KOREAN J. FOOD SCI. TECHNOL. Vol. 39, No. 6, pp. 644~651 (2007)

KOREAN JOURNAL OF
한국식품과학회지
FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY
©The Korean Society of Food Science and Technology

밤호박의 저장 온도와 습도가 품질에 미치는 효과

한진숙 · 정문철[1] · 김성란[1,*]
동의과학대학 식품과학계열, [1]한국식품연구원

Effects of Storage Conditions on Qualities of Buttercup Squash (*Kabocha*)

Jin-Suk Han, Moon-Cheol Chung[1], and Sung-Ran Kim[1,*]
Division of Food Science, Dong-Eui Institute of Technology
[1]Korea Food Research Institute

Abstract To establish the optimum conditions for storing buttercup squash, we examined the effectiveness of several storage methods and the quality of the squash under various storage conditions, including temperature (12 and 20°C) and relative humidity (20, 40, 60, and 80%). The spoiling rate of the squash was affected more by the storage temperature than the relative humidity, and the squash stored at 20°C started to be deteriorated after 20 days of storage. At 20°C, soluble solid content gradually increased until 20 days of storage, and then it tended to decrease. The L-value had a tendency to increase with days of storage, and the a- and b-value also increased after 40 days. In addition, the color changes were great when the squash was stored at high temperature and high relative humidity. The total pectin content increased until 20 days at 20°C, and then it decreased, but less change was observed in the squash stored at 12°C. Overall, the results showed that storage at 20°C after field curing resulted in excessive weight loss, color loss and poor eating quality, as well as a high level of decay (approximately 70%) after 40 days. However, the squash stored at 12°C and 60% RH (relative humidity) showed less degreening and had a reduced level of decay, below 10%.

Key words: buttercup squash, storage condition, temperature, relative humidity

서 론

밤호박(단호박, 동명호박)은 고랭지대가 원산지인 서양계 조생종 호박(*Cucurbita maxima* Duch.)으로 무게가 1.5-3 kg 내외로 작고 진한 녹색의 과피, 과육은 진황색으로 두껍고 치밀하여 조직감이 우수하며, 당도가 재래 호박보다 6-7 °Bx로 단맛이 많다는 특징이 있다. 호박은 최근 주목받고 있는 기능성 소재 중 β-carotene 함량이 높아 관심을 끌고 있으며 다양한 비타민류를 비롯하여 Ca, Na과 P 등의 영양소를 다량 함유하고 있을 뿐아니라 풍부한 식이섬유소 등 영양적 가치가 매우 우수하다(1-4). 최근 보고된 호박 및 밤호박의 식품성분 비교(5)에서는 유리당외 비타민, 무기질의 함량이 밤호박이 높고 기타 영양성분도 더 우수하다는 결과를 보고한 바 있어 밤호박의 특성을 살린 가공기술의 개발, 보급은 농가소득 증대를 위한 특화작목으로서 잠재력이 클 것으로 판단된다.

밤호박의 재배와 관련하여 국내 재배가 용이한 품종 선발, 기존의 노지 재배시 호박 밑부분이 매끄럽지 못하고 황색으로 변하는 품질저하를 막기 위해 과실을 공중에 매다는 방법이나 과실마다 네트를 씌우는 방법 등으로 균일한 표피색상을 유지하고 있다. 또한 일본산의 성출하기인 8월-11월과 겹치지 않도록 출하기를 앞당기는 등 재배기술 면에서는 활발한 연구가 진행되었다(6).

밤호박은 늙은 호박과 달리 외피 밖으로의 호흡작용이 활발하며 저장 중 당도 저하 등 품질열화가 진행되고 손상부위로부터 시작되는 부패에 민감하므로 저장성이 생산농가의 큰 문제로 대두되고 있다(7). 특히 밤호박은 수확시기가 제한되어 있고 생과로서의 저장기간이 2개월 미만으로 짧기 때문에 일시적으로 출하되는 밤호박의 과잉공급은 생산농가의 막대한 피해가 예상된다.

일본을 비롯한 국외의 밤호박 연구들은 수출입 유통과 관련된 것이 대부분을 차지하여 저장온도에 따른 미생물 변패를 조절하기 위한 사전 열처리(8), 저장 중의 카로티노이드나 기타 영양성분의 변화(4), CA 조절로 저장중 에틸렌 생성 억제에 관한 연구 등이 보고되었다(9-11). 또한 저장 중 중량감소가 카로틴 함량, 탄수화물, 유기산 함량과 상관관계가 있으며 buttercup squash의 경우 저장 48일째 sucrose의 양이 가장 증가한다고 하였다(11).

최근 밤호박이 수출유망품목으로 각광을 받으면서 재배면적이 급속히 증가함에 따라 수확시 발생하는 손상과, 미숙과, 수출 규격 미달품의 물량 또한 급격히 증가할 것으로 예상되므로 밤호박의 생산 및 유통과 관련된 문제인 저장기술과 가공 수요가 확보되어야 할 것이다.

따라서 본 연구에서는 밤호박의 안정적 공급을 확보하기 위하여 밤호박의 저장온도와 습도에 따른 저장기간별 밤호박의 특성을 분석하여 밤호박 저장에 적합한 온습도를 구명하고자 하였다.

*Corresponding author: Sung-Ran Kim, Korea Food Research Institute, San 46-1 Backhyun-dong, Bundang-gu, Songnam-si, Kyongggi-do 463-420, Korea
Tel: 82-31-780-9066
Fax: 82-31-780-9234
E-mail: hanmiky@dit.ac.kr
Received August 6, 2007; accepted October 10, 2007

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용한 밤호박은 경기도 연천에서 생산된 밤호박(구리지망 품종, 2005년산)을 산지에서 수확직후 구입하여 사용하였다.

