

박피 밤의 저장 조건에 따른 품질 변화 분석

†황 자 영

동남보건대학 식품영양과

Quality Characteristics of Peeled-Chestnuts Based on the Degree of Gelatinization during Storage

†Ja-Young Hwang

Dept. of Food and Nutrition, DongNam Health University, Suwon 440-714, Korea

Abstract

Peeled chestnuts were stored at different temperatures (-10°C and -20°C) and after blanching at 90°C for different lengths of time (0, 10, and 20 min) for 6 months. After the storage period, the texture, color, DSC and sensory characteristics were analyzed. Hardness, fracturability and chewiness increased with storage time, whereas springiness and cohesiveness decreased. Additionally, the L^* decreased and a^* and b^* increased with storage time. Analysis of the DSC revealed that the peak of the retro gradation was approximately $46\sim 60^{\circ}\text{C}$ and enthalpy for the peak increased with storage time. Additionally, the increment of enthalpy for samples stored at -20°C and blanched was lower than that of samples stored at -10°C and non-blanched samples. The sensory evaluation scores were also higher for samples stored at -20°C and blanched samples than for those stored at -10°C and non-blanched samples.

Key words: chestnuts(*Castanea crenata*), peeled chestnut, storage properties.

서 론

밤나무는 참나무과(Fagaceae) 밤나무속(*Castanea*)의 낙엽 활엽성 교목으로 원산지는 아시아, 유럽, 북아메리카, 북아프리카 등 4개 대륙에 걸쳐 있으며, 북반구의 온대지역에 널리 분포하고 있다. 전 세계에 분포하는 밤나무 종류는 학자의 견해에 따라 약간의 차이가 있지만 10여 종이 분포하며, 주로 재배 생산되고 있는 수종은 유럽종(*Castanea sativa* Miller), 중국종(*C. mollissima* Blume), 한국 및 일본종(*C. crenata* Seib et Zucc) 및 미국종(*C. dentata*)으로 크게 분류된다. FAO 자료에 따르면 세계의 연간 총 밤 생산량은 1990년대에 들어와 약 40~50만톤 내외를 유지하고 있으며, 2000년에는 약 45만 톤의 규모를 보이고 있다.

주요 밤 생산국으로는 아시아 대륙에서는 중국, 한국, 일본, 터키 등이 있고, 유럽에서는 이태리, 스페인, 포르투갈, 프

랑스 등을 들 수 있으며, 그밖에 오세아니아 대륙의 호주와 뉴질랜드, 남미의 볼리비아, 칠레, 북미 대륙의 미국이 소량 생산하고 있다 이 중 우리나라를 비롯한 중국, 일본이 세계 밤 총 생산량의 47% 이상을 차지하고 있으며, 우리나라는 세계 밤 총 생산량의 23%를 점유하는 중국에 이어 2번째로 많은 19%를 점유하고 있어 세계 제 2의 밤 생산국으로 자리잡고 있다.

국내 밤의 품질은 세계적으로 우수한 것으로 인정받고 있으나, 외국산 품종에 비하여 외피 껍질의 물성이 매우 단단하고 내피의 과육 부착 정도가 강하여 박피 작업이 매우 어려운 실정이다. 따라서 우리나라의 밤 박피 작업은 완전 수작업에 의존하여 가공비용의 증가에 큰 비중을 차지하고 있으며, 또한 이로 인해 밤의 가공제품의 산업화에 어려움이 있다. 국내에서 밤 박피에 관한 연구는 밤의 껍질을 약화시키는 화학적인 처리방법(Suh 등 1974), 밤 껍질의 연소방법(이 & 김 1975),

† Corresponding author: Ja-Young Hwang, Dept. of Food and Nutrition, DongNam Health University, Suwon 440-714, Korea. Tel: +82-31-249-6423, Fax: +82-31-249-6420, E-mail: jyhwang@dongnam.ac.kr

원심력과 절단칼날을 이용한 밤 껍질 절단방법 등이 수행되었고, 일부 시작품 기계가 개발되었으나, 실제로 밤 박피 가공공장에 전혀 이용되지 못하고 있는 실정이다. 따라서 국내 밤 산업의 육성을 위하여 밤 박피의 기계화가 필요하며, 이렇게 국내산 밤 박피 공정의 기계화가 이루어진다면 깎 밤을 원료로 하여 밤의 2차 가공제품인 마론그라세(marron glace), 밤 페이스트 등의 고부가가치 밤 가공제품의 생산에 원동력이 될 것으로 생각된다. 그러나 국내에서는 밤 과실의 장기 저장에 관한 연구는 활발하게 수행되어 Yim 등(1980)은 저온 저장과 움 저장방법에 관한 실험을 수행하였으며, Shin 등(1982)은 움 저장, 상자 저장, 폴리에틸렌 필름 포장 저장, 방사선 조사 저장 등을 실시하여 저장 중 발아, 부패 성분 변화 등을 조사하였다. 그리고 Lee 등(1985)은 CA 저장에 적합한 가스 조성을 유지할 수 있는 폴리에틸렌 필름의 두께에 관한 연구를 수행하였으며, Park 등(1977)은 저장 말기에 발생하는 과육의 흑반점을 억제하기 위하여 산소량을 조절하여 방사선을 조사한 후 발아, 부패, 흑반점 및 성분 변화에 대하여 조사하였다. 또한 Ha 등(1982)은 동결건조 과정 중 지질 성분의 변화와 무기질이 밤 과육 조직에 미치는 영향에 관한 연구를 수행하는 등으로 인하여 생밤의 저장기술은 일반 밤 생산 농가에 보급되어 활용되고 있으나, 깎 밤에 대한 박피 후 처리공정에 관한 연구는 찾아볼 수 없으며, 오히려 깎 밤의 부산물인 밤 껍질의 가공화 방법에 대한 연구가 많이 진행되어 Jeong 등(2001)은 밤 껍질을 이용한 기능성 음료의 개발을 발표한 바 있다. 이와 같은 현상은 아직 국내 밤의 유통이 생울 상태로 이루어지고 있기 때문으로 사료되며, 향후 기계적 박피방법이 활성화되면 깎 밤 형태의 유통이 증가하게 되어 박피한 밤의 박피 후 처리공정 개발에 관한 연구가 필요하다. 이탈리아, 프랑스 같은 유럽 지역에서는 밤 박피공장에서 기계적으로 박피된 밤을 급속 동결하여 냉동고에 저장한 후 깎 밤을 유통시키고 있다. 국내에서도 깎 밤을 저장할 수 있는 기술이 개발되면 국내 밤 가공제품의 활성화는 물론 해외 수출의 다변화와 경쟁력을 높일 수 있을 것으로 생각된다. 그러므로 본 연구에서는 화염식 박피 기계를 이용하여 깎 밤을 증숙 정도를 달리하고 또한 저장온도를 달리하면서 저장 동안의 이화학적 분석을 통해 저장성 증진에 관한 연구를 수행함으로써 깎 밤의 활용도를 증진시키고, 국내 밤 가공제품의 활성화를 위한 기초자료로 이용하고자 한다.

