Film) 포장재질을 각각 사용하여 CA저장에서와 동일한 방법으로 보존료 처리와 무처리로 구분하여 시료수삼 3 kg을 1 kg씩 50×50 cm 크기의 봉투에 넣고 열접착기로 밀봉하고 4℃의 BOD incubator BI 20(Jeio Tech)저장 하면서 일정기간별로 12 분씩 채취하여 시료로 사용하였으며 조건유지를 위하여 CA저장과 같은 방법으로 Stainless steel Vat를 놓고 증류수를 채워 중앙 및 하단에 넣고 시험하였다. 이때 사용된 포장재의 특성과 시험조건은 Table 2 및 3과 같다.

수삼의 외관 품질 평가 및 물성조사: (1) 외관-수삼의 외관품질 평가는 표피와 외관의 변질 이상유

Table 2. Characteristics of packaging material for MA storage of fresh ginseng

Material	Thickness	Permeability of water vapor (g/m ² day)	Permeability of oxygen (cc/m ² day)
HDPE	25 μm	7.650	520~3,900
CPP	30 μm	6,730	500~2,000
OPP	25 μm	4,551	2,500~3,800

Table 3. Instrumental condition for permeability of water vapor

Temperature & Humidity	: 40°C, 90%
Test cell area	: 50 cm ²
Total air flow	: 30 mm/min
Test Instrument	: Permatran-W. Twin (Mocon, Modern Controls, Inc. Model DL-100)

무, 색택의 변화, 곰팡이 발생 유무 등을 육안으로 조사하여 외관품질로 표시하였다.

(2) 수분함량-수삼의 수분함량 측정은 105°C 건조법¹²⁾으로 하였다.

(3) 경도 및 전단응력-수삼의 경도는 texturometer(Universal testing machine, Model 1000)로 측정하였다. 채취한 수삼 시료 1분을 plate에 수평으로 놓고 10 kg 압력하중변환기를 장착하여 crosshead speed는 100 mm/min로 하였고 plunger diameter는 10 mm인 것을 사용하여 시료의 변형이 80% 될때 까지 압착하고 이때 나타나는 값을 3회 측정후 평균치를 경도로 표시하였다.

수삼의 전단응력은 경도측정과 같은 texturometer를 사용하여 측정하였다. 채취한 수삼시료 1분을 plate에 수평으로 놓고 crosshead speed는 100 mm/min으로 수삼시료의 가운데 부분을 종방향으로 압착하고 이때 나타나는 값을 3회 측정후 평균치를 전단응력으로 표시하였다.

(4) 조직의 미세구조-수삼의 내부조직구조 관찰은 주사전자현미경(Model ISI-DS 130)에 의하여 배율 100배, 500배 가속전압 25 KV에서 절단한 수삼시료를 ion sputter에 의한 gold coating으로 관찰하였다.

홍삼의 이화학적 특성 조사 : (1) 일반성분-수분은 105°C 건조법¹²⁾으로, 회분은 전기회화로(Fisher furnace model 184A)에서 500°C로 24시간 직접회화법¹²⁾

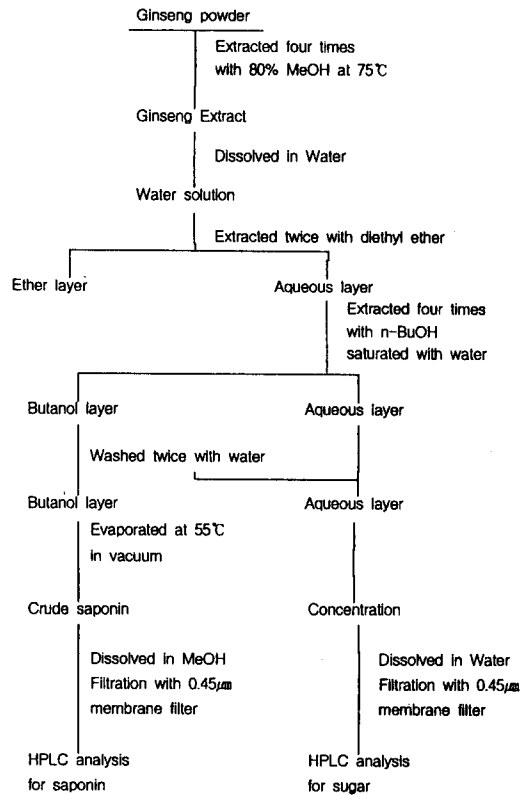


Fig. 1. Flow chart for determination of saponins and sugars in red ginseng powder.

으로, 조지방은 Soxhlet 추출법¹²⁾으로 측정하였고, 조단백질은 microkjeldahl법¹²⁾으로 정량하고 질소계수 6.25를 곱하여 표시하였다.

