

밤 재배품종의 수확 후 과실품질 및 저온저장 중 밤 과실의 당도 및 경도 변화

김만조* · 이 옥 · 김선창 · 황명수 · 권용희 · 이문호

국립산림과학원 산림유전자원부

Postharvest Nut Quality, and Changes of Soluble Solids Content and Kernel Hardness During Cold Storage in Korean Prevailing Chestnut Cultivars

Mahn-Jo Kim*, Uk Lee, Sun-Chang Kim, Myoung-Soo Hwang,
Yong-Hee Kwon and Moon-Ho Lee

Dept. of Forest Genetic Resources, Korea Forest Research Institute, Suwon 441-350, Korea

요 약: 밤의 이용가치를 높이기 위하여 밤 과실의 등급화 및 규격화에 필요한 정확한 품질평가 기준을 확립하고자 대보 등 13개 주요 재배품종을 대상으로 수확직후의 과실품질 및 저온저장 기간에 따른 밤 과실의 당도와 과육경도의 변화를 조사하였다. 2001년부터 2005년까지 수확 직후의 밤 과실을 대상으로 밤의 품질을 크게 좌우하는 입중, 당도, 과육경도, 열과율, 다배율을 조사한 결과, 각 형질에 있어서 품종간에 큰 차이가 있었으며 동일한 품종에서도 해마다 상당한 변이가 관찰되어 유전적인 요인 외에도 환경적인 영향을 많이 받는 것으로 나타났다. 2°C에서 16주간 저장하면서 4주 간격으로 당도변화를 조사한 결과 저장기간에 따라 상당한 차이가 나타났으며, 출운 품종의 경우 당도가 저장 16주째에 수확직후보다 8%나 증가되었다. 조생종을 제외한 대부분의 품종에 있어 저온저장 12주까지는 당도가 증가하였으나 그 이후에는 점차 감소하였다. 저온저장 중 과육경도는 석추품종을 제외하고는 기간이 경과함에 따라 약간 증가하였으나 유의성은 인정되지 않았다. 이상의 연구결과로부터 얻어진 주요 재배품종에 대한 과실품질 자료는 밤 재배자는 물론 육종가 등에게 유용한 정보가 될 수 있으리라 생각된다.

Abstract: Postharvest nut quality, and changes of soluble solids content and kernel hardness during cold storage in 13 Korean prevailing chestnut cultivars were investigated to establish the chestnut grading and standardization for marketing and processing industry. Chestnut quality attributes such as nut weight, soluble solids content, kernel hardness, % with the pericarp split, and % of polyembryonic nuts were measured from 2001 to 2005. There were significant difference among cultivars in quality characteristics, and also annual variation within same cultivar, corresponded to the high genetic and environmental variability. During cold storage at 2°C for 16 weeks, remarkable changes in soluble solids content were observed, and Isseumo showed the highest increase of 8% at 16 weeks of cold storage compared with postharvest. In case of most cultivars except early ripening cultivars, soluble solids content of chestnut increased until 12 weeks during cold storage, followed by decreased gradually thereafter. Kernel hardness of most cultivars except Ishizuchi during cold storage increased slightly, but it was not statistically significant. This work would be a useful reference to the quality of each chestnut cultivar for the growers and breeders alike.

Key words : chestnut, nut quality, cultivar, cold storage, soluble solids content, kernel hardness

서 론

밤나무는 밤나무속(*Castanea*)에 속하는 낙엽 활엽 교목으로서 북반구의 온대 지역에 10여종이 분포하는데 이중

과실생산을 위하여 주로 재배되고 있는 밤나무는 일본밤, 중국밤, 미국밤, 유럽밤 등이다. 현재 우리나라에 재배되고 있는 밤나무는 1960년대 중반 일본에서 도입된 밤나무 흑별에 건디는 내충성 품종 및 국내에서 육성된 품종들이 주종을 이루고 있다(구교상 등, 2001).

밤 과실은 관혼상제 등의 대사에 필수적으로 이용되었

*Corresponding author
E-mail: ottr@foa.go.kr

을 뿐만 아니라 영양가도 풍부하여 기호식품 또는 대응 식량자원으로서 옛날부터 널리 이용되었다. 밤나무는 다른 유실수에 비하여 기후와 입지에 대한 적응범위가 넓으며 어린 나무에서도 결실이 잘 되기 때문에 1960년대 후반부터 농산촌 소득작물로 널리 장려 보급되어 왔다(김만조, 2005). FAO 통계에 의하면 2004년 세계의 밤 생산량은 1,116천톤으로 중국이 전 세계 밤 생산량의 약 72% (805천톤)를 차지하고 있고, 한국 72천톤, 이탈리아 50천톤, 터키 49천톤 순이며 일본은 24천톤을 생산하고 있다. 국내 밤 수급동향을 살펴보면 2004년 밤 생산량은 72천톤 (1,833억원)으로 임산물 총생산액의 5.6%를 차지하며, 수출량은 17천톤(42백만\$)으로 임산물 총수출액의 23.7%를 차지할 정도로 단일품목으로는 목재 다음으로 비중이 높아 정책적으로 매우 중요시되고 있다.

