

국내산 밤 일부 품종의 다른 저장 조건들에 의한 성분변화

김대중¹ · 정미자² · 서동주¹ · 유진균¹ · 심태흠³ · 최 먼^{1*}

¹강원대학교 식물생명공학전공

²강원대학교 BK21사업단(뉴트라슈티컬바이오)

³강원도 보건환경연구원

Change of Constituent Components in Selected Korean Chestnut (*Castanea crenata* S. et Z.) Cultivars by Different Storage Conditions

Dae-Jung Kim¹, Mi Ja Chung², Dong-Joo Seo¹, Jin-Kyoun You¹,
Tae-Heum Shim³, and Myeon Choe^{1*}

¹Dept. of Plant Biotechnology, Division of Biotechnology, School of Bioscience and Biotechnology, and

²The Nutraceutical Bio Brain Korea 21 Project Group, Kangwon National University, Gangwon 200-701, Korea

³Food & Drug Analysis Division, Institute of Health & Environment, Gangwon Province, Gangwon 200-822, Korea

Abstract

The aim of this study was to analyze moisture, crude protein, crude lipid, vitamin C and sugar changes in selected Korean chestnut cultivars such as Danteack, Deabo, Seokchu, Okkwang and Byunggo during storage at 4°C and -10°C for 10 months. The moisture contents of selected Korean chestnut cultivars ranged from 49.9 to 57.4%. The moisture content of Seokchu was the highest. The contents of moisture in white kernel were higher than that in yellow kernel. The content of moisture showed decreasing tendency after 10 months of storage. The crude protein and crude lipid contents in whole kernel of selected Korean chestnut cultivars were 3.3~4.2% and 0.3~1.6%, respectively. The crude protein content of Deabo was the highest. The crude protein in Danteack, Seokchu, Okkwang and Byunggo was increased during storage at 4°C for 10 months, while that in whole kernel of Deabo was decreased and no changes in crude protein in yellow kernels of Deabo were observed. The crude protein in Okkwang was increased during storage at -10°C for 10 months. The cold storage was found to have higher composition change of crude protein than the freezing storage. The content of crude lipid in Daebo and Byunggo was decreased during storage at 4°C and -10°C. Yellow kernels of Deabo, Okkwang and Byunggo were found to have higher crude lipid content than white kernels. The vitamin C content also decreased during storage at 4°C and -10°C and the decrease in vitamin C content was higher at 4°C than -10°C. Vitamin C was not detected after 3 months storage at -10°C. The sugar content increased at the latter period storage at 4°C and -10°C. The sugar content of selected Korean chestnut cultivars ranged from 36.2~44.3% and Dantaek had the highest sugar content.

Key words: chestnut, storage, vitamin C, sugar

서 론

밤은 임업 재배 중 역사가 가장 오래된 것 중 하나로서 오늘날 우리나라에서는 경기, 경남 전남, 전북이 주산지이고 밤은 전분과 비타민 C 함량이 많고 영양가가 높아 기호 식품 외에도 대용식량 자원 그리고 다른 식품학적 가치를 지니고 있다(1). 밤은 주로 명절에 제수용인 생과용, 겨울철의 군밤용, 과자 그리고 통조림의 원료로 55% 정도가 국내에서 소비되며 간밤, 밤 통조림, 생밤용의 형태로 45% 정도가 수출되고 있다(2,3).

밤 과실은 상온에서 저장하면 발아와 부패가 쉽게 일어나

므로 밤을 장기간 저장하기는 어려워 현재까지는 밤의 품질 보존 방법으로 저온저장이 많이 사용되고 있다. 밤 저장 중 성분의 변화에 관한 연구로는 생밤 과실, 동결건조 직후의 밤 과실, 동결건조 후 저장 밤 과실 등의 무기질과 지질 성분 분석(4), 밤 과육을 외과육과 내과육으로 나누어 유리지질과 결합지질 정량(5,6), 밤의 저장 중 지방질 조성의 변화(7), 방사선 조사와 자연저온에 의한 밤의 batch scale 저장에 관한 연구(8), 경남 산청 산의 은품종 밤을 9주 동안 20°C와 1°C에 보관하면서 3, 5, 7 그리고 9주 동안 성분변화를 관찰한 연구(9)가 보고되었다. 본 연구에서는 Nha와 Yang(9)의 연구와는 다르게 국내 주요 5품종(단택, 대보, 석추, 옥광,