재료 및 방법

증숙 정도 및 저장 온도가 저장 박피 밤의 품질에 끼치는 영향을 알아보기 위하여 유마 품종을 화염 박피 시스템을 이용하여 박피한 후 증기장치를 이용하여 90℃에서 0, 10, 20분

동안 증숙한 후 -20℃ 송풍식 냉동고(air-blast freezer)에서 급속 동결하고 -10℃와 -20℃ 냉동고에 6개월간 저장하였다. 저장 박피 밤을 일정 간격으로 상온에서 overnight하여 해동하여 분석시료로 이용하였다.

1. 동결곡선 분석

박피 밤의 동결방법을 결정하기 위하여 박피하여 열처리한 밤시료를 용기에 담은 후, 열전대(thermocouple, K type)를 밤 시료의 중심에 고정시키고 -20℃ 냉동고에 넣어 동결하면서 열전대에서 감지되는 시료의 온도 변화를 매 2분마다 측정하여 동결곡선으로 나타내었다.

2. 조직감 분석

박피 밤의 저장 중의 조직감 변화를 관찰하기 위해 Texture analyzer(TA-XT2, Stable Micro system Ltd., England)를 이용하여 TPA(Texture Profile Analysis)를 실시하였다. 분석조건은 Table 1과 같으며, 각 시료에 대해 20회 반복하여 실시하였다.

3. 색도

박피 밤 과육의 색도는 색차계(CM-3500d, Minolta Co., Japan)를 이용하여 CIE Lab값을 측정하였다.

4. DSC 특성

냉동 저장 박피 밤의 저장 중 노화도의 변화를 알아보기 위하여 DSC(Perkin Elmer DSC-4, USA) 분석을 실시하였다. O-ring을 갖고 있는 stainless steal pan에 시료를 담고 총 수분 함량이 시료 건조중량의 7배가 되도록 증류수를 가하여 밀봉한 후 25℃부터 125℃까지 10℃/min의 승온속도로 가열하여 조사하였다. DSC thermogram상에 나타나는 흡열곡선의 호화 개시온도(T₀: onset temperature), 호화 종결 온도(T_c: conclusion temperature), 흡열엔탈피(cal/g sample)는 standard program(Perkin Elmer, USA)을 이용하여 계산하였다.

5. 관능평가

관능평가는 한국식품개발연구원의 연구원 10명을 선정하여 실시하였다. 냉동 저장 박피 밤은 상온에서 24시간 해동한 후 설문지를 사용하여 실시하였고, 그 결과는 SAS(statistical

Table 1. Operating condition of TPA for chestnuts

Index	Condition
Type	Two bite compression test
Strain	20%
Test speed	0.5 mm/s
Probe diameter	30 mm

analysis system)를 사용하여 분산분석과 던컨의 다중범위 시험법(Duncans multiple range test)을 이용하여 유의성을 검증하였다.

결과 및 고찰

1. 동결곡선

박피 밤의 동결 저장시 저장 조건에 따른 품질 변화를 분석하기에 앞서 동결방법을 선택하기 위해 화염 박피기를 이용하여 박피한 밤을 90℃에서 증숙시간을 0, 10, 20분으로 달리하여 -20℃의 정체식 냉동고(still-air freezer)와 -20℃의 송풍식 냉동고(air-blast freezer)에서 각각 동결하였다. 동결방법에 따른 시료의 동결곡선을 측정하기 위해 열전대를 이용하여 시료의 온도 변화를 측정하였으며, 그 결과는 Fig. 1~2에 나타내었다.

박피 밤의 최초 빙점은 송풍식과 정체식 냉동 모두에서 -2℃ 부근에서 나타났으며, 이 온도를 통과하기까지 걸리는 시간은 송풍식의 경우 증숙 처리를 한 박피 밤의 경우 약 3~5분이 소요되었으며, 증숙 처리를 하지 않은 경우는 약 10분 정도가 소요되었다. 정체식의 경우, 증숙 처리에 관계없이 모

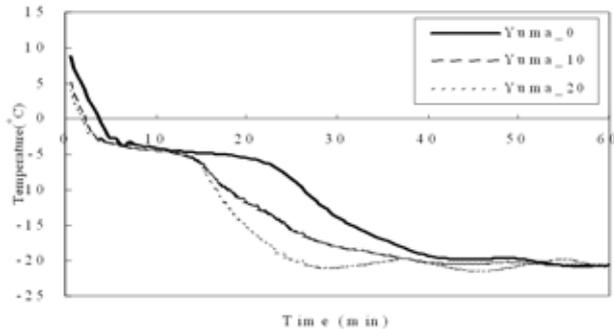


Fig. 1. Freezing curve of peeled chestnut according to air-blast freezer.

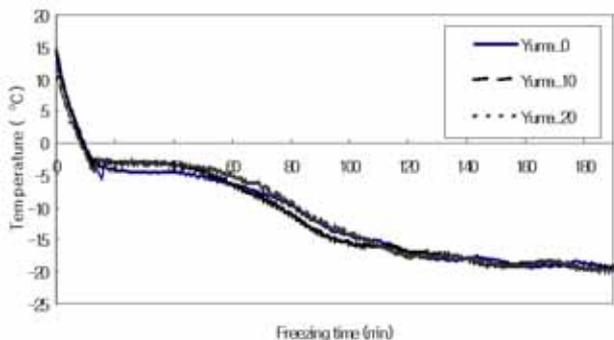


Fig. 2. Freezing curve of peeled chestnut according to still-air freezer.

든 시료에서 13~15분이 소요되어 송풍식의 경우 빙점 도달 시간이 정체식에 비해 짧음을 알 수 있었다. 또한 -20℃에 도달하기까지 송풍식의 경우 40분 정도 소요된 것에 반해 정체식의 경우 150분이 소요되어 그 차이가 크게 나타났다.

일반적으로 동결곡선은 세 부분으로 나누어 볼 수 있는데, 첫번째는 동결장치에 넣은 시점부터 동결점까지의 온도 강하 곡선이 형성되는 구간으로 이때 식품으로부터 sensible heat을 제거하게 된다. 두번째는 동결단계로 -1~-5℃ 사이에서 형성되는 최대 빙결정 생성대로 이때는 수분의 약 80%가 빙결정으로 변할 때 생기는 다량의 latent heat을 제거해야 하므로 온도 강하가 늦게 된다. 따라서 두 번째 단계가 동결식품의 품질에 영향을 미치게 되므로 가능한 빨리 통과시키는 것이 품질 저하를 최소화하게 된다. 마지막 세 번째는 동결 저장 온도까지 강하하는 단계로 빙결정 생성량이 적으므로 곡선의 경사가 다시 급해지게 된다.

