

Effects of Low Storing Temperature on Respiration Rate and Internal Quality of Fresh Ginseng (*Panax ginseng* C. A. Meyer)

Hee-Su Kim¹, Seok-In Hong¹, Moon-Cheol Jeong¹, Gun-Hee Kim² and Dongman Kim^{1*}

¹Korea Food Research Institute, Seongnam 463-746, Korea

²Department of Food & Nutrition, Duksung Women's University, Seoul 132-714, Korea

저온저장 온도가 수삼(*Panax ginseng* C. A. Meyer)의 호흡률 및 내적 품질에 미치는 영향

김희수¹ · 홍석인¹ · 정문철¹ · 김건희² · 김동만^{1*}

¹한국식품연구원

²덕성여자대학교 식품영양학과

Abstract

As a serial study to investigate optimum storing temperature of fresh ginseng (*Panax ginseng* C. A. Meyer), the respiration rate and internal quality of the ginseng was compared during storage for 16 weeks at -3°C, -1.5°C and 0°C. At initial storage period, respiration rate of fresh ginseng was lower at lower temperature, but thereafter it was negligible. Changes in the firmness of fresh ginseng were not significantly different by the storage temperature. The soluble solids content in fresh ginseng was rapidly increased in the early part of storage, and fresh ginseng stored at a lower temperature had a lower content of soluble solids. The iodine-stained color for starch of the main root was rapidly changed for 4 weeks, and L value of the color was the highest in the center, followed by the cambium and the cortex. pH were a little change depending upon the storage temperature, and as a whole, pH was the lowest at -3°C, followed by -1.5°C and 0°C. Although the content of crude saponin tended to somewhat increased as the storage period passed, the effect of storage temperature on changes in the content was not clear. In the sensory evaluation of 'unique flavor' of fresh ginseng using 5 point scale, higher than 3 point was marked for 8 weeks at -3°C, 14 weeks at -1.5°C and 16 weeks at 0°C during storage ($p < 0.05$).

Key words : ginseng, storage, storage temperature, quality, saponin, respiration rate

서 론

인삼은 우리나라, 중국 및 북아메리카 등지에서 생산되고 있으며, 수천 년간 보혈 강장제로 사용되어 왔다. 이중 고려인삼(*Panax ginseng* C. A. Meyer)은 품질이 가장 우수하여 세계적으로 인정받고 있는 우리나라의 대표적인 특산품이다(1-2). 그러나 최근 미국 및 중국 인삼이 낮은 가격으로 보급되어 고려인삼의 국내외적 경쟁력이 약화되고 있다. 미국삼은 백삼으로 가공되어 인삼의 주 소비지인 중국을 비롯한 화교권 국가에서의 시장 점유율이 계속 증가하고 있으며, 중국삼도 홍삼으로 가공되어 이미 고려홍삼

의 2~5배 정도가 동남아시아로 수출되고 있다(1). 따라서 국내 인삼의 안정적 생산과 수출시장 확대 및 부가가치 제고를 위해서는 중국삼 등에 비하여 상대적으로 가격이 고가인 고려인삼의 경쟁력 향상을 위한 백삼이나 홍삼제품의 기술개발과 함께 수삼의 소비확대가 필요하다(3). 수삼은 가공공정을 거치지 않은 신선한 원물 형태로 유통되는 삼으로, 유통기간이 비교적 짧기 때문에 대부분 국내에서 소비되고 있다. 그러나 중국 및 일본 등 일부지역에서도 수삼에 대한 인식이 새로워져가고 있으며, 수삼의 소비촉진을 위한 다양한 조리법 및 장기 보존할 수 있는 유통기술의 개발 시 대량 수출의 가능성도 있다.

수삼은 수확 후에도 생물체로서의 고유한 특성을 유지하기 때문에 한계온도 범위 이상에서는 저장온도가 낮을수록

*Corresponding author. E-mail : dmkim@kfri.re.kr
Phone : 82-31-780-9140, Fax : 82-31-780-9165

호흡작용이 억제되고 미생물에 의한 변질도 적기 때문에 선도를 연장할 수 있으나, 한계온도 이하에서는 수삼이 생리장해를 입게 되어 냉해가 발생하는 등 품질이 손상될 수 있으므로 수삼의 신선도 연장을 위한 저장 시 적절한 저장온도의 설정은 매우 중요한 요인이지만 이에 대한 체계적인 접근은 미흡한 실정이다.

수삼의 선도연장을 위한 연구로는 CA 및 MA저장과 관련된 것이 대부분으로 이를 통해 중량 감소, 외관적 품질향상, 경도 및 전분함량 변화 등을 감소시킬 수 있다고 보고되었다(4-7). 이밖에도 수삼의 저장과 관련된 연구로는 Jang 등(7)이 수삼을 4°C에서 저장하면서 동결 건조 인삼을 제조 하였던 바 저장초기부터 수분감소로 인한 표면의 수축이 발생하였다고 보고하였고, 또한 Nahmgung 등(8)이 수삼에 빙점 강하제를 사용하여 -2°C에 저장하면서 이를 0°C 및 5°C에서 저장한 수삼과 비교하였던바 호흡률 억제와 부패율 및 중량감소를 감소 등의 효과에 의하여 0°C 및 5°C에 저장한 경우에 비하여 각각 2배와 3배정도 저장성을 연장할 수 있었다는 보고를 하였으나 이는 특정 처리가 수삼의 선도 연장에 미치는 영향에 관한 연구로서 수삼의 저장 온도가 품질에 미치는 영향에 대한 연구는 아직 미흡하다. 수삼의 선도연장 연구에 적용된 저장온도는 0°C(1,6,9-10), 2°C(11) 및 4°C(6,12-14) 등이며, '수확 후 관리기술 요람'(15)과 '농업기술종합정보'(16)에서는 수삼의 적정 저장 온도로 각각 0°C와 3~8°C를 제시하고 있다. 또한 실제 수삼을 저장하고 있는 주요 산지 저장업체 등은 -2~3°C로 설정하고 있어 수삼의 적정 저장온도에 대한 체계적인 검토가 필요한 것으로 판단된다(17).

