

Effect of Low Storage Temperature on Quality of Fresh Ginseng

Hee-Su Kim¹, 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 수삼의 품질에 미치는 영향

김희수¹ · 김건희² · 김동만^{1*}

¹한국식품연구원, ²덕성여자대학교 식품영양학과

Abstract

To investigate optimum temperature for storage of fresh ginseng (*Panax ginseng* C. A. Meyer), the quality of the ginseng was compared during its storage at -3°C, -1.5°C and 0°C. The deterioration rate of fresh ginseng stored at -3°C was the lowest for 8 weeks after storage. The rate was rapidly increased after that time and the rate at -3°C was higher than that of fresh ginseng stored at -1.5°C or 0°C after the 12th week of storage. The deterioration severity of the fresh ginseng stored at 0°C was much higher than that of the ginseng stored at -1.5°C and -3°C. The weight loss of fresh ginseng ranged from 0.7% to 1.6% after 16th week; it was the lowest in the ginseng stored at -1.5°C and similar in fresh ginseng stored at 0°C and -3°C. The number of viable cells and molds in the fresh ginseng stored at -3°C was smaller than the fresh ginseng that was stored at other temperatures for 12 weeks, but did not differ with different storage temperatures after the 14th week of storage. The surface color of the fresh ginseng at 0°C or -1.5°C was changed little while the discoloration of fresh ginseng at -3°C was relatively great. The electrolytic leakage from the rhizome of the fresh ginseng stored at -3°C was higher than that of the rhizome stored at -1.5°C and 0°C. The overall sensory quality of the fresh ginseng dropped below 3.0 in the 5-point scale after the 10th week of storage at -3°C and after the 14th week of storage at -1.5°C and 0°C ($p < 0.05$).

Key words : ginseng, storage, optimum temperature, external quality

서 론

인삼(*Panax ginseng* C. A. Meyer)은 피로해소, 면역력 증강 및 혈액개선의 효능이 있어 한국을 비롯한 동양권에서 수천 년간 보혈 강장제로 사용하였으며, 특히 고려인삼은 효과가 우수하여 세계적으로 인정받고 있는 우리나라의 대표적인 특산품이다(1). 고려인삼은 주로 홍삼 및 백삼제품의 형태로 가공되어 수출되는데 그 규모는 2002년 5,500만 달러 이후 꾸준히 증가하여 2009년에는 1억900만 달러로 확대되었다(2). 그러나 최근 중국 및 서양에서 삼칠삼, 서양삼 등이 대량으로 생산되어 저렴한 가격으로 유통됨에 따라 고려인삼의 국내외적 경쟁력이 약화되고 있다. 이러

한 상황에서 고려인삼의 경쟁력을 키우기 위해 원형 홍삼과 백삼 이외에 이를 이용한 차, 농축액, 분말 등 제품의 다양화를 추구하고 있으며, 더불어 인삼 가공과 관련된 연구 또한 활발하게 진행되고 있다. 그러나 인삼 가공품의 원료이자 전체 판매량의 45%를 차지하는 수삼에 대해서는 관련 연구와 기술개발이 절대적으로 미흡한 상황이다. 따라서 고려인삼의 생산기반 강화 및 경쟁력 제고를 위해서는 수삼의 활용도와 유통기간 연장을 위한 관련 연구가 필수적이다. 수삼은 주로 삼계탕, 수삼 웨이크 등의 용도로 이용되기 때문에 신선도와 고유의 형태유지가 필수적인데, 수확 시 조직의 손상이 발생되기 쉽고, 손상부위에 토양으로부터 *Cylindrocapon destructans*, *Erwinia carotovora*, *Pseudomonas panacis*, *Botrytis cinerea*, *Rhizoctonia solani*, *Fusarium solani*, *Fsarium oxysporum* 등과 같은 병원균 침투가 용이하기 때문에 수송 및 저장 중에 질적, 양적 손실이 많이 발생하

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

게 된다(1,3-4). 따라서 원형 그대로의 장기적 보존이나 유통이 어려워 저온저장을 하고 있으나 현실적으로 수삼의 보존기간은 저온 저장 시에도 1개월 정도로 매우 짧다(5). 따라서 고품질 수삼의 안정적 유통을 위해서는 수삼의 생리적 특성 및 품질을 고려한 적정 저장온도의 확립이 우선되어야 한다. 수삼의 선도연장을 목적으로 선행된 연구는 CA 및 MA저장(6-12)과 관련된 것이 주를 이루고, 이밖에도 빙점강하제(13), 저온저장법, 급속냉동저장법, 감압저장법 등 수삼의 연구가 수행되었지만 실제 냉장저장법과 MA저장법 중 일부만 실용화 되고 있을 뿐, 수삼 저장의 기본이 되는 저장 적정 온도와 관련된 연구는 전무한 상태이다(3, 14). 또한 연구에 적용된 저장온도는 -10°C (15), 0°C (6, 16-18), 2°C (15) 및 4°C (6, 8, 20-21) 등으로 다소 차이를 보이고, 농업기술에 대한 정보를 제공하는 지침서인 '수확 후 관리기술 요람'(21)과 '농업기술종합정보'(22)에서는 수삼의 적정 저장온도를 각각 0°C 와 $3\sim 8^{\circ}\text{C}$ 를 권장하고 있었으며, 실제 수삼을 저장하고 있는 수삼의 주요 산지업체 및 농협은 $0\sim -1^{\circ}\text{C}$ 또는 $-2\sim -3^{\circ}\text{C}$ 로 설정하고 있어 수삼의 적정 저장온도에 대한 체계적인 접근이 부족한 것으로 판단되었다(23). 따라서 본 연구에서는 수삼의 적정 저장온도를 조사하기 위해서 수삼의 빙결온도를 중심으로 하여 각각 -3°C , -1.5°C 및 0°C 에서 수삼을 저장하면서 저장온도에 따른 외적 품질인자의 변화를 비교하였다.