본 실험 결과, 송풍식 동결방법을 이용하여 동결한 경우에 두번째 단계인 빙결정 생성대를 빨리 통과하는 것으로 분석되어 저장 중의 변화를 분석하기 위한 시료는 모두 송풍식으로 동결하였다.

2. TPA

박피 밤을 증숙 정도와 저장 온도를 달리하여 저장기간에 따른 조직감의 변화를 TPA 분석을 통하여 알아보았고, 그 결과는 Table 2에 나타낸 바와 같다.

저장기간에 따른 경도의 변화를 보면, 경도(hardness)는 저장기간에 따라 감소하는 경향을 나타냈다. 그러나 시료 A만이 유의적인 감소를 나타내었으며, 다른 시료에서는 유의적인 감소를 보이지 않았고 각 저장기간에서의 시료별 차이 또한 유의적으로 나타나지 않았다. 부서짐성(fracturability) 또한 저장기간이 경과하면서 감소하는 경향을 나타냈으나, 유의적이지는 않았고 각 저장기간에 따른 시료의 차이는 유의적이지 않았다. 저장 0개월에서 단지 증숙 처리를 하지 않은 경우에 부서짐성이 다소 낮게 나타났다. 탄력성(springiness)의 경우 저장기간이 경과함에 따라 오히려 증가하는 양상을 나타냈으며, 90℃에서 20분간 증숙한 시료 C와 F를 제외한 모든 시료에서 유의적으로 증가하였다. 또한 각 저장기간에서 시료에 따라서도 유의적인 차이를 나타냈다. 저장 0개월에서는 증숙 정도에 따라서 탄력성이 높게 나타났다. 저장 2개월에서는 증숙 정도에 따른 차이는 크지 않았고, 증숙하지 않은 시료 A와 D의 값이 낮게 분석되었으나 유의적이지는 않았다. -20℃에 저장한 시료의 경우 -10℃에 저장한 시료보다 탄력성이 높게 나타났으며, 이러한 경향성은 저장 6개월까지 지속되었다. 응집성(cohesiveness)의 경우, 저장기간에 따라 다소 증가하는 경향을 보였으나 시료 A만이 유의적인 증가 경

Table 2. ANOVA result for TPA analysis for peeled chestnuts with texture characteristics

	0	2	4	6	F-value
Hardness					
A	1,139.34±277.60	967.96±161.53	911.62±164.47	846.42±187.99	3.23*
B	1,087.48±234.62	1,052.68±202.73	1,019.54±166.04	983.47±225.10	0.36
C	1,085.54±204.36	946.16±271.01	920.62±124.00	909.80±115.03	1.93
D	1,139.34±277.60	961.38±170.75	952.76±134.95	932.40±195.35	2.09
E	1,087.48±234.62	1,039.56±125.42	1,031.46±108.22	1,020.17±265.86	0.21
F	1,085.54±204.36	935.30±184.53	925.53±230.97	901.40±203.31	1.60
F-value	0.17	0.56	0.85	0.61	
Fracturability					
A	9.64±1.23	9.92±1.34	9.62±1.12	9.55±0.56	0.20
B	10.01±0.92	10.01±0.78	9.37±0.55	9.32±0.74	2.49
C	10.16±1.00	9.93±0.82	9.36±0.91	9.31±1.28	1.84
D	9.64±1.23	9.83±1.12	9.75±0.83	9.04±1.61	0.77
E	10.01±0.92	10.02±1.03	9.96±1.08	9.76±1.10	0.13
F	10.16±1.00	10.09±1.14	9.98±1.14	9.51±1.10	0.76
F-value	0.68	0.07	0.70	0.45	
Springiness					
A	0.62±0.05	0.65±0.04	0.66±0.04	0.70±0.06	6.21**
B	0.67±0.03	0.71±0.04	0.72±0.05	0.74±0.02	8.21***
C	0.71±0.03	0.71±0.03	0.71±0.03	0.72±0.04	0.21
D	0.62±0.05	0.65±0.05	0.67±0.06	0.70±0.05	5.07**
E	0.67±0.03	0.73±0.05	0.73±0.03	0.73±0.03	8.45***
F	0.71±0.03	0.73±0.05	0.73±0.05	0.75±0.03	1.57
F-value	16.16***	7.17***	5.09***	2.95*	
Cohesiveness					
A	0.57±0.02	0.59±0.02	0.59±0.03	0.59±0.03	3.11*
B	0.61±0.03	0.62±0.03	0.62±0.02	0.62±0.02	1.01
C	0.61±0.03	0.61±0.03	0.60±0.03	0.60±0.04	0.67
D	0.57±0.02	0.57±0.02	0.58±0.02	0.58±0.03	1.11
E	0.61±0.03	0.63±0.03	0.63±0.01	0.63±0.03	1.79
F	0.61±0.03	0.62±0.03	0.62±0.02	0.63±0.03	0.86
F-value	12.14***	7.63***	8.11***	7.08***	
Chewness					
A	403.10±73.98	361.18± 75.86	323.54± 56.34	320.95± 51.01	2.26
B	396.38±61.04	390.46±102.98	396.28± 45.12	378.16± 83.80	0.12
C	396.45±84.05	392.71±105.35	355.51± 70.74	358.30± 80.92	0.59
D	403.10±73.98	367.22± 96.53	363.34± 62.17	356.92±114.17	0.36
E	396.38±61.04	403.13±127.50	407.79±111.25	403.09±137.88	5.46**
F	396.45±84.05	391.86± 92.59	388.92± 84.05	378.59±104.46	0.05
F-value	0.02	0.24	10.61***	0.55	

A: Blanching for 0min at 90°C, storage at -10°C; B: Blanching for 10min at 90°C, storage at -10°C; C: Blanching for 20 min at 90°C, storage at -10°C; D: Blanching for 0min at 90°C, storage at -20°C; E: Blanching for 10min at 90°C, storage at -20°C; F: Blanching for 20min at 90°C, storage at -20°C; *, ** and *** Mean significant at the $p=0.05$, 0.01 and 0.001, respectively.

향을 나타내었다. 저장기간에 따른 시료의 차이는 모든 저장 기간에서 유의적으로 나타났다. 저장 0개월에서는 증숙 정도에 따른 차이는 나타나지 않았고, 증숙하지 않은 시료의 경우 응집성이 다소 떨어지는 것으로 분석되었다. 저장기간이 증가함에 따라 이러한 경향은 계속되어 증숙하지 않은 시료의 응집성이 낮게 분석되었으며, 열처리 정도에 따른 차이는 크게 나타나지 않았다. 또한 유의적이지는 않으나 -20°C 저장 시료의 경우에 응집성이 다소 높게 분석되었다. 씹힘성(chesw-ness)의 경우 저장기간에 따라 감소하는 경향을 나타냈으나 시료 E만이 유의적인 감소 경향을 나타내었고, 다른 시료에서는 유의적인 경향을 나타내지는 않았다. 저장기간에 따른 각 시료의 차이 또한 유의적으로 나타나지 않았다.