밤호박의 저장조건

수확 직후 농가방식으로 후숙시킨 밤호박(구리지망 품종)을 저장조건별로 130일간 저장하면서 저장온도와 습도에 따른 저장기간별 밤호박의 특성을 분석하였다. 저장조건은 대조구(산지 저장고 저장), 온도 12°C의 습도 40, 60, 80% RH(relative humidity) 처리구, 온도 20°C의 습도 40, 60, 80% RH 처리구 등 일곱 개 처리구로 하였다. 처리구별 개체수는 24개였으며 습도별 처리구의 시료 보관을 위하여 500×500×500 cm^3의 사각형 데시케이터를 제작하였으며 포화염용액을 이용하여 상대습도를 조절하였다.

부패율

밤호박에 곰팡이가 발생되거나 과피 부분에 흑변, 수침 및 무름 증상이 관찰되면 부패과로 판정하였으며 부패율은 총 개체수에 대한 건전과의 개체수를 백분율로 나타내었다.

중량 감소율

밤호박의 중량과 둘레를 측정하였으며 중량감소율은 저장직전 초기 중량을 기준으로 저장 중 중량 손실을 백분율로 나타내었다.

경도

경도는 Universal A형의 과실 경도계(Model 9330, Japan)로 직경 12 mm의 원추형탐침을 사용하여 측정하였다. 밤호박 개체당 네 부위를 대상으로 측정하였고 처리구의 평균값으로 산출하였다.

색

밤호박 표피 및 내부 과육의 색도는 Chroma meter(CR-200, Minolta, Tokyo, Japan)를 사용하여 L, a, b 값을 측정하였다. 이때 사용한 white standard plate의 L, a, b값은 각각 95.28, −0.97 및 0.28이었다.

성분 변화

가용성 고형분량(당도, °Bx)은 밤호박 과육의 중심으로부터 네 부위를 채취한 후 착즙하여 굴절당도계(Atago, Tokyo, Japan)로 측정하였다. 유리당은 생과 50 g을 80% 에탄올로 열수 추출한 후 0.45 μm membrane filter로 여과한 후 HPLC(Jasco, Tokyo, Japan)로 측정하였다. 컬럼은 YMS-Pack Polyamine II, 검출기는 RI 검출기(Jasco 1530), 용매는 78% acetonitrile in water를 사용하였다.

저장에 따른 펙틴 함량 및 조성변화를 측정하기위해 알코올불용성 고형물(alcohol insoluble solid: AIS)을 제조하고 가용성 펙틴을 분획하였다. AIS는 단호박의 껍질과 씨를 제거한 가식부를 분리하여 일정량을 파쇄한 다음 곧 끓는 ethanol 중에서 5분간 가열처리한 후 최종 농도가 80%가 되게 ethanol을 가하고 열탕에서 환류냉각장치를 부착하여 1시간 가온 추출을 반복한 후 여과하였다. 얻어진 잔사를 acetone과 ether를 이용하여 각각 탈수 및 탈지 처리한 후 40°C 건조기에서 건조하여 AIS를 얻었다(12). 이 얻어진 AIS는 40 mesh체를 통과시켜 이후의 실험에 이용하였다. 가용성 펙틴의 분획은(13) AIS 0.5 g에 150 mL의 증류수를 가하고 30°C에서 3시간 교반 후 여과하여 얻은 추출액을 200 mL로 정용하여 수용성 펙틴(water soluble pectin: WSP)을 얻었다. WSP 추출잔사에 0.4% ammonium oxalate 150 mL를 첨가하여 30°C에서 3시간 교반 후 여과하여 얻은 추출액을 200 mL로 정용하여 염용성펙틴(ammonium soluble pectin: ASP)을 얻었다. ASP잔사에 다시 0.05 N HCl 용액 150 mL를 가하여 80°C에서 3시간 추출하여 얻은 추출액을 200 mL로 정용하여 산가용성 펙틴(hydrochloric acid soluble pectin: HSP)을 얻었다. HSP잔사에 0.05 N sodium hydroxide 150 mL를 가하여 30°C에서 3시간 추출한 후 200 mL로 정용하여 알칼리가용성 펙틴(sodium hydroxide soluble pectin: SSP)을 얻었다. 가용성 펙틴 분획물은 carbazol-sulfuric acid법(14)에 따라 정량하였다. 시료에 0.5 mL carbazol(0.1% cabazol + 95% ethanol)용액을 가하고 교반한 후 H_2SO_4 6 mL를 가하여 85°C에서 5분 가열하고 실온에서 15분간 방치시킨 다음 525 nm에서 흡광도를 측정하였으며 이 때 표준곡선은 galacturonic acid monohydrate를 사용하였다.

결과 및 고찰

부패율

밤호박의 저장조건에 따른 부패율은 Fig. 1과 같다. 부패율은 습도보다는 온도의 영향을 더 받는 것으로 나타났다. 20°C 저장구들의 경우 저장초기인 20일부터 급격하게 부패가 진행되었으나 동일한 20°C의 온도에서도 습도가 40%인 경우에는 대조구보다 부패가 억제되는 효과가 있어 저장 80일 후에도 약 30% 정도의 부패율을 보였다. 반면 동일한 온도에서도 60과 80% RH에서는 매우 빠르게 부패가 진행되어 저장 40일에 저장한 밤호박의 80% 정도가 부패하는 것으로 나타났다. 12°C 처리구는 80% RH의 고습도를 제외하고는 대조구보다 모두 부패율이 낮아 상당한 저장성 증진효과가 있는 것으로 나타났다. 특히 12°C, 40% RH 조건에서는 저장 80일까지도 부패가 발생되지 않았으며 130일이 경과되었을 때에도 10% 미만의 부패율을 나타내었다. 12°C, 60% RH 조건에서도 저장 후 100일까지 20% 미만의 부패율을 나타내었다. 밤호박은 일반적인 상온저장에서 저장 후 30일부터 부패율이 급격하게 증가되어 60일까지 75%가 부패되고 90일이 되면 부패율은 95%에 달하게 된다(15). 따라서 부패율면에서는 12°C-40%와 60% RH 저장이 적합한 것으로 나타났다. 이러한 결과는 winter squash는 평균 10-13°C 저장하는 것이 바람직하다는 Isenberg(16)의 연구 결과와 일치하였다. 낮은 저장 온도는 냉해를 일으키며 높은 온도는 중량감소를 일으키는데, winter squash에 속하는 호박을 10-12.5°C 이하의 온도에서 저장할 경우 저온장해를 발생하여 표면에 검은 반점이 생기고 부패율이 증가하며 특히 5°C 저장시 저장 한 달만에 심한 저온 장애를 보이고 냉해를 일으키는 온도는 −8°C라고 보고하였다. 또한 15°C를 넘으면 중량감소율이 크고 변색 및 식미가 크게 저하되므로 12.5-15°C의 저장온도를 권장한다고 보고하고 있으며 습도면에서는 50-70% 범위가 적정수준이라고 보고하고 습도 조절을 통해 부패율을 낮출 수 있다고 하였다.