*Corresponding author. E-mail: mchoe@kangwon.ac.kr
Phone: 82-33-250-8645, Fax: 82-33-250-7451

병고) 밤을 시료로 선택하였고, 저온(4°C)과 냉동(-10°C) 저장하면서 10개월 동안 1개월마다 시료를 취한 후 수분, 조단백질, 조지방, vitamin C 그리고 당 함량 변화를 알아보았는데 이와 같은 연구는 지금까지 전무한 실정이다. 밤의 전체 식용 과육(whole kernel)의 외부를 둘러싸고 있는 노란과육(yellow kernel)과 내부에 존재하는 흰과육(white kernel) 간의 성분 차이가 있을 것으로 사료되어 본 실험에는 전체 식용과육과 이것의 노란과육 및 흰과육으로 분리한 시료를 본 실험에 사용하였다.

본 연구에서는 저장 조건과 기간에 따른 밤 영양성분 함량 변화 결과를 제시함으로써 국내산 밤의 이용가치를 높일 수 있는 저장방법 및 가공식품 개발을 위한 기초자료를 제시하고자 하였고, 또한 국내 5품종 밤의 성분변화를 비교한 결과들을 제시함으로써 소비자와 가공업자들에게 국내산 밤들 중에 좋은 밤을 선택할 수 있는 기초자료를 제공하고 자 하였다.

재료 및 방법

시료 수집

단택(Dantaek)은 공주, 충주, 대보(Daebo)는 공주, 부여, 산청, 석추(Seokchu)는 충주, 옥광(Okkwang)은 공주, 청양, 충주, 부여 그리고 병고(Byunggo)는 공주와 부여에서 각각 10 kg씩 수집하였다. 밤은 외피, 내피를 제거한 후 전체 식용과육(whole kernel)과 이것의 가운데를 잘라 외부를 둘러싸고 있는 노란과육(yellow kernel)과 내부에 존재하는 흰과육(white kernel)을 각각 100 g씩 일반식품용 크린지퍼백(크린랩, 18 cm×20 cm)(한 주머니에 직경 6 mm의 구멍을 5개씩 뚫은 것)에 포장하여 4°C를 유지하는 냉장고(model REL 5004D20, Kendro Lab. Product, USA)와 -10°C를 일정하게 유지하는 냉동고(model CRF-1763D, Samsung, Korea)에 10개월 동안 저장한 후 영양성분인 당질, 수분, 조지방, 조단백질, 비타민 C 그리고 당의 함량을 1개월 간격으로 측정함으로써 저장 조건과 기간에 따른 성분변화를 알아보았다.

일반성분 분석

냉장(4°C), 냉동(-10°C) 저장 중 전체과육, 흰과육 및 노란과육을 1개월 간격으로 취한 시료의 일반성분 함량 분석은 AOAC방법(10)에 따라 수분함량은 105°C 상압가열건조법, 회분은 550°C 직접회화법, 조단백질 함량은 micro-Kjeldahl 법, 그리고 조지방 함량은 Soxhlet 추출법을 사용하였다.

비타민 C와 당 분석

냉장(4°C), 냉동(-10°C) 저장 중 전체과육, 흰과육 및 노란과육 부분을 1개월 간격으로 취하여 2,4-dinitrophenylhydrazine 비색법(11)으로 비타민 C 함량을 정량하였고 Benedict 법(12)에 의해 당을 정량하였다.

통계처리

실험결과는 평균과 표준편차로 표시하였고, Duncan의 다중검정을 사용하여 평균값간의 유의성을 0.05% 수준에서 검정하였다.