재료 및 방법

시료 및 처리

실험에 사용한 수삼(*Panax ginseng* C. A. Meyer)은 2010년 10월 28일 충청북도 음성에서 재배한 4년 근으로, 수확 현장에서 개체 당 약 55 ± 5 g 정도인 수삼만 선별하여 20 kg 들이 플라스틱 컨테이너(NAP 117, National Plastic Co. Ltd, Korea)내 0.1 mm 두께의 대형 PE 봉투에 약 15 kg씩 담은 후 봉투 상부를 밀봉하지 않고 살짝 덮은 상태로 수확 당일 실험실로 운반하였다. 운반 후 수삼을 외관 상태와 모양이 균일한 것만을 실험실에서 재 선별하여 0.05 mm 두께의 PE필름 봉투에 4개씩 소분하고 상부를 한번 접어 스테이플러로 밀봉한 후 10 kg 들이 플라스틱 컨테이너(NAP 204, National Plastic Co Ltd, Korea, 컨테이너 당 20봉투)에 담아 저장고에 입고하였다.

시료의 저장

처리 후 수삼이 담긴 컨테이너를 -3°C , -1.5°C 및 0°C 로 설정된 저온 저장실에 각각 3개씩 보관하였다. 실험에 사용된 각 저장실은 편 코일식 유닛 쿨러(Model KUC S030M, Kyungdong Co, Ltd, Korea)에 의한 대류 냉각방식(Compressor; Model LAL 1-0310-TAD-200 ST 96A08570,

Copeland-Copelametic, USA)을 적용한 것으로, 저장 중 각 저장실내 시료 컨테이너 주위의 온도는 각각 $-3\pm 0.4^{\circ}\text{C}$, $-1.5\pm 0.3^{\circ}\text{C}$, $0\pm 0.3^{\circ}\text{C}$ 로 유지되었다.

분석

각 저장실에 보관한 수삼을 2주 간격으로 꺼내어 아래 항목 및 방법으로 품질을 평가하였다. 품질 평가를 위하여 사용된 각 온도별 분석 시료는 각 저장실에 보관한 3개의 컨테이너에서 무작위로 각각 1봉투씩 꺼내어 총 3봉투씩(개체 수: 12개)을 사용하였으며 필요시 추가하여 사용하였다.

변질을 및 변질정도

전체시료를 대상으로 수삼 표면에 곰팡이 및 조직의 연화 발생 유무를 뇌두/주근/지근/세근부위로 분류하여 육안으로 판정한 후 전체 시료에 대한 변질된 시료 개수의 백분율(%)로 나타내었다. 변질정도는 변질이 발생한 수삼 중 변질된 부위의 면적이 시료 수삼 전체 면적 중 차지하는 비율로 산출하였다.

중량감소율

봉투단위별로 '저장 직후 칭량한 중량'과 '품질 평가 시점에서 칭량한 중량'의 차이 값에 대한 '저장 직후 칭량한 중량'의 비율을 백분율(%)로 나타내었다.

미생물

멸균 팩(Whirl-Pack Co, USA)에 봉투 당 수삼 2개체씩을 취하여 동량의 0.85% 생리식염수를 가하고, 1분간 좌우상하로 각 100회씩 교반한 후 이것을 단계적으로 희석하여 배지에 접종하였다. 일반세균은 Petrifilm™ aerobic count (3M, St Paul, USA)에 무균적으로 1 mL 씩 접종하여 35°C 에서 48시간 배양시킨 후 colony 수를 측정하였고, 곰팡이는 Petrifilm™ mold and yeast count (3M, St Paul, USA)에 무균적으로 1 mL 씩 접종 후 25°C 에서 72시간 동안 배양한 후 colony 수를 측정하여 log colony forming unit (CFU/g)으로 나타내었다.

색도

전체시료를 대상으로 표면이 거칠지 않고, 지근이 자라지 않은 수삼 주근부위 표면의 색상을 Chroma meter (CR-400, Konica Minolta Sensing, Inc, Japan)로 측정하였고, L(명도), a(적색도), b(황색도)값을 이용하여 ΔE 값을 산출하였다.

전해질 용출도

수삼의 뇌두부위 조직을 cutter (Cutter-301, Peace, Korea)를 이용하여 1 mm 두께로 잘라 비커에 1 g씩 취하고, 이에 증류수 30 mL를 가한 후, multi meter (1230 Multi-meter, Orion Research, Inc, Germany)를 이용하여 1차로 전기전도

도를 측정하였고, 이를 다시 stirrer (PC-210, Corning Co, USA)로 5분간 교반한 후 2차 전기전도도를 측정하였다.

관능적 품질

수삼의 상품적 가치를 판단하는 주요 외적 품질 인자인 곰팡이 발생 및 조직의 손상 여부, 건조 상태 등 외관 상태를 위주로 ‘전반적인 품질’ 및 ‘부위별 품질’(뇌두, 주근, 지근, 세근)로 구분하여 5점 척도(5점: 매우 좋음, 4점: 좋음, 3점: 보통, 2점: 나쁨, 1점: 매우 나쁨)를 사용하여 8명의 사전 훈련된 패널이 평가하였다.