밤호박 재배 중 발생되는 병해는 흰가루병(*Sphaerotheca fulinea*), 역병(*Phytophthora capsici*), 탄저병(*Colletofrichun lagenarium*), 노균병(*Pseudoperonespora cubensis*) 등이 보고되고 있다(17). 이 중 과육에 피해를 주는 병해는 역병, 탄저병으로 특히 수확 직후 및 저장 초기에 발생되는 조기부패는 미리 침투된 역병균이 원인이 되는 것으로 알려져 있다.

중량 감소율

밤호박의 저장 중 중량 감소율은 Fig. 2와 같다. 밤호박의 저

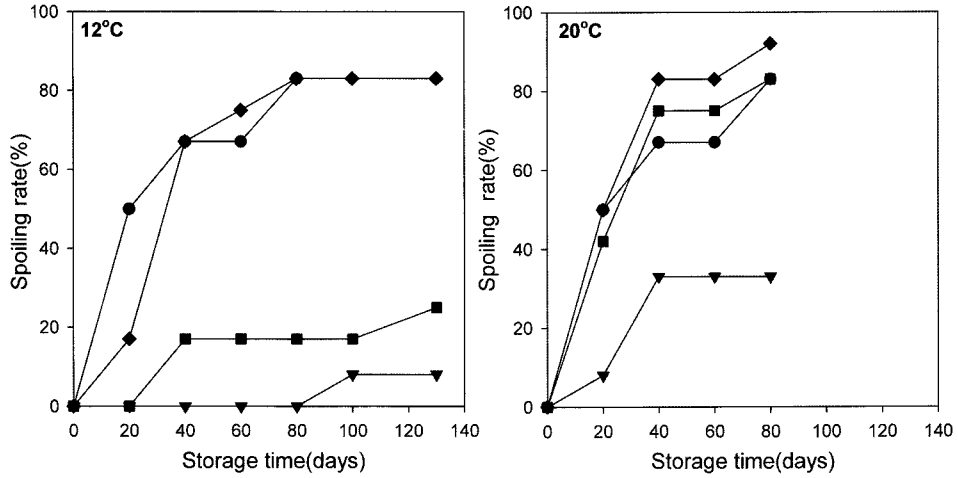

Fig. 1. Effects of temperature and relative humidity (RH) on the spoiling rate of buttercup squash during storage. ●: control, ▼: 40% RH, ■: 60% RH, ◆: 80% RH.

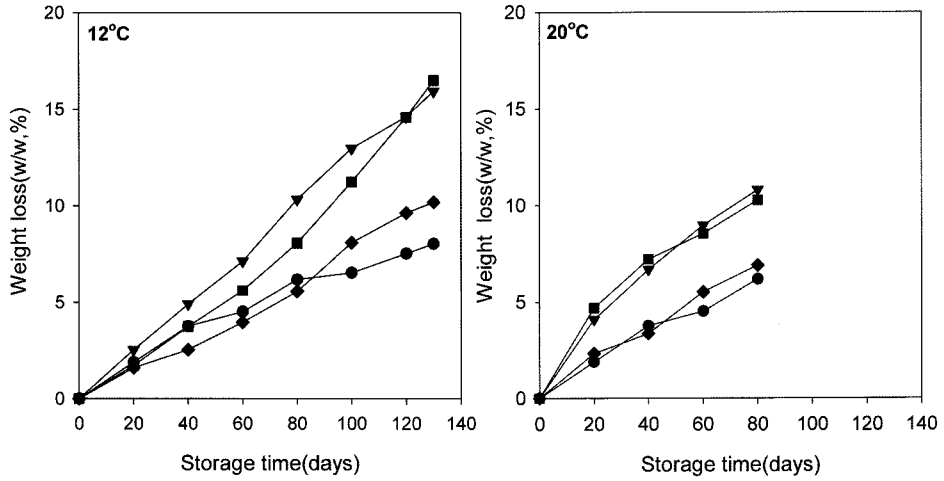

Fig. 2. Weight loss response of buttercup squash in storage conditions at different temperatures and relative humidity (RH). ●: control, ▼: 40% RH, ■: 60% RH, ◆: 80% RH.

장 초기 40일간의 중량 감소는 저장온도의 영향을 크게 받아 12°C 저장구보다 20°C 저장구의 중량감소가 더 컸으며 저장 후기에는 고습도 처리구의 중량 감소율이 적었다. 20°C에서 상대습도별로 저장 처리구에서 40%와 60% RH 처리구의 중량감소가 컸으며 고습도인 80% RH 처리구의 중량 감소율은 적은 것으로 나타났다. 저장온도 20°C에서는 모든 처리구에서 80일 이후에는 대부분이 부패하였으며 정상과도 상품성을 잃은 상태였다. 저장온도 12°C에서는 습도가 높을수록 중량감소가 적었으므로 중량감소면에서는 12°C-80% RH 저장이 적합한 것으로 나타났다. Platenius 등(18)의 연구에서는 밤호박을 4.4°C, 50-70% RH에 저장하면 중량 감소가 3%이하였고 전분이 당으로 전화되는 것도 감소시킬 수 있었다고 하였으며, 또 다른 연구에서는 상대습도가 낮은 상태로 밤호박을 저장하였을 때 중량감소가 크다고 하였다(11). 따라서 상대습도를 높게 하면 밤호박의 중량감소를 줄일 수 있을 것으로 생각된다.