경도에서 나타난 이러한 감소 경향은 동결 저장 중 성장한 얼음입자들에 의해 조직이 파손되었기 때문으로 생각된다. 탄력성, 응집성은 저장기간이 증가함에 따라 다소 증가하는 경향을 나타내었는데, 이는 전분 입자들 간의 재결합에 의해 결정화되는 노화에 기인한 것으로 생각된다. 모든 시료에서 저장기간에 따른 특성의 변화가 나타났으나, 증숙시킨 경우 그 변화 정도가 적게 나타났다. 그러나 증숙 정도에 따른 차이는 나타나지 않았다. 저장온도에 따라서는 유의적으로 큰 차이를 나타내지 않았으나 -20°C 에 저장한 시료들의 변화 정도가 적게 나타났다. 따라서 박피 밤의 저장에 있어서 증숙 처리는 조직감의 변화를 감소시킬 수 있으며, 저장온도의 경우 -10°C 의 저장으로도 조직감은 유지되는 것으로 생각된다.

3. 색도

CIE color value를 이용하여 박피 밤의 저장 중 색도 변화를 분석하였으며, 그 결과는 Table 3과 Fig. 3에 나타난 바와 같다.

명도를 나타내는 L*값은 모든 저장 기간에서 시료에 따라 유의적인 차이를 나타냈다. 저장 0개월에서는 증숙하지 않은 시료에서의 값이 높게 나타났으며, 저장기간이 경과함에 따라서는 시료 D의 값이 다른 시료에 비해 유의적으로 높았다. 각 시료의 저장기간에 따른 변화를 살펴보면, E와 F 이외의 모든 시료에서 저장기간에 따라 유의적으로 감소하는 경향을 보였다. 적색도를 나타내는 a*값의 경우 저장기간이 증가함에 따라 증가하였으나 유의적이지는 않았고, 시료 C와 F만이 유의적으로 증가하였다. 각 저장기간에서 시료에 따라 유의적인 차이를 나타내었으며 증숙하지 않은 시료의 값이 높게 나타났다. 황색도를 나타내는 b*값은 모든 저장기간에서 시료에 따라 유의적인 차이를 나타내었다. 저장 0개월에서는 증숙하지 않은 시료의 값이 높게 나타났고, 저장 2개월과 4개월에서는 증숙 정도가 적을수록 높은 값을 나타내었으며, 저장 6개월에서는 증숙하지 않은 시료의 값이 유의적으로 높았고, 증숙 정도에 따른 차이는 나타나지 않았다. 저장기간에 따른 변화를 살펴보면 모든 시료에서 증가하였고, 시료 B, D, E의 경우 유의적으로 증가하였다.

이상의 결과로 볼 때 저장기간에 따른 박피 밤의 색은 명도의 경우 저장기간에 따라 감소하며 적색도와 황색도는 증가하는 경향을 보였다. 저장온도에 따른 차이는 거의 없는 반면 증숙 처리는 색의 변화를 감소시키는 효과를 보였고 증숙 정도에 따른 차이는 나타나지 않았다.

4. 시차주사열량(DSC)

저장기간에 따른 박피 밤의 노화도의 변화를 알아보기 위해 DSC 분석을 하였고, 그 결과는 Fig. 4와 Table 4에 나타내었다.

전분의 노화도를 측정하는 방법으로는 시차주사열량기(DSC; White 등 1989; Shi 등 1992), X-선 회절도(Miles 등

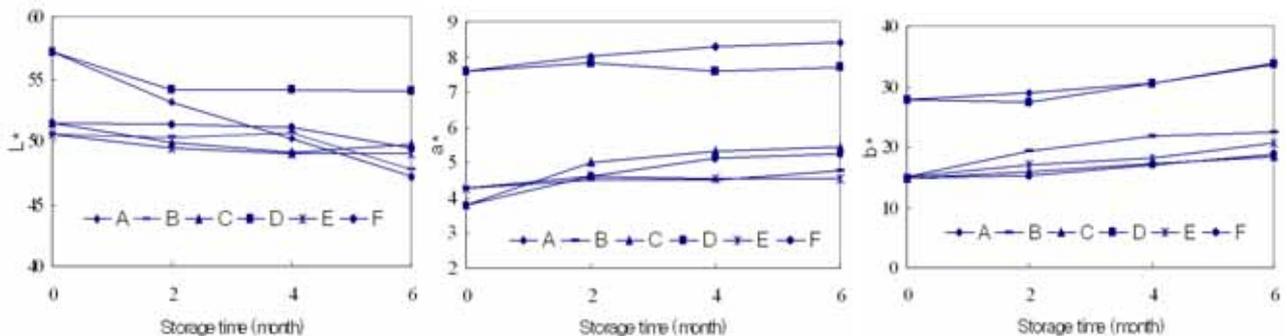


Fig. 3 Changes in L* value, a* value and b* value of peeled chestnut during storage.

A: Blanching for 0 min at 90°C , storage at -10°C ; B: Blanching for 10 min at 90°C , storage at -10°C ; C: Blanching for 20 min at 90°C , storage at -10°C ; D: Blanching for 0 min at 90°C , storage at -20°C ; E: Blanching for 10 min at 90°C , storage at -20°C ; F: Blanching for 20 min at 90°C , storage at -20°C .

Table 3. ANOVA results for CIE color value of chestnuts

	0	2	4	6	F-value
L*					
A	57.21±2.14	53.17±4.58	50.26±2.45	47.24±4.22	7.95**
B	50.52±2.39	50.35±1.41	50.62±0.88	47.76±1.75	4.11*
C	51.49±1.15	49.85±2.50	49.12±1.26	49.72±0.89	2.33
D	57.21±2.14	54.16±0.95	54.13±2.15	54.07±1.05	3.93*
E	50.52±2.39	49.48±1.34	48.97±1.77	49.01±1.82	0.80
F	51.49±2.39	51.36±2.00	51.12±2.17	49.40±1.94	1.69
F-value	18.08***	4.05**	5.31**	4.28**	
a*					
A	7.61±1.17	8.02±0.91	8.29±0.95	8.41±0.42	0.61
B	4.26±0.59	4.51±0.57	4.49±0.62	4.78±1.16	0.50
C	3.80±1.27	5.03±0.65	5.31±1.02	5.44±0.78	4.07*
D	7.61±1.17	7.84±1.08	7.61±0.44	7.72±0.25	0.06
E	4.26±0.59	4.62±0.55	4.55±0.94	4.56±1.20	0.24
F	3.80±1.27	4.61±0.66	5.13±0.60	5.26±0.99	3.23*
F-value	19.24***	20.40***	19.92***	12.53***	
b*					
A	27.82±4.03	28.92±1.09	30.52±1.52	34.03±6.13	1.80
B	15.03±1.81	19.41±2.49	21.87±2.09	22.58±3.11	13.84***
C	14.87±2.91	15.87±2.24	17.20±3.45	18.50±2.43	1.80
D	27.82±4.03	27.42±2.48	30.57±1.75	33.60±0.16	5.71**
E	15.03±1.81	17.05±2.16	18.11±2.04	20.61±1.89	7.19**
F	14.87±2.91	15.24±0.47	17.19±2.52	18.87±3.77	2.27
F-value	32.42***	31.15***	34.90***	19.83***	