따라서 본 연구는 수삼의 적정 저장온도 설정을 위해 수행한 '저장온도가 수삼의 저장 중 품질에 미치는 영향 연구'의 일환으로 수삼의 빙결점인 -1.7~-1.8°C(5,8) 온도 부근인 -1.5°C를 중심으로 수삼 저장업체 등이 현장에서 적용하고 있는 -3°C, 그리고 신선 농산물의 선도 연장을 위해 일반적으로 적용하고 있는 0°C에서 각각 수삼을 저장하면서 저장온도에 따른 호흡률, 경도, 사포닌 함량 등 수삼의 일반적 내적 품질인자의 변화를 조사하였던 바 그 결과를 보고한다.

재료 및 방법

재 료

실험에 사용한 수삼(*Panax ginseng* C. A. Meyer)은 2010년 10월 28일 충청북도 음성에서 수확한 4년 근으로 개체당 중량은 약 55±5 g 정도인 수삼만 선별한 후 0.1 mm 두께의 PE Film이 lining 처리된 20 kg 플라스틱 박스에 담아 상부를 밀봉하지 않고 살짝 덮은 상태로 수확직후 실험실로 이송하였다. 이송된 수삼은 외관 상태와 모양이

균일한 것만을 선별하여 0.05mm 두께의 PE필름 봉투에 4개씩 소분한 후 상부를 한번 접어 스테이플러로 밀봉 후 20kg 플라스틱 상자에 담아 편 코일식 증발기가 설치된 저장실에 입고하였으며 각 저장실의 온도는 각각 -3°C±0.4, -1.5°C±0.3, 0°C±0.3로 유지되었다.

분 석

호흡률

일정량의 수삼을 호흡률 측정용 밀폐용기에 넣고 일정시간 방치하면서 주기적으로 용기 내 탄산가스 농도를 gas chromatography (GC-14A, Shimadzu, Kyoto, Japan)를 이용하여 분석한 후 이를 이용하여 호흡률을 산출하였다(18). GC의 분석조건은 detector: TCD, Column: CRT-I(Alltech Co., column temp.: 35°C, injector temp.: 60°C, detector temp.: 60°C, carrier gas: He(50 mL/min)이었다.

경도

표면이 거칠지 않고, 세균이 자라지 않은 수삼의 주근 정 가운데 부위를 택하여 puncture test (Texture Analyzer, TAXT@, Stable Micro System, England)방법(19)에 준하여 경도를 측정하였다. 측정에 사용한 plunger의 직경은 3mm 이고, 90% stain을 적용하였다. 측정치는 수삼 내부 조직의 특성을 고려하여 plunger가 측정부위 표면으로부터 내부로 침투 시 나타낸 첫 번째 peak값과 두 번째 peak값 및 세 번째 peak값으로 나타내었다.

가용성 고형분 함량

수삼 전 부위를 분쇄(SQ-205, Iljin Electronics, Korea)한 후 3점의 거즈로 착즙하여 굴절계(PR-32a, Atago Co. Ltd., Japan)를 사용하여 가용성 고형분 함량을 측정하였다.

요오드 발색 색도

표면이 거칠지 않고, 세균이 자라지 않은 수삼의 주근 중앙 부위를 1 cm 두께로 잘라내어 요오드-요오드화칼륨 용액에 1분간 담가 발색시킨 후, 절단면의 색상을 중심부위, 형성층, 피층으로 분류하여 Chroma meter (CR-400, Konica Minolta Sensing, Inc, Japan)로 각각 L, a, b 값을 측정하였고 이 값을 이용하여 절단면 전체의 L, a, b 을 산출하였다. 절단면 전체의 L, a, b값은 각 부위의 L, a, b값의 평균치로 나타내었으며 ΔE값은 저장 초기 L, a, b값에 대한 저장 후 값의 차이를 이용하여 산출하였다(20).

pH

수삼의 전 부위를 파쇄(SQ-205, Iljin Electronics, Korea)한 후, 3점의 거즈로 착즙하여 Active Titrator(TA-70, DKK-TOA Co, Japan)로 pH를 측정하였다.

조 사포닌 함량

조 사포닌 함량은 Ando 등(21) 과 Namba 등(22)의 방법에 준하여 분석하였다. 수삼을 동결 건조한 후 분쇄하여 이중 5 g을 추출수기에 옮겨 담고 50 mL의 수포화부탄올을 첨가하여 80℃에서 3시간 동안 3회 반복 추출한 후 여과지(Whatman No.2, Whatman International Ltd, England) 로 여과하였다. 여액은 250 mL 분액여두에 옮기고 50 mL의 증류수를 가한 후 미리 항량을 측정된 농축수기에 증류수를 제외한 부탄올 층을 옮겨 담아 감압 농축하였고, 이에 50 mL 에테르를 가하여 36℃에서 30분간 추출하였다. 추출 후 농축수기의 잔사를 105℃에서 30분간 건조한 후 얻어진 건조물의 중량을 측정하여 조사포닌 함량으로 하였다.

관능적 품질

관능적 평가항목은 맛과 향으로 5점 척도(5점: 매우 좋음, 4점: 좋음, 3점: 보통, 2점: 나쁨, 1점: 매우 나쁨)를 사용하여 8명의 사전 훈련된 패널이 평가한 후 평균값과 표준편차로 나타냈다.

통계분석

수삼의 각 항목별 분석 결과는 최소 3회 이상의 반복 실험을 통하여 얻은 분석치의 평균값 및 표준 편차 값으로 나타내었으며, 요오드 발색 색도와 관능검사 결과의 통계 분석은 SAS (Statistical Analysis System, SAS Institute Inc, USA)로 ANOVA 검정과 Duncan's multiple range test 방법을 이용하여 평균값 간에 유의성을 유의수준 $p < 0.05$ 에서 검정하였다.

