

## 밤 과실의 저장온도 및 품종에 따른 품질 변화 비교

주석현<sup>1</sup> · 김만조<sup>2</sup> · 김미숙<sup>1</sup> · 이 옥<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>국민대학교 산림환경시스템학과, <sup>2</sup>국립산림과학원 특용자원연구과

### Comparison of Chestnut (*Castanea* spp.) Quality Characteristics according to Storage Temperatures and Cultivars

Sukhyun Joo<sup>1</sup>, Mahn-Jo Kim<sup>2</sup>, Mee-Sook Kim<sup>1</sup> and Uk Lee<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Forestry, Environment and Systems, Kookmin University, Seoul 02703, Korea

<sup>2</sup>Division of Special-purpose Trees, National Institute of Forest Science, Suwon 16631, Korea

**요약:** 본 연구는 우리나라 밤 주요재배 품종을 대상으로 저장온도(4°C, -1°C) 및 품종에 따른 밤 과실의 저장 중 품질변화를 분석하였다. 저장기간(16주) 동안 밤 과실의 외피색, 경도, 당도, 부패율, 관능평가 등을 조사하여 품질변화 양상을 비교하였다. 저장기간 동안 외피색의 변화는 ‘츠크바(Tsukuba)’와 ‘석추(Ishizuchi)’가 적었던 반면 ‘이평(Riheiguri)’과 ‘대보(Daebo)’에서는 유의적으로 크게 나타났다. 저장 온도에 따른 밤 품종들의 외피색의 변화는 4°C 처리구보다 -1°C 처리구에서 적게 나타났다. 저장온도 -1°C에서 품종에 따른 경도를 비교시 ‘유마(Arima)’와 ‘단택(Tanzawa)’ 품종은 감소하는 경향을 보였고 가장 낮게 나타났다. 저장온도에 따른 밤 품종들의 경도를 비교하면 4°C에 보관한 밤들의 경도가 -1°C에 보관한 밤에서 보다 높게 나타났다. 저장기간 동안 당도가 가장 많이 증가한 품종은 ‘이평(Riheiguri)’이었고, ‘유마(Arima)’는 가장 적게 증가하였다. 저장기간 동안 당도는 저장온도 4°C와 -1°C 모두 처리구에서 증가하였고, 저장온도 -1°C처리구에서 더 많이 증가하였다. 부패율은 저장온도 4°C 처리구보다 -1°C 처리구에서 더 낮았으며, ‘석추(Ishizuchi)’와 ‘이평(Riheiguri)’의 부패율이 높았으나, ‘대보(Daebo)’, ‘옥광(Okkwang)’, ‘단택(Tanzawa)’은 낮게 나타났다. 관능평가의 경우, 식감과 단맛을 조사한 결과, ‘이평(Riheiguri)’, ‘대보(Daebo)’, ‘츠크바(Tsukuba)’는 단단한 식감과 강한 단맛을 나타낸 반면, ‘단택(Tanzawa)’은 다른 품종에 비해 상대적으로 식감이 물렀다. 저장기간 동안 ‘유마(Arima)’와 ‘옥광(Okkwang)’은 약한 단맛을 나타냈다. 식감은 저장온도 4°C의 과실이 더 단단했으며, 단맛은 저장온도 -1°C의 과실에서 더 높았다. 저장온도 4°C에 저장한 밤의 식감이 우수하고 단단하여 4°C는 1개월 이내 단기저장에 좋은 온도인 것으로 보이며, 4개월 이상 장기저장 시에는 -1°C가 적합할 것으로 판단된다. 본 연구 결과는 우리나라 밤 주요재배 품종의 수확 후 관리에 대한 기초자료를 제시하고 고부가가치 향상 및 임업 소득 증대에 기여될 것으로 전망된다.

**Abstract:** This research was conducted for major cultivated chestnut (*Castanea* spp.) in Korea to compare chestnut quality characteristics according to storage temperatures (4°C vs. -1°C) and cultivars. Color, hardness, soluble solids content (SSC), rate of decay and sensory evaluation were investigated during 16 weeks storage. Cultivars ‘Tsukuba’ and ‘Ishizuchi’ showed the least pericarp color change while cultivars ‘Riheiguri’ and ‘Daebo’ showed the most pericarp color change during storage. Chestnut fruits stored at -1°C showed less pericarp color change than those stored at 4°C. Cultivars ‘Arima’ and ‘Tanzawa’ exhibited the decrease tendency of hardness with lowest hardness during storage at -1°C. Chestnut fruits stored at 4°C showed high hardness than those stored at -1°C. Cultivars ‘Riheiguri’ showed the highest increase of SSC, while cultivar ‘Arima’ showed the lowest increase of SSC after 16 weeks of storage. The SSC increased in nuts from all cultivars at both temperatures, but nuts stored at -1°C showed higher increases in SSC than nuts stored at 4°C. Cultivars ‘Ishizuchi’ and ‘Riheiguri’ showed high rates of decayed nuts in contrast to cultivars ‘Daebo’, ‘Okkwang’ and ‘Tanzawa’ that showed low rates of decayed nuts during storage. The chestnut fruit stored at -1°C showed less decay than fruit stored at 4°C. Texture and sweetness were tested for sensory evaluation. Among the tested cultivars, ‘Riheiguri’, ‘Daebo’ and ‘Tsukuba’ showed hard texture and very sweetness, while ‘Tanzawa’ showed relatively soft texture. ‘Arima’ and ‘Okkwang’ showed weak sweetness during storage. Nuts stored at 4°C exhibited harder texture than nuts stored at -1°C while -1°C exhibited more sweetness than nuts stored at 4°C. Chestnuts for hard texture and short-term storage (less than one month), 4°C will be a proper storage

\*Corresponding author  
E-mail: rich26@korea.kr

temperature, while in order to store long-term (more than 4 month),  $-1^{\circ}\text{C}$  will be a proper storage temperature. Result from this study provide base-line data of postharvest management for Korean cultivated chestnut as well as contributing increased product value and income for chestnut producers.

**Key words:** pericarp color, hardness, soluble solids content, rate of decay, sensory evaluation

## 서 론

밤(*Castanea* spp.)은 예로부터 관혼상제에 빠져서는 안 되는 중요한 과실로 오랫동안 우리 생활 문화와 함께 해 왔다(Kim et al., 2007). 마롱글라세, 밤 푸레, 구운 밤 등을 선호하는 유럽과는 달리, 제사를 지내고 밤을 먹는 풍습이 있는 우리나라는 오랫동안 생밤을 주로 즐겨 먹었다. 이로 인하여 국내에서는 크기가 크고 당도가 높은 밤을 선호해왔다. 우리나라의 밤 연간 총 생산량은 59,465 톤이며, 생산액은 1,180억 원에 달한다. 수출규모는 10,555톤(생밤, 간밤, 통조림, 냉동밤 합계: 약 2,320만 달러)으로 전체 임산물 수출 실적의 12%를 차지하고 있으며, 중국 8,405톤(79.6%), 미국 1,015톤(9.6%), 일본 803톤(7.6%), 대만 122톤(1.2%) 등의 순으로 수출하고 있다(KFS, 2015).

최근 소비 형태의 다양화와 고급화 추세에 따른 고부가가치 임산물에 대한 관심이 증대되고 있는 실정이다. 하지만 우리나라 임산물에 대한 재배기술 및 육종에 대한 연구는 활발히 이루어졌으나, 임산물 품질유지 및 관리 등을 통한 고부가가치를 창출할 수 있는 수확 후 관리에 대한 연구는 매우 미흡한 실정이다. 밤, 대추, 산채류 등 일부 임산물은 수확 후에도 호흡을 하며 지속적인 생물활동을 한다. 특히 주변 환경의 영향을 많이 받는 임산물은 수확 후부터 그 특성이 변하게 됨에 따라 지속적인 일련의 관리가 필요하다. 수확 이후 세척, 저장, 포장, 유통, 판매 등에 이르기까지 상품성과 신선도를 유지해야 부가가치를 높일 수 있다. 특히, 임산물에 비해 수확 후 관리 시스템이 비교적 잘 갖추어져 있는 농산물의 경우에서도 생산량의 약 30%가 수확 후 관리 미흡으로 손실되고 있어(KPMA, 2013), 임산물에서의 피해는 이보다 더 심할 것으로 예측된다.