A: Blanching for 0 min at 90°C, storage at -10°C; B: Blanching for 10min at 90°C, storage at -10°C; C: Blanching for 20 min at 90°C, storage at -10°C; D: Blanching for 0 min at 90°C, storage at -20°C; E: Blanching for 10min at 90°C, storage at -20°C; F: Blanching for 20 min at 90°C, storage at -20°C; *, ** and *** Mean significant at the $p=0.05$, 0.01 and 0.001, respectively.

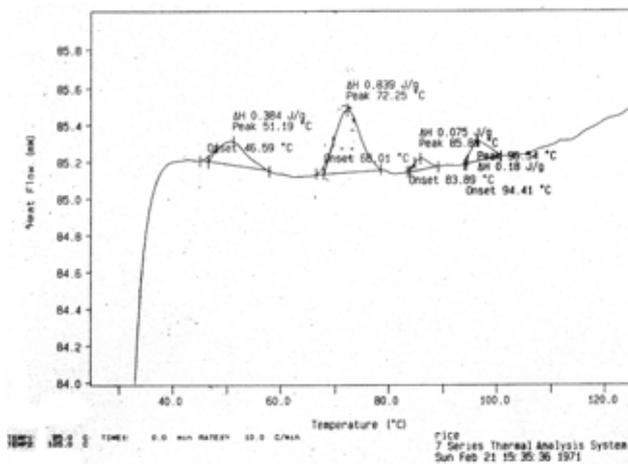


Fig. 4. DSC characteristics of peeled chestnut.

1985), 전분분해효소를 이용하는 방법(Tsuge 등 1990) 등을 사용하며, 각 방법마다 장단점을 가지고 있다. 이 중 DSC는 측정방법이 다른 방법에 비하여 간단하고 신속하며 적은 양의 시료를 이용하여 측정할 수 있는 장점이 있다. 그러므로 본 실험에서는 DSC를 이용하여 동결 저장 중의 노화도의 변화를 분석하였다.

박피된 밤의 증숙 정도에 따른 DSC 양상을 살펴보면 총 4개의 피크가 관찰되었다. 첫번째 피크는 45~60°C(peak 1) 사이에서 분석되었으며, 두 번째에서 네 번째 피크는 각각 60~80°C(peak 2), 80~90°C(peak 3), 90~100°C(peak 4) 사이에서 관찰되었다.

증숙하지 않은 시료에서는 저장 0개월에서는 peak 1을 제외한 총 3개의 피크가 관찰되었다(peak 2, 3, 4). 이 시료를 각각 -10°C와 -20°C에 저장하였을 때 -10°C에 저장한 경우

Table 4. DSC characteristics of peeled chestnut during storage

Samples	Storage time (month)	Peak 1			Peak 2			Peak 3			Peak 4		
		To	Tp	ΔH									
A	0	n.d.	n.d.	n.d.	68.58	73.17	1.45	83.54	85.87	0.09	94.41	96.31	0.15
	1	48.02	51.43	0.25	68.60	72.97	1.59	89.07	90.72	0.01	94.53	95.99	0.15
	2	46.91	51.26	0.23	69.43	73.23	1.87	84.64	86.05	0.05	94.44	96.16	0.16
	3	50.25	53.76	0.14	70.27	74.29	1.67	85.12	86.27	0.02	94.41	96.57	0.19
	4	46.33	50.96	0.29	67.84	71.87	1.17	84.11	86.02	0.07	94.51	96.49	0.16
	5	50.23	54.31	0.24	69.24	73.56	1.07	83.56	85.80	0.12	94.60	96.83	0.16
	6	49.70	53.73	0.33	67.84	72.99	1.13	82.88	86.10	0.07	94.49	96.55	0.18
B	0	48.62	52.82	0.96	n.d.	n.d.	n.d.	82.23	85.60	0.13	94.44	96.29	0.18
	1	48.15	53.99	1.15	n.d.	n.d.	n.d.	84.66	86.07	0.04	94.52	95.91	0.16
	2	48.53	54.36	1.14	n.d.	n.d.	n.d.	83.94	86.37	0.09	94.83	96.86	0.14
	3	49.31	54.83	1.08	n.d.	n.d.	n.d.	84.72	86.34	0.02	94.35	96.68	0.27
	4	46.25	51.71	0.87	n.d.	n.d.	n.d.	83.75	85.99	0.07	94.40	96.46	0.16
	5	50.60	56.13	1.15	n.d.	n.d.	n.d.	83.21	85.71	0.11	94.61	96.47	0.14
	6	48.54	54.03	1.19	n.d.	n.d.	n.d.	80.74	84.49	0.11	94.53	96.42	0.21
C	0	49.00	54.87	1.14	n.d.	n.d.	n.d.	81.32	85.08	0.14	94.58	96.28	0.16
	1	49.22	53.56	0.87	n.d.	n.d.	n.d.	84.15	86.56	0.12	94.46	96.46	0.13
	2	47.24	51.93	1.17	n.d.	n.d.	n.d.	83.99	86.03	0.06	94.57	96.55	0.14
	3	49.39	54.14	1.31	n.d.	n.d.	n.d.	83.93	86.23	0.03	94.45	96.62	0.16
	4	46.22	51.58	1.18	n.d.	n.d.	n.d.	83.54	85.99	0.08	94.40	96.64	0.16
	5	49.56	54.42	1.42	n.d.	n.d.	n.d.	83.34	85.78	0.12	94.43	96.45	0.17
	6	48.59	53.73	1.57	71.71	77.74	0.27	83.60	86.04	0.04	94.43	96.57	0.20
D	0	n.d.	n.d.	n.d.	68.58	73.17	1.45	83.54	85.87	0.09	94.41	96.31	0.15
	1	n.d.	n.d.	n.d.	69.09	73.53	1.46	84.71	86.22	0.03	94.40	96.61	0.14
	2	50.28	54.61	0.09	69.03	73.55	1.37	84.71	86.11	0.02	94.38	96.65	0.19
	3	55.16	58.07	0.03	68.59	72.92	1.50	84.80	86.15	0.03	94.41	96.63	0.15
	4	52.20	55.78	0.07	68.21	72.63	1.53	84.11	85.86	0.04	94.50	96.51	0.16
	5	50.45	56.12	0.08	67.33	71.98	1.72	83.52	85.88	0.09	94.40	96.93	0.26
	6	50.35	53.81	0.07	67.50	71.87	1.49	83.51	86.12	0.04	94.55	96.64	0.19
E	0	48.62	52.82	0.96	n.d.	n.d.	n.d.	82.23	85.60	0.13	94.44	96.29	0.18
	1	50.85	56.28	1.10	n.d.	n.d.	n.d.	83.94	86.23	0.08	94.50	96.59	0.12
	2	48.78	55.14	0.98	n.d.	n.d.	n.d.	84.37	86.12	0.03	94.39	96.52	0.14
	3	51.42	56.89	1.18	n.d.	n.d.	n.d.	83.32	86.17	0.08	94.49	96.70	0.16
	4	48.84	54.02	0.91	n.d.	n.d.	n.d.	83.47	86.06	0.07	94.60	97.26	0.18
	5	52.59	56.85	1.66	n.d.	n.d.	n.d.	83.06	86.15	0.23	94.87	96.87	0.16
	6	50.01	55.91	0.99	n.d.	n.d.	n.d.	82.84	86.18	0.05	94.66	96.70	0.19
F	0	49.00	54.87	1.14	n.d.	n.d.	n.d.	81.32	85.08	0.14	94.58	96.28	0.16
	1	50.22	55.92	1.21	n.d.	n.d.	n.d.	243.46	85.22	0.05	94.39	96.15	0.13
	2	49.19	55.08	1.08	n.d.	n.d.	n.d.	84.61	86.37	0.02	95.04	96.81	0.11
	3	51.51	57.04	1.09	n.d.	n.d.	n.d.	85.00	86.47	0.03	94.57	96.64	0.17
	4	49.24	55.39	1.03	n.d.	n.d.	n.d.	83.49	86.04	0.08	94.36	96.84	0.17
	5	52.58	58.03	1.06	n.d.	n.d.	n.d.	82.88	85.63	0.12	94.80	96.98	0.14
	6	50.27	55.81	0.94	n.d.	n.d.	n.d.	83.21	86.29	0.04	94.74	96.72	0.18