결과 및 고찰

호흡률 변화

온도에 따른 저장 중 수삼의 호흡률을 측정하는 바 그 결과는 Fig. 1과 같다. 호흡률은 저장 초기에 급격히 감소한 후 저장기간이 경과함에 따라 완만하게 감소하는 경향을 나타냈다. 저장처리 직후 수삼의 호흡률은 2.96 mL CO₂/kg·hr이었으나 저장 1주후 -3℃에서 저장한 수삼의 경우 0.61 mL CO₂/kg·hr이었고, -1.5℃와 0℃에서 저장한 수삼도 각각 0.69 mL CO₂/kg·hr와 0.58 mL CO₂/kg·hr로 급격히 감소하였다. 이후 수삼의 호흡률은 서서히 감소하여 저장 4주후 -3℃에서 저장한 수삼의 호흡률은 0.34 mL CO₂/kg·hr이었고, -1.5℃에서 저장한 수삼은 0.39 mL CO₂/kg·hr이었으며, 0℃에서 저장한 수삼은 0.41 mL CO₂/kg·hr 수준으로 저장온도가 낮을수록 호흡률이 낮은 경향을 보였다. 이는 저장종료시점인 저장 16주 후까지 유사한 경향을 보여 0℃에서 저장한 수삼의 호흡률이 0.19 mL CO₂/kg·hr로 가장 높았고, 다음은 -1.5℃에서 저장한 수삼으로 0.15 mL CO₂/

kg·hr이었으며, -3℃에서 저장한 수삼은 가장 낮은 0.12 mL CO₂/kg·hr이었으나 그 차이는 미미하였다. 수삼의 호흡이 저장 1주후부터 급격히 감소된 원인으로는 수확이전의 호흡작용과 더불어 수확 후 취급 중 물리적 스트레스 등에 의하여 수확직후에는 체내 대사 작용이 활발하였으나 저온에서 저장기간이 경과할수록 대사 작용이 안정화되어감에 따라 생체유지를 위해 필요한 에너지 요구량이 낮아졌기 때문인 것으로 사료된다(23). 수삼의 호흡과 관련된 연구로 Kim 등(5)이 수삼을 0℃, 5℃, 10℃ 및 20℃에서 방치하여 각각의 호흡률 측정한 결과 0℃에서는 4.94 mL CO₂/kg·hr 이었다고 보고하였으며. 또한 Kim 등(1)은 수삼을 0℃에서 저장하면서 저장기간에 따른 호흡률을 조사하였던바 저장 초기에 비하여 수삼의 호흡률이 저장기간이 경과할수록 점점 감소하여 저장 90일후에는 50%이상 낮은 값을 나타내었다고 보고하였다.

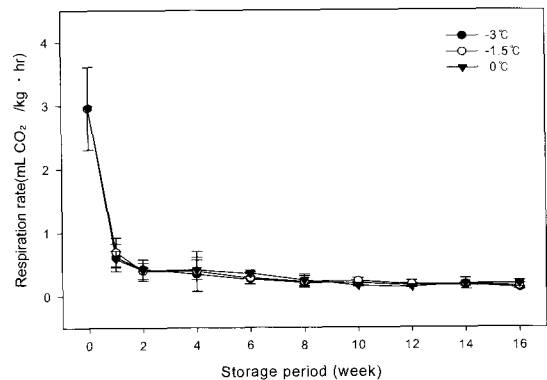


Fig. 1. Changes in respiration rate of fresh ginseng during storage at different temperature.

경도의 변화

수삼의 주근 한가운데 부위를 texture analyser의 plunger 로 표면에서부터 중심부까지 관통시켜 표피층과 형성층 및 중심부에서 나타난 peak값의 변화를 나타낸 바 그 결과는 Fig. 2와 같다. 수삼의 초기 경도는 표피층에서부터 중심부로 들어갈수록 높은 경향을 보였는데, 수삼의 저장 중 전반적인 경도의 변화를 보면 수삼의 표면부위 경도는 증가하였고, 수삼의 표피층과 중심부의 중간부위는 일정 기간까지 감소한 후 다시 증가하는 경향을 보였으나 초기치 보다는 낮은 수준이었으며, 중심부위는 전반적으로 감소하는 경향을 보였다.

수삼 주근의 경도를 peak 별로 비교하면 표피층에서 나타난 첫 번째 peak의 경우 초기 경도는 3,155 gr이었으나 저장기간이 경과함에 따라 점차 증가하여 저장 4주후 경도는 3,491~ 3,537 gr이었으며 저장온도에 따른 차이를 보이지 않았다. 이후 지속적으로 증가하는 경향은 보였으나 저장 종료시점인 16주후 저장온도에 따른 차이는 미미하였다. 수삼의 표피와 중심부 중간에 나타난 두 번째 peak의

초기경도는 3,641 gr이었으나 저장기간이 경과함에 따라 감소하는 경향으로 저장온도별 차이는 저장종료시점인 16주후 -3℃에서 저장한 수삼의 경도가 3,391 gr이었고, -1.5℃에서 저장한 수삼은 3,305 gr이었으며, 0℃에서 저장한 수삼은 3,498 gr로 유사한 수준이었다. 중심부위에서 나타난 세 번째 peak의 초기 값은 3,812 gr이었으나 이후 지속적으로 감소하여 실험종료시점인 저장 16주후 -3℃에서 저장한 수삼은 3,492 gr이었고, -1.5℃와 0℃에서 저장한 수삼은 각각 3,565 gr과 3,445 gr로 감소하였다. 전반적으로 수삼의 경도

는 저장온도에 따라 차이는 보이지 않았으나 저장기간이 경과됨에 따라 표피층에서 나타나는 첫 번째 peak는 증가하는 경향을 보였는데, 이는 수삼의 저장 중 표면 부위의 수분 손실로 인한 표면 경화가 발생하였기 때문이며, 형성층에서 나타나는 두 번째 peak와 중심부의 세 번째 peak는 감소하였는데 이는 저장 중 전분 및 세포벽을 이루는 성분의 변화에 기인하였기 때문인 것으로 판단된다.