통계 처리

수삼의 각 항목별 분석 결과는 최소 3회 이상의 반복 실험을 통하여 얻은 분석치의 평균값 및 표준 편차 값으로 나타내었으며, 관능검사 결과의 통계분석은 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

변질을 및 변질정도의 변화

수삼의 저장온도에 따른 변질율을 저장기간에 따라 조사한 결과는 Fig. 1과 같이 전반적으로 저장기간이 경과됨에 따라 증가하였다. 수삼의 변질율을 저장온도에 따라 비교하면 저장 2주까지는 -3℃, -1.5℃ 및 0℃에서 저장한 수삼 모두 변질이 발생되지 않았으나 저장 4주 후에는 -3℃ 저장 수삼이 0.7%이었고, -1.5℃ 저장 수삼은 0.6%이었으며, 0℃ 저장 수삼은 이보다 높은 1.1%이었다. 이후 변질율이 지속적으로 증가되어 저장 8주 후 -3℃ 저장 수삼은 5.0%이었으며, -1.5℃와 0℃에서 저장한 수삼은 각각 6.2%와 7.3%로 -3℃ 저장 수삼보다 높았다. 저장 10주 후에는 수삼의 변질이 가속화되어 -3℃에서 저장한 수삼은 27.0%의 변질율을 보였고, -1.5℃와 0℃에서 저장한 수삼은 각각 15.5%와 15.8%로 -3℃의 수삼에 비하여서는 낮은 수준이었으나 저장 8주에 비해서는 2배 이상 높았다. 저장 14주 후에는 이전에 비해 변질이 더욱 급격히 진행되어 -3℃ 저장한 수삼은 43.8%, -1.5℃ 저장 수삼은 42.5%, 0℃ 저장 수삼은 40.0%로 -3℃에서 저장한 수삼의 변질율이 가장 높았으며, 저장 종료시점인 16주 후에는 저장 14주 후와 유사한 수준이었다. 수삼의 저장 중 발생한 변질을 수삼의 부위에 따라 비교하여 보면 주근, 지근, 세근에 비해 뇌두부위가 빠른 것으로 나타났다. 뇌두 부위의 변질율은 저장 10주 후 10.8~12.5% 범위로 저장온도가 낮을수록 변질율이 높았으며, 저장 12주 이후부터는 온도에 따른 차이가 더욱 심화되었다.

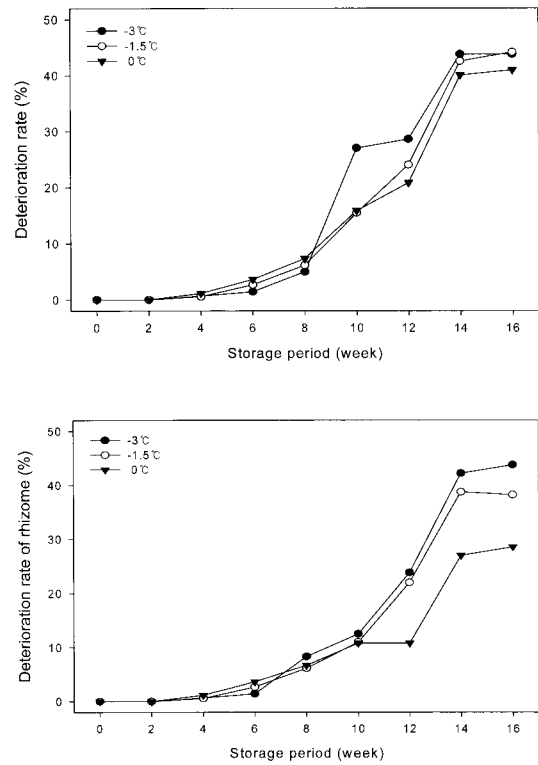


Fig. 1. Changes in deterioration rate of fresh ginseng during storage at different temperature.

한편 변질율과는 별도로 변질된 면적을 기준으로 변질정도를 산출하였던바 Fig. 2에서와 같이 저장 10주 후의 경우, 0℃에서 저장한 수삼이 12.1%로 가장 높았고, -1.5℃와 -3℃에서 저장한 수삼은 각각 8.7%와 11.5%로 이보다 낮았다. 이후 변질정도는 지속적으로 증가하는 경향을 보여 저장종료시점인 16주 후에는 0℃에서 저장한 수삼이 12.9%로 가장 높았고, -1.5℃와 -3℃에서 저장한 수삼은 각각 12.1%와 11.6%로 이보다 낮았다. 이러한 결과는 -3℃에서 저장한 경우 변질이 발생한 수삼의 개체비율 즉, 변질율은 가장 높았지만 변질정도를 기준으로 보면 0℃에서 저장한 수삼이 더 심각한 것을 뜻한다. 위의 결과를 종합하면 수삼은 저장 4주부터 변질이 발생하기 시작하여 저장 8주까지는 -3℃에서 저장한 수삼의 변질율이 가장 낮았으나 이 이후 변질율이 급증하여 저장종료시점인 저장 16주 후에는 -1.5℃와 0℃에서 저장한 수삼보다 -3℃에서 저장한 수삼이 더 높았으며, 주요 변질 부위는 뇌두인 것으로 나타났다. 반면에 변질된 정도를 저장온도별로 비교하여 보면 0℃에서 저장한 수삼의 변질정도가 가장 심한 것으로 나타났다. 본 실험에서 저장 3개월 후 발생한 변질율을 기 보고된 연구결과와 비교하여 보면 Yun (6)이 수삼을 0℃에서 CA저장하였을 때 대조군이 30% 변질되었다는 결과보다는 낮은 수준이었다.

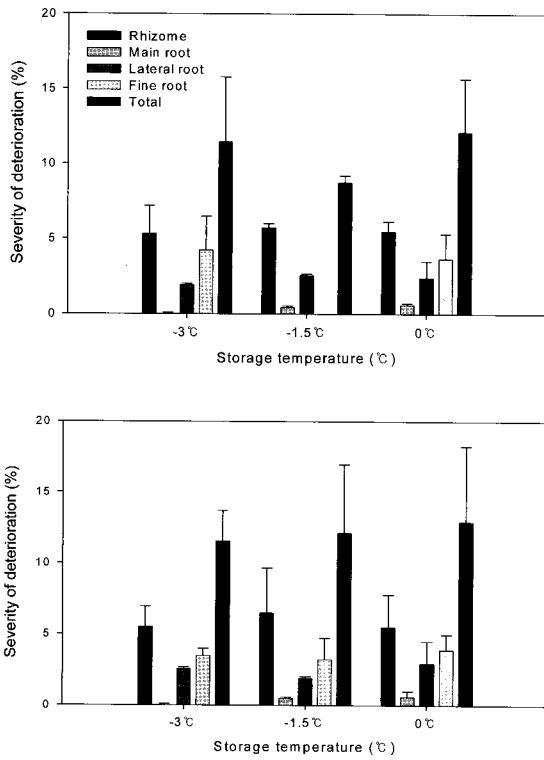


Fig. 2. Changes in deterioration severity of fresh ginseng during storage at different temperature (Top; after 10 weeks, Bottom; after 16 weeks).