(2) 사포닌 및 ginsenoside-Ginsenoside의 분리 및 정량은 Fig. 1과 같이 Ando¹³⁾의 수포화 부탄올 추출법에 준하였다. 분말시료 3g에 80% methanol 100 ml를 가하여 75°C에서 2시간씩 4회 추출하고 여과하여 여과액을 70°C이하에서 감압농축한 다음 50 ml의 증류수를 가하여 용해하고 diethyl ether 50 ml를 2회씩 가하여 진탕하여 ether층으로 이행되는 지용성 물질을 제거하고 물층에 50 ml의 수포화 부탄올을 가하여 4회 반복 추출하고 50 ml의 증류수로 2회 세척한 후 70°C에서 감압농축하고 다시 105°C에서 2시간 건조한 다음 그 중량을 n-butanol extract (crude saponin)로 표시하였다.

사포닌의 패턴조사는 TLC법을 사용하였다. 검액은 5%메탄올 용액을 10 μ씩 Silica gel 60 F₂₅₄ TLC

Table 4. Operating conditions of HPLC for analysis of ginsenosides and free sugars

Instrument	: Analytical HPLC/ALC-244
Column	: Lichrosorb NH ₂ (Merck Co., 10 μm, 4 mm ID×250 mm)
Mobile phase	: Acetonitrile/distilled water/n-Butanol (80 : 20 : 10, v/v)
Flow rate	: 1.0 ml/min
Chart speed	: 0.5 cm/min
Detector	: RI-401 (differential refractometer)

plate에 점적한 후 클로로포름/메탄올/물(65 : 30 : 10, 하층)로 전개하고 30% 황산을 분무하여 110°C에서 10분간 가온발색시켜 표준품과 비교 조사하였다.

Ginsenoside 정량은 홍 등¹⁴⁾의 방법에 준하여 HPLC로 분석하였으며 함량은 이때 나타난 peak의 면적을 반치폭법으로 계산하고 ginsenoside별 각각의 표준검량곡선에 의하여 구하였다. 이때 HPLC의 분석조건은 Table 4와 같았다.

결과 및 고찰

1. 수삼의 외관 품질평가

외관: 수삼의 CA 및 MA저장에서 저장조건 및 저장기간이 수삼의 외관품질에 미치는 영향을 조사하기 위하여 CA 및 MA저장조건에서 각각 12주간 저장하면서 일정기간마다 시료를 채취하여 수삼의 외관표피 및 색택, 곰팡이 발생 등을 조사하여 본 결과 CA저장조건에서는 12주 경과부터 뇌두 및 상처부위에서 곰팡이가 조금씩 발생하기 시작하였고 MA저장에서는 포장재질 및 조건에 따라 차이가 있는 것으로 나타났다. HD-PE film으로 포장하여 저장한 D구에서는 8주째부터 뇌두 및 상처부위에 부분적으로 곰팡이가 발생하였고 E, F구에서는 12주 경과부터 곰팡이가 부분적으로 발생하였다. 곰팡이 발생 억제도에서 보면 CA저장이 더욱 효과적인 것으로 나타났다. DF-100 보존료 처리효과에서 보면 대조구 대비 처리구에서 유의성 있는 차이가 인정되지 않았으나 MA저장의 경우 처리구가 상온에서 현저한 곰팡이 발생억제를 확인할 수 있었다. 장⁹⁾의 연구보고에 의하면 수삼을 4°C에서 10주간 저온저장하면서 곰팡이 발생을 조사한 결과 5주째부터 곰팡이가 발생하기 시작하여 10주째에는 51.2%가 발생하였다고 하였고

오 등⁸⁾은 수삼을 CO₂, N₂ gas 및 감압저장으로 5°C에서 6개월간 저장한 결과 저장 4개월까지는 발아가 억제되고 미생물의 생육도 없었으나 저장 5개월째의 CO₂ gas저장구에서 뇌두 및 상처 부위에 Rhizopus, Penicillium계의 미생물이, N₂저장구에서 Rhizopus계의 미생물이 발생하였다고 보고한 바 있다. 이들 결과를 종합하여 보면 CA저장의 3조건과 MA저장의 E, F구 처리조건에서는 일반 저온저장에서보다 곰팡이 발생을 현저히 억제시킬 수 있을 것으로 판단된다. 한편 저장시 20°C, RH 60% 내외의 실내에 방치한 대조구의 수삼에서 보면 7일 경과 후부터 표피수분 증발에 따라 외피에 주름이 생기기 시작하였고 32일 경과후에는 완전히 건조되었다. 또한 MA저장에서 보존료 처리 수삼과 무처리 수삼을 HDPE film(30 μm)으로 밀봉하여 상온에서 방치한 대조구의 수삼에서 보면 무처리군은 10일 경과부터 곰팡이가 발생하여 32일 경과 후에는 완전히 부패하여 흑색으로 변하였고 연화되어 즙액이 스며나왔으나 보존료 처리군에서는 42일 경과 후부터 곰팡이가 발생하여 73일 경과후 완전히 부패하는 것으로 나타나 DF-100 보존료 처리 및 HDPE film 포장시 상온에서도 곰팡이 발생을 현저히 억제할 수 있는 것으로 나타났다. 외관의 품질로 볼때 CA저장조건에서 B-1구에서는 6주, MA저장조건에서 D-1, E-1구에서는 4주까지는 홍삼제조용 원료수삼으로 사용할 수 있을 것으로 추정된다.