일반적으로 원예작물에서 5% 이상의 수분 손실은 상품성이 없다는 보고(11)에 따라 중량감소율 5% 미만을 한계로 적용한 저장수명은 12°C-40% RH 처리구는 45일, 12°C-60% RH 처리구는 60일, 12°C-80% RH 처리구는 90일, 20°C-40% RH 처리구는 30일, 20°C-60% RH 처리구는 25일, 20°C-80% RH 처리구는 60일인 것으로 나타났다.

한편 밤호박 과육 외부조직의 수분은 초기 79.7%에서 저장 80일까지 5-6% 증가하다가 다시 감소하는 경향이었으며 과육 중심부 및 내부 조직의 수분함량 변화도 같은 양상이었다. 20°C-60% RH 처리구와 20°C-80% RH 처리구는 수분함량 변화가 가장 적었다(data not shown).

Buttercup squash의 경우 저장 중 중량 감소가 수분 손실 외에도 카로텐 함량, 탄수화물, 유기산 함량과 상관관계가 있다고 보고되었다(11).

당도 및 유리당 변화

밤호박은 수확 후 당분해 대사과정이 진행되어 후숙 및 저장기간 동안 Fig. 3과 같이 당도가 변화하였다. 밤호박은 7일간의 농가 후숙 과정에서 당도가 2-3 °Bx가 증가되었으며 20°C 저장구의 경우 저장 20일까지 당도가 계속 증가하다가 그 이후는 저장일이 증가함에 따라 당도는 오히려 감소하였으며 습도가 낮을수록 당도 감소가 크게 나타났다. 12°C 저장구에서는 20°C 저장구와는 달리 저장초기 급격한 당도 증가 없이 저장기간이 길어짐이 따라 당도가 서서히 감소하는 경향을 보였으며 습도에 의한 영향은 크게 받지 않는 것으로 나타났다.

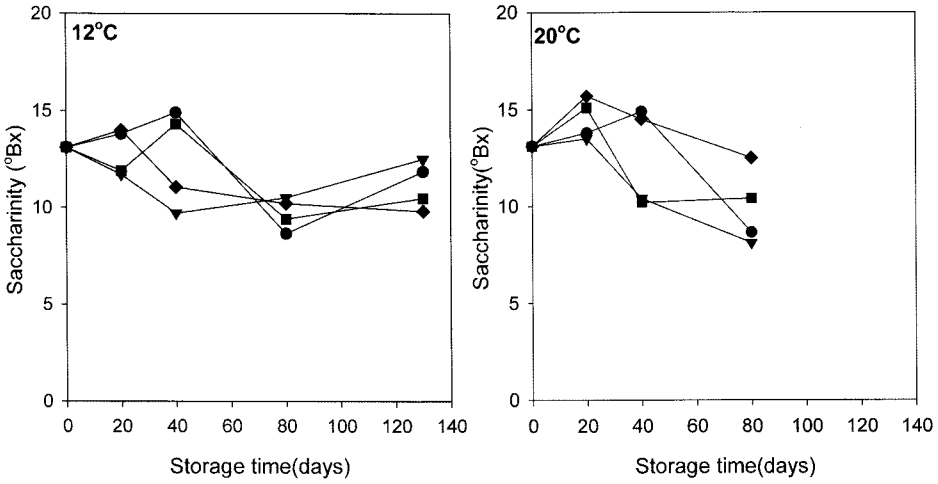

Fig. 3. Changes in saccharinity of buttercup squash in storage conditions at different temperatures and relative humidity (RH). ●: control, ▼: 40% RH, ■: 60% RH, ◆: 80% RH.

Table 1. Changes in free sugar content of buttercup squash at different storage conditions

Storage conditions (Temp-RH)	Storage 20 days				Storage 80 days			
	Fructose (%)	Glucose (%)	Sucrose (%)	Sum (%)	Fructose (%)	Glucose (%)	Sucrose (%)	Sum (%)
Control	1.16	1.84	5.28	8.28	1.43	1.96	3.10	6.49
12°C-40% RH	1.75	2.06	1.93	5.74	1.85	2.43	2.23	6.52
12°C-60% RH	1.81	2.11	3.07	6.99	1.77	2.15	1.06	4.97
12°C-80% RH	1.75	1.94	3.95	7.64	2.22	2.57	1.38	6.17
20°C-40% RH	1.66	1.93	2.61	6.20	1.31	1.98	0.44	3.73
20°C-60% RH	1.33	1.67	6.32	9.32	1.25	1.88	2.42	5.55
20°C-80% RH	1.03	1.48	8.65	11.16	1.22	1.59	4.66	7.47

저장 조건별 밤호박의 유리당 함량 및 조성 변화는 Table 1과 같다. 밤호박의 저장에 따라 과당과 포도당은 변화가 없거나 다소 증가되는 것으로 나타났으며 서당은 저장에 따라 함량변화가 심하여 온도와 습도가 높을수록 저장초기에 증가하였다가 40일 전후로 크게 감소되는 것으로 나타났다. 한편 12°C 저장구에서는 당 함량이 완만히 감소되는 것으로 나타났다. 이와 같은 저장조건별 유리당 조성 및 함량의 차이는 저장조건에 따른 호흡량의 차이에 기인하는 것으로 사료되며 특히 서당 함량에 크게 영향을 미치는 것으로 나타났다. 채소나 과일은 저장 중 당질의 함량과 조성변화가 심하여 일반적으로 저장동안 당질이 감소하나 망고와 같은 과일은 저장 초기에 서당이 크게 증가하다가 저장 후반부에 서당이 감소하면서 동량의 환원당인 과당과 포도당이 생성되기도 한다고 보고되었다(19).