일반적으로 밤 저장 가능온도는 저장고 규모, 수확 후 전처리 과정, 적재량과 적재방법, 냉방기의 기계적 조건 등에 따라 상이하다. 보통  $2\sim 4^{\circ}\text{C}$ 의 저장은 2개월 정도 저장이 가능하며,  $-2\sim -1^{\circ}\text{C}$ 의 저장은 6개월 정도 가능하다고 보고되었으며(Cecchini et al., 2011; Jermini et al., 2006; Kim, 2006), 상대습도가 90% 이상이면 6개월 이상 저장이 가능하다는 보고도 있다(Choi et al., 1985; Mencarelli, 2001). 저온저장을 했을 경우에도 부패는 발생하는데, Yim et al.(1980)은 밤을  $1^{\circ}\text{C}$ 에서 저장했을 시, 8~9개월 후 10%의 부패과가 발생한다고 보고하였다.

저온저장을 통한 밤의 부패율 및 발아율 억제에 관한 연구(Shin et al., 1982; Washington et al., 1997; Yim et al., 1980)가 과거에 주로 이루어졌다면, 최근에는 밤의 다양한 이용가치가 부각되어 저장에 따른 당도, 수분, 지방질, 아미노산, 유기산, 비타민C 등과 같은 이화학적 성질의 변화에 대해 중점을 두고 있다(Chenlo et al., 2009; Kim et al., 2009; Kim et al., 2006b; Kwon et al., 1998; Nha and Yang, 1996, 1997; Nomura et al., 1994; Wang et al., 2008; Xu, 2005).

현재 우리나라에서는 약 30품종의 밤이 생산되고 있으나, 주요재배 품종은 약 10여 품종에 불과하다. 밤은 단단한 외피를 가지고 있어 임산물 중 비교적 저장성이 좋은 과실로 인식되어 있지만 해충과 곰팡이 등에 의한 피해로 저장기간 동안 상당한 손실이 발생하고 있다. 그래서 일부 밤 생산단지에서는 훈증을 하거나 수침을 통해 저장간 손실을 줄이는 노력을 하고 있다. 하지만 보다 효과적이고 체계적인 저장간 손실을 방지하기 위한 방안이 필요한 실정이다. 특히 임산물에 대한 수확 후 관리 연구는 거의 전무한 실정이며, 밤의 경우에만 극히 일부 연구되어 보고되고 있다. 우리나라 밤 재배 품종의 저장 간 품질변화에 대한 연구는 Kim et al.(2006b)이 저장온도  $2^{\circ}\text{C}$ 에서 13품종에 대한 당도 및 경도 변화를 조사한 연구가 유일하다. 저장 간 발생하는 손실은 생산자의 소득과 직결되기 때문에 주요재배 품종별 저장간 품질특성에 관한 기초 연구는 절실하고 시급하다.

따라서 본 연구는 우리나라 주요 밤 재배품종 7종을 대상으로 저장온도( $4^{\circ}\text{C}$ ,  $-1^{\circ}\text{C}$ )에 따른 총 5가지의 품질변화(색, 경도, 당도, 부패율, 관능평가)를 구명하여 밤의 이용가치를 높이고 생산자와 소비자에게 기초자료를 제공하는데 그 목적이 있다.

## 재료 및 방법

### 1. 공시품종 및 저장조건

본 연구에서 사용된 밤 과실의 품종수는 7품종이며, 그 내역은 Table 1과 같다. 공시재료는 우리나라에서 널리 재배되고 있는 품종으로, 국립산림과학원 밤나무 품종보존원(경기도 화성시 소재)에서 직접 수확하였다. 품종별 밤 과실은 동일한 재배조건 및 관리를 실시한 밤나무에서 생산된 밤으로 건조되거나 병해충 피해가 있는 과실은 선별,

**Table 1. List of chestnut (*Castanea* spp.) samples used in this study.**

Cultivar name	Pedigree	Origin	Where named
Arima	<i>C. crenata</i> , natural selection	Japan	Japan
Daebo	<i>C. bungeana</i> × ( <i>C. crenata</i> × <i>C. mollissima</i> )	Japan	Korea
Ishizuchi	<i>C. crenata</i> × <i>C. crenata</i>	Japan	Japan
Okkwang	<i>C. crenata</i> , natural selection	Korea	Korea
Riheiguri	<i>C. crenata</i> × <i>C. mollissima</i>	Japan	Japan
Tanzawa	<i>C. crenata</i> × <i>C. crenata</i>	Japan	Japan
Tsukuba	<i>C. crenata</i> × <i>C. crenata</i>	Japan	Japan

제거하였다.

각 품종별 15립씩 두께 50 µm LDPE(low density polyethylene) 필름에 밀봉 후 저장온도 4±1°C, -1±1°C에 각각 16주간 저장하였다. 예비실험을 통해 두께 30, 50 µm LDPE 필름의 밤 저장이 100 µm LDPE 필름보다 부패율이 낮음을 확인하였다. 하지만 30 µm 필름의 경우, 외부의 굽힘에 의해 필름이 쉽게 손상되어 본 실험에서는 50 µm LDPE 필름을 사용하였다(data not shown). 저장간 상대습도는 90±3%로 유지시켰으며 각 처리별 3반복씩 16주간 2주 간격으로 각각 조사하였다.

저장 간 과실품질 비교에서 가스분석은 밤 과실의 특성상 많은 오류가 발생되었으며, 밤 품질 비교에 큰 영향을 미치지 않아 본 연구에서는 제외시켰다.

**2. 외피색**

외피색의 변화는 수확 직후와 저장기간 동안의 색을 측정 후 색차(E\*)를 계산하여 비교하였다. 외피는 표준백판(L=7.79, a=-0.38, b=2.05)으로 보정된 색차계(ZE-2000, Nippon Denshoku Industries Co., Japan)를 이용하여 CIE 1976 L\*(lightness: black=0, white=100), a\*(redness to greeness: red=+100, green=-80), b\*(yellowness to blueness: yellow=+70, blue=-70)를 측정하였다. 색차는 그 차이에 따라 육안과 비교하여 같은 색(ΔE\* < 1), 감지할 수 없는(1 ≤ ΔE\* < 2), 겨우 감지함(2 ≤ ΔE\* < 3), 감지함(3 ≤ ΔE\* < 5), 확실히 감지함(5 ≤ ΔE\* < 12), 다른 색(ΔE\* ≥ 12) 등 각각 6계급으로 구분하였다. 색차값은 품종별 15립씩 3반복, 총 45립을 측정하여 평균값을 구했다. 16주간 2주 간격으로 총 9회에 걸쳐 품종별로 각각 405립씩 총 2,835립을 측정하였다.

**3. 경도**

과육 경도는 측과의 외피를 제거한 후 과실의 배면을 아래로 두고 상단부를 3 mm 내외의 두께로 수평으로 자른 후 물성측정기(CR-3000EX-S, Sun Scientific Co.,

Japan)로 측정하였다. 최대하중(kg)을 지수로 사용하였으며, 물성측정기의 조건은 어댑터(probe) 직경 5 mm, 테이블 이동속도 2.0 mm/s, 진입(인장) 거리 5 mm로 각각 설정하였다. 경도값은 품종별 15립씩 3반복, 총 45립을 측정하여 평균값을 구했다. 16주간 2주 간격으로 총 9회에 걸쳐 품종별로 각각 405립씩 총 2,835립을 측정하였다.