수분함량: 수삼의 CA 및 MA저장에서 저장조건별로 저장기간에 따른 수삼의 각 수분함량 변화를 조사한 결과는 Table 5와 같다. CA저장 및 MA저장에서 RH를 90% 이상으로 포화시킨 조건에서는 저장 12주까지에도 수분함량의 감소 등 변화가 거의 일어나지 않았으며 표피의 수축 등 외관변화도 거의 찾아볼 수 없었다. 장⁹⁾에 의하면 10주간 저온저장시 15.2%의 수분감소가 있었다고 하였으며 오 등⁸⁾은 진공저장, gas저장시 2~8% 감소하였다고 보고한 바가 있다. 이러한 차이는 저장조건 특히 RH 및 포장조건 등 처리조건의 차이에 기인되는 것으로 판단된다. 저장전 대조구 수삼에서 70.1%의 수분함량을 기준으로 볼때 12주 저장까지 저장조건에 관계없이 3% 내외의 증감이 있는 것으로 나타났으나 이러한 결과는 저장으로 인한 감소로 보기 보다는 시료수삼의 개체간의 수분함량 차이에서 기인하는 것으로 판단된다. 이는 CA저장에서 B-1구에서 보면 저장기간이 경과될수록 수

Table 5. Changes of moisture content of fresh ginseng during CA and MA storage

(Unit : %)

Storage condition	Sample code	Storage time (week)							
		0	1	2	3	4	6	8	12
CA	A-1	70.1	68.2	68.0	67.3	66.4	69.0	69.7	68.5
	A-2	70.1	69.4	68.0	68.2	66.7	67.6	68.5	68.5
	B-1	70.1	70.0	69.4	68.7	71.8	67.7	72.3	72.1
	B-2	70.1	71.4	69.2	68.9	68.3	72.8	66.9	65.8
	C-1	70.1	70.7	70.4	69.4	70.4	66.1	69.7	70.9
	C-2	70.1	70.6	70.4	69.7	70.4	66.1	69.7	70.9
MA	D-1	70.1	71.5	72.4	71.9	70.4	69.4	69.7	68.0
	D-2	70.1	69.2	68.7	67.9	70.1	67.2	68.6	71.6
	E-1	70.1	72.4	68.7	67.9	70.1	67.2	68.6	71.6
	E-2	70.1	71.9	67.4	69.2	70.4	67.3	69.5	71.5
	F-1	70.1	68.7	69.2	71.4	68.2	70.8	70.9	72.4
	F-2	70.1	69.3	70.9	71.4	70.5	70.3	69.7	69.0

*A-1 : CO₂ : O₂ : N₂ → 3 : 2 : 95, DF-100, A-2 : CO₂ : O₂ : N₂ → 3 : 2 : 95, None
 B-1 : CO₂ : O₂ : N₂ → 6 : 4 : 90, DF-100, B-2 : CO₂ : O₂ : N₂ → 6 : 4 : 90, None
 C-1 : CO₂ : O₂ : N₂ → 0 : 3 : 97, DF-100, C-2 : CO₂ : O₂ : N₂ → 0 : 3 : 97, None
 D-1 : HDPE → DF-100, D-2 : HDPE → None
 E-1 : CPP → DF-100, E-2 : CPP → None
 F-1 : OPP → DF-100, F-2 : OPP → None

Table 6. Changes in hardness of fresh ginseng during CA and MA storage(Unit : kg/cm²)

Storage condition	Sample code	Storage time (week)							
		0	1	2	3	4	6	8	12
CA	A-1	5.43	5.45	5.60	6.25	6.60	7.19	5.93	5.75
	A-2	5.43	5.77	5.95	6.33	5.55	6.08	6.45	6.34
	B-1	5.43	5.25	5.09	6.57	5.99	5.56	5.97	5.69
	B-2	5.43	5.38	6.10	5.69	5.80	6.02	6.70	5.45
	C-1	5.43	4.97	5.43	5.26	5.85	5.95	6.12	6.37
	C-2	5.43	4.92	5.62	6.37	5.86	6.11	5.19	5.25
MA	D-1	5.43	5.21	5.90	5.39	6.09	5.77	5.72	5.67
	D-2	5.43	4.90	5.21	6.56	5.74	5.43	5.87	5.98
	E-1	5.43	5.40	5.57	6.50	5.46	5.99	6.37	5.36
	E-2	5.43	5.20	5.88	5.44	5.08	5.53	5.81	5.94
	F-1	5.43	5.11	4.93	6.19	6.60	6.37	5.99	5.91
	F-2	5.43	5.15	5.45	5.59	6.23	5.44	6.15	5.42

분함량이 2% 내외가 증가되는 것으로 나타남에서도 알 수 있다. 이러한 경향은 MA 저장에서도 볼수있었는데 D-1 및 D-2, E-1에서 보면 저장과정 중 큰 변화가 없었으나 저장 12주에는 약 1% 증가되어 일정한 경향을 찾을수 없었다. 따라서 저장기간에 따른 수삼의 수분함량 증감은 CA 및 MA 저장방법이나 저장 조건에서 기인된 것으로 판단하기 어려우며 시료수삼의 개체간 함량차이에서 온것으로 사료된다.