가용성 고형분 함량의 변화

수삼의 저장 중 저장온도에 따라 가용성 고형분 함량이 변화되는 양상을 조사한 바 그 결과는 Fig. 3과 같다. 저장기간에 따른 가용성 고형분 함량변화를 비교하면 초기값은 14.9 °Brix이었으나 저장기간이 경과됨에 따라 지속적으로 증가하여 저장 6주후 -3℃와 -1.5℃에서 저장한 수삼은 각각 22.3 °Brix와 24.4 °Brix이었고, 0℃에서 저장한 수삼은 23.4 °Brix이었다. 그러나 수삼의 가용성 고형분 함량은 저장 8주후부터 변화가 거의 없는 것으로 나타나 저장종료시점인 16주후에는 -3℃에서 저장한 수삼이 21.8 °Brix, -1.5℃에서 저장한 수삼은 24.8 °Brix, 0℃에서 저장한 수삼은 23.9 °Brix로 유사한 수준이었다. 저장기간에 따른 가용성 고형분 함량의 변화는 전반적으로 저장 초기에 급격히 증가하다가 저장 6주후부터 변화추세가 완만하였고, 이러한 경향은 저장종료시점인 16주까지 지속되었고, 저장 온도별로는 -3℃에서 저장한 수삼의 함량 변화가 가장 적은 것으로 나타났다. 저장 중 수삼의 가용성 고형분의 증가는 수삼에 함유된 전분이 분해되어 가용성 저분자 물질로 전환되었음을 의미한다. 수삼의 가용성 고형분 중에는 sucrose가 차지하는 비중이 매우 높는데, Yun (24)이 수삼을 0℃에서 CA저장시 가용성 당 성분 중 sucrose 함량이 대조군의 경우 저장 1개월에 급격히 증가하였으나 이후 저장기간이 경과함에 따라 소폭 감소하는 경향을 보였고, CA처리군은 저장기간이 경과함에 따라 서서히 증가하는 경향을 보였다고 보고하였으며, 이는 본 연구결과와 일부 유사하였다.

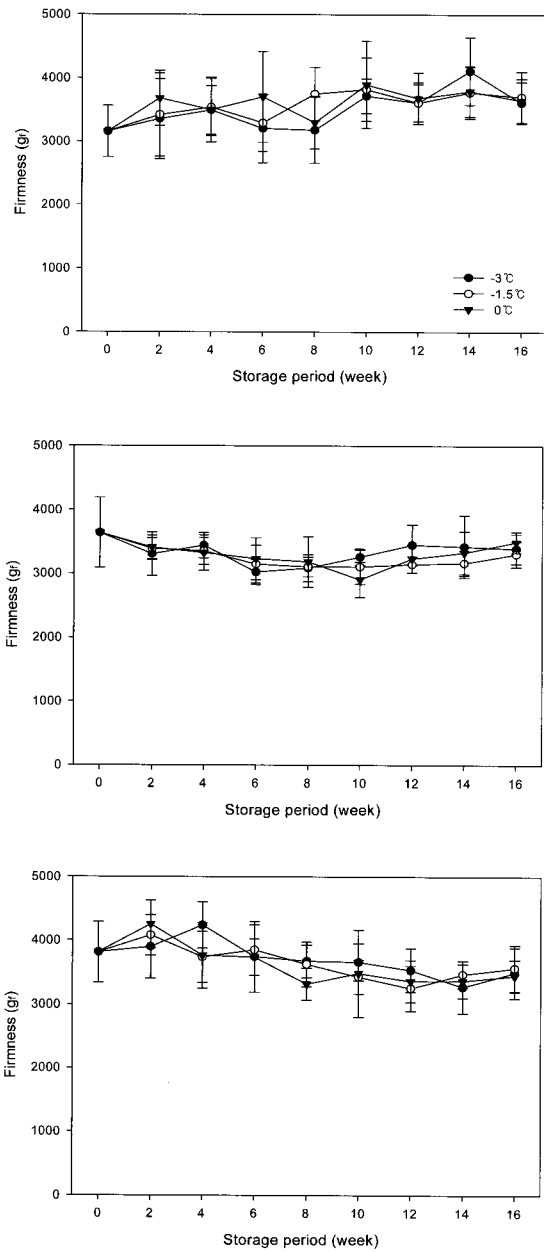


Fig. 2 Changes in firmness of main root of fresh ginseng during storage at different temperature. (Top; peak 1, epidermis, Middle; peak 2, cambium, Bottom; peak 3, cortex)

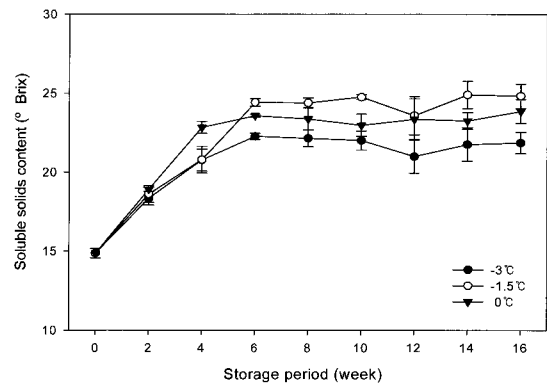


Fig. 3 Changes in soluble solids content of fresh ginseng during storage at different temperature.

요오드 발색 색도의 변화

전분함량을 신속하게 정성적으로 비교하기 위해 이용되는 전분-요오드 테스트방법(24)을 적용하여 수삼의 저장 중 전분함량의 변화를 정성적 조사하였다. 이를 위하여 수삼의 주근 일정 부위를 절단하여 요오드-요오드화칼륨 용액에 침지 발색시킨 후 L, a 및 b값과 ΔE값을 구하였던 바 그 결과는 Table 1과 같다. 요오드 발색에 의해 나타난 ΔE값 즉, 저장 초기의 L, a 및 b값과 저장 중 L, a 및 b값을 이용하여 산출한 색도차이 값은 저장 4주후까지 급격히 증가하였으나 이후 서서히 감소하는 경향을 보였다. 요오드 발색에 의한 저장 중 L값 변화를 보면 저장 초기부터 저장 4주까지 지속적으로 감소하다가 저장 6주후부터 다시 증가하는 경향을 보였고, a값은 저장기간이 경과함에 따라 지속적으로 감소하였다. b값은 저장 4주까지 증감을 보이다가 이후 전반적으로 증가하는 경향이였다. 저장온도에 따른 요오드 발색에 의한 ΔE값을 보면 저장 2주후, 0℃에서 저장한 수삼이 6.38로 가장 변화가 심하였고, 그 다음은 -1.5℃에서 저장한 수삼으로 4.88이었으며, -3℃에서 저장한 수삼은 3.94로 가장 변화가 적은 것으로 나타나 저장온도에 따른 차이가 다소 발생하였으나 이 이후부터 저장 종료 시점까지 저장온도에 따른 차이는 나타나지 않았다(p < 0.05).