밤은 일반 과실류에 비해 수분함량이 낮고 전분함량이 높은 식품학적 특성을 지니고 있으며, 저장성도 비교적 양호한 편에 속하는 견과류이다. 그러나 수확 후 해충에 의한 식해, 미생물에 의한 부패, 자체 생리작용에 의한 품질 저하 등으로 인해 상당한 손실이 발생되고 있으므로 이를 효과적으로 억제하기 위한 기술 및 품질평가에 대한 기술 개발이 필요한 실정이다.

밤 과실의 품질보존에 대해서는 밤의 품질안정성에 대한 온·습도의 영향(권중호 등, 1998), 밤 저장시 감마선 조사, CA 저장 및 메틸브로마이드 처리가 밤 저장 중 부패, 발아 및 이화학적 특성에 미치는 영향(권중호 등, 2001; Kwon *et al.*, 2004) 등 현재까지 많은 연구가 이루어졌다. 밤의 성분에 대한 연구로는 김용두 등(2005)이 밤의 부위별로 무기성분, 유리당, 아미노산 등을 분석하였으며, 밤 지질성분에 대한 분석(이종욱과 김재욱, 1982; 이종욱 등, 1983)도 이루어졌다. 또한 밤의 저장 중 성분 변화에 관한 연구로는 vitamin C, 당, 유기산 및 아미노산의 함량 변화(나영아와 양차범, 1996) 및 지방질 조성의 변화(나영아와 양차범, 1997) 등이 있으며, Nomura 등(1995)은 저온저장 중 품종별로 당성분의 함량 및 전분 분해효소의 활성에 대해 보고하였다. 또한 밤 전분의 이용가치를 높이기 위해 밤 전분의 이화학적 성질 및 전분겔 특성에 대해서도 연구가 이루어졌다(주난영과 안승요, 1995a, 1995b). De La Montana Mguelez 등(2004)은 스페인에 식재되어 있는 유럽밤의 가공적성을 파악하고자 주요 재배품종별로 전분, 당, 아미노산 등 영양성분의 함량을 비교분석한 바 있으며, Pereira-Lorenzo 등(2006)은 스페인의 47개 유럽밤 품종을 대상으로 품종별, 지역별 영양성분의 함량을 보고하였다.

본 연구는 소비자의 기호를 충족시키고 밤의 이용가치를 높이기 위하여 밤 과실의 등급화 및 규격화에 필요한 정확한 품질평가 기준을 확립하고자 품종별로 수확직후

의 과실품질 및 저온저장 기간에 따른 밤 과실의 당도와 과육경도의 변화를 중심으로 분석보고하는 바이다.

재료 및 방법

1. 공시재료

국립산림과학원 밤나무 품종보존원(경기도 화성시 소재)에 보존된 품종 중 현재 우리나라에서 널리 재배되고 있는 단택 등 13품종을 공시품종으로 선정하여 본 시험에 이용하였다. 품종당 성목기에 접어든 7년생 이상의 3~5본을 공시목으로 사용하였으며, 품종내역은 Table 1에 나타난 바와 같다. 공시목의 관리는 과실형질 등 품종 고유의 유전적 특성이 잘 발현될 수 있도록 집약재배 수준에서 숙음전정과 절단전정을 통해 저수고로 수형관리를 하였으며, 하에작업, 시비관리 및 병해충 방제를 동일하게 실시하였다.

2. 과실품질 및 저장 중 당도, 경도 조사

수확직후의 과실품질을 조사하기 위하여 2001~2005년 5년간 수확 당일날 수집된 밤 중에서 건조되거나 병해충 피해가 없는 건전한 밤을 선별하여 임중, 당도, 과육경도, 열과율(裂果率) 및 다배율(多胚率)을 조사하였다. 당도는 품종별로 20개의 건전과를 임의선정한 후 과육의 중앙부를 분쇄하여 즙을 낸 후 굴절당도계(RA-510, Kyoto Electronics MFG. Co., Ltd, Japan)를 사용하여 낙과 후 48시간 이내에 측정하였다. 과육경도는 건전한 측과(側果)의 외피를 제거한 후 과실의 바깥쪽 면의 중앙부를 3 mm 내외의 두께로 수평으로 자른 후 ϕ 5 mm probe를 장착한 물성분석기(Ez-Test/CE, Shimadzu Co., Japan)로 측정하였

Table 1. The names, pedigrees and origins of chestnut cultivars used in this study.

Harvest Time	Cultivar name		Origin
	Korean	English	
Early ripening cultivar	단택	Tanzawa	Japan
	삼조생	Moriwase	Japan
	출운	Isseumo	Japan
Mid-ripening cultivar	대보	Daebo	Korea
	병고57호	Hyogo 57	Japan
	옥광	Okkwang	Korea
	유마	Arima	Japan
	이평	Riheiguri	Japan
	축과	Tsukuba	Japan
Late ripening cultivar	평기	Pyeonggi	Korea
	석추	Ishizuchi	Japan
	안근	Ganne	Japan
	은기	Ginyose	Japan

다. 열과율은 건전과 100개를 임의로 선정하여 과정부, 측면부 및 좌면부 등에 과피가 자연적으로 터져 열과(split pericarp)가 나타난 과실을 백분율로 환산하였다. 다배율은 건전과 100개를 임의로 선정하여 횡축방향으로 절단한 후 다배과(쌍밤, polyembryonic nut) 수를 백분율로 환산하였다.