경도 변화

저장중 밤호박의 경도변화는 Fig. 4와 같이 저장에 따른 유의적인 변화는 없는 것으로 나타났다. 경도가 감소되는 경향을 보인 처리구도 있었으나 전반적으로 품질에 크게 영향을 주는 수준은 아니었으며 처리구들 중에는 12°C-60% RH 처리구에서 경도변화가 최소인 것으로 나타났다. 경도 변화는 수부함량과 중량감소 등의 여러 가지 요인이 복합적으로 작용하는 것으로 생각되어 진다.

표피 및 과육의 색 변화

저장조건별 기간에 따른 밤호박의 표피와 과육의 색도 변화는 Table 2, 3과 같다. 수확 후 과일과 채소에서 일어나는 화학적 변화 중 하나는 초록색 색소인 클로로필이 파괴되면서 주황색의 카로티노이드가 표출되어 과육의 색이 변하는 것이다(20). 대조구에서 밤호박 표피의 명도(L)는 저장이 시작되면서부터 감소하기 시작하였으며 황색도는 20일 이후부터 급격하게 증가하였다. 밤호박 표피의 명도는 기간이 경과하면서 계속 증가하는 경향을 보였는데, 12°C 저장구보다 20°C 저장구에서 그 변화가 더 컸다. 적색도(a)와 황색도(b)의 경우 전반적으로 모든 처리구에서 40일 이후에 증가를 추세를 보이기 시작하여 저장 130일까지 지속적으로 증가하였다. Mosquera와 Guerrero(20)은 과일이 초록색을 유지하고 황변하는 정도는 온도, 습도와 저장기간에 따라 달라진다고 하였는데 12°C 보다는 20°C 저장구에서 습도가 높은 경우에 색 변화가 심하였다. 각 처리구별에 따른 변화를 보면 12°C-40%와 60% RH 처리구에서 색 변화가 가장 적은 것으로 나타났다.

과육의 내부 색 변화는 황색도와 적색도가 모든 처리구에서 계속 증가하다 80일의 저장 기간이 지나면서 감소하는 추세를 보였으나 12°C 저장구보다 20°C 저장구에서 황색도가 더 크게 나타났다.

총 펙틴 함량 및 가용성 펙틴의 조성 변화

각 처리구별 총 펙틴 함량 변화는 Fig. 5와 같으며 WSP, ASP, HSP와 SSP 분획별 함량변화는 Fig. 5와 같다. 총 펙틴함량은 Cha와 Chung(21)의 연구결과에서와 마찬가지로 저장 중 감소하는 경향을 보였는데 저장온도와 습도에 따라 다르게 나타났다. 12°C 저장구에서는 20°C 저장구보다 펙틴의 감소율이 적었으며 습도

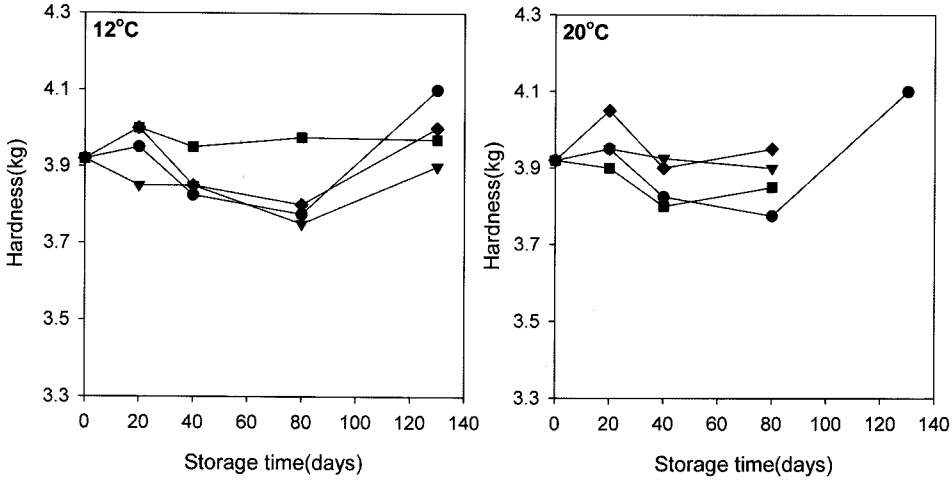

Fig. 4. Changes in hardness of buttercup squash in storage conditions at different temperatures and relative humidity (RH). ●: control, ▼: 40% RH, ■: 60% RH, ◆: 80% RH.

Table 2. Changes in surface color of buttercup squash at different storage conditions

Storage condition	Color value	Storage time (days)				
		0	20	40	80	130
Control	L	32.97	31.15	28.99	30.53	31.30
	a	-1.69	-1.40	-0.39	0.99	2.11
	b	5.42	3.99	6.24	6.21	6.51
	ΔE	59.94	61.67	63.97	62.48	61.77
12°C-40% RH	L		31.01	27.62	30.10	35.58
	a		-2.03	-1.43	-0.82	0.86
	b		7.51	4.67	6.56	9.47
	ΔE		62.11	65.22	62.88	57.92
12°C-60% RH	L		32.62	30.00	31.76	34.62
	a		-1.98	-1.40	-1.24	0.59
	b		6.06	6.58	6.00	10.02
	ΔE		63.68	63.03	61.20	58.90
12°C-80% RH	L		29.26	28.63	39.28	33.73
	a		-1.84	-1.53	8.00	0.63
	b		6.27	5.26	14.68	7.90
	ΔE		63.70	64.25.	55.57	59.45
20°C-40% RH	L		30.42	33.04	34.28	38.78
	a		-2.05	-1.57	-1.46	3.14
	b		6.10	5.58	8.48	12.08
	ΔE		62.58	59.89	59.01	55.29
20°C-60% RH	L		30.06	33.37	39.30	38.53
	a		-1.26	-1.26	2.57	3.42
	b		5.81	7.24	12.98	13.60
	ΔE		62.86	59.71	54.96	55.91
20°C-80% RH	L		32.45	29.60	37.11	37.54
	a		-1.44	-1.00	0.43	5.28
	b		5.78	5.39	11.57	14.48
	ΔE		60.52	63.28	56.67	57.21