경도(hardness) 및 전단응력(shear stress) : 수삼의 CA 및 MA 저장에서 저장조건 및 저장기간이 수삼의 경도에 미치는 영향을 조사하기 위하여 CA 및 MA 처리조건에서 수삼을 저장하면서 경시적으로 시료를 채취하여 수삼의 경도변화를 조사한 결과는 Table 6 과 같다. 식물체의 조직변화는 손상부위를 통하여 미생물이 쉽게 오염되어 번식하고 미생물이 분비하는 세포벽 분해효소 및 자체의 자가분해 효소 등에 의

Table 7. Changes in shear stress of fresh ginseng during CA and MA storage

(Unit : kg/cm²)

Storage condition	Sample code	Storage time (week)							
		0	1	2	3	4	6	8	12
CA	A-1	6.83	6.29	6.05	7.12	7.12	6.45	6.69	8.60
	A-2	6.83	6.60	6.24	6.03	6.03	7.22	5.99	7.44
	B-1	6.83	6.32	6.30	6.74	6.74	6.72	5.66	8.24
	B-2	6.83	6.14	5.53	5.95	5.95	7.10	6.26	7.31
	C-1	6.83	7.61	5.17	5.41	5.41	7.14	6.43	8.76
	C-2	6.83	6.61	5.23	5.88	5.88	6.76	6.75	8.72
MA	D-1	6.83	6.75	5.38	6.06	7.86	6.75	6.79	7.76
	D-2	6.83	5.80	5.58	5.63	5.61	5.61	6.41	7.28
	E-1	6.83	5.75	6.11	6.74	5.58	6.06	6.04	8.51
	E-2	6.83	5.93	5.92	5.73	5.25	5.99	6.33	6.94
	F-1	6.83	6.55	5.33	6.63	5.09	7.15	6.35	8.06
	F-2	6.83	5.91	5.88	5.88	5.48	5.75	6.02	6.75

Table 8. Proximate analysis of fresh ginseng and red ginseng.

(Unit : % dry basis)

	Moisture	Crude protein	Crude fat.	Ash	Reducing sugar	Total sugar
Fresh ginseng	70.1	14.8	1.42	4.29	3.21	55.36
Red ginseng	9.9	13.6	1.94	4.49	11.65	60.12

하여 조직의 붕괴가 가속화된다. CA저장에 있어서는 수삼의 경도가 대체적으로 저장 3주까지는 다소 증가경향을 보이다가 4주째부터 감소하여 저장 12주째에는 저장초기의 경도를 유지하였으나 A-2, C-1구의 경우는 경도가 다시 증가하였으며 C-2구가 가장 낮은 것으로 나타났다.

MA저장에 있어서도 저장 3주까지 증가경향을 보였으나 8주, 12주에는 저장초기의 경도와 거의 유사하였다. 이러한 초기에 경도가 증가하는 경향은 Werner 등¹⁵⁾의 복숭아, 딸기, 살구 등의 저장시 조직의 경화가 일어난다고 한 보고와 같은 경향이며 수삼을 CA저장 및 냉장저장시 미세한 경도증가가 있었고 CA구보다는 냉장구에서 경도 증가폭이 크다고 한 이 등¹⁶⁾의 보고와 한국산 양다래를 CA저장시 대조구에 비하여 전 기간에 걸쳐 경도가 높은 값을 나타내었고 CO₂의 농도 2%와, 4%구에서 6%구에 비하여 경도 유지가 우수하다고한 이 등¹⁷⁾의 보고와도 같은 경향이었다.

CA저장 및 MA저장에서 저장조건 및 저장기간이 수삼의 전단응력(shear stress)에 미치는 영향을 조사한 결과는 Table 7과 같다. 전단응력은 CA저장 및 MA저장 방법이나 저장조건별로 8주까지는 모두 저

장기간에 따른 변화가 거의 나타나지 않았으나 12주째에는 모든 처리구에서 약간 증가하는 경향을 보여 CA저장이 MA저장보다 수삼의 외피손상방지에 효과가 있는 것으로 사료된다.