저온저장 중 당도 및 과육경도의 변화를 조사하기 위하여 2005년에 품종별로 수확직후의 건전밤을 탈수건조에 의한 실험오차를 줄이기 위하여 곧바로 비닐 지퍼백(ϕ 0.03 mm polyethylene film)을 이용하여 밀봉 저온저장($2\pm 1^{\circ}\text{C}$)하였으며, 4주 간격으로 16주 동안 당도 및 경도를 조사하였다.

3. 자료분석

조사된 자료를 토대로 분산분석 및 LSD 검정은 SAS 통계패키지(SAS Institute, v6.12)를 이용하여 분석하였다.

결과 및 고찰

1. 품종별 수확 후 과실품질

밤 과실의 품질을 크게 좌우하는 입중, 당도, 과육경도, 열과율, 다배율 등 5개 형질을 대상으로 2001년부터 2005년까지 5년간 품종별로 수확 후 과실품질을 조사한 결과는 Table 2, 3과 같다. 과실크기의 지표가 되는 과실 1개의 평균중량을 나타내는 입중에 있어서 조사년도에 따라 차이는 있으나 평균값으로 비교하였을 때 품종에 따라 많은 차이가 나타났다. 대립종으로 간주되는 입중이 20g 이상인 품종은 단택, 출운, 대보, 병고57호, 이평, 안근, 은기 등 7품종으로 이 중 은기가 23.1g으로 가장 큰 것으로 나타났다으며, 삼조생이 15.6g으로 가장 작았다. 과실의 입중은 결실량에 크게 좌우되는데 결실이 많은 해는 입중이 작아지고 결실이 적은 해에는 입중이 커지는 경향을 보인다. 즉 입중은 수령, 입지환경, 비배관리, 정지전정 등 재배관

Table 2. Annual changes of nut weight, soluble solids content and kernel hardness of chestnut cultivars.

Cultivars	Nut weight (g)						Soluble solids content (%)					Kernel hardness (kg/cm ²)				
	2001	2002	2003	2004	2005	Mean	2002	2003	2004	2005	Mean	2002	2003	2004	2005	Mean
Tanzawa	18.0	21.9	19.1	22.5	19.8	20.3	10.2	11.6	12.4	11.2	11.4	7.1	8.0	8.2	8.8	8.0
Moriwase	16.4	15.1	16.1	14.8	15.4	15.6	11.2	11.7	13.1	10.7	11.7	8.4	7.6	7.7	7.9	7.9
Isseumo	21.8	23.3	21.6	25.2	21.5	22.7	9.6	11.0	10.7	10.5	10.5	8.6	7.0	8.4	8.5	8.1
Daebo	20.3	20.6	17.2	22.4	22.0	20.5	12.0	13.5	13.6	14.0	13.3	10.5	10.2	10.1	9.8	10.1
Hyogo 57	22.4	22.7	19.5	25.1	19.4	21.8	12.9	11.4	13.1	12.9	12.6	8.6	8.4	8.9	8.7	8.7
Okkwang	19.7	15.9	14.0	19.2	19.7	17.7	12.5	10.5	10.7	12.4	11.5	8.2	8.0	8.8	8.8	8.4
Arima	19.2	17.5	15.3	18.1	25.6	19.1	12.0	10.2	12.8	12.3	11.8	8.6	8.1	8.4	7.8	8.2
Riheiguri	22.0	22.8	14.1	21.7	24.0	20.9	11.3	12.4	12.9	13.5	12.5	8.1	8.5	8.8	9.5	8.7
Tsukuba	18.8	18.9	14.3	21.4	14.9	17.7	12.8	13.0	13.2	13.7	13.2	9.9	9.4	8.9	8.9	9.3
Pyeonggi	19.9	18.3	18.2	18.8	20.9	19.2	-	14.1	15.1	14.0	14.4	10.6	10.9	10.4	10.0	10.5
Ishizuchi	22.9	22.0	15.8	23.4	15.6	19.9	13.3	14.7	11.6	13.4	13.2	9.3	9.2	9.2	9.3	9.3
Ganne	28.6	22.0	17.9	17.6	22.6	21.7	12.9	14.6	14.4	13.8	13.9	10.6	10.7	10.3	10.1	10.4
Ginyose	23.8	24.7	19.7	21.7	25.6	23.1	11.5	11.4	11.7	12.5	11.8	9.0	10.0	9.2	9.1	9.3

Table 3. Annual changes of % with the pericarp split and % of polyembryonic nuts of chestnut cultivars.

Cultivars	% with the pericarp split (%)						% of polyembryonic nuts (%)						
	2001	2002	2003	2004	2005	Mean	2001	2002	2003	2004	2005	Mean	
Tanzawa	3.0	6.6	1.0	10.8	3.9	5.1	7.5	5.2	2.2	4.2	0.0	3.8	
Moriwase	3.0	4.6	1.6	11.0	3.5	4.7	3.8	6.7	4.2	9.0	1.0	4.9	
Isseumo	0.0	2.9	0.0	5.0	0.9	1.8	1.3	2.2	1.3	3.1	1.4	1.9	
Daebo	0.0	5.7	4.2	4.3	11.5	5.1	0.0	0.0	0.0	0.4	0.6	0.2	
Hyogo 57	1.0	1.5	2.1	2.4	1.3	1.7	0.0	0.0	2.1	0.0	2.5	0.9	
Okkwang	3.8	10.6	6.8	4.1	10.4	7.1		0.0	0.0	1.0	0.7	0.4	
Arima	11.0	1.3	0.7	0.2	4.2	3.5		0.0	0.6	0.0	0.0	0.2	
Riheiguri	2.0	18.6	0.6	2.0	9.0	6.4	0.0	0.0	0.0	0.8	2.1	0.6	
Tsukuba	1.0	0.0	0.4	1.3	1.3	0.8	1.3	0.0	0.0	0.8	2.9	1.0	
Pyeonggi	11.1	5.7	7.7	11.8	2.3	7.7			0.0	1.0	6.6	2.5	
Ishizuchi	2.0	2.9	1.5	5.8	3.7	3.2	0.0	0.0	0.0	0.8	2.3	0.6	
Ganne	0.0	1.6	0.4	2.1	0.0	0.8	0.0	0.0	2.3	0.0	2.3	0.9	
Ginyose	3.8	2.9	5.2	2.5	6.0	4.1	2.5	0.8	1.4	4.6	12.3	4.3	