To: Onset temperature; Tc: Conclusion temperature; ΔH : Enthalpy of endotherm.

A: Blanching for 0 min at 90°C, storage at -10°C; B: Blanching for 10 min at 90°C, storage at -10°C; C: Blanching for 20 min at 90°C, storage at -10°C; D: Blanching for 0 min at 90°C, storage at -20°C; E: Blanching for 10 min at 90°C, storage at -20°C; F: Blanching for 20 min at 90°C, storage at -20°C.

1개월 이후부터 45~60°C 사이에 새로운 피크인 peak 1이 형성되었고, -20°C에 저장한 경우에는 2개월 이후에 이 피크가 나타났다. 그러나 증숙한 시료의 경우 저장 1개월에서부터 peak 1이 관찰되었다. 이러한 결과로 볼 때 45~60°C의 범위에서 나타난 peak 1이 노화 피크라고 생각할 수 있다. Normand 등(1989)은 50% 수분 함량을 지닌 밀을 4, 20°C에서 2일 저장하였을 때 노화 피크가 40~60°C 범위에서 나타났다고 하였고, 여러 전분이나 곡류를 노화시켰을 때 나타나는 노화 피크 온도 범위로 본 결과와 유사하였다. 노화의 정도를 나타내는 엔탈피는 -10°C에 저장한 시료의 경우 -20°C에 저장한 시료에 비해 2배 이상 크게 나타나 -20°C에 저장한 경우에 노화가 늦게 진행됨을 알 수 있었다.

증숙한 시료에서는 증숙 정도에 관계없이 모두 저장 0개월에서부터 peak 1은 관찰되었으나, 60~80°C 사이에서는 피크가 관찰되지 않았다. 이러한 결과로 볼 때 밤과옥은 60~80°C 범위에서 호화양상을 나타내는 피크가 형성되는 것으로 생각되며, 증숙 정도가 90°C에서 10분간의 처리로도 충분한 열처리가 이루어짐을 알 수 있었다. Park 등(1982)은 밤전분의 호화 양상을 DSC를 이용하여 분석한 연구에서 호화 개시 온도가 64.44°C이며, 최대호화온도는 69.52°C로 발표한 바 있어 본 결과와 유사하였다. 본 결과는 호화 개시 온도와 최대호화온도가 생방전분보다 다소 높게 나타났다. Lim 등(1999)의 연구에 의하면 밤가루를 blanching 처리를 한 경우, 밤가루의 호화개시온도가 blanching 온도가 증가할수록 다소 증가하는 경향을 나타낸다고 하였으며, Donovan 등(1983)은 수분-열처리한 밀 및 감자전분을 DSC로 조사한 결과, 고온으로의 endothermal transition이 일어난다고 보고한 바 있어 우리의 결과와 일치함을 알 수 있었다. 증숙한 시료에서도 첫번째 피크는 저장기간이 길어질수록 엔탈피가 다소 커지는 경향을 나타냈으나, 증숙하지 않은 시료에 비해 증가 정도가 크지 않았다. 저장 온도에 따라 비교를 하면 -10°C에 저장한 시료들이 -20°C에 저장한 시료들에 비해 저장기간에 따른 엔탈피의 증가가 다소 크게 나타났으나, 이 또한 증숙하지 않은 시료의 저장온도에 따른 차이만큼 크게 나타나지는 않았다. 이러한 결과로 볼 때 증숙하지 않은 박피 밤의 경우 증숙보다 저장기간이 증가할수록 노화가 빨리 진행되며, 또한 저장온도에도 큰 영향을 받는 것으로 생각할 수 있다. 이러한 결과로 미루어 볼 때 박피 밤의 저장에 있어서는 호화처리를 하여 저장하는 것이 노화를 억제할 수 있는 방법으로 생각된다.

모든 시료에서 90~100°C 범위에서 피크가 관찰되었는데, Kugimiya 등(1980)은 옥수수과 밀전분에서 90~110°C 사이에서 피크를 보고하였는데, 이는 전분-지방질이 복합체를 이루게 됨에 따라 아밀로오스-지방질 복합체가 용해되는 것과 관

련이 있다고 하였고, 본 실험에서 나타난 피크의 경우도 밤과옥의 아밀로오스와 지방질 복합체의 용해로 나타나는 흡열 피크로 생각된다.

5. 관능평가

증숙 정도와 저장온도를 달리한 6개의 시료를 저장하면서 일정 기간별로 색, 맛, 조직감, 향, 이취, 기호도에 대한 관능평가를 실시하였으며, 그 결과는 Table 5에 나타난 바와 같다.