조직의 미세구조 : CA 및 MA저장에서 저장조건과 저장기간이 수삼의 내부조직에 미치는 영향을 조사하기 위하여 채취시료 수삼의 일정한 부위의 절단면을 주사현미경으로 500배 확대하여 비교관찰하여본 결과는 Photo 1~8과 같다. 채굴즉시 수삼 즉, 시료에서는 규칙적인 형태의 조직을 형성하고 과립이 다수 확인되었으나 CA 저장의 경우 B-1구의 4주 경과에서 보면 일정형태의 블록을 형성하고 일부에 과립상의 작은 입자들이 확인되었으며 8주, 12주로 시간이 경과하면서 과립이 다소 감소하는 경향을 보였으며 이 과립은 전분입자의 결집된 집합체로 추정되는 전분으로서 당화현상으로 일부가 감소되는데 기인하는 것으로 생각된다. MA저장의 경우 E-1구에서도 CA저장의 B-1구와 같은 경향을 보였다. 이러한 경향은 김 등¹⁸⁾이 polyethylene film을 사용하여 신고배를 5개월 동안 MA저장하면서 과육의 세포변화를 조사한 결과 저장 초기에는 간격이 거의 없이 밀집되어 있었으나 3개월 후에는 세포간극이 넓어져 있었고 5개월

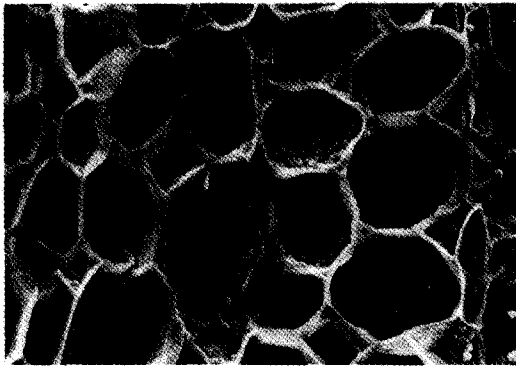


Photo 1.

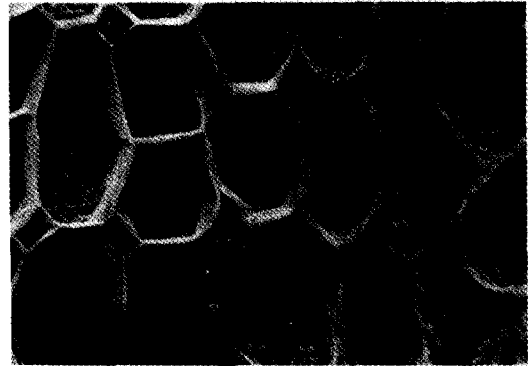


Photo 2.

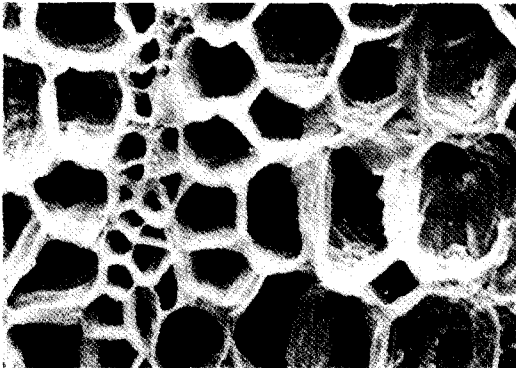


Photo 3.

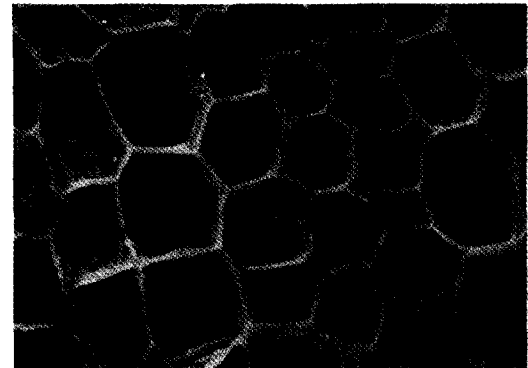


Photo 4.

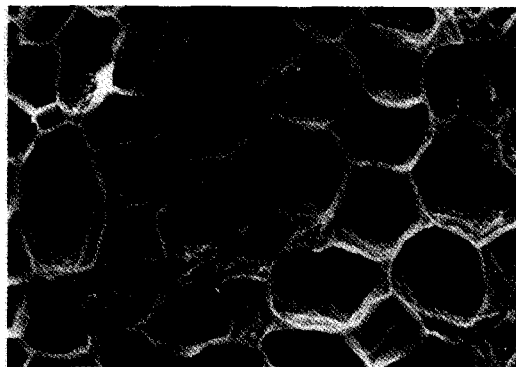


Photo 5.

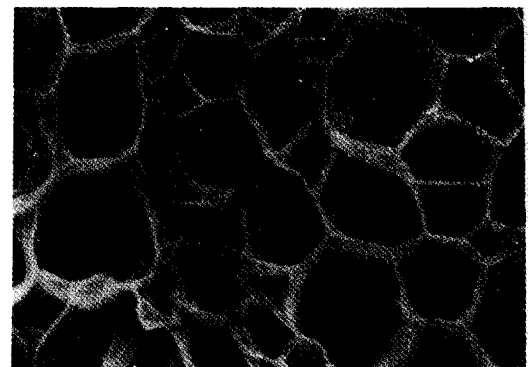


Photo 6.