결과 및 고찰

냉장(4°C), 냉동(-10°C) 저장 중 국내 주요 밤 5품종의 일반성분 변화

국내 주요 밤 5품종인 단택, 대보, 옥광, 석추 그리고 병고의 전체과육, 흰과육 그리고 노란과육을 냉장(4°C), 냉동(-10°C) 저장 중 1개월 간격으로 취한 시료의 수분함량을 측정된 결과는 Table 1, 2에 나타내었다. 밤 5품종의 전체과육 중 수분함량은 49.9~57.4%였으며, 석추(57.4±0.2%)가 밤 5품종 중 수분함량이 가장 높았고, 단택(49.9±0.1%)이 가장 낮았다. 단택을 제외하고 시료의 흰과육이 전체과육보다 수분함량이 더 높았고, 노란과육에서보다 흰과육에 수분함량이 높았다. 5품종 밤의 전체과육, 흰과육 및 노란과육을 10개월 동안 냉장(4°C), 냉동(-10°C) 저장 중 수분함량 변화를 보면 감소하는 경향이었고, 10개월간 냉장과 냉동 보관한 후 보관 온도가 다른 시료의 수분 함량 변화를 비교한 결과 냉장 및 냉동보관 간의 현저한 차이는 없었다.

4°C에서 1개월 저장한 밤의 수분을 분석한 결과 저장 전의 시료와 비교하여 석추의 노란과육과 옥광의 흰과육은 유의적인 수분 변화가 없었고, 대보의 흰과육, 석추의 전체과육과 흰과육 그리고 병고의 흰과육은 저장 전 수분량과 비교하여 유의적으로 수분이 감소하였지만 그 외의 모든 시료들에서 수분이 유의적으로 증가하였다.

저장 1개월 된 시료와 저장 2개월 된 시료의 수분함량을 비교하였을 때 저장 2개월 된 모든 시료에서 수분이 감소하였다. 이러한 수분함량 감소 현상이 3개월까지 모든 시료에서 나타났지만 4개월 저장기간이 되면서 3개월 저장시료보다 병고의 전체과육을 제외하고 수분변화가 없거나 수분이 오히려 증가하는 경향을 나타내다가 6개월이 되면서 수분이 감소하기 시작하여 10개월 후에는 대보의 전체과육을 제외한 모든 시료에서 수분이 감소하였다. 10개월 저장 후 5품종 밤의 전체과육, 흰과육, 노란과육의 수분함량은 단택 품종에서 각각 32.1±0.1%, 36.8±0.1% 그리고 34.2±0.9%로 가장 낮은 수분함량을 나타내었다. 저장전과 비교하였을 때 전체과육은 단택(감소율: 35.7%), 흰과육은 병고(감소율: 32.0%) 그리고 노란과육은 석추(감소율: 24.1%)가 수분함량이 가장 많이 감소하였다.

1개월 동안 냉동(-10°C)한 밤의 수분함량은 단택의 모든 시료, 대보의 전체과육과 노란과육, 옥광의 전체과육, 노란과육 및 병고의 노란과육에서는 증가하였고, 석추의 모든 시료에서는 감소하였다. 냉동 2, 3개월째 된 시료에서 전달의 수분함량보다 감소하는 경향을 나타내었다. 5개월 된 밤

Table 1. Changes of moisture content in whole, white and yellow kernels of selected Korean chestnut cultivars during storage at 4°C (%)