**4. 당도**

당도는 과육의 중앙부를 V자형 칼날로 분쇄하여 즙을 낸 후, 굴절당도계(PR-301a, ATAGO Co., Japan)를 이용해서 측정하였고, 단위는 °Brix로 표시하였다. 당도값은 품종별 15립씩 3반복, 총 45립을 측정하여 평균값으로 나타냈다. 16주간 2주 간격으로 총 9회에 걸쳐 품종별로 각각 405립씩 총 2,835립을 측정하였다.

**5. 부패율**

부패과는 육안으로 선별하여 외피에 곰팡이나 탄저의 흔적이 조금이라도 있는 과실은 모두 부패과로 분류하였다. 부패율은 전체 시료의 개수에서 부패과를 나눈 후 백분율(%)로 표시하였다. 부패율은 품종별 15립씩 6반복, 총 90립을 측정하여 평균값으로 나타냈다. 16주간 2주 간격으로 총 9회에 걸쳐 품종별로 각각 810립씩 총 5,670립을 측정하였다.

**6. 관능 평가**

관능 평가는 평소에 충분히 훈련된 국립산림과학원 밤나무연구실 연구원 3명을 대상으로 실시하였다. 평가점수는 9점 척도(1=나쁨, 9=좋음)에 의거하여 식감(1~3: 물렁함, 4~6: 단단함, 7~9: 매우 단단함)과 단맛(1~3: 단맛이 없음, 4~6: 단맛이 약함, 7~9: 단맛이 강함)을 평가하였다. 각 과실마다 평가 후 입을 물로 헹구 단맛을 제거하였으며, 점수는 각각 종이에 기입하여 특정 조사원의 평가에 의해 편중될 수 있는 가능성을 방지하였다. 평가점수는 품종별 15립씩 3반복, 총 45립을 측정하여 평균값으로 나타냈다. 16주간 2주 간격으로 총 9회에 걸쳐 품종별로 각각 405립씩 총 2,835립을 평가하였다.

**7. 통계분석**

저장온도와 품종에 따른 밤의 저장 간 품질 비교분석을 위해 통계분석은 SAS 통계프로그램(ver. 9.3, SAS Institute Inc., USA)을 사용하였다. 두 저장온도(4°C, -1°C) 간의 평균 차이에 대한 검정은 t-검정(t-test)을 통해 분석하였고, 7품종 간의 평균 차이에 대한 검정은 분산분석(ANOVA)을 실시한 후, Duncan의 다중검정(Duncan's multiple range test)을 통해 분석하였다.

결과 및 고찰

1. 색

저장온도 4°C의 경우, ‘이평(Riheiguri)’은 사람이 육안으로 밤 외피의 색 변화를 확실하게 감지할 수 있는 수준인 색차(ΔE\*) 5이상(Cecchini et al., 2011)이 되는 시점은 6주차(5.43)였다(Figure 1). 이는 나머지 다른 품종과도 통계적으로 유의한 차이를 보여 외피 색 변화가 빨리 일어나는 품종임을 알 수 있었다. 특히 색차가 5 이상이 되는 시점은 ‘대보(Daebo)’의 경우 10주차(5.75)였으며, ‘유마(Arima)’ 12주차(7.49), ‘단택(Tanzawa)’은 12주차(5.12) 등의 순으로 외피의 색 변화가 발생하는 것으로 확인할 수 있었다. ‘유마(Arima)’, ‘옥광(Okkwang)’, ‘단택(Tanzawa)’은 저장 12주차에 각각 7.49, 5.12, 5.08로 외피 색 변화의 육안식별이 가능하였다. 저장 16주차에 색차가 적었던 품종은 ‘축과(Tsukuba)’ 4.51과 ‘석추(Ishizuchi)’ 4.41이었다.

저장온도 -1°C의 경우, ‘이평(Riheiguri)’은 8주차에 색차가 5.59로 외피 색 변화를 확실하게 감지할 수 있었으며, 이는 저장온도 4°C의 경우에 비해 2주 늦게 나타났다. 저장 10주차에 ‘대보(Daebo)’가 5.81로 가장 높은 색차를 보였으나, ‘이평(Riheiguri)’ 5.75와 통계적으로 유의한 차이를 나타내지 않았다. ‘이평(Riheiguri)’과 ‘대보(Daebo)’를 제외하고 나머지 품종들은 모두 색차가 5 이하임을 알 수 있었다. 저장 16주차에는 ‘이평(Riheiguri)’ 6.65, ‘대보(Daebo)’ 6.28, ‘단택(Tanzawa)’ 5.11, ‘유마(Arima)’ 4.83 순으로 색차가 높았다. 반면 ‘석추(Ishizuchi)’의 경우, 색차가 2.88로 가장 적었으며, 다른 품종과 통계적으로 유의

적인 차이를 나타냈다.

따라서 ‘축과(Tsukuba)’와 ‘석추(Ishizuchi)’는 저장 4°C와 -1°C 모두에서 저장 16주 동안 색차가 5 이하를 나타내 외피 색 변화가 적은 품종임을 알 수 있었다. 반면 ‘이평(Riheiguri)’과 ‘대보(Daebo)’는 10주차 이후 색차 5 이상을 보여 확실한 외피 색의 변화를 나타냈다. 이는 ‘이평(Riheiguri)’과 ‘대보(Daebo)’가 다른 품종에 비해 상대적으로 외피의 두께가 얇아(data not shown) 저장기간 동안 수분증발이 많이 발생하여 색차값이 큰 것으로 판단된다. 이러한 외피 색의 변화는 상품성을 하락시키고 생산자의 소득에도 큰 영향을 미침으로 ‘이평(Riheiguri)’과 ‘대보(Daebo)’는 두께 100 μm LDPE 필름에 저장하고 지속적인 수분공급과 습도조절을 통한 별도의 관리가 필요할 것으로 사료된다.

또한 저장온도 4°C와 -1°C 모두 저장기간이 경과됨에 따라 외피 내부에 함유되어 있는 수분이 증발하고 그로 인하여 색이 얼어졌다. 또한 부패와 곰팡이 발생으로 인해 색이 부분적으로 검은색 또는 푸른색으로 변하였다. 저장 16주차의 경우, 저장온도 4°C에서는 5 품종의 색차가 5 이상인 것과 비교하여, -1°C에서는 3 품종만이 색차 5 이상을 나타내 그 정도가 적음을 알 수 있었다. 이상의 결과에서 밤 과실의 저장 간 외피색의 변화는 품종에 따라 차이는 있지만, 전체적으로 저장온도 -1°C가 4°C에 비해 밤 과실의 외피 색 변화를 억제시키는 것임을 알 수 있었다. 이는 멜론과 토마토와 같은 다른 과실 및 채소에서도 낮은 저장온도가 과실의 색 변화를 억제한다는 조사 결과(Cha et al., 2013; Özdemir and Devres, 1999; Park et