Table 4. Coefficients of variation (%) of the parameters corresponding to the nut quality.

Cultivars	Nut weight	Soluble solids content	Kernel hardness	% with the pericarp split	% of polyembryonic nuts
Tanzawa	9.4	7.0	8.9	74.9	75.0
Moriwase	4.3	8.4	4.5	77.3	61.5
Isseumo	7.0	8.4	9.3	123.0	42.4
Daebo	10.0	6.6	3.1	80.7	141.4
Hyogo 57	11.0	7.7	2.4	34.8	137.8
Okkwang	14.7	9.4	4.8	46.0	119.0
Arima	20.3	8.3	4.5	128.8	200.0
Riheiguri	18.7	7.7	6.6	117.2	158.2
Tsukuba	16.9	7.4	5.3	72.3	119.8
Pyeonggi	6.0	4.3	3.8	50.8	140.4
Ishizuchi	19.6	9.6	0.7	53.2	161.5
Ganne	20.5	9.5	2.7	118.4	136.9
Ginyose	10.3	3.9	5.0	36.6	108.6

리 및 나무의 영양상태에 따라 차이가 많이 나타나는 것으로 보고되고 있는데(고광출 등, 1999) 본 시험에 사용된 공시목들에 대해 매년 정지전정, 비배관리, 병해충 방제 등을 동일하게 관리해오고 있음을 감안할 때 조사년도에 따른 입종의 차이는 해결이 현상 등으로 인한 유전적인 요인이 더 많이 작용하고 있음을 시사한다. 따라서 유마, 석추, 안근의 변이계수 값이 크게 나타나 이들 품종이 타 품종에 비해 비교적 해결이 현상이 많이 나타난다고 유추해 볼 수 있다(Table 4).

밤 과실 수확 후 곧바로 측정된 과육의 당도는 10.5~14.4%로 품종간에 차이가 있는 것으로 나타났는데, 평기가 14.4%로 가장 높아 감미가 우수하였으며 출운이 10.5%로 가장 낮게 나타났다. 과실 숙기별로는 중생종과 만생종이 조생종에 비해 수확 직후의 당도가 높은 것으로 조사되었다. 일반적으로 당도는 재배환경의 영향을 크게 받는 것으로 알려져 있으나 유전적인 요인에도 크게 좌우된다. 당도의 유전에 대해 많은 연구가 이루어진 멜론의 경우 당의 유전양식은 polygene에 의한 양적형질로 고려되어 왔으나 근래 Burger 등(2002)은 단일 열성유전자와 추가적인 유전인자가 관여하고 있다고 하였으며, Lee(2002), Lee와 Kim(2002)은 3개의 유전자가 관여하는 것으로 보고한 바 있다. 환경의 영향을 최소화한 표준재배상태에서의 본 시험에서 중국밤나무와 일본밤나무의 중간잡종으로부터 유래된 대보, 이평, 평기 품종의 당도가 일본밤나무 계통인 타 품종보다 비교적 높게 나타났는데, 이러한 결과는 품종간의 당도차이는 유전적인 특성으로서 중국밤나무가 일본밤나무보다 당도가 높다는 기존의 보고와 일치한다(김만조 등, 2003). 당도도 입종과 마찬가지로 동일한 품종에서도 해마다 약간의 차이를 보이고 있는데 이는 다른 과수와 마찬가지로 과실비대기의 일조량 등 당년의 기상인자에 영향을 받음을 알 수 있다.

과육경도에 있어서는 조생종인 단택, 삼조생, 출운이 8.0 kg/cm² 내외로 중생종이나 만생종 품종에 비해 낮게 나타나 과육조직이 무른 것으로 조사되었다. 당도와 유사하게 중국밤과 일본밤의 중간잡종 계통인 대보, 평기 품종의 당도는 10.0 kg/cm²이상이므로 일본밤 계통인 타 품종보다 높았으며, 일본밤 계통에서는 만생종인 안근이 예외적으로 10.4 kg/cm²로 높았다. 일반적으로 과육경도는 과육조직의 단단함을 나타내는데 생밤으로 먹을 때 씹는 맛 등 식미를 좌우하며 경도가 높을수록 저장성이 우수하다고 알려져 있는데(김만조, 2005), Table 4에서 보는 바와 같이 다른 형질에 비해 변이계수가 낮아 비교적 유전적 요인에 많은 영향을 받음을 알 수 있다.