| Cultivars | Part | Storage months | | | | | | | | | | |
|-----------|-----------------------|----------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Dantaek | Whole K ¹⁾ | 49.9±0.1 ^{2)(a3)} | 57.2±0.8 ⁱ | 51.5±0.6 ^h | 37.7±0.3 ^c | 39.1±0.2 ^d | 48.3±0.8 ^f | 43.6±0.6 ^e | 29.8±0.1 ^a | 30.1±0.4 ^a | 30.0±0.1 ^a | 32.1±0.1 ^b |
| | White K | 48.1±0.5 ^d | 58.1±0.2 ^f | 52.6±2.7 ^e | 48.4±0.6 ^d | 47.8±0.4 ^d | 53.8±0.6 ^e | 48.3±0.4 ^d | 45.1±1.7 ^c | 42.3±0.3 ^b | 37.7±0.2 ^a | 36.8±0.1 ^a |
| | Yellow K | 44.7±0.1 ^c | 58.3±0.1 ^e | 49.6±2.2 ^b | 43.5±0.5 ^{bc} | 43.0±0.1 ^b | 42.5±0.1 ^b | 33.8±0.7 ^a | 33.5±0.2 ^a | 34.2±0.8 ^a | 34.6±0.1 ^a | 34.2±0.9 ^a |
| Daebo | Whole K | 53.7±0.2 ^{ab} | 61.9±1.2 ^f | 57.1±0.5 ^{cd} | 52.3±0.7 ^a | 54.3±0.2 ^b | 59.5±0.5 ^e | 57.3±1.2 ^{cd} | 56.4±0.5 ^c | 58.5±0.1 ^{de} | 56.9±1.6 ^c | 52.4±0.3 ^a |
| | White K | 61.6±0.2 ^b | 59.8±0.1 ^g | 55.4±1.1 ^e | 49.7±0.2 ^c | 51.2±0.9 ^d | 62.6±0.2 ^f | 61.5±0.2 ^f | 59.9±0.1 ^g | 56.3±0.3 ^f | 45.6±0.1 ^b | 44.8±0.2 ^a |
| | Yellow K | 48.2±0.1 ^b | 61.9±1.1 ^g | 56.8±0.3 ^f | 51.3±0.5 ^{cd} | 52.1±0.1 ^d | 54.1±1.5 ^e | 52.3±0.4 ^d | 51.8±0.3 ^d | 50.4±0.3 ^c | 50.5±0.2 ^c | 46.7±0.1 ^a |
| Seokchu | Whole K | 57.4±0.2 ⁱ | 56.2±1.3 ^h | 53.7±0.7 ^g | 47.3±0.4 ^e | 47.9±0.3 ^{ef} | 48.6±0.1 ^f | 46.3±0.4 ^d | 44.0±0.6 ^c | 42.1±0.2 ^b | 40.3±0.7 ^a | 41.2±0.3 ^{ab} |
| | White K | 64.0±0.1 ^g | 49.6±0.4 ^{de} | 47.9±0.1 ^c | 45.6±0.4 ^a | 46.1±0.6 ^b | 53.0±1.4 ^f | 52.5±0.3 ^f | 50.4±0.8 ^e | 49.3±0.6 ^d | 47.4±0.2 ^{bc} | 46.5±0.5 ^{ab} |
| | Yellow K | 55.7±0.1 ^f | 55.6±0.1 ^f | 54.3±1.4 ^e | 49.2±0.7 ^c | 50.7±0.2 ^d | 56.5±0.1 ^f | 55.5±0.6 ^f | 41.0±0.2 ^a | 42.5±0.4 ^b | 41.6±0.7 ^{ab} | 42.3±0.1 ^b |
| Okkwang | Whole K | 57.1±0.1 ^{gh} | 61.1±0.5 ^k | 58.4±0.2 ^j | 51.3±0.7 ^e | 53.8±0.5 ^f | 58.0±1.2 ^{hi} | 56.9±0.7 ^g | 46.9±0.5 ^c | 48.2±0.2 ^d | 36.4±0.7 ^a | 39.4±0.5 ^b |
| | White K | 60.8±0.2 ^g | 60.3±0.4 ^g | 57.3±0.2 ^f | 48.4±0.6 ^c | 50.8±0.1 ^d | 57.2±1.3 ^f | 55.7±0.7 ^e | 44.4±0.3 ^b | 42.3±0.1 ^a | 42.7±0.7 ^a | 41.8±0.2 ^a |
| | Yellow K | 50.8±0.1 ^e | 60.1±0.2 ^j | 56.4±0.3 ^g | 47.8±0.1 ^d | 48.1±0.3 ^d | 57.8±0.1 ^h | 53.5±1.6 ^f | 43.2±0.3 ^c | 42.5±0.1 ^c | 41.2±0.5 ^b | 38.9±0.4 ^a |
| Byunggo | Whole K | 57.2±0.2 ^g | 60.2±1.6 ^h | 57.4±0.2 ^g | 52.3±0.7 ^e | 50.1±0.4 ^e | 41.8±0.3 ^d | 40.8±0.6 ^c | 35.7±0.3 ^a | 41.7±0.4 ^d | 40.4±0.5 ^c | 38.9±0.2 ^b |
| | White K | 61.5±0.2 ^f | 58.2±0.7 ^h | 54.3±0.2 ^g | 38.7±0.4 ^a | 40.3±0.2 ^b | 65.6±0.7 ^k | 63.0±0.2 ^j | 44.9±0.4 ^e | 45.7±0.6 ^f | 43.1±0.2 ^d | 41.8±0.1 ^c |
| | Yellow K | 52.1±0.2 ^c | 62.3±0.2 ^g | 58.6±1.8 ^h | 52.3±0.5 ^e | 53.7±0.2 ^d | 56.0±0.6 ^e | 54.6±0.4 ^d | 53.9±1.3 ^d | 40.2±0.7 ^a | 41.3±0.2 ^b | 42.5±0.4 ^b |