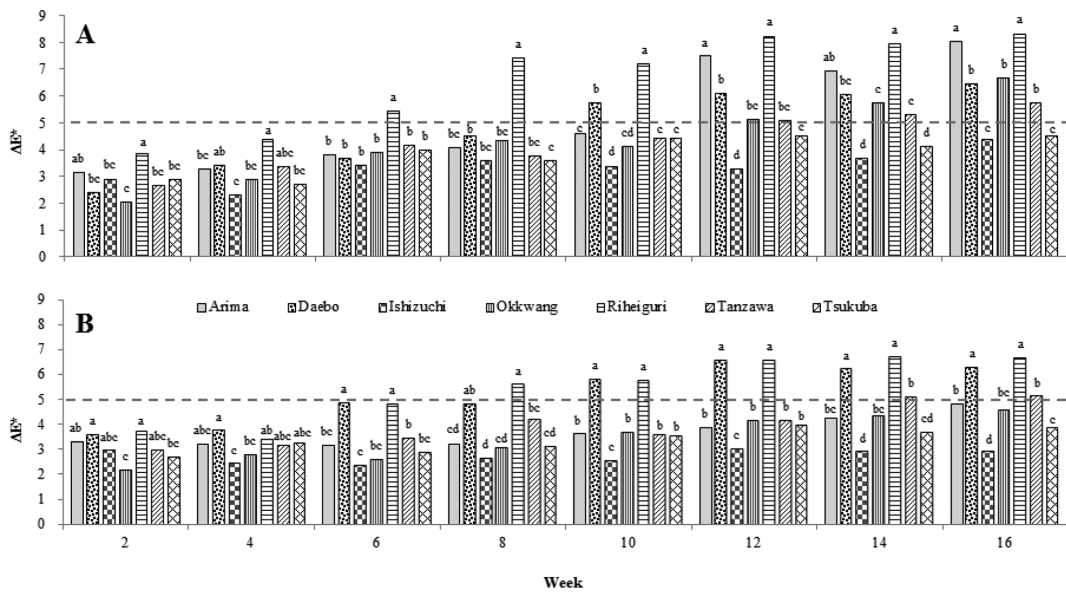


Figure 1. Means of seven chestnut (*Castanea* spp.) cultivars for color difference (ΔE\*) during storage at 4°C (A) and -1°C (B). Ordinate of value 5 indicates the limit line which human eye can recognizes strong color differences. Different letters indicate significant differences among cultivars at p=0.05 (Duncan's multiple range test).

**Table 2. Means of seven chestnut (*Castanea* spp.) cultivars for kernel hardness (kg) during storage at 4°C and -1°C.**

ST <sup>2</sup>	Cultivar	Storage period (week)									Average
		0	2	4	6	8	10	12	14	16	
4°C	Arima	8.4b <sup>y</sup>	10.2a	9.0bc	9.2a	9.3bc	8.5cd	8.4c	9.1ab	8.4c	8.9±1.7 <sup>x</sup>
	Daebo	9.4a	9.9a	9.9ab	10.1a	9.2bc	9.4abc	9.5abc	10.1a	10.5a	9.8±1.7
	Ishizuchi	8.9ab	9.9a	9.8ab	9.3a	9.4bc	10.3a	9.4abc	10.3a	9.7ab	9.6±1.7
	Okkwang	9.0ab	10.2a	9.4ab	9.0a	9.3bc	8.9bcd	10.0a	9.9a	9.6ab	9.4±1.5
	Riheiguri	8.4b	9.5ab	10.3a	9.8a	10.1ab	9.7ab	9.4abc	10.1a	10.0ab	9.6±2.1
	Tanzawa	8.7b	8.7b	8.2b	9.0a	8.8c	7.9d	8.8bc	8.5b	8.9bc	8.6±1.7
	Tsukuba	8.4b	9.4ab	9.9ab	9.0a	10.6a	10.0a	9.9ab	9.5ab	10.5a	9.6±2.0
	Average	8.8±1.4	9.7±1.6	9.5±1.8	9.4±1.8	9.5±1.8	9.3±1.9	9.3±1.9	9.6±2.1	9.7±1.9	9.4±1.8
-1°C	Arima	8.4b	7.9c	7.8b	8.0b	8.0bc	7.3d	7.9cd	8.3b	7.4d	7.8±1.7
	Daebo	9.4a	9.5a	8.9a	9.0ab	8.7ab	9.3ab	8.8abc	9.0ab	9.1ab	9.1±1.5
	Ishizuchi	8.9ab	9.0abc	9.1a	8.1b	9.2a	8.6bc	8.3bcd	8.7ab	8.7bc	8.7±1.8
	Okkwang	9.0ab	9.0abc	9.0a	8.8ab	8.0bc	8.0cd	7.4de	8.4b	8.1cd	8.3±1.5
	Riheiguri	8.4b	9.2ab	9.8a	9.6a	9.5a	9.9a	9.5a	9.4ab	9.9a	9.4±1.6
	Tanzawa	8.7b	8.1bc	7.3b	7.8b	7.3b	7.2d	6.7e	6.6c	7.2d	7.4±1.6
	Tsukuba	8.4b	8.9abc	9.8a	8.3b	9.1a	9.7a	9.1ab	9.5a	9.6ab	9.0±1.8
	Average	8.8±1.4	8.8±1.7	8.8±1.9	8.5±1.8	8.6±1.7	8.6±1.8	8.3±1.9	8.6±1.9	8.6±1.8	8.6±1.8
Significance ST <sup>w</sup>	-	***	**	***	***	**	***	***	***	***	

<sup>2</sup>Storage temperature.

<sup>y</sup>Means followed by different letters are significantly different according to Duncan's multiple range test at p = 0.05.

<sup>x</sup>Mean ± SD.

<sup>w</sup>Compare average value of storage temperatures.

\*\*, \*\*\*Significant according to Student's t-test at p < 0.01 or 0.001, respectively.

al., 2005)와 다소 유사한 것으로 나타났다.

## 2. 경도

저장온도 4°C의 경우, 저장기간 동안 수확 직후와 비교하여 모든 품종에서 경도가 증가하였으나 일정한 경향을 보이지 않았다(Table 2). 그 중 '유마(Arima)'와 '단택(Tanzawa)'은 저장기간 동안 나머지 품종들에 비해 낮은 경도를 보였으나 통계적으로 유의적인 차이를 보이지는 않았다.

저장온도 -1°C의 경우, '이평(Riheiguri)'과 '축파(Tsukuba)'는 지속적으로 경도가 증가하는 경향을 보인 반면, '유마(Arima)', '옥광(Okkwang)', '단택(Tanzawa)'은 감소하는 경향을 보였다. 특히 '유마(Arima)'와 '단택(Tanzawa)'은 저장 16주차에 각각 7.4 kg과 7.2 kg의 낮은 경도를 나타냈으며, 수확 직후와 비교해 보면 각각 1.0 kg, 1.5 kg의 감소된 경도를 보였다. '대보(Daebo)'와 '석추(Ishizuchi)'의 경우, 저장기간 동안 수확 직후의 경도와 큰 차이를 보이지 않은 품종임을 확인하였다.

이상의 결과에서 4°C에 저장된 모든 밤 과실(품종)의 경도값이 -1°C에 저장된 과실(품종)보다 더 높게 나타났다(Table 2). 저장온도 4°C의 과실은 수분증발이 -1°C보다 더 많이 발생되어 과육이 견고해진 것으로 판단되며, Cecchini et al.(2011)은 유럽밤을 통해 더 많은 수분증발이 과육의 유연성을 감소시켜 경도를 증가시킨다고 보고하였다. 또

한 Moscetti et al.(2012)은 헤이즐넛을 대상으로 저장온도 10°C에서는 수분 증발에 의한 과육의 유연성 감소로 경도가 증가하고 상대적으로 더 낮은 4°C에서는 초기 경도를 유지한다고 보고하여 본 실험결과와 일치됨을 간접적으로 확인할 수 있었다.

## 3. 당도

저장온도 4°C의 경우, '단택(Tanzawa)'은 2주차까지 당도가 증가하였고 나머지 품종들은 6주차까지 증가하였다(Table 3). 저장 16주차에 '이평(Riheiguri)'의 당도는 22.1 °Brix로 가장 높았으며 나머지 품종들과 통계적으로도 유의적인 차이를 보였다. 또한 저장 16주 동안 당도가 가장 많이 증가한 품종은 '이평(Riheiguri)'으로 10 °Brix 증가하였으며, '옥광(Okkwang)' 7.1 °Brix, '축파(Tsukuba)' 6.3 °Brix 등의 순으로 증가됨을 알 수 있었다.