Photo 1. Microstructure of fresh ginseng, **2.** Microstructure of fresh ginseng stored for 4 weeks under CA storage (B1), **3.** Microstructure of fresh ginseng stored for 8 weeks under CA storage (B1), **4.** Microstructure of fresh ginseng stored for 12 weeks under CA storage (B1), **5.** Microstructure of fresh ginseng, **6.** Microstructure of fresh ginseng stored for 4 weeks under CA storage (E1).

후에는 세포벽이 많이 붕괴되었다고한 결과와 변화 정도의 차이는 있으나 같은 경향인 것으로 사료된다.

2. 홍삼의 이화학적 특성변화

일반성분 : 채굴 직후의 수삼 즉 저장전 대조구로의

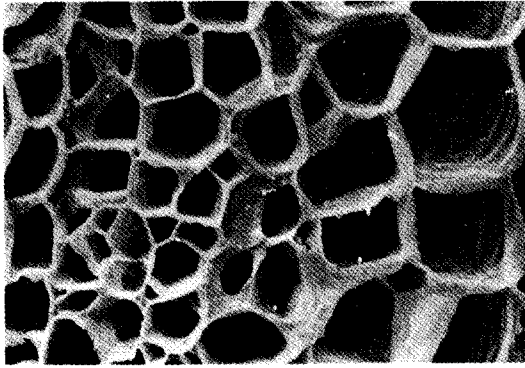


Photo 7.

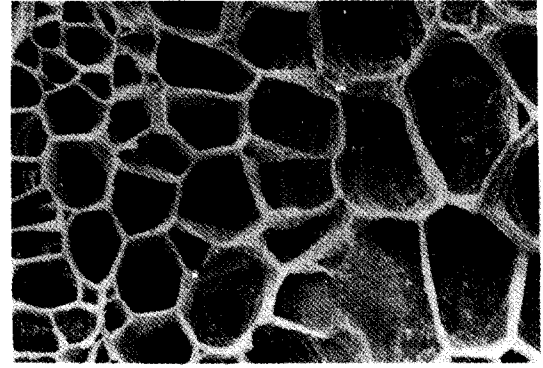


Photo 8.

Photo 7. Microstructure of fresh ginseng stored for 8 weeks under CA storage (E1), **8.** Microstructure of fresh ginseng stored for 12 weeks under CA storage (E1).

Table 9. Ginsenoside contents of red ginseng processed from fresh ginseng stored under CA storage

(Unit : %)

Ginsenoside	Control	B-1			B-2		
	0	4	8	12	4	8	12
Rb ₁	0.96	0.97	0.97	0.98	1.04	1.02	0.97
Rb ₂	0.36	0.35	0.37	0.38	0.40	0.39	0.37
Rc	0.38	0.38	0.38	0.39	0.41	0.41	0.39
Rd	0.18	0.19	0.22	0.21	0.19	0.20	0.20
Re	0.31	0.37	0.35	0.34	0.36	0.36	0.34
Rg ₁	0.34	0.39	0.37	0.37	0.38	0.37	0.36
Total	2.53	2.69	2.64	2.65	2.60	2.75	2.61
Crude saponin	4.92	5.42	5.45	5.43	5.88	6.04	6.00

Table 10. Ginsenoside contents of red ginseng processed from fresh ginseng stored under MA storage

(Unit : %)

Ginsenoside	Control	E-1			E-2		
	0	4	8	12	4	8	12
Rb ₁	0.96	1.04	1.07	1.03	1.05	1.04	1.00
Rb ₂	0.36	0.39	0.35	0.34	0.33	0.35	0.33
Rc	0.38	0.41	0.36	0.36	0.35	0.39	0.37
Rd	0.18	0.18	0.20	0.24	0.20	0.25	0.23
Re	0.31	0.33	0.32	0.33	0.33	0.35	0.33
Rg ₁	0.34	0.34	0.34	0.35	0.34	0.37	0.35
Total	2.53	2.69	2.64	2.65	2.60	2.75	2.61
Crude saponin	4.92	5.18	5.18	5.27	5.64	5.89	5.73

수삼을 원료로 홍삼을 제조한 다음 이를 시료로 일 반성분을 조사한 결과는 Table 8과 같이 수삼의 수

분함량이 70.1%에서 홍삼의 제조후 9.9%로 감소되 었으나 대건물비로 볼때 조단백, 조지방, 조회분, 총당

등의 일반성분에서는 큰 차이를 보이지 않았다.