에 민감하여 40%와 80%에서는 저장에 따른 펙틴 함량 변화가 다소 심하였으나 60% RH 저장구에서는 저장에 따른 펙틴함량에 거의 차이가 없이 일정하게 유지되었다. 20°C 저장구에서는 습도와 관계없이 저장 20일까지는 증가하다가 그 이후로는 감소하였으며 저장 말기에는 같은 온도에서 습도가 높은 경우에 펙틴의 감소가 더 큰 것으로 나타났다. 대조구는 저장 40일 이후부터 펙틴이 급격하게 감소하는 것으로 나타났다. 대조구와 온습도 조절 저장구의 가용성 펙틴의 분획별 함량을 비교한 결과 Fig. 6과 같이 전체 처리구에서 저장에 따라 염용성 펙틴(ASP)과 알칼리가용성펙틴(SSP)의 변화는 적었으나 수용성 펙틴(WSP)과 산가용성 펙틴(HSP)의 감소가 현저하였다. 대조구는 저장 40일까지는 수용성 펙틴(WSP)과 산가용성 펙틴(HSP)가 모두 증가하다가 저장기간이 더 길어지면서 크게 감소하였다. 12°C 저장시 60%와 80% RH에서 수용성 펙틴의 변화가 거의 없이 140일까지 일정하게 유지되었으나 산가용성 펙틴은 크게 감소하였다. 20°C에서는 60% 습도에서 수용성 펙틴 함량의 변화가 가장 적어 온습도

Table 3. Changes in flesh color of buttercup squash at different storage conditions

Storage condition	Color value	Storage time(days)				
		0	20	40	80	130
Control	L	64.70	59.57	57.63	71.43	65.93
	a	27.44	26.05	28.80	30.17	27.28
	b	36.84	35.08	34.27	40.02	37.60
	ΔE	53.66	54.98	56.83	54.33	53.47
12°C-40% RH	L		63.37	68.99	63.58	62.57
	a		28.63	31.56	32.23	27.88
	b		37.06	38.97	38.15	35.61
	ΔE		55.14	55.36	57.73	54.28
12°C-60% RH	L		63.85	58.64	68.49	63.66
	a		28.71	26.24	32.31	28.52
	b		37.19	33.81	40.02	36.22
	ΔE		55.01	54.69	56.74	54.41
12°C-80% RH	L		60.41	57.87	67.34	55.80
	a		30.16	27.90	32.04	26.58
	b		36.06	34.29	38.79	33.18
	ΔE		56.96	56.21	56.29	56.21
20°C-40% RH	L		58.25	67.92	70.07	64.33
	a		25.35	31.25	30.03	26.41
	b		34.27	38.36	41.67	36.73
	ΔE		55.02	55.24	55.95	53.54
20°C-60% RH	L		53.82	68.76	63.18	63.94
	a		26.28	26.37	33.27	27.78
	b		32.35	38.11	37.48	37.07
	ΔE		56.93	51.98	58.13	54.54
20°C-80% RH	L		56.48	61.96	62.07	68.30
	a		30.08	32.85	32.47	25.24
	b		34.10	36.52	37.33	39.01
	ΔE		58.10	57.90	58.13	52.26

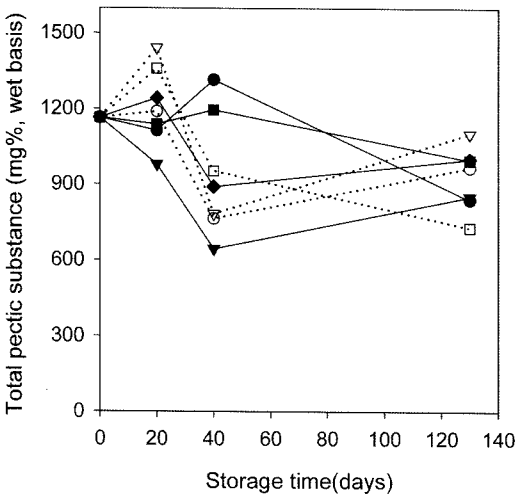

Fig. 5. Total pectic substance of buttercup squash in storage conditions at different temperatures and relative humidity (RH). ●: control, ▼: 12°C-40% RH, ■: 12°C-60% RH, ◆: 12°C-80% RH, ○: 20°C-40% RH, ▽: 20°C-60% RH, □: 20°C-80% RH.

조절시 수용성 펙틴의 감소는 둔화시킬 수 있었으나 산가용성 펙틴의 변화를 조절하지는 못했다. 일반적으로 청과물은 수확 후 저장시일이 증가함에 따라 조직은 점차 연화되어지며 불용성의 산가용성 펙틴과 염가용성 펙틴 등의 함량은 감소하는 반면 유리형태의 수용성 펙틴 함량이 증가하게 되는데(22) 본 연구에서는 저장 중 불용성의 산가용성 펙틴의 감소 뿐만아니라 수용성 펙틴함량도 감소하는 경향을 보였다.

이상의 결과로 부터 밤호박의 저장을 위해서는 호흡이 억제되는 12°C 저장조건이 적합하고 습도는 60% RH이하가 되도록 조절하는 것이 적합한 것으로 나타났다. 후숙 후 산지 저장고 즉, 대조구의 경우 20일까지는 상품성이 우수하나 그 후로는 부패율이 매우 높았으며 비 부패과도 최대 40일까지만 저장성이 있었다. 12°C-60% RH 저장 조건에서는 80일까지 상품성과 저장성이 매우 우수하였으며 Fig. 7에서 보는 것과 같이 130일까지도 일부 부패과를 제외하고는 품질이 우수하게 유지되었다. 반면 20°C에서 저장한 처리구는 90일 이후 황변이 진행되어 저장 습도와 관계없이 130일 후에는 모두 부패하는 것으로 나타났다.