¹⁾K: kernel. ²⁾The values are mean±SD of three experimental data.

³⁾Values with different superscript letters (a~k) within the same row are significantly different (p<0.05) as determined by Duncan's multiple range test.

Table 2. Changes of moisture content in whole, white and yellow kernels of selected Korean chestnut cultivars during storage at -10°C (%)

| Cultivars | Part | Storage months | | | | | | | | | | |
|-----------|-----------------------|----------------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|
| | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Dantaek | Whole K ¹⁾ | 49.9±0.1 ^{2)(a3)} | 50.2±1.1 ^d | 48.7±0.5 ^d | 36.9±0.3 ^b | 37.5±0.2 ^b | 49.9±0.3 ^d | 41.4±0.4 ^e | 30.4±0.1 ^a | 32.1±1.3 ^a | 32.2±0.5 ^a | 31.5±1.6 ^a |
| | White K | 48.1±0.5 ^f | 55.4±1.1 ^h | 53.7±0.4 ^g | 46.4±0.6 ^e | 46.9±0.8 ^{ef} | 48.1±0.6 ^f | 43.7±1.8 ^d | 41.5±0.6 ^c | 42.0±0.2 ^c | 40.4±1.4 ^b | 38.6±0.5 ^a |
| | Yellow K | 44.7±0.1 ^d | 49.1±0.6 ^f | 46.1±0.4 ^f | 44.3±0.2 ^d | 44.5±0.2 ^d | 44.7±0.1 ^d | 32.5±1.3 ^c | 29.4±0.6 ^a | 30.6±1.2 ^b | 30.7±0.5 ^b | 31.4±0.4 ^b |
| Daebo | Whole K | 53.7±0.2 ^e | 58.3±0.1 ^g | 55.3±0.4 ^{ef} | 51.3±0.1 ^d | 51.9±0.3 ^d | 53.7±0.1 ^e | 48.1±1.3 ^c | 45.2±0.3 ^b | 45.4±0.2 ^b | 45.2±1.1 ^b | 43.7±0.4 ^a |
| | White K | 61.6±0.2 ^e | 54.7±1.5 ^d | 52.0±0.4 ^e | 47.7±0.2 ^a | 49.9±0.1 ^b | 61.6±0.5 ^e | 53.8±1.4 ^d | 51.6±0.1 ^c | 53.7±1.2 ^d | 52.3±0.3 ^c | 48.6±0.2 ^a |
| | Yellow K | 48.2±0.1 ^c | 57.4±0.1 ^e | 54.9±1.4 ^d | 49.3±0.1 ^c | 49.0±0.5 ^c | 48.2±0.5 ^c | 44.6±1.2 ^b | 41.8±0.5 ^a | 44.1±0.6 ^b | 43.7±0.1 ^b | 41.0±0.5 ^a |
| Seokchu | Whole K | 57.4±0.2 ^e | 55.3±1.2 ^d | 54.5±0.4 ^d | 45.6±0.5 ^b | 47.3±0.2 ^c | 57.4±1.1 ^e | 44.9±0.3 ^b | 41.7±0.2 ^a | 48.4±1.4 ^e | 45.6±0.2 ^b | 42.3±0.1 ^a |
| | White K | 64.0±0.1 ^h | 50.1±0.2 ^f | 49.3±0.1 ^f | 43.7±0.3 ^{cd} | 51.9±0.4 ^g | 64.0±1.2 ^h | 47.3±0.1 ^e | 43.3±0.2 ^{bc} | 44.6±0.3 ^d | 42.5±1.1 ^b | 39.5±0.3 ^a |