중량감소율 변화

수삼의 저장 중 온도에 따른 중량 감소율을 조사한 결과는 Fig. 3에서와 같이 저장 초기부터 저장 종료시점까지 꾸준히 감소하였으며, 저장온도에 따른 차이를 보였다. 이를 저장기간에 따라 비교하면 저장 4주 후 -3°C에서 저장한 수삼의 중량 감소율은 0.37%이었고, -1.5°C와 0°C에서 저장한 수삼은 각각 0.17%와 0.43%로 -1.5°C에서 저장한 수삼의 중량감소가 가장 적었다. 저장 8주에는 -3°C에서 저장한 수삼의 중량 감소율이 0.70%이었고, -1.5°C에서 저장한 수삼은 0.36%이었으며, 0°C에서 저장한 수삼은 0.83%로 증가하였다. 저장 12주 후에는 -3°C에서 저장한 수삼의 중량 감소율이 1.02%이었고, -1.5°C와 0°C에서 저장한 수삼은 각각 0.51%와 1.27%이었다. 저장종료시점인 저장 16주 후에는 -3°C에서 저장한 수삼의 중량 감소율이 1.43%이었으며, -1.5°C와 0°C에서 저장한 수삼은 각각 0.68%와 1.58%이었다. 전반적으로 온도에 따른 저장 중 중량 감소는 -1.5°C에서 저장한 수삼이 가장 적었고, 다음은 -3°C에서 저장한 수삼이었으며, 0°C에서 저장한 수삼이 가장 큰 것으로 나타났다. 이와 같은 결과는 -3°C에서 저장한 수삼의 경우 호흡 등에 의해 발생한 수분이 포장지 내벽에 결빙됨에 따라 포장 내부의 상대습도가 낮아지고 이로 인하여 수삼으로부터의 수분 이동이 컸기 때문으로 판단된다. 또한 0°C에서 저장한 수삼의 경우 이보다 낮은 온도에서 저장하였던 수삼

에 비해 호흡량이 비교적 컸기 때문인 것으로 판단되며 이러한 차이에 대한 구명을 위해서는 추후 연구가 필요할 것으로 사료된다. 수삼의 저장 중 중량 감소에 대한 기존 연구결과를 보면 Yun (6)은 수삼을 0°C에서 CA저장 시 대조군의 경우 저장 1개월과 2개월 및 3개월 후 무게가 각각 약 18%와 24% 및 30% 감소하였으나, CA 저장군의 경우 저장 5개월 후까지도 그 정도가 5% 미만이었다고 보고하였다. 또한 Nahmngung 등(13)은 빙점 강하제를 처리한 수삼은 -2°C에서, 대조군은 0°C에서 각각 100일간 저장하였을 때, 대조군에서는 1.9%, -2°C에서 저장한 수삼은 이보다 낮은 1.5%의 중량이 감소하였다고 보고하였다.

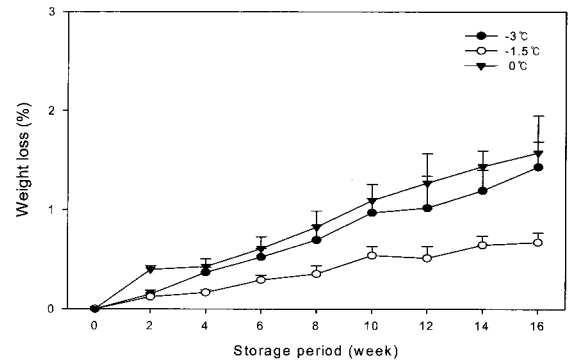


Fig. 3. Changes in weight loss of fresh ginseng during storage at different temperature.

미생물의 변화

저장온도가 저장 중 수삼의 미생물 수에 미치는 영향을 조사한 결과는 Fig. 4에서와 같이 기간이 경과함에 따라 총균 및 곰팡이 수가 증가하였는데, 이러한 증가 추세는 저장 초기부터 일정기간까지는 저장온도가 낮을수록 완만하였으나 그 이후부터는 온도별 차이가 뚜렷하지 않았다. 이를 더 상세히 설명하면 총균 수는 저장초기 5.70 log CFU/g이었으나 꾸준히 증가하여 저장 6주 후에는 -3°C에서 저장한 수삼은 6.16 log CFU/g, -1.5°C에서 저장한 수삼은 6.35 log CFU/g, 0°C에서 저장한 수삼은 6.45 log CFU/g로 온도가 낮을수록 미생물 수가 적었으며, 이러한 경향은 저장 12주까지 지속되었다. 그러나 저장 14주 후에는 -3°C에서 저장한 수삼의 총균 수가 급격히 증가하여 0°C에서 저장한 수삼의 총균 수인 6.77 log CFU/g와 유사한 수준을 나타내었다. 실험 종료시점인 저장 16주 후 각각의 온도에서 저장한 수삼의 총균 수는 6.74~6.75 log CFU/g로 저장온도에 따른 차이는 없었다.