요 약

수확 직후 농가방식으로 후숙시킨 밤호박(구리지방 품종)을 저장조건별로 130일간 저장하면서 저장온도와 습도에 따른 밤호박의 특성을 분석하였다. 저장조건은 대조구(산지 저장고 저장), 온도 12°C의 습도 40, 60, 80% RH 처리구, 온도 20°C의 습도 40, 60, 80% RH 처리구 등 7처리구로 하였다. 부패율은 습도보다는 온도의 영향을 더 받아 20°C 저장구는 저장초기인 20일부터 급격하게 부패가 진행되었다. 20°C 저장구는 20일까지 당도가 계속 증가하다가 그 이후는 저장일이 증가함에 따라 당도는 오히려 감소하였으며 습도가 낮을수록 당도 감소가 크게 나타났다. 12°C 저장구는 저장초기 급격한 당도 증가 없이 저장기간이 길어짐이

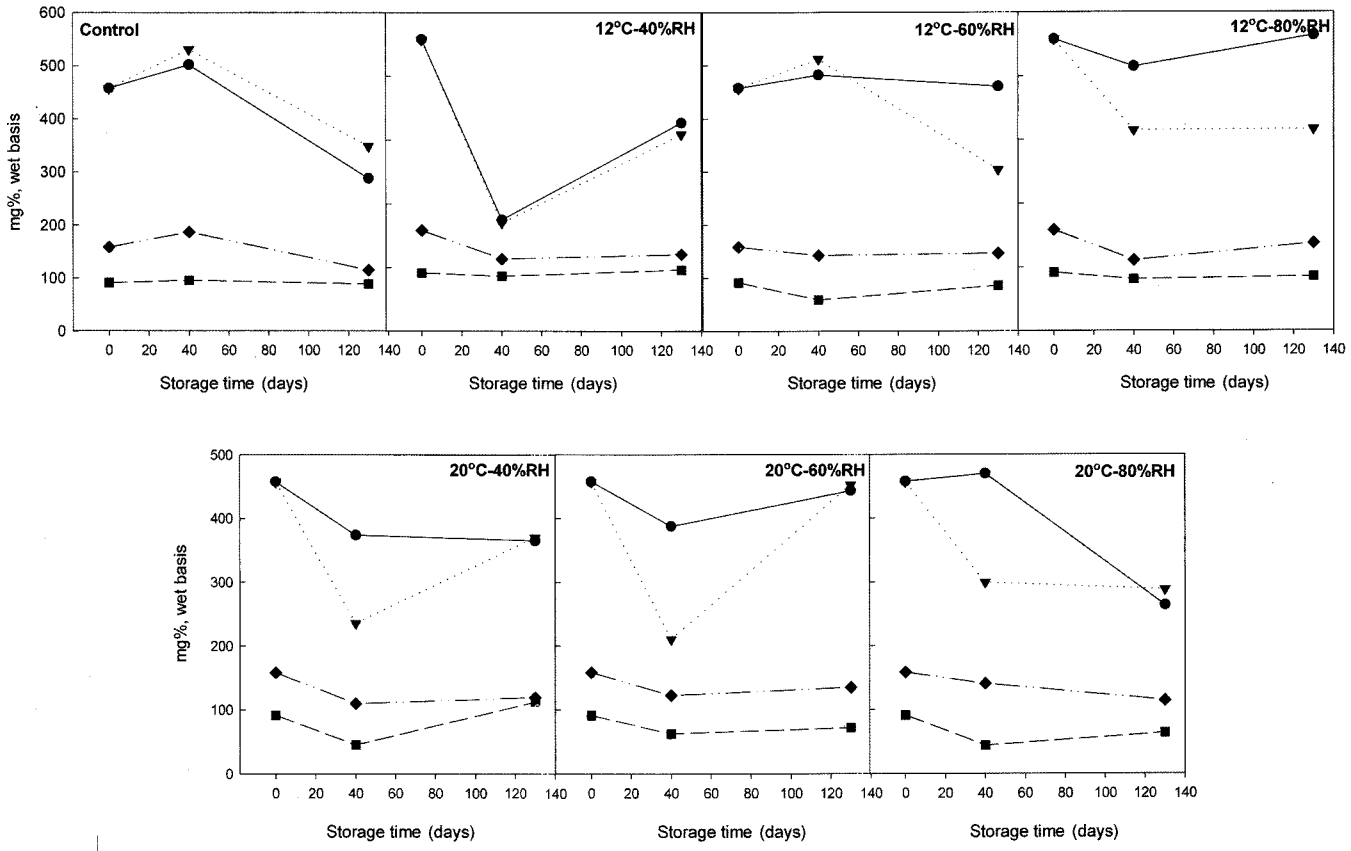

Fig. 6. Pattern of soluble pectin composition change during storage at different temperatures and relative humidity (RH) fo buttercup squash. ●: Water soluble pectin, ▼: Hydrochloric acid soluble pectin, ◆: Sodium hydroxide soluble pectin, ■: Ammonium oxalate soluble pectin.

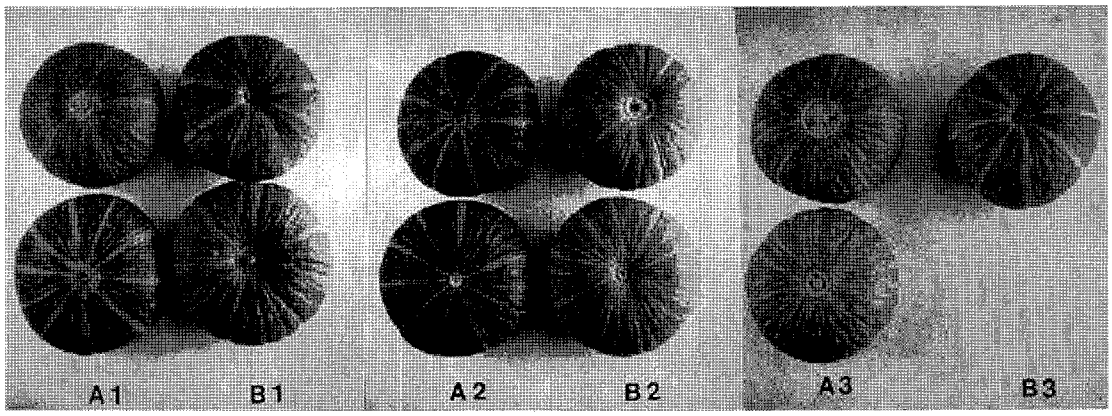

Fig. 7. Appearance of buttercup squash in storage conditions at different temperatures and relative humidity (RH) after 130 days. A1: 12°C-40% RH, A2: 12°C-60% RH, A3: 12°C-80% RH, B1: 20°C-40% RH, B2: 20°C-60% RH, B3: 20°C-80% RH.