전분함량은 과일의 경우 속도와 밀접한 관계(25,26)가 있으며 수삼의 경우 가공성 등에 영향을 미친다(24). 전분함량의 정량분석을 위해서는 복잡한 절차와 시간이 소요됨에 따라 전분-요오드 반응을 이용한 정성적인 방법이 이용되고 있는데 전분함량과 전분 요오드 반응 시 나타나는 색상과의 관계를 통하여 전분함량을 신속하게 계량화하기 위한 연구로 Kim 등(28)은 무 조직을 호화시킨 후 요오드 반응에

의해 나타난 색상의 L, a 및 b값을 색차계로 측정 한 후 이들 각 측정치와 전분함량과의 상관관계를 조사한 결과 전분의 함량이 높을수록 b값이 감소하는 역의 상관관계를 있음을 보고하였다.

pH변화

저장온도에 따른 수삼의 저장 중 pH 변화를 조사하였던 바 Fig. 4에서와 같이 저장기간이 경과됨에 따라 일정기간까지는 pH가 감소하였으나 이후 다시 소폭 증가하는 경향을 보였다. 수삼의 초기 pH는 5.97이었으나 이는 저장 4주까지 감소하는 경향을 보였고, 이후부터 저장 12주까지는 다시 소폭 증가하여 -3℃에서 저장한 수삼은 5.63이었고, -1.5℃에서 저장은 수삼은 5.72이었으며, 0℃에서 저장한 수삼은 5.75로 나타났다. 이후부터 저장종료시점인 저장

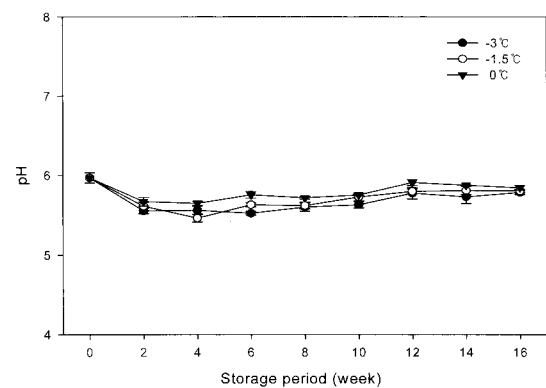


Fig. 4 Changes in pH of fresh ginseng during storage at different temperature.

Table 1. Changes in iodine-stained color values of main root of fresh ginseng during storage at different temperature

Storage temperature		Storage period (week)								
		0	2	4	6	8	10	12	14	16
0℃	L	38.96±5.28 ^{abA}	34.16±1.61 ^{edD}	29.78±3.27 ^{heE}	31.08±2.08 ^{shE}	37.95±2.55 ^{bcAB}	35.31±1.89 ^{deCD}	34.42±2.32 ^{edD}	37.23±2.30 ^{bcAB}	37.39±4.34 ^{bcAB}
	a	4.60±0.33 ^{abA}	3.32±0.42 ^{bcB}	0.99±0.31 ^{dcC}	0.03±0.03 ^{efD}	-0.56±0.70 ^{klmF}	-0.13±0.21 ^{fghijD}	-0.44±0.40 ^{ijklE}	-0.40±0.3 ^{ijklmE}	-0.55±0.34 ^{klmF}
	b	-4.80±1.27 ^{bcC}	-2.49±1.53 ^{hijB}	-5.23±1.47 ^{bcC}	-4.17±1.59 ^{klC}	1.59±2.17 ^{aA}	-2.44±0.89 ^{hijB}	-1.87±1.70 ^{ghiB}	-1.42±0.49 ^{fghiB}	-1.94±2.15 ^{ghiB}
	ΔE	0.00 ^F	6.38 ^{neE}	10.81 ^{abA}	10.01 ^{bcB}	8.46 ^{bcC}	7.04 ^{mdD}	8.04 ^{bcC}	6.63 ^{deE}	6.43 ^{deE}
-1.5℃	L	38.96±5.28 ^{abA}	35.31±1.74 ^{deC}	30.22±3.17 ^{heE}	32.96±1.99 ^{fgD}	30.48±2.33 ^{heE}	38.67±1.89 ^{abcAB}	37.33±1.76 ^{bcBC}	38.27±2.69 ^{abcAB}	40.40±2.45 ^{aA}
	a	4.60±0.33 ^{abA}	3.79±0.36 ^{bcB}	0.48±0.43 ^{bcC}	-0.40±0.15 ^{ijklmEF}	-0.11±0.25 ^{fghideE}	0.14±0.45 ^{efgD}	-0.54±0.07 ^{ijklmFG}	-0.76±0.14 ^{mgG}	-0.11±0.09 ^{fghideE}
	b	-4.80±1.27 ^{bcC}	-3.56±0.90 ^{hijE}	-4.62±1.82 ^{IEF}	-2.11±1.04 ^{hijD}	-4.36±1.31 ^{IEF}	-0.16±1.73 ^{defBC}	1.48±0.87 ^{abA}	0.57±1.67 ^{bcdeAB}	-0.94±1.07 ^{efghC}
	ΔE	0.00 ^F	4.88 ^{IE}	10.59 ^{abA}	9.02 ^{bcB}	10.60 ^{abA}	6.57 ^{bdD}	8.53 ^{bcB}	7.78 ^{bcC}	6.11 ^{sdD}
-3℃	L	38.96±5.28 ^{abA}	36.64±2.25 ^{cdBC}	29.69±2.7 ^{hfF}	32.75±1.08 ^{fgE}	35.11±3.13 ^{deCD}	37.74±1.91 ^{bcAB}	33.92±0.99 ^{deDE}	37.77±1.86 ^{bcAB}	37.75±2.78 ^{bcAB}
	a	4.60±0.33 ^{abA}	3.65±0.46 ^{bcB}	0.01±0.26 ^{fghCD}	0.23±0.49 ^{efC}	-0.84±0.14 ^{mfF}	-0.20±0.43 ^{hijklDE}	-0.53±0.37 ^{ijklmEF}	-0.13±0.17 ^{fghijD}	-0.29±0.20 ^{hijklDE}
	b	-4.80±1.27 ^{bcC}	-2.91±0.72 ^{ijklC}	-3.62±1.90 ^{klCD}	-0.41±2.33 ^{defgAB}	0.76±2.14 ^{abcdA}	0.67±1.93 ^{bcdeA}	0.60±0.80 ^{bcdeA}	0.06±0.68 ^{bcdefAB}	-0.88±1.45 ^{defghB}
	ΔE	0.00 ^F	3.94 ^{ueE}	11.31 ^{aA}	9.51 ^{bcB}	9.17 ^{bcB}	7.61 ^{bcC}	9.59 ^{bcB}	7.13 ^{bcC}	6.65 ^{ndD}