과실의 외피가 자연적으로 터져 생기는 열과는 과실의 안정생산을 저해하는 주요한 생리장해 중 하나이다. 열과는 과실의 외관을 불품없게 만들어 과실의 상품성을 크게 떨어뜨리는 것은 물론, 수확 후 저장 및 유통과정에서 과실탄저병 등 미생물에 의한 부패과의 발생을 증가시키므로 상품성에 직접적인 영향을 준다. 주요 재배품종에 대한 최근 5년간의 평균 열과율을 조사한 결과 0.8~7.1%로 품종에 따라 차이가 있었는데, 안근이 0.8%로 가장 낮았으며 옥광이 7.1%로 가장 높았다. 열과율도 입종과 마찬가지로 품종에 따라 해마다 큰 변이를 보였는데 병고57호, 옥광, 은기 등은 변이계수가 50% 이하로 비교적 적은 반면, 출운, 유마, 이평, 안근은 100% 이상으로 변이폭이 큰 것으로 나타났다. 밤 과실의 열과는 포도, 복숭아 등 타 과수에서 흔히 볼 수 있는 현상으로 유전적 요인에도 좌우되지만 과실비대기에 강우에 기인하는 급격한 수분흡수의 변화 등 환경적인 요인에도 크게 영향을 받는 것으로 보고되어 있다. 포도의 경우 열과의 정도는 품종에 따른 과피조직의 특성에 크게 영향을 받으나, 동일품종이라 할지라도 토양, 시비, 전정, 결실상태 등 재배여건에 따라

Table 5. Analysis of variance(ANOVA) for changes of soluble solids content(SSC) and kernel hardness(KH) during cold storage period.

		df	Sum of Square	Mean Square	F value	Pr > F
SSC	Model	4	6545.56	1636.39	358.14	<.0001
	Error		6300.90	4.57		
	Total		12846.45			
KH	Model	4	16.05	4.01	2.19	0.0683
	Error		2404.29	1.83		
	Total		2420.34			

달라지기도 한다고 보고되어 있다(유영산과 김정복, 1989). 따라서 밤 과실의 열과도 성숙기의 강우 등 기상요인 뿐만 아니라 품종에 따른 유전적인 특성, 그리고 재배환경 및 재배관리에 따른 생리적인 요인들도 깊이 관련될 것이므로 품종별 열과저항성과 열과기작을 밝히기 위해서는 보다 종합적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

다배과(쌍밤)는 하나의 밤 과실내의 두개 이상의 배(종자)가 존재하는 것으로 밤의 횡단면을 관찰하면 과육내 내 피조적으로 서로 분리된다. 다배과는 식용하거나 가공시 분리하기 때문에 밤 과실의 상품성을 떨어뜨리며 육종적인 측면에서 다배과가 많은 계통은 배제할 필요가 있다. 본 시험에서는 모든 품종이 5% 이하로 양호하였으며 삼조생과 은기가 각각 4.9%, 4.3%로 비교적 높은 반면에 대부분의 품종이 2% 이하로 매우 양호하였다.

밤 과실의 품질 결정요인 중 중요한 형질은 본 시험에서 조사된 입중, 당도, 과육경도, 다배율, 열과율 등이다. 과거에는 과실이 큰 품종을 선호하여 왔으나 최근에 와서는 당도가 높고 식미가 우수한 품종이 각광받고 있다. 최근 WTO/FTA 확대추진으로 외국농산물 유통이 자유롭게 되면서 소비자들은 제철의 과일은 물론 세계 여러 나라에서 생산되는 다양한 종류의 과일을 연중 접할 수 있기 때문에 최근의 과수육종 추세는 과실의 소비경쟁력을 높이기 위해 과실의 맛과 풍미의 개량에 역점을 두고 있다. 즉, 다수확성, 병해충 저항성, 환경적응성 등 재배적인 측면도 중요하지만 과실의 맛, 외관 등 소비·이용적 측면이 크게 강조되고 있는 경향이어서 육종가들도 이러한 소비관점에서의 육종전략 수립이 필요하다고 할 수 있다(Callahan, 2003; 김만조, 2005). 따라서 본 시험결과에서 나타난 주요 재배품종의 수확 후 과실품질에 대한 자료는 향후 밤 소비유형 및 용도에 따른 다양한 육종수요를 충족시킬 수 있는 기능성 신품종 육종시 세분화된 육종목표 수립 및 개량하고자 하는 과실형질에 대한 개량화된 선발기준 설정에 도움이 될 것으로 판단된다. 또한 소비자의 기호를 충족시키고 밤의 이용가치를 높이기 위한 정확한 품질평가기준 확립에 필요한 기초자료를 제시함으로써 밤 과실의 상품성 제고를 위한 등급화 및 규격화에 기여할 수 있을 것이다.

2. 저온저장 기간에 따른 당도 및 과육경도 변화

대보 등 13품종을 대상으로 저온저장 기간에 따른 당도와 경도의 변화에 대해 분산분석을 실시한 결과, 당도만 저장기간 처리간 고도의 유의성이 인정되었으며 과육경도는 전체 품종에 대해 처리간 유의성이 인정되지 않았다(Table 5).

저온저장 처리기간별 품종별 당도변화에 있어서 저장기간이 경과할수록 당도가 증가하였는데 수확 후부터 저장 8주째까지는 급격히 증가하다가 이후에는 점차 둔화되면서 조생품종을 제외한 대부분의 품종이 저장 12주째를 기점으로 점차 감소하는 경향을 보여주고 있다. LSD 검정에서도 저장 8주까지는 대부분의 품종에 있어 당도증가에 대해 저장기간 처리간 유의성이 인정되었으나 그 이후에는 유의성이 거의 인정되지 않았다(Table 6).