저장온도 -1°C의 경우, '유마(Arima)'를 제외한 나머지 모든 품종들은 약 10주차까지 당도가 지속적으로 증가하였으며, 그 이후 소폭 증가하거나 유지되는 경향을 보였다. 특히 저장 16주차에 '이평(Riheiguri)'의 당도가 24.7 °Brix로 가장 높았으나, '단택(Tanzawa)'과 '석추(Ishizuchi)'가 각각 24.2 °Brix와 22.6 °Brix로 높게 나타나 통계적으로 유의한 차이를 보이지는 않았다. 또한 저장 16주 동안 '이평(Riheiguri)'의 당도는 12.6 °Brix의 가장 많은 증가량을 보인 반면, '유마(Arima)'는 6.2 °Brix의 가장 적은 증

**Table 3. Means of seven chestnut (*Castanea* spp.) cultivars for soluble solids content (°Brix) during storage at 4°C and -1°C.**

ST <sup>2</sup>	Cultivar	Storage period (week)									Average
		0	2	4	6	8	10	12	14	16	
4°C	Arima	9.4c <sup>y</sup>	12.9b	13.2d	15.4d	15.1e	13.0e	14.6e	15.7c	15.0c	13.5±3.2 <sup>x</sup>
	Daebo	12.4b	15.8ab	16.2bc	17.9bc	17.0cd	17.9bc	17.5d	17.4bc	17.0b	16.2±3.2
	Ishizuchi	12.5b	15.6ab	16.8bc	18.3bc	18.1c	18.6bc	18.5cd	18.3b	17.4b	16.8±3.4
	Okkwang	8.4c	12.8b	15.3c	15.4d	16.6d	15.6d	18.1cd	15.7c	15.5c	13.7±4.1
	Riheiguri	12.1b	16.4a	18.8a	23.8a	23.4a	22.8a	23.3a	21.9a	22.1a	19.8±5.2
	Tanzawa	14.4a	17.3a	16.7bc	16.8cd	16.4de	17.0cd	18.1cd	18.1b	18.0b	17.0±2.7
	Tsukuba	12.1b	16.6a	18.1ab	19.1b	19.8b	19.2b	19.4b	19.0b	18.0b	17.4±3.9
	Average	11.4±2.8	15.5±3.4	16.5±3.4	18.3±4.0	18.1±3.5	17.8±3.9	18.5±3.6	18.2±3.5	17.7±3.2	16.5±4.3
-1°C	Arima	9.4c	14.3b	13.6dc	16.8c	15.8d	13.5d	14.9d	16.4d	15.6c	14.1±4.1
	Daebo	12.4b	16.7ab	19.7ab	19.0bc	20.0bc	18.4c	20.9b	19.7bc	20.9b	18.1±4.7
	Ishizuchi	12.5b	16.7ab	17.3bc	19.1bc	21.7b	21.7b	21.8b	21.1b	22.6ab	19.0±5.1
	Okkwang	8.4c	15.1ab	14.7cd	18.0bc	19.1c	19.3c	18.0c	18.0cd	15.9c	14.8±5.3
	Riheiguri	12.1b	17.0a	19.3ab	24.0a	26.2a	24.8a	27.4a	24.2a	24.7a	21.4±6.3
	Tanzawa	14.4a	16.5ab	20.2a	20.3b	19.2c	22.3b	21.5b	24.0a	24.2a	20.4±5.1
	Tsukuba	12.1b	16.7ab	21.8a	19.5b	21.8b	22.9ab	22.0b	21.4b	21.0b	19.3±5.0
	Average	11.4±2.8	16.2±3.4	18.3±5.0	19.7±4.4	20.6±4.9	20.5±5.1	21.1±5.1	20.8±4.7	21.0±4.8	18.3±5.7
Significance ST <sup>w</sup>	-	*	***	**	***	***	***	***	***	***	

<sup>1</sup>Storage temperature.

<sup>2</sup>Means followed by different letters are significantly different according to Duncan's multiple range test at p = 0.05.

<sup>3</sup>Mean ± SD.

<sup>w</sup>Compare average value of storage temperatures.

\*, \*\*, \*\*\*Significant according to Student's t-test at p < 0.05, 0.01, or 0.001, respectively.

가량을 보였다. 그리고 ‘유마(Arima)’와 ‘옥광(Okkwang)’은 다른 품종들에 비해 낮은 당도를 나타냈을 뿐만 아니라 16주차에는 감소하는 경향을 보였다.

이상의 결과에서 품종별 밤 과실의 당도는 저장 후 2주차를 제외하고 4°C에 비해 -1°C에서 더 높았으며, 통계적으로 유의한 차이를 나타냈다. 특히 저장온도 4°C와 -1°C 모두 약 12주차에 당도의 최대값을 보였으나 4°C는 그 이후 급격한 감소를 보인 반면, -1°C는 저장 16주차까지 큰 변화를 보이지 않았다. 이는 저장온도가 높을 경우, 당도가 낮게 형성되며 저장기간이 지속됨에 따라 당도가 감소한다는 사과, 토마토, 밤호박의 결과와 유사한 경향을 보였다(Han et al., 2007; Park et al., 2005; Yun et al., 2007). 또한 당분은 일반적으로 전분의 전환으로 생성되고 증가하는데, 호흡량이 저장온도 4°C에서 더 많고 그에 따른 에너지 사용량이 증가함으로써 당도가 충분히 최대치에 도달하지 못하게 된 것으로 사료된다. 따라서 동해 피해를 입지 않는다면 낮은 저장온도가 당도 상승에는 더 적합한 것으로 판단된다.

#### 4. 부패율

저장온도 4°C의 경우, ‘옥광(Okkwang)’은 저장 2주차에서 부패도가 관찰되었으며, 나머지 품종들은 4주차와 6주차에서 부패도가 발생하였다(Figure 2). 저장 16주경과 후 ‘축파(Tsukuba)’가 82.2%로 부패율이 가장 높았으나, ‘석추(Ishizuchi)’ 77.8%, ‘이평(Riheiguri)’ 66.7%와 통계적으

로 유의적인 차이를 보이지는 않았다.

저장온도 -1°C의 경우, 저장 8주차에 ‘석추(Ishizuchi)’ 13.3%, ‘이평(Riheiguri)’ 13.3%, ‘축파(Tsukuba)’ 8.9% 순으로 높은 부패율을 나타냈으며, ‘대보(Daebo)’는 10주차에서 8.3%의 부패도가 발생하였다. 저장 16주 경과 후, ‘유마(Arima)’가 80%의 부패율로 가장 높은 부패율을 나타냈지만 ‘석추(Ishizuchi)’ 62.2%, ‘이평(Riheiguri)’ 60.0%와 유의적인 차이를 나타내지는 않았다. 반면, 부패율이 가장 낮은 품종은 ‘옥광(Okkwang)’으로 부패율이 23.3%였으나, ‘축파(Tsukuba)’ 37.8%, ‘대보(Daebo)’ 35.6%와 통계적으로 유의적인 차이를 보이지는 않았다.

저장온도 4°C가 -1°C에 비해 약 6주가량 먼저 부패도가 발생하였으며, 전체적인 부패율도 4°C가 더 높았다. 이는 저장온도가 낮을수록 호흡량이 낮고 부패를 일으키는 균의 활동이 억제되기 때문이다. 이러한 결과는 석류, 멜론, 브로콜리와 같은 과실 및 채소도 낮은 저장온도는 부패율을 낮춘다는 보고와 일치한다(Cha et al., 2013; Cho et al., 2009; Park et al., 2012).