따라 당도가 서서히 감소하는 경향을 보였으며 습도에 의한 영향은 크게 받지 않았다. 저장에 따라 경도가 감소되는 경향을 보인 처리구도 있었으나 전반적으로 품질에 크게 영향을 주는 수준은 아니었다. 밤호박 표피의 명도는 기간이 경과하면서 계속 증가하는 경향을 보였는데, 12°C 저장구보다 20°C 저장구에서 그 변화가 더 컸다. 펙틴함량의 변화는 20°C 저장구는 습도와 관계없이 저장 20일까지는 증가하다가 그 이후로는 감소하였는데 12°C 저장구에서는 20°C 저장구보다 펙틴의 감소율이 적었으며 60% RH 저장구에서는 저장에 따른 총 펙틴함량에 거의 변화가 없이 일정하게 유지되었다. 이상의 결과로 부터 밤호박의 저장을 위해서는 호흡이 억제되는 12°C에 습도는 60%이하가 되도록 조절하는 것이 적합한 것으로 나타났다.

문 헌

1. Burger M, Hein LJ, Teply PH, Krieger CH. Vitamin, mineral, and approximate composition of frozen fruits, juices, and vegetables. J. Agr. Food Chem. 4: 418-425 (1956)
2. Lee CY, Smith NL, Robinson RW. Carotenoids and vitamin A

value of fresh and canned winter squashes. Nutr. Rep. Int. 29: 129-133 (1984)
3. Sharama BR, Singh D, Saimbhi NS, Bawa AS, Shukla FC. Varietal variation in the chemical composition of summer squash. Indian J. Agr. Sci. 49: 30-32 (1979)
4. Hidaka T, Anno T, Nakatsu S. The composition and vitamin A value of the carotenoids of pumpkins of different colors. J. Food Biochem. 11: 59-67 (1987)
5. Heo SJ, Kim JH, Moon KD. The comparison of food constitutes in pumpkin and sweet-pumpkin. Korean J. Diet. Culture 13: 91-96 (1998)
6. Kim MS, Cho SS, Kim KC, Kim SK. Development of cultivating technique and storage method of sweet-pumpkin for export. Experimental research report of Gyeongggi-do Northern Agricultural Research and Extension Service. pp. 114-131 (2000)
7. Pedrosa JF, Casali VWD, Cheng SS, Chitarra MIF, Carvalho VD. Changes in composition of squashes and pumpkin during storage. Res. Agr. Braz. 18: 29-32 (1983)
8. Arvayo-Ortiz RM, Garza OS, Yahia EM. Postharvest response of winter squash to hot water treatment. Hortic. Technol. 4: 253-255 (1994)
9. Mencarelli F. Effect of high CO_2 atmospheres on stored zucchini squash. J. Am. Hort. Sci. 112: 985-988 (1987)
10. Mencarelli F, Lipton WJ, Peterson SJ. Responses of zucchini squash to storage in low-O_2 atmospheres at chilling and non-chilling. J. Am. Hort. Sci. 108: 884-890 (1983)
11. Manseka VD. Weight loss and other physiological aspects of butternut squash: The effect of pre-storage and storage conditions, and price variation of winter squash at northeast wholesale market. PhD thesis. Cornell Univ. Ithaca, NY, USA (1997)
12. Kaneko K, Sato C, Watanabe T, Maeda Y. Changes of cation contents and solubilities of pectic substances during bring of various vegetables. Nippon Shokuhin Kogyo Gakk. 33: 379-384 (1984)
13. Manabe M. Naohara J. Properties of pectin in satsuma mandarin fruits (*Citrus unshiu* Marc.). Nippon Shokuhin Kogyo Gakk. 33: 602-607 (1986)
14. McComb EA, McCready RM. Colorimetric determination of pectic substances. Anal. Chem. 24: 1630-1636 (1952)
15. Sharrock KR, Parkes SL. Physiological changes during development and storage of fruit of buttercup squash in relation to their susceptibility to rot. New Zeal. J. Crop Hort. Sci. 18: 185-196 (1990)
16. Isenberg FMN. Controlled atmosphere storage of vegetable. Hort. Rev. 1: 337-394 (1979)
17. Assawah MW, Al-Zarari AJ. Identification and study of fungi causing diseases and post-harvest rots of squash in Ninevahprovince, Iraq. Iraqui J. Agr. Sci. "Zanco". 2: 67-74 (1984)
18. Platenius H, Jamison HC, Thompson HC. Studies on cold storage of vegetables. N.Y. Cornell Agr. Exp. Sta. Bull. 602: 25 (1934)
19. Rutherford PP. Some biochemical changes in vegetables during storage. An. Appl. Biol. 98: 538-544 (1981)
20. Mosquera IM, Guerrero LG. Disappearance of chlorophylls and carotenoids during the ripening of the olive. J. Sci. Food. Agr. 69: 1-6 (1995)
21. Cha HS, Chung MS. Changes in pectic substances of mature-green mune (*Prunus mune* Sieb. et Zucc) fruit as influenced by thickness of packaging film during storage. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 31: 621-628 (2002)
22. Moon KD, Shin SR. Changes in the wall components and cell structure of tomato fruits during maturation. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 25: 274-278 (1996)