¹⁾Values are means±standard deviation. Means with the same alphabet in each column and row are not significantly different at p<0.05 using Duncan's multiple range test.

16주후까지는 거의 유사한 수준이었다. 저장온도에 따른 pH 변화를 살펴보면 0℃에서 저장한 수삼의 pH 변화가 가장 적었고, 다음은 -1.5℃이었으며, -3℃에서 저장한 수삼이 변화가 비교적 큰 것으로 나타났다. 수삼의 저장 중 저장 온도가 낮을수록 pH 변화가 컸는데 이는 저장 온도가 낮을수록 수삼의 온도에 대한 스트레스가 커짐에 따라 유기산 등 전해질 성분의 축적 정도가 비교적 크게 변하였기 때문인 것으로 판단된다(17).

조사포닌 함량 변화

수삼의 주된 약리 성분인 인삼사포닌의 저장온도에 따른 함량 변화를 조사한 바 그 결과는 Fig. 5와 같다. 초기 수삼의 조사포닌함량은 건물 당 3.68%이었으나 저장 4주후 저장 초기에 비해 약간씩 높은 값을 보였고, 저장 12주 후에는 -3℃에서 저장한 수삼이 4.21%, -1.5℃와 0℃에서 저장한 수삼은 각각 3.69%와 4.11%로 다소 증가한 것으로 나타났다. 그러나 실험종료시점인 저장 16주후에는 -3℃에서 저장한 수삼이 3.58%이었고, -1.5℃와 0℃ 저장수삼은 각각 3.80%와 3.75%로 나타나 저장 초기와 유사하거나 약간 높은 수준을 보였다. 전반적으로 저장온도에 따른 수삼의 저장 중 조사포닌 함량의 변화를 보면 -3℃와 0℃에서 저장한 수삼은 저장 12주후까지는 초기 함량에 비해 약간 높은

수준을 유지하였으나 저장 말기에는 초기 함량과 유사한 수준을 보였고 -1.5℃에서 저장한 수삼은 저장 중 약간의 증감은 있었지만 전 저장기간 중 거의 초기치와 유사한 수준을 유지하였다. 수삼의 저장 중 조사포닌 함량과 관련된 연구로 Oh 등(29)은 6년근 수삼을 4℃에서 CA 저장 시 사포닌함량은 저장기간이 증가할수록 감소하였으나 ginsenoside Rf, Rd, Rc, Rb는 저장 1개월째에 증가하였다고 보고하였고, Yun (24)은 수삼을 0℃에서 CA저장 시 주요 ginsenoside 함량은 저장 기간이 경과할수록 감소하였으나 대조구에 비해 CA 저장 인삼은 비교적 감소폭이 적었다고 보고하였다. 한편 Kim 등(11)은 저장기간 및 온도를 달리하여 저장한 수삼으로 제조한 홍삼의 품질 및 이화학적 특성을 비교한 결과 저장 중 ginsenoside 함량변화는 시료간의 차이가 있을 뿐 저장조건에 따른 변화가 없었다고 보고하였다.

관능적 품질 변화

수삼의 온도에 따른 저장 중 ‘고유의 향’과 ‘고유의 맛’을 관능적으로 평가한 결과는 Table 2와 같다. 저장 초기에는 전반적으로 수삼 고유의 맛과 향은 저장온도에 따라 차이를 보이지 않았으나 일정기간이 경과한 이후부터는 다소 차이를 보였다. 이를 보다 상세히 설명하면 수삼 ‘고유의 향’의 경우 저장 6주까지는 저장온도에 따른 차이를 보이지 않았으나 저장 8주후부터 0℃에서 저장한 수삼과 -1.5℃ 및 -3℃에서 저장한 수삼 사이에는 품질의 차이가 나타나기 시작하였다(p < 0.05). 수삼의 ‘고유의 향’이 5점 만점 중 3.0점 이하로 평가된 시점을 저장온도별로 비교하면 -3℃에서 저장한 수삼은 저장 후 8주, -1.5℃에서 저장한 수삼은 저장 후 16주 이었으나 0℃에서 저장한 수삼은 저장 종료시점인 16주 이후까지 상태가 양호하였다. 수삼의 ‘고유의 맛’은 저장초기부터 저장 후 12주까지는 저장온도에 따른 약간의 차이를 보였지만 그 정도가 유의적이지 않았으며, 저장 14주후부터는 -3℃에서 저장한 수삼의 맛이 -1.5℃ 및 0℃에서 저장한 수삼의 맛과 유의적인 차이를 보였다(p < 0.05). 따라서 수삼의 고유한 향과 맛 측면에서는 0℃에서 저장하

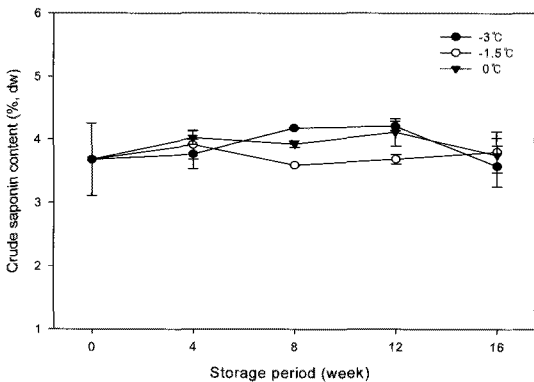


Fig. 5 Changes in crude saponin content of fresh ginseng during storage at different temperature.