저장기간 동안 밤 과실에 발생된 곰팡이는 주두부의 털 부분과 좌면부의 홈부분에서 주로 관찰되었다. 특히 ‘이평(Riheiguri)’은 부패율 뿐만 아니라 부패의 정도가 가장 심했던 품종이었으며, 주두부의 털 부위에서 곰팡이가 집중적으로 관찰되었다(data not shown). 이러한 주요 요인으로는 과실 전체에 털이 있고 주두부에서 어깨부까지 털

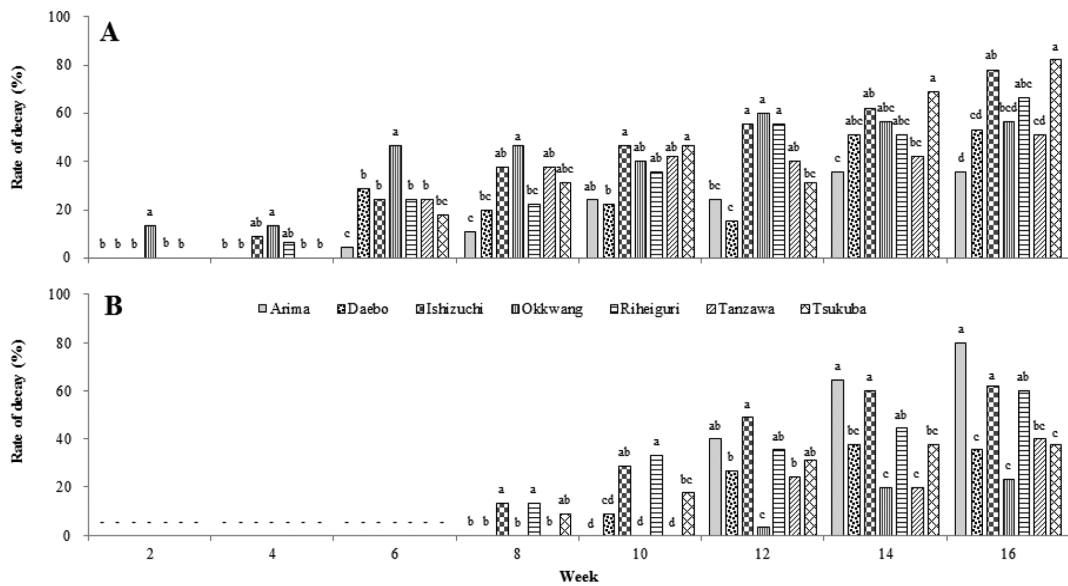


Figure 2. Means of seven chestnut (*Castanea* spp.) cultivars for rate of decay (%) during storage at 4°C (A) and -1°C (B). Different letters indicate significant differences among cultivars at p=0.05 (Duncan's multiple range test).

이 밀생하고 있는 과실 특성과 밤알 형태로 지면에 떨어지는 낙과 특성(Kim et al., 2006a)인 것으로 판단된다. 이는 지표면에 있던 오염물질이 밀생해 있는 털에 다량으로 부착하여 수확 후 곰팡이를 발생시킨다는 전문가의 일반적인 의견과 일치한 것이다. 따라서 ‘이평(Riheiguri)’은 수확 후 집중적인 세척이 필요한 품종으로 판단되며 저장 4°C와 -1°C에서 모두 부패율이 높은 ‘석추(Ishizuchi)’ 또한 저장 간에 지속적인 재선별이 필요할 것으로 사료된다. 반면, ‘대보(Daebo)’, ‘단택(Tanzawa)’, ‘옥광(Okkwang)’의 경우, 부패율이 나머지 품종들에 비해 상대적으로 낮아 저장 간 관리가 다소 용이한 품종임을 알 수 있었다.

### 5. 관능평가

식감은 단단한 과육을 가진 것을 높은 점수로 평가하여 9점법으로 표현하였다. 저장온도 4°C의 경우, ‘이평(Riheiguri)’은 2주차(7.2점)부터 저장 16주 동안 단단한 식감을 보였으며, ‘대보(Daebo)’ 7.5점, ‘축과(Tsukuba)’ 7.0점은 4주차 이후 단단한 식감을 나타냈다(Table 4). ‘석추(Ishizuchi)’ 7.5점, ‘유마(Arima)’ 7.1점, ‘옥광(Okkwang)’ 7.1점의 경우, 8주차에 모두 7점 이상의 단단한 식감을 보인 반면, ‘단택(Tanzawa)’은 저장 16주 동안 7점 이상의 단단한 식감을 보이지 않았다.

저장온도 -1°C의 경우, ‘대보(Daebo)’는 2주차(7.4점)부터 단단한 식감을 나타냈으며, ‘이평(Riheiguri)’ 7.0점과 ‘축과(Tsukuba)’ 7.0점은 4주차에 단단한 식감을 나타냈다. ‘석추(Ishizuchi)’ 7.4점은 8주차에 단단한 식감을 나타낸 반면, ‘유마(Arima)’, ‘옥광(Okkwang)’, ‘단택(Tanzawa)’은 저장 16주 동안 7점 이상의 단단한 식감을 보이지 않았다.

이상의 결과에서 -1°C에 저장된 밤 과실의 식감이 4°C에 저장된 밤 과실보다 더 낮게 나타났다. 이러한 결과는 저장기간 중 수분손실이 전분립간의 밀착을 일으켜 밤의 경도를 증가시킨다는 보고(Cecchini et al., 2011; Choo and Ahn, 1995; Kim et al., 2006b)와 유사한 결과이다. 또한 저장온도가 더 높은 4°C에서의 수분증발이 -1°C보다 많이 발생하여 밤 과육의 밀도를 증가시킨 것으로 판단되었으며 이러한 결과는 앞에서 언급된 경도의 결과와 일치함을 알 수 있었다.

단맛의 관능평가는 단맛이 강한 밤을 높은 점수로 평가하여 9점법으로 표현하였다. 저장온도 4°C의 경우, ‘이평(Riheiguri)’은 수확 직후부터 7.8점으로 강한 단맛을 보였으며 나머지 품종들과 비교하여 상대적으로 저장기간 동안 지속해서 단맛이 강했다(Table 5). 8주차에 ‘축과(Tsukuba)’ 7.2점, ‘대보(Daebo)’ 7.1점, ‘석추(Ishizuchi)’ 7.1점은 강한 단맛을 보였으나 14주차 이후 단맛이 약해지는 경향을 보였다. ‘옥광(Okkwang)’, ‘유마(Arima)’, ‘단택(Tanzawa)’의 경우, 저장 16주 동안 7점의 이상의 강한 단맛을 보이지 않았으나 ‘단택(Tanzawa)’은 12주차 이후에 단맛이 강해지는 경향을 보였다.

저장온도 -1°C의 경우, ‘이평(Riheiguri)’은 저장 16주 동안 나머지 품종들과 비교하여 7점 이상의 강한 단맛을 지속적으로 보였다. ‘축과(Tsukuba)’는 4주차 이후, ‘대보(Daebo)’는 8주차 이후 지속적으로 강한 단맛을 나타냈다. ‘석추(Ishizuchi)’는 8주차에 7.3점의 강한 단맛을 나타냈으나 12주차 이후 단맛이 약해지는 경향을 보였다. ‘단택(Tanzawa)’의 경우, 12주차 이후 단맛이 지속적으로 증가하였으며, 16주차에 7.7점의 강한 단맛을 나타냈다. ‘옥광

**Table 4. Means of seven chestnut (*Castanea* spp.) cultivars for sensory evaluation (texture) during storage at 4°C and -1°C.**