저장 0개월에서는 향을 제외한 모든 평가항목에서 유의적인 차이를 나타냈으며, 색과 조직감에서는 증숙 처리 정도가 낮을수록 높은 점수를 나타내었다. 맛과 전체적인 기호도는 증숙 정도가 높을수록 좋은 평가를 나타내었다. 저장 2개월에서는 색과 전체적 기호도 항목에서는 시료별로 유의적인 차이를 나타내었으나, 다른 항목에서는 유의적인 차이를 나타내지는 않았다. 색의 경우 90°C에서 20분간 증숙한 후 -20°C에 저장한 F시료가 가장 높은 점수를 나타내었으며, 90°C에서 20분간 증숙한 후 -10°C에 저장한 C시료가 가장 낮은 값을 보였다. 전체적인 기호도에 있어서는 -20°C에 저장한 시료가 -10°C에 저장한 시료보다 기호도가 높은 것으로 나타났다. 저장기간이 4개월에 이르러서는 색과 조직감 항목에서만 유의적인 차이를 보였는데, 색의 경우 전반적으로 저장온도가 -20°C 시료인 D, E, F가 -10°C의 시료에 비해 높은 점수를 나타내었다. 조직감은 색에서와 같이 -20°C에 저장한 시료들에서 높은 점수를 나타내었으며, 90°C에서 10분간 처리한 후 -20°C에 저장한 E시료가 가장 높은 점수를 나타내었다. 전체적인 기호도의 경우, 유의적인 차이를 나타내지는 않았으나 -20°C 저장 시료가 높은 평가를 받았고, E시료가 가장 높은 점수를 나타내었다. 6개월 저장 후에는 색, 향 및 이취 항목에서 유의적인 차이를 나타내었고 이 항목들에서는 4개월 저장에서와 같이 -20°C에 저장한 시료들의 평가가 높게 나타났으며, 이 중 90°C에서 10분간 처리한 후 -20°C에 저장한 E시료가 모든 항목에서 좋은 평가를 나타냈다. 전체 기호도 또한 유의적인 차이는 아니었으나 가장 높은 평가를 보였다.

이러한 결과를 보았을 때 박피 밤의 경우 증숙 정도보다는 저장온도가 관능평가에 더 크게 영향을 주며 낮은 온도에서 저장한 경우에 높은 평가를 나타내었다. 또한 증숙 처리에 따른 차이를 보았을 때 증숙 처리를 하지 않은 시료에 비해 증숙 처리를 한 시료에서 높은 평가를 나타내었으며 증숙 정도에는 크게 영향을 받지 않는 것으로 분석되었다. 따라서 본 실험의 결과로 비추어 볼 때 박피 밤의 경우 -20°C에 저장하는 것이 좋으며, 증숙 처리를 할 경우 저장성이 향상될 수 있다고 생각된다.

Table 5. Analysis of variance, mean values and Duncan's multiple range test for sensory evaluation of peeled chestnut

	Color	Taste	Texture	Flavor		Preference
0 month						
A	10.19 ^a	6.17 ^b	10.87 ^a	7.49		5.9 ^b
B	8.13 ^{ab}	7.97 ^{ab}	7.09 ^b	7.48		7.91 ^{ab}
C	6.15 ^b	10.09 ^a	4.19 ^c	9.09		9.88 ^a
<i>F</i> -value	3.79*	5.68**	20.22***	0.95		7.26**
	Color	Taste	Texture	Flavor	Off flavor	Preference
2 month						
A	7.34 ^{ab}	7.31	6.54	9.06 ^a	7.61	8.20 ^a
B	7.80 ^{ab}	5.49	8.36	4.33 ^c	7.88	5.49 ^{ab}
C	4.59 ^b	6.18	5.26	4.57 ^{bc}	7.02	4.70 ^b
D	7.55 ^{ab}	9.48	7.83	8.64 ^a	5.59	8.64 ^a
E	6.55 ^{ab}	6.43	5.81	7.91 ^{ab}	6.71	6.74 ^{ab}
F	9.49 ^a	7.32	6.87	7.63 ^{abc}	4.84	8.32 ^a
<i>F</i> -value	2.45*	1.59	1.48	3.37*	0.97	2.49*
4 month						
A	4.71 ^c	6.97	7.09 ^{ab}	6.90	6.70	6.77
B	6.89 ^{bc}	7.11	7.53 ^{ab}	7.38	6.23	7.11
C	5.49 ^c	6.3	5.35 ^b	5.44	7.69	6.15
D	8.19 ^b	8.93	9.00 ^a	8.17	5.09	8.41
E	6.99 ^{bc}	7.84	9.88 ^a	7.00	5.40	8.84
F	11.42 ^a	5.04	8.15 ^{ab}	5.05	8.93	5.15
<i>F</i> -value	7.82***	1.91	2.46*	1.67	1.87	2.23
6 month						
A	7.18 ^{ab}	6.26	8.07	6.98 ^b	8.64 ^{ab}	6.24
B	5.67 ^b	7.42	6.00	6.25 ^b	9.02 ^a	7.43
C	7.24 ^{ab}	8.48	7.76	7.75 ^b	7.23 ^{abc}	7.28
D	10.38 ^a	7.94	8.44	7.39 ^b	7.37 ^{ab}	7.79
E	10.08 ^a	9.66	7.72	10.62 ^a	4.54	9.83
F	7.72 ^{ab}	7.49	8.70	7.74 ^b	6.15 ^{bc}	7.36
<i>F</i> -value	3.23*	1.05	1.00	3.50**	3.32*	1.88

A: Blanching for 0 min at 90°C, storage at -10°C; B: Blanching for 10 min at 90°C, storage at -10°C; C: Blanching for 20 min at 90°C, storage at -10°C; D: Blanching for 0min at 90°C, storage at -20°C; E: Blanching for 10 min at 90°C, storage at -20°C; F: Blanching for 20min at 90°C, storage at -20°C; Mean values within a column followed by same letter are not significantly different at $\alpha=0.05$, *, **, *** Means significant at $p=0.05, 0.01, 0.001$, respectively.

요약 및 결론

국내산 밤의 깎인 밤 형태로의 저장성을 분석한 결과는 다음과 같다. 저장기간에 따른 경도의 변화를 보면, 경도는 저장기간에 따라 감소하는 경향을 나타냈으나 시료구 A만이 유의적인 감소를 나타내었고, 다른 시료구에서는 유의적인 감

소를 보이지 않았고 각 저장기간에서의 시료구별 차이 또한 유의적으로 나타나지 않았다. 부서짐성 또한 저장기간이 경과하면서 감소하는 경향을 나타냈으나 유의적이지는 않았고, 각 저장기간에 따른 시료구의 유의적인 차이 또한 관찰되지 않았으며 저장 0개월에서 단지 증숙 처리를 하지 않은 경우에 부서짐성이 다소 낮게 나타났다. 탄력성의 경우, 저장기간