Table 2. Changes in sensory characteristics of fresh ginseng during storage at different temperature

Storage temperature	Storage period (week)									
	0	2	4	6	8	10	12	14	16	
Inherent odor	-3℃	5.00±0.00 ^{AA}	5.00±0.00 ^{AA}	4.75±0.46 ^{abA}	3.88±0.35 ^{cB}	2.88±0.64 ^{ghC}	2.88±0.35 ^{ghC}	2.88±0.35 ^{ghC}	2.50±0.53 ^{hC}	2.63±0.52 ^{ghC}
	-1.5℃	5.00±0.00 ^{AA}	5.00±0.00 ^{AA}	4.50±0.53 ^{hb}	3.88±0.35 ^{cC}	3.13±0.35 ^{cd}	3.13±0.35 ^{cd}	3.25±0.46 ^{deD}	3.00±0.00 ^{deD}	2.88±0.64 ^{ghD}
	0℃	5.00±0.00 ^{AA}	5.00±0.00 ^{AA}	4.75±0.46 ^{abA}	3.88±0.35 ^{cB}	3.63±0.52 ^{cdC}	3.50±0.53 ^{cdBCD}	3.25±0.46 ^{deCD}	3.13±0.35 ^{cd}	3.13±0.64 ^{cd}
Inherent taste	-3℃	4.88±0.35 ^{AA}	4.33±0.35 ^{bcB}	4.25±0.46 ^{bcB}	3.88±0.35 ^{cB}	3.00±0.76 ^{cd}	2.88±0.64 ^{cd}	2.75±0.46 ^{cd}	2.38±0.52 ^{deD}	2.38±0.52 ^{deD}
	-1.5℃	4.88±0.35 ^{AA}	4.50±0.35 ^{abB}	4.00±0.00 ^{bcB}	3.88±0.35 ^{cB}	3.13±0.64 ^{cd}	3.13±0.35 ^{cd}	3.00±0.00 ^{cd}	3.00±0.00 ^{cd}	2.75±0.46 ^{cd}
	0℃	4.88±0.35 ^{abA}	4.50±0.35 ^{abB}	4.00±0.76 ^{bcB}	4.00±0.00 ^{bcB}	3.50±0.53 ^{cd}	3.25±0.46 ^{cd}	3.13±0.35 ^{cd}	3.13±0.35 ^{cd}	3.13±0.35 ^{cd}

¹⁾Values are means±standard deviation. Means with the same alphabet in each column and row are not significantly different at p<0.05 using Duncan's multiple range test.

는 것이 가장 적합한 것으로 판단되었다. 수삼의 저장 중 관능적 품질에 관한 연구로는 Kim 등(30)이 세척수삼을 0.05 mm 두께의 PE 필름으로 포장하여 0°C에서 저장 시 저장 12주까지는 관능적으로 우수한 품질을 보였고, 원료 수삼의 경우 저장 60일까지는 세근부위를 제외하고는 전반적으로 품질이 우수하였다고 보고하였다.

요 약

빙결점 부근의 저장온도에 따른 수삼의 내적 품질 변화 연구로 수삼을 각각 -3°C, -1.5°C 및 0°C에서 16주간 저장하면서 저장온도에 따른 호흡률, 경도, 가용성 고형물함량, 전분함량, pH, 사포닌함량과 관능적 품질의 변화를 조사하였다. 수삼의 호흡률은 저장온도가 낮을수록 낮았으나 그 차이는 미미하였다. 수삼 표피층의 경도는 저장기간이 경과됨에 따라 증가하였고, 내부 조직의 경도는 감소하는 경향을 보였으나 저장온도에 따라 경도 변화의 차이는 뚜렷하지 않았다. 수삼의 가용성 고형분 함량은 -3°C에서 저장한 수삼의 경우 0°C 및 1.5°C에서 저장한 수삼에 비해 낮았다. 요오드 반응에 의한 주근 부위의 발색 정도는 저장 2주후까지 저장온도에 따라 다소 차이가 발생하였으나 이후부터 저장종료시점까지는 큰 차이를 보이지 않았다. 수삼의 pH는 저장기간 중 전반적으로 저장 온도가 낮을수록 낮은 경향을 보였다. 조사포닌 함량은 저장 중 온도에 따라 약간의 차이를 보였지만 저장 16주에도 초기함량과 유사한 수준을 유지하였다. 관능적 품질 평가인자 중 수삼 '고유의 향'은 -3°C에서 저장한 경우 저장 후 8주, -1.5°C에서 저장한 경우 저장 후 14주까지 양호하였으나 0°C에서 저장한 수삼은 저장종료시점인 16주 이후까지도 품질이 양호하였다. 수삼의 '고유의 맛'은 저장 12주후까지는 저장온도에 따라 차이가 뚜렷하지 않았으나 저장 14주후부터는 -3°C에서 저장한 수삼이 -1.5°C 및 0°C에서 저장한 수삼과 유의적인 차이를 보였다($p < 0.05$). 전반적으로 저장온도에 따른 수삼의 내적 품질인자의 변화 조사 결과 저장온도에 따른 차이가 뚜렷하지 않았으며 관능적 품질평가 결과를 기준으로 보면 -3°C 보다는 -1.5°C 및 0°C가 품질유지에 효과적인 것으로 판단되었다.