ST <sup>2</sup>	Cultivar	Storage period (week)									Average
		0	2	4	6	8	10	12	14	16	
4°C	Arima	6.3 <sup>bcx</sup>	6.4bc	6.3c	5.7d	7.1b	6.3c	7.1b	7.0b	6.7c	6.6±0.7 <sup>w</sup>
	Daebo	6.6ab	6.4b	7.5a	7.1a	7.5a	7.1b	7.6a	7.6a	7.3a	7.2±0.6
	Ishizuchi	5.9cd	6.5b	6.9b	6.4bc	7.5a	7.6a	7.3b	7.3ab	6.8bc	6.9±0.8
	Okkwang	6.7a	5.9c	6.5c	5.9cd	7.1b	6.6c	6.4d	7.4ab	7.1ab	6.7±0.7
	Riheiguri	6.2bc	7.2a	7.7a	6.7ab	7.3ab	7.5a	7.3b	7.3ab	7.0abc	7.2±0.6
	Tanzawa	6.1cd	6.3bc	5.7d	6.1cd	5.5c	5.4d	6.7c	6.5c	6.7c	6.1±0.7
	Tsukuba	5.8d	6.2bc	7.0b	6.2cd	7.4b	7.4ab	7.0b	6.6c	7.0abc	6.8±0.9
	Average	6.2±0.5	6.5±0.8	6.9±0.8	6.3±0.9	7.1±0.8	6.9±0.9	7.1±0.6	7.1±0.8	6.9±0.5	6.8±0.5
-1°C	Arima	6.3bc	5.7d	5.5b	5.1e	6.5b	6.2c	6.9b	6.5c	5.7d	6.0±0.9
	Daebo	6.6ab	7.4a	7.1a	6.9a	7.2a	6.9b	7.4a	7.2a	6.8ab	7.1±0.6
	Ishizuchi	5.9cd	6.5bc	6.9a	6.1cd	7.2a	6.5c	7.4a	6.6bc	6.6b	6.7±0.7
	Okkwang	6.7a	5.8d	5.7b	6.7ab	6.7b	6.3c	6.5c	6.5c	6.5b	6.4±0.8
	Riheiguri	6.2bc	6.8b	7.0a	6.6abc	7.1a	7.6a	7.2a	6.9ab	7.1a	7.0±0.6
	Tanzawa	6.1cd	6.0cd	5.6b	5.8d	4.9c	5.1d	5.6d	5.8d	6.2c	5.6±0.7
	Tsukuba	5.8d	6.2cd	7.0a	6.3bc	7.4a	6.5c	7.4a	6.9ab	6.7b	6.8±0.7
	Average	6.2±0.5	6.4±0.9	6.5±1.0	6.2±0.9	6.7±1.0	6.5±0.9	7.0±0.8	6.7±0.7	6.5±0.7	6.5±0.9
Significance ST <sup>v</sup>	-	NS	***	NS	**	***	NS	***	***	***	

<sup>2</sup>Storage temperature.<sup>3</sup>1=poor (mushy), 9=excellent (hard).<sup>4</sup>Means followed by different letters are significantly different according to Duncan's multiple range test at p = 0.05.<sup>w</sup>Mean ± SD.<sup>v</sup>Compare average value of storage temperatures

NS, \*\*, \*\*\*Nonsignificant or significant according to Student's t-test at p &lt; 0.01 or 0.001, respectively.

**Table 5. Means of seven chestnut (*Castanea* spp.) cultivars for sensory evaluation (sweetness) during storage at 4°C and -1°C.**

ST <sup>2</sup>	Cultivar	Storage period (week)									Average
		0	2	4	6	8	10	12	14	16	
4°C	Arima	5.9 <sup>bcx</sup>	5.3e	5.5d	4.7b	6.1c	6.1d	6.6b	6.1bc	5.7b	5.8±0.7 <sup>w</sup>
	Daebo	6.1b	6.0cd	6.3c	6.1a	7.1a	7.1b	7.0a	6.9a	6.6a	6.6±0.7
	Ishizuchi	5.7bc	6.5ab	6.0c	5.9a	7.1a	6.6c	6.9a	6.5abc	6.2a	6.4±0.9
	Okkwang	5.5c	5.6d	5.5d	5.2b	6.5b	6.1d	6.4b	6.6ab	6.2a	6.0±0.8
	Riheiguri	7.8a	6.8a	7.4a	6.2a	7.4a	7.7a	6.9a	6.9a	6.5a	7.0±0.8
	Tanzawa	5.1d	6.1cd	5.5d	5.8a	4.9d	4.6e	6.1c	6.0c	6.6a	5.6±0.8
	Tsukuba	6.1b	6.3bc	6.8b	6.1a	7.2a	7.2b	7.0a	6.0c	6.4a	6.6±1.0
	Average	5.9±0.9	6.2±0.8	6.2±1.0	5.7±1.0	6.6±1.0	6.5±1.1	6.7±0.6	6.4±0.9	6.3±0.6	6.3±0.9
-1°C	Arima	5.9bc	5.2d	5.3c	4.6c	6.0cd	5.6c	6.3c	5.1d	4.0d	5.3±1.3
	Daebo	6.1b	6.6b	6.9a	6.8ab	7.7ab	7.2ab	7.4ab	7.3a	7.3ab	7.0±0.9
	Ishizuchi	5.7bc	5.8cd	6.8a	6.3b	7.3b	6.9b	7.1b	6.4bc	5.7c	6.5±1.3
	Okkwang	5.5c	5.4d	5.6bc	6.4b	6.5c	5.9c	6.5c	6.2c	5.6c	6.0±1.2
	Riheiguri	7.8a	7.3a	7.3a	7.1a	8.1a	7.7a	7.7a	7.4a	7.7a	7.5±0.7
	Tanzawa	5.1d	5.9cd	6.1b	6.6ab	5.8d	5.4c	6.6c	6.9ab	7.7a	6.3±1.2
	Tsukuba	6.1b	6.4bc	7.4a	6.9ab	7.8ab	7.2ab	7.5ab	7.4a	6.9b	7.2±0.9
	Average	5.9±0.9	6.1±1.2	6.5±1.2	6.3±1.3	7.1±1.3	6.6±1.2	7.0±1.0	6.7±1.3	6.5±1.7	6.6±1.3
Significance ST <sup>v</sup>	-	NS	**	***	**	NS	***	*	NS	***	

<sup>2</sup>Storage temperature.<sup>3</sup>1=poor (absent), 9=excellent (very sweet).<sup>4</sup>Means followed by different letters are significantly different according to Duncan's multiple range test at p = 0.05.<sup>w</sup>Mean ± SD.<sup>v</sup>Compare average value of storage temperatures

NS, \*, \*\*, \*\*\*Nonsignificant or significant according to Student's t-test at p &lt; 0.05, 0.01, or 0.001, respectively.



(Okkwang)’과 ‘유마(Arima)’의 경우, 저장 16주 동안 강한 단맛을 나타내지 않았다.

이상의 결과에서 저장온도 4°C에 비해 -1°C에서는 단맛이 더 강했으며 장기간 단맛이 유지되는 경향을 보였다 (Table 5). 이는 저장온도 4°C에서의 호흡량이 저장온도 -1°C보다 더 많고 그에 따른 당분의 사용이 더 많아 단맛이 약했던 것으로 판단된다(Nha and Yang, 1996). 또한 부패과가 저장온도 4°C에서 더 많이 발생하여 단맛을 감소시킨 것으로 판단된다.

‘이평(Riheiguri)’, ‘대보(Daebo)’, ‘축과(Tsukuba)’의 경우, 나머지 품종들에 비해 상대적으로 높은 단맛을 보여 밤 과실을 이용한 가공품 생산에 적합한 것으로 판단된다. 또한 이들 품종들은 단단한 식감을 나타냄에 따라 생밤을 선호하는 우리나라 소비자의 기호에도 적합할 것으로 판단된다. 특히 ‘단택(Tanzawa)’의 경우, 당도는 높은 값을 보였으나 관능평가에서 ‘대보(Daebo)’, ‘축과(Tsukuba)’에 비해 다소 낮은 것으로 나타났다. 이는 밤의 단맛과 수분과의 상관관계에 대한 추가적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

이상의 연구결과를 종합한 해 보면, 품종별로 저장 후 당도의 최대값이 되는 기간을 예측할 수 있고, 저장온도 (4°C, -1°C)의 변화를 통해 당도의 최대값이 되는 시기를 조절하여 판매시기를 결정할 수 있을 것이다. 또한 생산자는 품종별 부패가 급격하게 증가하는 시기를 예측할 수 있어 재선별 또는 재세척을 통해 부패과 발생을 감소시켜 밤의 상품성을 증가시킬 수 있다. 일반적으로 수확 직후 1개월 이내의 단기저장 및 단단한 식감은 저장온도 4°C가 적합하지만 4개월 이상 장기저장 시에는 -1°C가 적합할 것으로 판단된다.