곰팡이는 저장 초기 3.86 log CFU/g이었으나 지속적으로 증가하여 저장 6주 후 -3°C와 -1.5°C에서 저장한 수삼의 곰팡이 수는 각각 4.50 log CFU/g와 4.55 log CFU/g이었고, 0°C에서 저장한 수삼은 4.86 log CFU/g이었다. 저장 12주 후에는 -3°C에서 저장한 수삼이 4.84 log CFU/g이었고, -1.5°C에서 저장한 수삼은 4.86 log CFU/g 이었으며, 0°C에

서 저장한 수삼은 5.02 log CFU/g로 온도가 낮을수록 그 수가 적었으나 저장 14주 후부터 -3°C에서 저장한 수삼의 곰팡이 수가 급격히 증가되어 실험 종료시점인 저장 16주에는 -3°C에서 저장한 수삼이 5.28 log CFU/g이었고, -1.5°C와 0°C에서 저장한 수삼은 이보다 적은 4.88 log CFU/g이었다. 이러한 결과를 전반적으로 고찰하여 보면 저장온도에 따른 저장 중 미생물 수는 저장 12주까지는 저장온도가 낮을수록 저장 중 미생물 수가 적은 것으로 나타났으나 저장 14주 이후에 -3°C에서 저장한 수삼의 미생물 수준이 급격히 증가되어 평균 수준은 0°C와 -1.5°C에서 저장한 수삼과 유사한 수준이었고, 곰팡이 수준은 오히려 높은 것으로 나타났다. 수삼의 미생물 수준에 관한 연구로는 Kim 등(25)이 수삼의 세척방법에 따른 미생물 수준 감소 효과 조사에 사용한 원료수삼의 평균 수는 5.83 log CFU/ea이었고 곰팡이 수는 3.89 log CFU/ea이었다고 보고하였다.

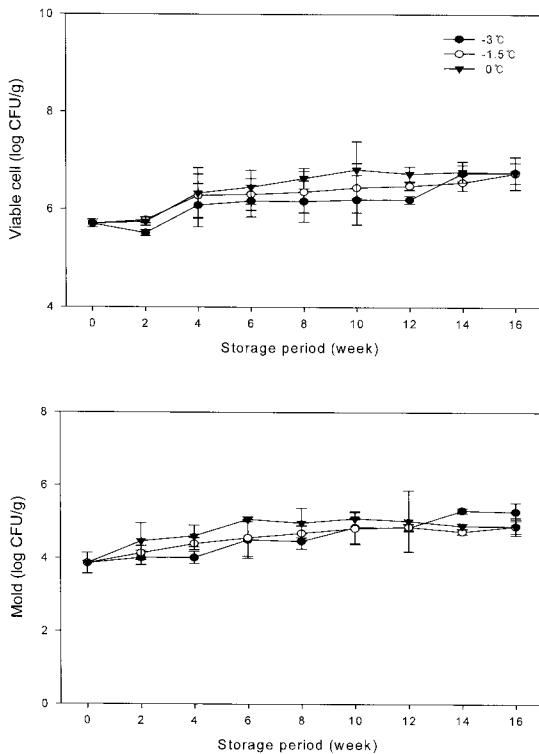


Fig. 4. Changes in microbial population of fresh ginseng during storage at different temperature.

표면색도 변화

수삼의 저장 중 표면색도 변화를 조사한 결과는 Fig. 5에서와 같이 수삼표면의 밝기를 나타내는 L값은 초기 80.0이었으며 저장 6주 후까지는 저장온도에 따라 약간의 차이는 있었지만 거의 일정한 수준을 유지하였으나 저장 8주후에는 -3°C에서 저장한 수삼의 경우 79.1로 다른 온도에서 저장한 수삼에 비해 크게 감소하였다. 저장종료시점인 저장 16주 후에는 0°C와 -1.5°C에서 저장한 수삼의 L값은 각각

79.3이었고, -3°C에서 저장한 수삼은 78.9로 비교적 낮았으나 그 차이는 크지 않았다. 전반적인 색도 변화를 나타내는 ΔE값은 저장기간이 경과됨에 따라 점차 증가하는 경향을 보였으며, 저장 12주 후부터는 거의 일정 수준을 유지하였다. 저장 온도에 따른 ΔE값의 변화를 보면 저장 4주 후 -3°C에서 저장한 수삼의 ΔE값은 1.49이었고, -1.5°C와 0°C에서 저장한 수삼은 각각 0.49와 0.41이었다. 저장 8주 후 -3°C에서 저장한 수삼의 ΔE값은 1.58로 증가하였고, -1.5°C와 0°C에서 저장한 수삼은 각각 0.64로 -3°C에서 저장한 수삼에 비해 낮은 수준이었다. 저장 12주 후에는 ΔE값이 급격히 증가하여 -3°C에서 저장한 수삼은 2.61을 나타내었고 -1.5°C와 0°C에서 저장한 수삼도 각각 2.58과 2.43에 달하였으며, 이 이후부터 저장 16주까지는 저장 12주후의 ΔE값과 거의 유사한 수준을 유지하였다. 이러한 결과를 요약하면 저장온도에 따른 수삼의 저장 중 표면색도 변화는 -3°C에서 저장한 수삼의 경우 다른 수삼에 비해 컸고 0°C와 -1.5°C에서 저장한 수삼의 경우 거의 유사한 수준을 유지하였다.

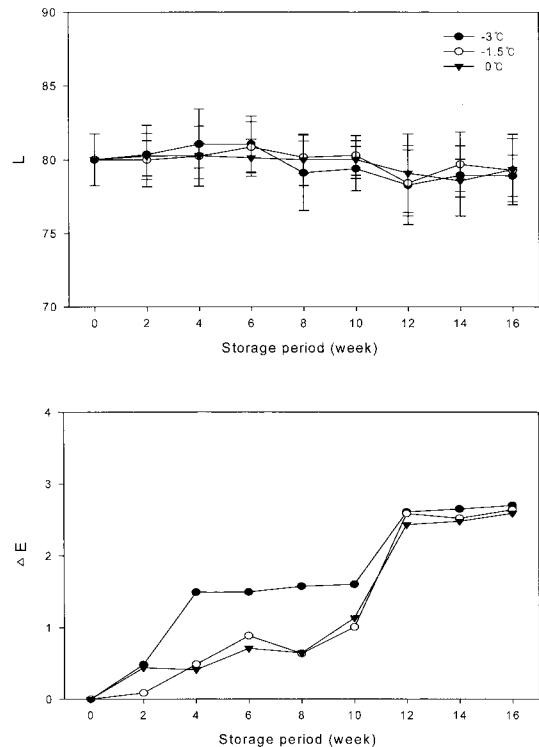


Fig. 5. Changes in Hunter color values of fresh ginseng during storage at different temperature.