이 경과함에 따라 오히려 증가하는 양상을 나타냈으며, 응집성의 경우 저장기간에 따라 다소 증가하는 경향을 보였으나 시료구 A만이 유의적인 증가 경향을 나타내었다. 저장기간에 따른 시료구의 차이는 모든 저장기간에서 유의적으로 나타났다. 씹힘성의 경우 저장기간에 따라 감소하는 경향을 나타냈다. 저장기간에 따른 간 밤의 색의 변화는 명도의 경우 저장기간에 따라 감소하며 적색도와 황색도는 증가하는 경향을 보이며 저장온도에 따른 차이는 거의 없는 반면 증숙 처리는 색의 변화에 영향을 끼치는 것으로 나타났으며, 증숙 처리를 한 밤의 경우 변화 정도가 적은 것을 알 수 있었고, 증숙 처리 정도는 색의 변화에는 큰 영향을 끼치지 않는 것으로 나타났다. 박피된 밤의 증숙 처리 정도에 따른 DSC 양상을 살펴보면 3~4개의 피크가 관찰되었다. 증숙 처리를 하지 않은 시료구에서는 저장 0개월에서는 총 3개의 피크가 관찰되었고 첫번째 피크가 60~80°C 사이에서 나타났고, 80~90°C 사이에서 두번째 피크가 나타났으며 세번째 피크가 90~100°C 사이에 나타났다. 이 시료구를 각각 -10°C와 -20°C에 저장하였을 때 -10°C에 저장한 경우 1개월 이후부터 45~60°C 사이에 새로운 피크가 형성되었고, -20°C에 저장한 경우에는 2개월 이후에 이 온도 범위에서 피크가 형성되었다. 따라서 45~60°C의 범위에서 노화 피크가 나타난다고 할 수 있다. 증숙 처리를 한 시료구에서도 첫번째 피크는 저장기간이 길어질수록 엔탈피가 다소 커지는 경향을 나타냈으나, 증숙 처리를 하지 않은 시료구에 비해 증가 정도가 크지 않았다. 저장 온도에 따라 비교를 하면 -10°C에 저장한 시료구들이 -20°C에 저장한 시료구들에 비해 저장기간에 따른 엔탈피의 증가가 다소 크게 나타났으나, 이 또한 증숙 처리하지 않은 시료구의 저장온도에 따른 차이만큼 크게 나타나지는 않았다. 이러한 결과로 볼 때 증숙 처리를 하지 않은 박피 밤의 경우, 저장기간이 증가할수록 노화가 증숙 처리를 하지 않은 경우에 비해 빨리 진행되며 또한 저장온도에도 큰 영향을 받는 것으로 생각할 수 있으며, 이러한 결과로 미루어 볼 때 박피 밤의 저장에 있어서는 호화처리를 하여 저장하는 것이 노화를 억제할 수 있는 방법으로 생각된다. 박피 밤의 관능평가는 색, 맛, 조직감, 향, 이취, 기호도에 대하여 평가하였으며, 이들의 평가 결과 증숙 정도보다는 저장온도가 관능평가에 더 크게 영향을 주며 낮은 온도에서 저장한 경우에 높은 평가를 나타내었다. 이러한 관능결과는 색도 및 조직감의 측정과 유사하여 증숙 처리에 따른 차이를 보았을 때 증숙 처리를 하지 않은 시료구에 비해 증숙 처리를 한 시료구에서 높은 평가를 나타내었으며, 증숙 정도에는 크게 영향을 받지 않는 것으로 동일한 경향을 나타내었다. 이상의 결과로 볼 때 간 밤의 경우, 증숙 처리를 하는 것이 저장성을 향상시킬

수 있는 방법으로 생각되며, 본 실험에서 이용한 -10°C와 -20°C는 큰 차이를 주지 않는 것으로 생각된다.

참고문헌

- 이양희, 김길환. 1975. 밤의 성숙도에 따른 저장성 및 박피효율에 관한 연구. 한국과학기술연구소 연구보고서
- Donovan JW, Lorenzy K, Kulp K. 1983. Differential scanning calorimetry of heat-moisture treated wheat and potato starches. *Cereal Chem* 60:381-387
- Ha BS, Bae MS, Jeong TM, Sung NJ, Son YO. 1982. Studies on constituent variation during storage after freeze-drying of chestnut. *Korean J Foodsci Technol* 14:97-105
- Jeong HW, Park CH, Jeon BG. 2001. The development of functional beverage from the inner skin of chestnut *Castanea crenata* (in) effects on the regional cerebral blood flow, mean arterial blood pressure, proliferation of thymocytes -. *Korean J Food & Nutri* 14:397-404
- Kugimiya M, Donovan JW, Wong RY. 1980. Phase transitions of amylose-lipid complexes in starches: A colorimetric study. *Starch/Starke* 32:265-270
- Lee BY, Yoon IH, Kim YB, Han PJ, Lee CM. 1985. Studies on storing chestnut(*Castanea crenata* var. *dulcis* Nakai) sealing with polyethylene film. *Korean J Foodsci Technol* 17:331-335
- Lim JH, Kim JH, Seo YH, Moon KD. 1999 Effects of low-temperature blanching on physical properties of chestnut powder. *Korean J Foodsci Technol* 31:1216-1220
- Miles MJ, Morris VJ, Orford PD, Ring SG. 1985. The roles of amylose and amylopectin in the gelation and retrogradation of starch. *Carbohydr Res* 135:271-281
- Normand FL, Marshall WE. 1989. Differential scanning calorimetry of whole grain milled rice and milled rice flour. *Cereal Chem* 66:317-320
- Park IS, Kim SG, Kim CS. 1982. Physicochemical properties of chestnut starch. *J Korean Agricultural Chemical Society* 25:218-223
- Park NP, Kim YJ, Kim SK, Lee CO. 1977. Studies on the preservation of Korean chestnut by gamma irradiation: Part 1. radiation effect of low oxygen atmosphere. *Korean J Foodsci Technol* 9:36-40
- Shi YC, Seib PA. 1992. The structure of four waxy starches related to gelatinization and retrogradation. *Carbohydr Res* 227:

131-145

- Shin DH, Bae JS, Bae KW. 1982. Studies on the preservation of Korean chestnuts. *J Korean Soc Food & Nutr* 11:41-46
- Suh KS, Han PJ, Lee SJ. 1974. Studies on the processing of chestnut (*Castanea pubinervis* Schneid) part 1. Trials on the raw material adaptability for processing and colored products development. *Korean J Foodsci Technol* 6:98-108
- Tsuge H, Hishida M, Iwasaki H, Watanabe S, Goshima GG. 1990. Enzymatic evaluation for the degree of starch retro-gradation in foods and foodstuffs. *Starch* 42:213-216
- White PJ, Abbas IR, Johnson LA. 1989. Freeze-thaw stability and refrigerated-storage retrogradation of starches. *Starch* 41:176-180
- Yim H, Kim C, Shin DW, Suh KB. 1980. Study on the storage of chestnut. *Korean J Foodsci Technol* 12:170-175

(2009년 10월 27일 접수; 2009년 12월 17일 채택)