과실 숙기별로 보면 단택, 삼조생, 출운 등 조생종의 경우, 저장기간이 경과할수록 당도가 지속적으로 증가하는 양상을 보여 과실의 당도가 최고에 이르는 시점을 구명하기 위해서는 16주 이상의 저장기간에 따른 당도변화에 대한 시험이 필요할 것으로 사료되었다. 이에 반해 중생종의 경우 병고57호 품종을 제외하고는 대체로 저온저장 12주에서 당도가 최고점에 이르는 것으로 나타났으며 12주

Table 6. Changes of soluble solids content (%) during cold storage period.

Cultivar	Period (week)					
	0	4	8	12	16	LSD ^a
Tanzawa	11.2	13.0	15.9	17.5	17.9	1.09
Moriwase	10.5	13.7	16.9	17.3	17.9	1.03
Isseumo	10.3	13.0	16.6	17.2	18.3	1.16
Daebo	14.0	15.7	18.5	18.7	17.9	1.24
Hyogo 57	12.6	14.5	18.2	18.7	20.4	1.07
Okkwang	12.3	13.5	17.7	18.0	18.2	1.28
Arima	12.3	14.9	16.9	17.7	17.1	1.19
Riheiguri	13.8	15.4	18.8	19.3	18.9	1.31
Tsukuba	13.2	14.5	18.9	18.8	19.1	1.49
Pyeonggi	14.0	16.0	18.6	19.4	18.7	1.23
Ishizuchi	13.3	15.4	17.2	17.2	16.6	1.03
Ganne	13.5	16.7	18.4	19.6	18.5	1.25
Ginyose	12.4	15.5	17.2	18.1	16.9	1.09

^aLeast significant difference at the 0.05 level.

Table 7. Changes of kernel hardness (kg/cm²) during cold storage period.

Period (week) Cultivar	0	4	8	12	16	LSD ^a
Tanzawa	8.61	8.80	9.05	9.05	9.44	0.76
Moriwase	8.10	8.21	8.06	8.28	8.38	0.84
Isseumo	8.38	8.06	7.93	8.45	8.70	0.64
Daebo	9.87	9.73	9.91	9.78	9.74	0.65
Hyogo 57	9.21	9.27	9.56	9.71	9.78	0.83
Okkwang	8.26	8.48	8.88	8.98	9.26	0.60
Arima	8.09	8.06	8.15	8.40	8.61	0.78
Riheiguri	9.00	8.86	9.40	9.33	9.50	0.61
Tsukuba	8.96	9.22	9.20	8.94	9.23	0.70
Pyeonggi	10.16	10.55	10.26	10.48	10.43	0.80
Ishizuchi	9.23	9.21	9.51	9.10	9.13	0.73
Ganne	10.64	10.68	9.95	10.01	9.89	0.86
Ginyose	9.04	8.98	9.08	9.20	9.25	0.79

^aLeast significant difference at the 0.05 level.

이후부터는 점차 떨어지는 경향을 보였다. 만생종의 은기와 안근품종도 중생종과 동일한 경향을 보였으나 석추품종은 저장 8주째에 당도가 최고점에 이르는 것으로 나타

났다. 저온저장 중 당도가 최고점에 도달한 것을 기준으로 대부분의 품종이 수확 직후보다 당도가 5~7% 정도 증가하였는데, 가장 큰 당도변화를 보인 품종은 출운과 병고57호로 8% 내외의 증가를 보인 반면 석추가 3.9% 증가로 가장 낮았다(Table 6).

당도의 지표형질로는 가용성 고형물 함량(soluble solids contents, SSC), 총당함량(total sugar, TS) 등이 주로 이용되는데 SSC는 결국 TS의 결과이고 TS는 당성분인 sucrose, fructose, glucose 등의 함량의 합인데 본 시험에서는 SSC를 이용하였다. 밤 과육의 유리당은 sucrose가 주종을 이루며 그 외에 fructose와 glucose가 극소량 함유되어 있는 것으로 보고되어 있다(Nomura *et al.*, 1995; Berndez *et al.*, 2004; De La Montana Mguelez *et al.*, 2004). 본 시험에서 밤 수확 후 저온저장 시 당성분의 증가는 저장기간 동안 과육 내 저장 탄수화물(전분)이 분해되어 유리당으로 축적되기 때문이라는 일련의 연구보고와 일치한다(Nomura *et al.*, 1995; 나영아와 양차범, 1996). 일반적으로 밤 과실은 수확 후 저온저장 3개월(12주) 전후로 품종에 따라 약간의 차이는 있으나 휴면이 타