조사포닌 조성 및 ginsenoside 패턴 : 수삼의 CA 및 MA저장 중 각 시료 처리구간의 조사포닌(crude saponin)의 함량변화와 ginsenoside 패턴을 조사한 결과는 Table 9, 10과 같다. CA저장에서 B-1구 및 B-2구의 경우는 Table 9와 같이 처리구간의 대조구 ginsenoside 총량에서는 다소 차이가 있으나 ginsenoside 개별로 보면 저장기간에 따라 큰 차이는 없었으며 조사포닌 함량에서는 B-1의 경우 4.92%에서 5.91% 범위로 다소 차이가 있는 것으로 나타났으나 이는 사포닌의 변이에서 오는 함량적 변화보다는 당류 등의 BuOH 용출량 증가에서 오는 것으로 보이며 ginseno-

side 개별수준 및 조성에서 보면 2.53%에서 12주 경과후 2.67%로 0.14%의 다소 증가를 보이나 4주 이후 12주까지는 거의 차이가 없는 것으로 나타나 B-1의 경우 초기 4주까지 변화이후 12주까지 아주 안정한 것으로 인정되었다. 그러나 B-2경우는 B-1보다 조사포닌 및 ginsenoside 개별 증가폭이 다소 높은 것으로 나타나 안정성이 미흡한 것으로 보였다. 한편 이를 TLC에 의한 패턴변이로 보면 Fig. 2 및 Fig. 3와 같이 차이가 없는 것으로 나타났다. CA 및 MA저장에서 12주 저장후 saponin pattern을 HPLC로 측정, 비교한 결과에서 보면 Fig. 4와 같이 표준품과 대조구에 비하여 거의 변화가 없는 것으로 나타나 CA 및



Fig. 2. TLC chromatogram of ginsenoside in red ginseng processed from fresh ginseng stored under CA and MA storage. *St : standard.
 0 : Control 1 : A1-12 2 : A1-12
 3 : B1-12 4 : B1-12 5 : C1-12
 6 : C1-12 7 : D1-12 8 : D1-12
 9 : E1-12 10 : E1-12 11 : F1-12
 12 : F1-12

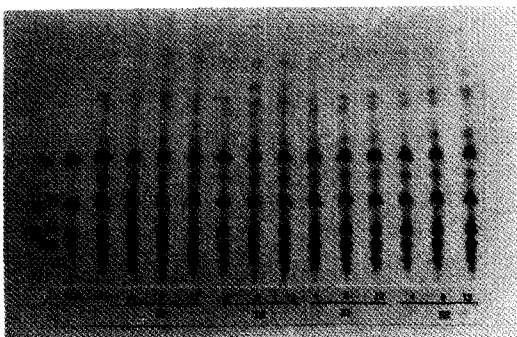


Fig. 3. TLC chromatogram of ginsenoside in red ginseng processed from fresh ginseng of different storage period.
 *M.G. : Major ginsenoside, C : Control.

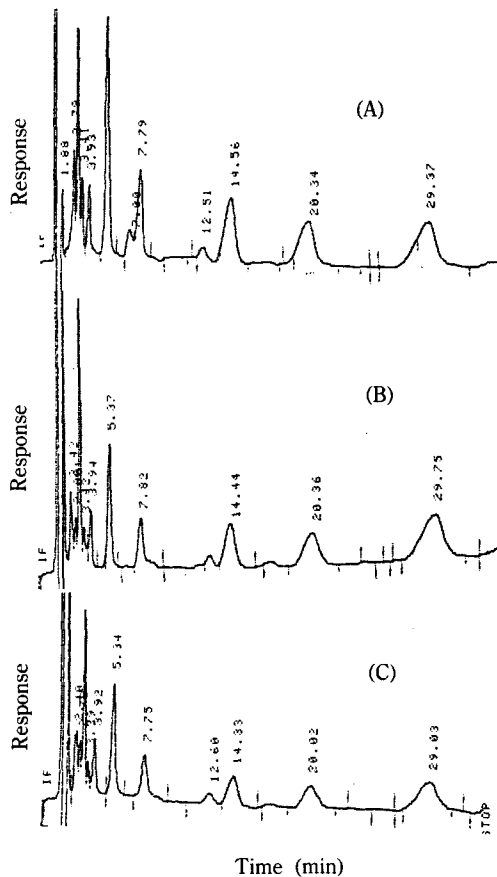


Fig. 4. HPLC chromatograms of ginsenoside in red ginseng processed from fresh ginseng (A), from fresh ginseng stored for 12 weeks under CA storage (B) and from fresh ginseng stored for 12 weeks under MA storage (C). CA storage and MA storage samples were from B₁ and E₁, respectively.

MA저장은 ginsenoside 수준에서도 안정함을 알 수 있었다. 또한 보존료처리 및 무처리간에는 유의차가 나타나지 않았다. 이 결과는 이 등¹⁶⁾이 CA저장시 수삼의 total saponin 함량이 크게 감소되어 주성분의 측면에서 홍삼제조에 부적당하다는 연구보고와는 다른 결과이나 저장시설, 저장온도 등 실험방법과 조건의 차이에서 오는 것으로 사료된다. 한편 장 등⁹⁾이 수삼을 저온저장하면서 동결건조인삼과 홍삼으로 제조하여 saponin 함량을 비교한 결과 홍삼은 저장초기 3주까지는 약간 증가하다가 그 이후는 변화가 없었다고 하였고 ginsenoside 함량도 Rg₁이 약간 증가하였고 그 외에는 변화가 거의 없었다고 한 보고와 이 등¹⁹⁾은 홍삼을 10년간 저장하면서 조사포닌 및 ginsenoside 함량을 조사한 결과 거의 함량의 변화없이 안정하였다고 한 보고를 종합하여 볼때 인삼의 saponin은 저장안정성이 매우 크다고 할 수 있다.