감사의 글

본 연구는 농림수산식품부 농림수산식품기술개발사업의 지원에 의해 이루어진 연구결과의 일부이며, 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. Kim EJ, Seo JY, Hong SI, Kim DM (2005) Effects of picking season, size and storage conditions in respiratory characteristics of Korean fresh ginseng (*Panax ginseng* C.A.Meyer). *J Korean Food Preserv*, 12, 529-533
2. Nho GB (2001) Improvement of fresh ginseng shelf-life using natural products. Ph.D thesis, Seoul National University, Seoul, Korea
3. Sohn HJ (1998) Development of fresh ginseng commodity packaged with functional soft film. Final report of technology development program for agriculture and forestry, Ministry of Agriculture and Fishery, Korea
4. Jeon BS (1994) Studies on physicochemical changes of fresh ginseng stored in controlled atmosphere and modified stmosphere. Ph.D thesis, Chungnam National University, Daejeon, Korea
5. Kim DM, Hong SI, Jeong JW, Park HW, Kim KH (1997) Quality of fresh ginseng stored at MA conditions. In: Proceedings of the Seventh International Controlled Atmosphere Research Conference, Saltveit ME, U. California, Davis, USA, V 4, p 89-95
6. Yun SD, Lee SG (1999) MA storage of Korean fresh ginseng. *J Korean Soc Hort Sci*, 40, 689-692
7. Jang JK, Shim KH (1994) Physicochemical properties of freeze dried ginseng from the fresh ginseng stored at low temperature. *J Korean Ginseng Sci*, 18, 60-65
8. Nahmgung B, Jeong MC, Kim DM, Moon JD, Choi JU (2000) Freshness extension of ginseng with freesing point depressing agents. *J Korean Food Preserv*, 7, 57-62
9. Hu WZ, Xu P, Uchino T (2005) Extending storage life of fresh ginseng by modified atmosphere packaging. *J Food & Agri Sci*, 84, 2475-2481
10. Hu WZ, Tanaka S, Uchino T, Hamanaka D, Hori Y (2004) Effects of packaging film and storage temperature on the quality of fresh ginseng packaged in modified atmosphere. *J Food & Agri Sci*, 49, 139-147
11. Kim CS, Jung IC, Kim SB, Yang DC (2005) Physicochemical properties of red ginseng on storage condition of the fresh ginseng. *J Korean Medi Crop Sci*, 13, 52-56
12. Sohn HJ, Kim EH, Lee SK, Noh KB (2001) Quality change and weight loss of fresh ginseng individually packaged in a soft film according to its storage condition. *J ginseng Res*, 25, 122-126
13. Jeon BS, Sung HS, Tang JW, Park CK, Jang KS (1995) Effect of controlled atmophere and modified atmosphere

- storage on the apparent quality and saponin component of fresh and red ginseng. *Korean J Ginseng Sci*, 19, 62-72
14. Jeon BS, Park CK, Kim NM, Park MH, Jang KS (1998) Effect of controlled atmosphere and modified atmosphere storage on the color and sensual properties of fresh and red ginseng. *J Ginseng Res*, 22, 82-90
 15. Lee SK, Kim JK, Park YM, Seo JK, Yang YJ, Hwang YS (2006) *Manual of Postharvest Technology -Leafy, Stem and Root Vegetables*, Ministry of Agri. and Fishery, National Agricultural Cooperative Federation, p 310-350
 16. www.rda.go.kr/board/board.do?mode=html&prgId=arg_itmmenuQuer
 17. Kim HS (2011) Effects of storage and shelf temperature on quality of fresh ginseng. MS thesis, Duksung Women's University, Seoul, Korea
 18. Hong SI, Park HW, Kim DM (2002) Respiratory characteristics and storage quality of Korean fresh ginseng as influenced by harvest time and plastic film packaging. *Food Sci Biotechnol*, 11, 494-499
 19. Bourne MC (1982) Practice of objective texture measurement. In: *Food Texture and Viscosity*. p 178-196, Academic Press, New York/ London
 20. Clydesdale FM (1984) Color measurement. In: *Food Analysis Vol. 1 Physical Characterization*, Gruenwedel DW and Whitaker JR (Editors) p 136-140, Marcel Dekker, Inc, New York and Basel
 21. Ando T, Tanaka O, Shibata S (1971) Chemical studies on the oriental plants drug. (XXY) Comparative studies on the saponins and sapogenins of ginseng and relate crude drugs. *Yakugaki Nutr Zasshi*, 25, 28-32
 22. Namba T, Yoshizaki M, Tomimori T, Kobashi K, Matsui K, Hase J (1974) Fundamental studies on evaluation of the crude drug. I. Chemical and biochemical evaluation of ginseng and related crude drugs. *Takugaku Axsshi*, 94, 252-258
 23. Kim EJ (2005) Effects of storage temperature and antimicrobial treatment on quality of washed fresh ginseng. MS thesis, Duksung Women's University, Seoul, Korea
 24. Yun SD (1998) Biochemical metabolism and quality changes of fresh and processed Korean ginseng as influenced by CA storage. Ph.D thesis, Seoul National University, Seoul, Korea
 25. Jeong WH, Harada K, Yamada T, Abe J, Kitamura K (2010) Establishment of new method for analysis of starch contents and varietal differences in soybean seeds. *Breeding Science*, 60, 160-163
 26. Cho YJ, Kim J (2004) Assessment of internal quality using colormetric information on apples. *Key Eng. Mater*, 27, 1026-1031
 27. Hubbard, N.L., D.M. Pharr, and S.C. Huber (1990) Role of sucrose phosphate synthase in sucrose biosynthesis in ripening bananas and its relationship to the respiratory chimacteric. *Plant Physiol*, 94, 201-208
 28. Kim H, Kim JH, Auh JH, Kim JK (2009) Measurement of Starch Index in Radish Roots and Its Application to Evaluate Inheritance of Tissue Firmness. *J Korean Soc Hort Sci.* 27, 631-635
 29. Oh HI, Nog HW, Do JH, Kim SD, Hong SK (1981) Physico-chemical and microbiological changes during storage of fresh ginseng. *Korean J Ginseng Sci*, 5, 87-95
 30. Kim DM (1997) Study on storage of fresh ginseng. *Bulletin of Food Technology*, Korea Food Research Institute, 10, p 11-15