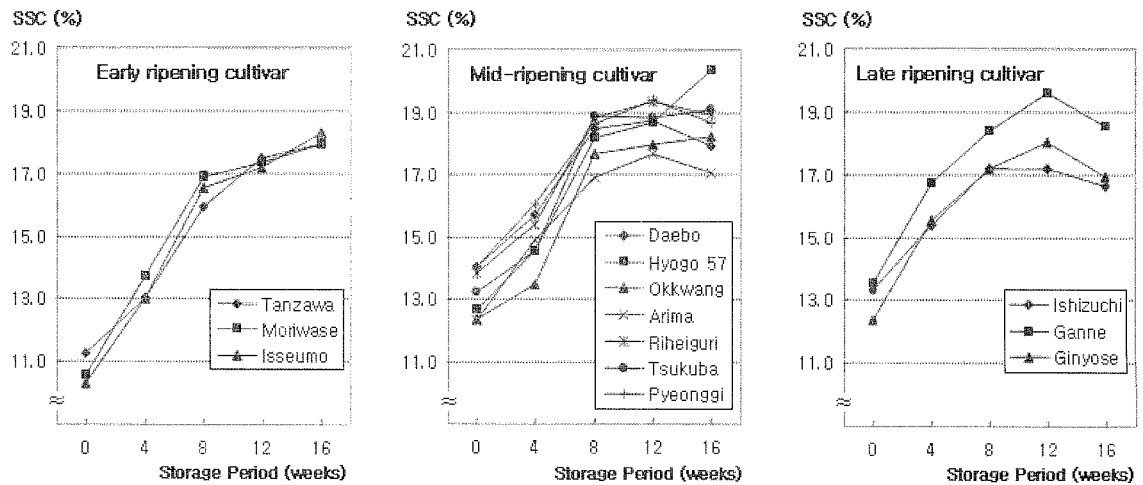


Figure 1. Changes of soluble solids content (SSC) during cold storage period.

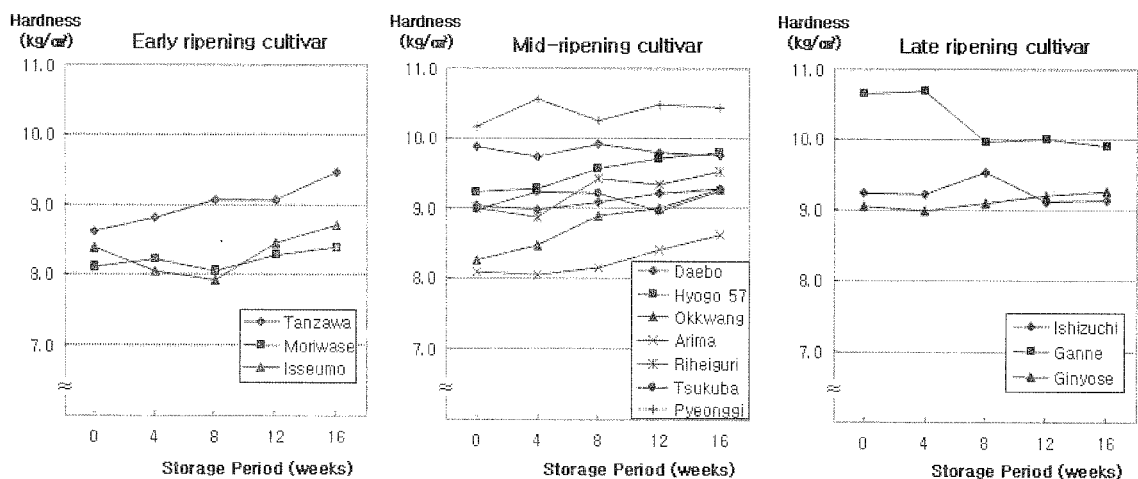


Figure 2. Changes of kernel hardness during cold storage period.

파되어 저온상태에서 발아가 되기도 한다. 이는 종자발아에 많은 에너지가 요구되며 이러한 과정에서 당분해효소의 작용으로 과육에 축적된 전분이 유리당으로 전환되는 것으로 사료된다(Kozlowski, 1972). 또한 대부분의 품종에 있어서 저온저장 12주를 정점으로 점차 당도가 감소하였는데 이러한 변화는 밤 자체의 호흡증가에 따른 당의 소모가 일어났기 때문이라 사료되며(나영아와 양차범, 1996), 앞서 언급한 휴면타파로 인한 발아생리기작의 활성화에 기인한 것이라 추정된다.

이상의 결과를 종합해 보면 현재 널리 재배되고 있는 대립성 계통의 밤은 수확 직후에 감미가 떨어져 소비자로부터 크게 환영을 받지 못하고 있는 실정으므로 밤 과실의 감미가 크게 증가하는 수확 후 저장 8주 이후에 밤을 출하하는 것이 소비자들에게 좋은 평가를 받을 수 있을 것으로 판단되며, 또한 성숙기의 홍수출하를 피할 수 있어 재배자의 소득향상에도 기여할 수 있을 것이다.

저온저장 기간에 따른 과육경도의 변화를 조사한 결과 대부분의 품종에 있어 저온저장 기간에 관계없이 통계적으로 유의한 차이는 없는 것으로 나타났다(Table 7). 안근 등 일부 품종을 제외하고는 대체로 저장기간이 경과함에 따라 약간씩 증가하는 경향을 보이고 있으나 그 차이는 미미한 수준이었다. 이러한 결과는 사과나 배 등 일반 과수류의 과실이 시간이 지남에 따라 과육의 연화현상으로 경도가 감소하는 경향과는 상반되는 것이다. 일반적으로 도토리나 일부 견과류처럼 전분함량이 높은 종실은 저장기간이 길어질수록 경도가 증가하는 경향을 보이는데 이는 저장기간 중 수분 손실로 인하여 전분립간의 밀착에서 비롯된 것으로 판단된다(주난영과 안승요, 1995a).