전해질 용출도의 변화

수삼의 저장 중 온도 및 저장기간에 따른 조직의 손상정도 조사로 전해질 용출도를 조사하였다. 실험에 사용된 수삼의 부위는 조직의 형태가 매우 연하여 외부로부터 물리적 손상을 쉽게 받으며, 저장 중 변질이 가장 많이 발생되는 뇌두부위를 선택하였다. 전해질 용출도 정도는 수삼의 뇌

두를 증류수에 침지한 직후 1차로 측정된 전기전도도 값과, 뇌두로부터 침지수에 이온 용출을 원활하기 위해 용액을 5분간 교반한 후 측정된 2차 전기전도도 값으로 나타내었다. 수삼 뇌두부위의 전해질 용출도는 Fig. 6에서와 같이 저장기간이 경과함에 따라 증가하는 경향을 보였으며, 전반적으로 1차에 측정된 전기전도도보다 2차에 측정된 전기전도도가 높아 저장 중 뇌두부위의 조직 손상이 외부 뿐만 아니라 내부에서도 발생하였음을 추정케 하였다. 저장온도에 따른 1차 전기전도도를 비교하면 초기 27.5 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 이었으나 저장기간이 경과함에 따라 점차 증가하여 저장 4주 후에는 -3°C에서 저장한 수삼은 71.0 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 이었고, 1.5°C와 0°C에서 저장한 수삼은 각각 69.5 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 와 64.5 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 이었다. 저장 8주 후에는 -3°C에서 저장한 수삼의 전도도가 111.0 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 으로 크게 증가하였으며, -1.5°C와 0°C에서 저장한 수삼도 각각 95.0 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 와 105.5 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 로 증가하였다. 이후 이러한 증가추세는 다소 완만해져서 실험종료시점인 저장 16주 후에는 -3°C에서 저장한 수삼이 116.0 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 이었고, -1.5°C와 0°C에서 저장한 수삼은 각각 93.0 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 과 88.5 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 로 나타났다. 2차 전기전도도를 보면 초기 수삼의 전기전도도는 37.5 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 수준이었으나 저장기간이 경과함에 따라 점차 증가하여 저장 4주 후 -3°C에서 저장한 수삼의 전도도는 118.5 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 이었고, -1.5°C와 0°C에서 저장한 수삼은 각각 112.0 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 와 111.5 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 로 급격히 증가하였다. 저장 8주 후에는 -3°C에서 저장한 수삼이 232.5 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 이었고, -1.5°C에서 저장한 수삼은 172.0 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 이었으며, 0°C의 경우 173.0 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 으로 증가하였다. 저장 12주 후에는 -3°C에서 저장한 수삼의 전도도가 238.0 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 이었고, -1.5°C에서 저장한 수삼은 164.5 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 이었으며, 0°C에서 저장한 수삼은 160.0 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 로 증가하였으며 이후에도 지속적으로 증가하였다. 저장종료시점인 저장 16주에는 -3°C에서 저장한 수삼의 전도도가 272.0 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 로 가장 높게 나타났고, -1.5°C에서 저장한 수삼은 195.0 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 로 0°C에서 저장한 수삼의 202.5 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 와 유사한 수준이었다. 이러한 결과를 종합하면 수삼 뇌두부위의 전기전도도는 저장 6주 후까지는 저장온도에 큰 차이를 보이지 않고, 거의 유사한 수준을 유지하였으나 저장이 진행됨에 따라 -3°C에서 저장하였던 수삼의 경우 빠르게 증가하였으며, -1.5°C와 0°C에서 저장하였던 수삼의 경우 이보다는 낮은 값을 유지하였다. -3°C에서 저장한 수삼의 전도도가 가장 높았던 원인으로는 저장 온도가 낮음에 따라 뇌두부위의 조직이 냉동장해에 의해 조직이 손상되었고, 이 부위를 위주로 곰팡이 등의 증식에 의한 연화가 진행되었기 때문으로 판단된다.

관능적 품질의 변화

수삼의 저장온도에 따른 외적인 품질변화를 관능적으로 평가한 결과는 Table 1과 같다. 수삼의 관능적 품질은 저장기간이 경과함에 따라 곰팡이 발생 및 조직 연화 등에 의해

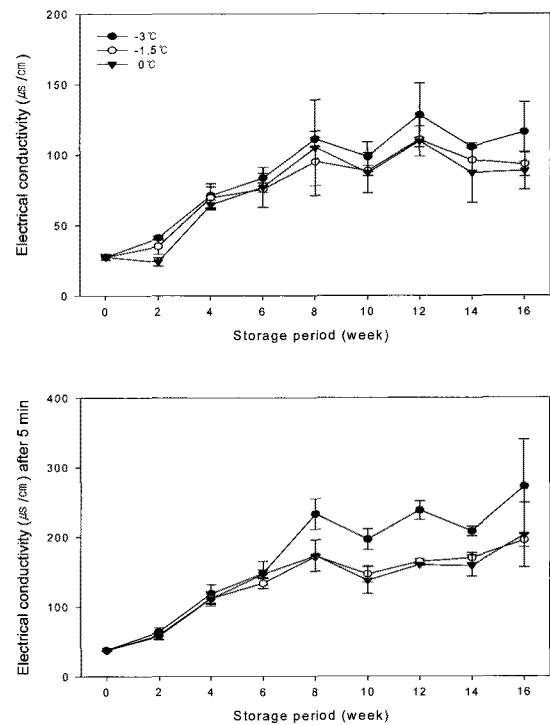


Fig. 6. Changes in electrolytic leakage of fresh ginseng rhizome during storage at different temperature.