특히 ‘이평(Riheiguri)’은 외피색 변화가 크고 부패율이 높지만 식감과 단맛은 다른 품종에 비해 우수하였다. 수확 후 재선별 및 재세척 등과 같은 집중적인 관리를 통하여 부패율과 과피색 변화를 감소시킬 수 있다면 다른 품종에 비해 월등한 시장성과 상품성을 가질 수 있을 것으로 판단된다. 또한 ‘이평(Riheiguri)’과 비슷한 수준으로 식감과 단맛 점수가 높은 ‘대보(Daebo)’ 품종은 상대적으로 부패율이 낮기 때문에 앞으로 좋은 시장성과 상품성을 보일 것으로 판단된다. 따라서 본 연구 결과는 고품질 과실 수확을 위한 품종 선택과 보다 효율적인 저장, 유통에 대한 기초자료로 활용될 것으로 판단된다. 또한 이를 통하여 밤 생산자의 소득증대에도 영향을 미칠 것으로 예상된다.

References

Cecchini, M., Contini, M., Massantini, R., Monarca, D., and

Moscetti, R. 2011. Effects of controlled atmospheres and low temperature on storability of chestnuts manually and mechanically harvested. *Postharvest Biology and Technology* 61: 131-136.

Cha, H.S., Lee, S.A., Kwon, K.H., Kim, B.S., Choi, D.J., and Youn, A.R. 2013. Effects of the initial storage temperature of a PA film-packaged muskmelon (*Cucumismelo L.*) during its storage. *Korean Journal of Food Preservation* 20: 14-22 (in Korean).

Chenlo, F., Moreira, R., Chaguri, L., and Torres, M.D. 2009. Note. sugar, moisture contents, and color of chestnuts during different storage regimes. *Food Science and Technology International* 15: 169-178.

Cho, M.A., Hong, Y.P., Choi, J.W., Won, Y.B., and Bae, D.H. 2009. Effect of packaging film and storage temperature on quality maintenance of broccoli. *Korean Journal of Horticultural Science and Technology* 27: 128-139 (in Korean).

Choi, J.U., Lee, J.B., and Sohn, T.H. 1985. Study on the storage chestnut. *Kyungpook National University Agricultural Research Bulletins* 3: 99-104 (in Korean).

Choo, N.Y. and Ahn, S.Y. 1995. Properties of chestnut starch and its gel. *Korean Journal of Horticultural Science and Technology* 27: 1017-1027 (in Korean).

Han, J.S., Chung, M.C., and Kim, S.R. 2007. Effects of storage conditions on qualities of buttercup squash (*Kabocha*). *Korean Journal of Horticultural Science and Technology* 39: 644-651.

Jermi, M., Conedera, M., Sieber, T.N., Sassella, A., Schäfer, H., Jelmini, G., and Höhn, E. 2006. Influence of fruit treatments on perishability during cold storage of sweet chestnuts. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 86: 877-885.

KFS (Korea Forest Service). 2015. Statistical yearbook of forestry. Korea Forest Service, Daejeon, Korea. (in Korean)

Kim, M.J. 2006. Chestnut cultivation and breeding in Korea: Part II. *Journal of American Chestnut Foundation* 10(2): 26-34.

Kim, D.J., Chung, M.J., Seo, D.J., You, J.K., Shim, T.H., and Choe, M. 2009. Change of constituent components in selected Korean chestnut (*Castanea crenata S. et Z.*) cultivars by different storage conditions. *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition* 38: 225-234.

Kim, M.J., Kim, S.C., and Hwang, M.S. 2007. New techniques of chestnut cultivation for competitiveness strengthen. Korea Forest Research Institute, Seoul, Korea (in Korean).

Kim, M.J., Kim, S.C., and Lee, U. 2006a. Chestnut cultivars in Korea. Korea Forest Research Institute, Seoul, Korea (in Korean).

Kim, M.J., Lee, U., Kim, S.C., Hwang, M.S., Kwon, Y.H., and Lee, M.H. 2006b. Postharvest nut quality, and changes of soluble solids content and kernel hardness during cold storage in Korean prevailing chestnut cultivars. *Journal of Korean Forest Society* 95: 672-679 (in Korean).

- KPMA (Korea Postharvest Management Association). 2013. Proceeding: The role of postharvest in qualities of agricultural products required by the consumer. Seoul, Korea, 27-28 Jun. 2013 (in Korean).
- Kwon, J.H., Choi, J.U., and Byun, M.W. 1998. Effect of storage temperature and humidity on the quality stability of chestnuts. *Korean Journal of Horticultural Science and Technology* 5: 7-12 (in Korean).
- Mencarelli, F. 2001. Postharvest handling and storage of chestnuts. Food and Agriculture Organization of the United Nations (<http://www.fao.org/docrep/006/ac645e/ac645e00.HTM>).
- Moscetti, R., Frangipane, M.T., Monarca, D., Cecchini, M., and Massantini, R. 2012. Maintaining the quality of unripe, fresh hazelnuts through storage under modified atmospheres. *Postharvest Biology and Technology* 65: 33-38.
- Nha, Y.A. and Yang, C.B. 1996. Changes of constituent components in chestnut during storage. *Korean Journal of Horticultural Science and Technology* 28: 1164-1170 (in Korean).
- Nha, Y.A. and Yang, C.B. 1997. Changes of lipids in chestnut during storage. *Korean Journal of Food Science and Technology* 29: 437-445.
- Nomura, K., Ogasawara, Y., Uemukai, H., and Yoshida, M. 1994. Change of sugar content in chestnut during low temperature storage. *Acta Horticulturae* 398: 265-276.
- Özdemir, M. and Devres, O. 1999. Turkish hazelnuts: Properties and effect of microbiological and chemical changes on quality. *Food Reviews International* 15: 309-333.
- Park, M.Y., Choi, H.S., Cho, Y.S., Cho, H.S., Kim, E.S., Jeong, B.J., Na, Y.K., Kuk, Y.I., and Jung, S.K. 2012. Effect of temperature on short-term storage pomegranate fruit quality. *Journal of the Korean Society of International Agriculture* 24: 337-341 (in Korean).
- Park, S.W., Ko, E.Y., Lee, M.R., and Hong, S.J. 2005. Fruit quality of 'York' tomato as influenced by harvest maturity and storage temperature. *Korean Journal of Horticultural Science and Technology* 23: 31-37 (in Korean).
- Shin, D.H., Bae, J.S., and Bae, K.S. 1982. Studies on the preservation of Korean chestnuts. *The Korean Journal of Food And Nutrition* 11(3): 41-46 (in Korean).
- Wang, G., Liang, L., and Yang, X. 2008. Effects of low O<sub>2</sub> or high CO<sub>2</sub> concentrations on the quality changes of Chinese chestnut (*Castanea mollissima* Blume) during cold storage. *Acta Horticulturae* 768: 349-358.
- Washington, W.S., Allen, A.D., and Dooley, L.B. 1997. Preliminary studies on *Phomopsis castanea* and other organisms associated with healthy and rotted chestnut fruit in storage. *Australasian Plant Pathology* 26: 37-43.
- Xu, J.S. 2005. The effect of low-temperature storage on the activity of polyphenol oxidase in *Castanea henryi* chestnuts. *Postharvest Biology and Technology* 38: 91-98.
- Yim, H., Kim, C.O., Shin, D.W., and Suh, K.B. 1980. Study on the storage of chestnut. *Korean Journal of Horticultural Science and Technology* 12: 170-175 (in Korean).
- Yun, H.J., Lim, S.Y., Hur, J.M., Jeong, J.W., Yang, S.H., and Kim, D.H. 2007. Changes of functional compounds in, and texture characteristics of, apples, during post-irradiation storage at different temperatures. *Korean Journal of Food Preservation* 14: 239-246 (in Korean).

---

(Received: October 15, 2015; Accepted: November 4, 2015)