인용문헌

- 고광출, 오성도, 임열재, 유영산, 강성모, 김선규, 신용억, 정경호. 1999. 과수 전정 생리. 서원출판사. 서울. pp. 202.
- 구교상, 김갑영, 김경희, 김만조, 김선창, 박재복, 신상철, 안창영, 이문호, 이상현, 진현선, 정진현, 주린원, 최광식, 황명수. 2001. 밤나무 재배관리 기술. 임업연구원. pp. 366.
- 권중호, 이정은, 이새봄, 정현식, 최종욱. 2001. 수침 및 감마선 처리가 밤의 저장특성에 미치는 영향. 농산물저장유통학회지 8(1): 9-15.
- 권중호, 정형욱, 김경은, 정현식, 최종욱. 2001. 수확 후 지연 감마선 조사와 CA 저장이 밤의 품질에 미치는 영향. 농산물저장유통학회지 8(1): 16-22.
- 권중호, 최종욱, 변명우. 1998. 밤의 품질안정성에 대한 저장 온·습도 조건의 영향. 농산물저장유통학회지 5: 7-12.
- 김만조, 이 욱, 황명수, 김선창, 이문호. 2003. 밤나무 재배품종의 개화, 결실 및 과실특성. 한국임학회지 92(4): 321-332.
- 김만조. 2005. 산림수종 육종현황 및 품종육성. 한국종자연구회지 2(1): 19-36.
- 김용두, 최옥자, 김경제, 김기만, 허창기, 조인경. 2005. 밤의 부위별 성분 분석. 한국식품저장유통학회지 12(2): 156-160.
- 나영아, 양차범. 1996. 밤의 저장중 성분변화. 한국식품과학회지. 28(6): 1164-1170.
- 나영아, 양차범. 1997. 밤의 저장중 지방질 조성의 변화. 한국식품과학회지. 29(3): 437-445.
- 유영산, 김정복. 1989. 포도의 열과저항성과 과피발달에 관한 연구. 한국원예학회지 30(1): 38-44.
- 이상우, 김주현. 2006. 이면교잡을 이용한 멜론의 당도와 감미 유전분석. 원예과학기술지 24(1): 13-19.
- 이종욱, 김재욱. 1982. 밤 지질성분의 분석. 제1보. 내과육 및 외과육의 지질조성. 한국농화학회지 25(4): 239-247.
- 이종욱, 김은선, 김동연. 1983. 밤 지질성분의 분석. 제2보. 구성 지질 및 구성 지방산의 조성. 한국농화학회지 26(1): 19-27.
- 주난영, 안승요. 1995a. 밤 전분 및 전분질의 성질에 관한 연구. 한국식품과학회지 27(6): 1017-1027.
- 주난영, 안승요. 1995b. 밤 전분의 분자구조의 변화가 전분의 성질 및 겔 특성에 미치는 영향. 한국식품과학회지 27(6): 1028-1034.
- Bernárdez, M.M., De La Montana Mguelez, J., and Garca Queijeiro, J. 2004. HPLC determination of sugars in varieties of chestnut fruits from Galicia (Spain). Journal of Food Composition and Analysis 17: 63-67.
- Burger, Y., Sa'ar, U., Katzir, N., Paris, H.S., Yeselson, Y., Levin, I. and Schaffer, A.A. 2002. A single recessive gene for sucrose accumulation in *Cucumis melo* fruit. Journal of the American Society for Horticultural Science 127(6): 938-943.
- Callahan, A.M. 2003. Breeding for fruit quality. Acta Horticulturae 622: 295-302.
- De La Montana Mguelez, J., Bernrdez, M. M. and Garca Queijeiro, J.M. 2004. Composition of varieties of chestnuts from Galicia (Spain). Food Chemistry 84: 401-404.
- Kozlowski, T.T.(Ed.). 1972. Seed biology. Volume II. Germination control, Metabolism, and Pathology. Academic Press. New York, U.S.A. pp. 447.
- Kwon, J.H., Kwon, Y.J., Byun, M.W. and Kim, K.S. 2004. Competitiveness of gamma irradiation with fumigation for chestnuts associated with quarantine and quality security. Radiation Physics and Chemistry 71: 41-44.
- Lee, S.W. 2002. Genetic analysis and detection of molecular marker linked to loci controlling sugar content in melon (*Cucumis melo* L.). Ph.D. thesis. Gyeongsang National University.
- Lee, S.W. and Kim, Z.H. 2002. Inheritance of sucrose content in melon. Korean Journal of Breeding 34(3): 251-

- 259.
25. Manolopoulou, H. and Papadopoulou, P. 1998. A study of respiratory and physico-chemical changes of four kiwi fruit cultivars during cool-storage. *Food Chemistry* 63(4): 529-534.
26. Nomura, K., Ogasawara, Y., Uemukai, H. and Yoshida, M. 1995. Change of sugar content in chestnut during low temperature storage. *Acta Horticulturae* 398: 265-276.
27. Pereira-Lorenzo, S., Ramos-Cabrer, A.M., Díaz-Hernández, M.B., Ciordia-Ara, M. and Ros-Mesa, D. 2006. Chemical composition of chestnut cultivars from Spain. *Scientia Horticulturae* 107: 306-314.
-
- (2006년 8월 3일 접수; 2006년 9월 26일 채택)