저하되는 경향을 보였다. 전반적으로 저장 6주 후까지는 양호한 수준의 품질을 유지하였으며, 저장 8주 후 -3°C에서 저장한 경우 수삼의 뇌두 및 세근부위의 품질이 3.0 이하로 평가되었지만, -1.5°C와 0°C에서 저장한 수삼의 경우 비교적 양호하였다. 저장 10주 후에는 -3°C에서 저장한 수삼의 총괄적인 품질이 3.0 이하로 평가되었으나 -1.5°C와 0°C에서 저장한 수삼은 양호한 수준을 유지하였다($p < 0.05$). 저장 12주 후 -1.5°C 저장 수삼은 뇌두 부위를 제외하고는 품질이 양호한 수준이었으며, 0°C 저장 수삼은 전반적으로 품질이 양호하였다($p < 0.05$). 저장 14주 후에는 -1.5°C 저장 수삼은 뇌두뿐만 아니라 세근의 품질도 3.0 이하로 평가되었고, 0°C 저장 수삼 역시 뇌두 및 세근의 품질이 3.0 이하로 평가되었다. 위의 결과를 정리하여 보면 전반적으로 저장 4주까지는 저장온도에 따른 관능적 품질차이가 뚜렷하지 않는 것으로 평가되었으며, 저장기간이 경과함에 따라 저장온도별 수삼의 품질 저하되는 양상이 다르게 나타났는데 수삼의 품질 손상이 빠르게 진행된 뇌두부위의 품질이 3.0 이하로 평가된 시점은 -3°C에서는 저장 8주 후, -1.5°C에서는 저장 12주 후, 0°C에서는 저장 14주 후이었다. 뇌두 부위 다음으로 저장 중 품질 손상이 빠르게 나타난 세근부위의 품질은 -3°C에서는 저장 8주 후, -1.5°C 및 0°C에서는 각각 저장 14주 후 3.0 이하로 평가되었다. 또한 수삼의 종합적인 관능적 품질이 3.0 이하로 평가된 시점은 -3°C에서는 저장 10주 후, -1.5°C 및 0°C에서는 각각 저장 14주 후이었다.

Table 1. Changes in appearance of fresh ginseng by sensory evaluation during storage at different temperature

Temperature	Day	Overall	Rhizome	Main root	Lateral root	Fine root
-3°C	0	5.00±0.00 ^a	4.88±0.35 ^a	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a
	2	4.88±0.35 ^{ab}	5.00±0.00 ^a	4.88±0.52 ^a	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a
	4	4.25±0.46 ^{cd}	3.63±0.52 ^c	4.38±0.35 ^b	4.75±0.46 ^a	4.00±0.76 ^{de}
	6	3.38±0.52 ^{gh}	3.00±0.76 ^e	4.00±0.00 ^{bcd}	3.88±0.35 ^{bc}	3.25±0.46 ^{gh}
	8	3.00±0.53 ^{hi}	2.75±0.46 ^e	3.63±0.52 ^{def}	3.00±0.53 ^{fg}	2.75±0.46 ^{ijkl}
	10	2.75±0.64 ^{ij}	2.75±0.46 ^e	3.75±0.46 ^{cdef}	3.00±0.53 ^{fg}	2.63±0.52 ^{kl}
	12	2.75±0.71 ^{ij}	2.25±0.46 ^f	3.50±0.53 ^{ef}	3.13±0.64 ^{efg}	2.50±0.53 ^{kl}
	14	2.38±0.52 ^{jk}	2.25±0.46 ^f	3.50±0.53 ^{ef}	3.25±0.89 ^{defg}	2.38±0.52 ^{lm}
-1.5°C	0	5.00±0.00 ^a	4.88±0.35 ^a	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a
	2	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a	4.75±0.46 ^a	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a
	4	4.38±0.52 ^c	3.75±0.46 ^{bc}	5.00±0.00 ^a	4.75±0.46 ^a	4.25±0.46 ^{cd}
	6	3.75±0.46 ^{ef}	3.13±0.46 ^{de}	4.00±0.00 ^{bcd}	4.00±0.00 ^b	3.38±0.52 ^{gh}
	8	3.25±0.46 ^{fg}	3.00±0.00 ^e	4.00±0.00 ^{bcd}	3.50±0.53 ^{bcd}	3.13±0.64 ^{ghi}
	10	3.25±0.46 ^{fg}	3.00±0.00 ^e	3.88±0.35 ^{cde}	3.63±0.52 ^{bcd}	3.13±0.35 ^{ghi}
	12	3.25±0.46 ^{fg}	2.88±0.35 ^e	3.88±0.35 ^{cde}	3.63±0.52 ^{bcd}	3.00±0.53 ^{ghij}
	14	2.88±0.35 ^{hi}	2.75±0.46 ^e	3.88±0.35 ^{cde}	3.38±0.52 ^{cdef}	2.88±0.35 ^{hijk}
0°C	0	5.00±0.00 ^a	4.88±0.35 ^a	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a
	2	4.88±0.35 ^{ab}	4.63±0.52 ^b	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a	4.75±0.46 ^{ab}
	4	4.50±0.53 ^{bc}	4.13±0.35 ^b	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a	4.50±0.53 ^{bc}
	6	3.88±0.35 ^{de}	3.50±0.53 ^{cd}	4.13±0.35 ^{bc}	4.00±0.00 ^b	3.75±0.46 ^{cd}
	8	3.50±0.53 ^{efg}	3.13±0.35 ^{de}	4.00±0.00 ^{bcd}	3.75±0.46 ^{bcd}	3.38±0.52 ^{fg}
	10	3.38±0.52 ^{gh}	3.13±0.35 ^{de}	4.00±0.00 ^{bcd}	3.88±0.35 ^{bc}	3.25±0.46 ^{gh}
	12	3.25±0.46 ^{ghi}	3.00±0.35 ^e	4.00±0.00 ^{bcd}	3.50±0.53 ^{bcd}	3.25±0.46 ^{gh}
	14	2.88±0.35 ^{hi}	2.88±0.35 ^e	3.88±0.35 ^{cde}	3.25±0.71 ^{defg}	2.88±0.35 ^{hijk}
16	2.75±0.46 ^{ij}	2.88±0.64 ^e	3.63±0.52 ^{def}	3.25±0.46 ^{defg}	2.88±0.35 ^{hijk}	

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

수삼의 저장 중 관능적 품질에 관한 연구로는 Kim 등(24)이 세척수삼을 0.05 mm 두께의 PE 필름으로 포장하여 0°C에서 저장 시 저장 12주까지 관능적으로 품질이 우수하였고, 원료 수삼은 저장 60일까지는 세근부위를 제외하고는 전반적으로 기호도가 우수하였다고 보고하였다.