요 약

수삼의 적정 저장조건을 규명하고 이를 원료로 홍삼제조시 품질의 안정화를 이루기 위하여 4년근 채굴수삼으로 CA저장 및 MA저장을 이용하여 4±1℃ 조건에서 12주간 장기저장 하면서 0, 1, 2, 3, 4, 6, 8, 12주 간격으로 채취한 수삼과 이를 원료로한 홍삼에 대하여 외관품질 및 사포닌 조성을 조사하였다. 수삼의 외관품질은 CA저장의 모든 처리구에서 저장 12주까지 거의 변화없이 안정하였으나 MA저장에서는 E구(CPP)에서만 8주까지 안정하였고 보존료 처리구와 무처리구 간에는 큰 차이가 없었으나 상온에서 곰팡이의 발생억제 효과가 현저하였다. 수삼의 수분함량과 경도는 저장 12주까지 CA 및 MA저장처리 모든구에서 거의 변화가 없었다. 조직의 미세구조는 저장기간의 경과에 따라 세포막내의 과립입자가 다소 감소되는 경향을 보였다. 홍삼의 외관품질은 저장 4주까지는 모든 처리구에서 우수한 것으로 평가되었으나 저장기간 경과에 따라 백피, 옹피 등이 발생되고 색상이 흑갈색으로 진행되었다. CA저장에서는 B-1구(CO₂:O₂:N₂:6:4:90)가, MA저장에서는 E-1구(CPP)가 우수구로 평가되었다. 저장 수삼으로 제조한 홍삼의 조사포닌 함량은 CA 및 MA저장 방법이나

조건 및 저장기간에 따른 차이가 거의 없이 안정하였으며 Ginsenoside pattern은 개별함량 및 조성비에도 차이가 없었다. Rb₁ 함량은 B-1구(CO₂:O₂:N₂:6:4:90)에서 대조구의 0.96%에서 12주 저장후 0.98%이었으며 B-2구에서는 0.97%로 큰 차이가 없었다.

인 용 문 헌

1. 이광승, 도재호, 장진규, 노길봉, 이성계, 한중순, 임순빈 : 홍삼제품제조 가공기술개발. 인삼연구보고서, 제품분야, 한국인삼연초연구원, p.249 (1990).
2. 장진규 : 인삼제품. 식품연감, 농수축산신문사, p.577 (1993).
3. Metlitskii, L. V., Salkova, E. G and Volkind, N. L. : *Controlled Atmosphere Storage of Fruit*, Balkema, A. A. ed., Rotterdam, p.37(1986).
4. 박형우 : 고려대학교 박사학위 논문 (1994).
5. Anzueto, C. R. and Rizvi, S. S. H. : *J. Food Sci.*, **50**, 897 (1985).
6. Hotchkiss, J. H. : *Food Technol.*, **55**, 59 (1988).
7. 이양희, 김길환, 신현경, 백정기, 이 철 : 수삼의 장기저장법에 관한연구. 한국과학기술연구소 (1975).
8. Oh, H. I., Noh, H. W., Do, J. H., Kim, S. D. and Hong, S. K. : *Korean J. Ginseng Sci.*, **5**(2), 87 (1981).
9. 장진규 : 경상대학교 박사학위 논문 (1991).
10. 이양희, 김길환, 신현경, 백정기, 정 황 : 수삼의 장기저장법에 관한 연구. 한국과학기술연구소 (1976).
11. 한국담배인삼공사 : 홍삼제조 GMP기준서 (1989).
12. Joslyn, M. A. : *Method in Food Analysis* (2nd edition), Academic Press (1986).
13. Ando, T., Tanaka, O. and Shiabta, S. : *Syoyakugaku Zasshi*, **25**(1), 28 (1971).
14. Hong, S. K., Park, E. K., Lee, C. Y. and Kim, M. U. : *Yakhak Hoeji* **23**, 245 (1979).
15. Werner, R. A., Hough, F. and Frenkel, C. : *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, **103**, 90 (1978).
16. 이성우, 김광수 : 한국식품과학회지 **11**(2), 131 (1979).
17. 이세은, 김동만, 김길환, 이 철 : 한국식품과학회지 **21**(6), 869 (1989).
18. 김영명, 한대석, 오탈광, 박관화, 신현경 : 한국식품과학회지 **18**(2), 130 (1986).
19. 이광승 : 한양대학교 박사학위논문 (1990).