요 약

수삼의 적정 저장 온도 규명을 위하여 수삼을 -3°C, -1.5°C 및 0°C에 각각 저장하면서 저장 중 수삼의 품질 변화를 조사하였다. 수삼의 저장 중 변질율은 저장 8주까지 저장온도가 낮을수록 변질율이 낮았으나 이후부터는 오히려 -3°C에서 저장한 수삼의 변질율이 급격히 증가하였다. 수삼의 변질된 면적을 기준으로 산출한 변질정도는 전반적으로 0°C에서 저장한 수삼이 가장 심하였고, 다음은 -1.5°C에서 저장한 수삼이었으며, -3°C에서 저장한 수삼이 가장 낮았다. 중량 감소율은 -1.5°C에서 저장한 수삼이 가장 낮았고, -3°C와 0°C에서 저장한 수삼은 유사한 수준이었다. 미생물 수는 저장 12주까지는 저장온도가 낮을수록 적은 것으로 나타났으나 저장 14주 이후에는 -3°C에서 저장한 수삼의

미생물 수가 급격히 증가되어 총균 수는 0°C와 -1.5°C에서 저장한 수삼과 유사한 수준이었고, 곰팡이 수는 오히려 높은 것으로 나타났다. 표면색도는 -3°C에서 저장한 수삼이 0°C와 -1.5°C에서 저장한 수삼에 비해 비교적 변색이 빠르게 진행되는 것으로 나타났다. 수삼 뇌두부위의 전해질 용출도는 저장기간이 경과함에 따라 증가하였는데 -3°C에서 저장한 수삼이 -1.5°C 및 0°C에서 저장한 수삼보다 높았다. 수삼의 관능적 품질은 저장 4주 후까지 저장온도에 따른 차이를 나타내지 않았고, 수삼 뇌두부위의 품질이 3.0이하로 평가된 시점은 -3°C에서는 저장 8주 후, -1.5°C에서는 12주 후, 0°C에서는 14주 후 이었고, 종합적인 관능적 품질이 3.0이하로 평가된 시점은 -3°C에서는 저장 10주 후, -1.5°C 및 0°C에서는 저장 14주 후이었다.

감사의 글

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

참고문헌

1. Nho GB (2001) Improvement of fresh ginseng shelf-life using natural products. Ph.D thesis, Seoul National University, Seoul, Korea
2. Ministry for Food, Agriculture, Forestry and Fisheries (2010) 2009 Korea ginseng statistical report.
3. Kim EJ (2005) Effects of storage temperature and antimicrobial treatment on quality of washed fresh ginseng. MS thesis, Duksung Women's University, Seoul, Korea
4. 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
5. Jang JK (1994) Physicochemical properties of freeze dried ginseng and red ginseng from the fresh ginseng stored at low temperature. Ph.D thesis, Gyeongsang National University, Jinju, Korea
6. 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
7. 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, University of California, Davis, USA, 4, 89-95
8. 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
9. Jeon BS (1994) Studies on physicochemical changes of fresh ginseng stored in controlled atmosphere and modified atmosphere. Ph.D thesis, Chungnam National University, Daejeon, Korea
10. Lee SW, Kim KS (1979) Studies on CA storage of fresh ginseng. *J Korean Food Sci Technol*, 11, 131-137
11. Yun SD, Lee SG (1999) MA storage of Korean fresh ginseng. *J Korean Soc Hort Sci*, 40, 689-692
12. 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
13. Nahmgung B, Jeong MC, Kim DM, Moon JD, Choi JU (2000) Freshness extension of ginseng with freezing point depressing agents. *J Korean Food Preserv*, 7, 57-62
14. Sohn HJ, Joo IS, Sung CK (1999) A study on suppression components of spoiling ginseng. *J Ginseng Res*, 23, 67-73
15. Kim CS, Jung IC, Kim SB, Yang DC (2005) Physicochemical properties of red ginseng on storage condition of the fresh ginseng. *J Korean Medicinal Crop Sci*, 13, 52-56
16. 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
17. Hu WZ, Xu P, Uchino T (2005) Extending storage life of fresh ginseng by modified atmosphere packaging. *J Food&Agri Sci*, 84, 2475-2481
18. 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
19. Jeon BS, Sung HS, Tang JW, Park CK, Jang KS (1995) Effect of controlled atmosphere and modified atmosphere storage on the apparent quality and saponin component of fresh and red ginseng. *J Korean Ginseng Sci*, 19, 62-72
20. 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
21. Lee SK, Kim JK, Park YM, Seo JK, Yang YJ, Hwang YS (2006) Manual of Postharvest Technology -Leafy, Stem and Root Vegetables. Ministry of Agriculture and Fishery, National Agricultural Cooperative Federation, p.310-350
22. Anon (2010) General Information of Agricultural Technology, RDA, http://www.rda.go.kr/board/board.do?mode=html&prgId=arg_cropfarmSkillEntry#ac_tech_btn
23. Kim HS (2011) Effects of storage and shelf temperature on quality of fresh ginseng. MS thesis, Duksung Women's University, Seoul, Korea
24. Kim DM, Hong SI, Jeong MC, Choi JH, Kim EJ (2005) Development of pre-treatment technology for fresh ginseng. Korea Food Research Institute, Seongnam, Korea
25. Kim DM (1997) Study on storage of fresh ginseng. *Bulletin of Food Technology*, Korea Food Research Institute, 10, 11-15