| | Yellow K | 55.7±0.1 ^g | 53.1±0.2 ^f | 51.3±0.3 ^e | 44.3±0.5 ^c | 48.5±0.7 ^d | 55.7±0.2 ^g | 41.6±1.5 ^b | 38.4±0.2 ^a | 41.2±0.1 ^b | 41.2±0.2 ^b | 38.4±0.1 ^a |
| Okkwang | Whole K | 57.1±0.1 ^h | 59.4±0.1 ⁱ | 57.3±0.2 ^h | 47.5±0.2 ^d | 49.6±0.7 ^f | 54.1±0.4 ^g | 48.4±1.1 ^e | 32.3±0.4 ^a | 40.6±0.5 ^c | 40.4±0.3 ^c | 38.6±0.1 ^b |
| | White K | 60.8±0.2 ^f | 58.4±0.1 ^h | 55.4±0.4 ^g | 45.3±1.3 ^d | 48.1±0.9 ^e | 52.8±0.1 ^f | 46.2±0.1 ^d | 38.3±1.4 ^a | 44.1±0.2 ^c | 43.2±0.4 ^c | 41.9±0.3 ^b |
| | Yellow K | 50.8±0.1 ^g | 58.7±0.1 ⁱ | 54.3±0.3 ^h | 43.1±0.4 ^c | 45.3±0.3 ^{de} | 50.8±0.1 ^g | 44.7±0.5 ^d | 34.5±1.2 ^a | 46.7±0.4 ^f | 45.6±0.5 ^e | 42.1±0.2 ^b |
| Byunggo | Whole K | 57.2±0.2 ^h | 58.1±1.5 ^h | 55.3±0.2 ^g | 51.3±0.3 ^e | 53.9±0.2 ^f | 57.2±0.1 ^h | 37.4±1.6 ^d | 31.5±0.2 ^a | 36.2±0.4 ^c | 35.7±0.2 ^c | 34.2±0.1 ^b |
| | White K | 61.5±0.2 ^h | 55.1±0.5 ^g | 53.8±0.2 ^g | 38.4±0.2 ^a | 40.4±0.6 ^b | 61.5±1.4 ^h | 51.4±0.1 ^e | 43.4±0.2 ^d | 46.2±1.4 ^d | 43.9±0.1 ^c | 39.5±0.2 ^{ab} |
| | Yellow K | 52.1±0.2 ^f | 55.7±0.2 ^h | 54.6±1.5 ^h | 43.2±0.2 ^d | 45.9±0.3 ^e | 52.1±0.4 ^f | 42.3±0.3 ^d | 37.4±0.3 ^a | 39.0±1.1 ^b | 40.8±0.3 ^c | 37.3±0.2 ^a |

¹⁾K: kernel. ²⁾The values are mean±SD of three experimental data.

³⁾Values with different superscript letters (a~i) within the same row are significantly different (p<0.05) as determined by Duncan's multiple range test.

시료를 4개월 된 밤 시료의 수분함량과 비교해보면 변화가 없거나 오히려 증가하는 경향을 나타내었다. 6개월째는 다시 감소하기 시작하여 저장 10개월이 된 시료와 저장하기 전 시료의 수분함량을 비교하며 모든 시료에서 수분이 유의적으로 감소하였다. 냉동(-10°C) 저장기간 중 수분함량 감소는 냉장저장보다 더 큰 감소율을 보였다. 부위별로 전체과육과 흰과육은 40.2%, 38.3%로 병고와 석추 품종이, 노란과육은 석추 품종이 31.1%로 가장 큰 감소율을 나타내었으나 노란과육이 전체과육과 흰과육보다는 수분함량 감소율이 낮았다.

Nha와 Yang(9) 그리고 Kim 등(13)은 밤 성분 중 수분이 각각 65.30%와 61.73%라고 보고하였고, 간밤은 63.60%의 수분이 함유되어 있다고 하였는데(13), 본 실험결과보다 높은 함량이었다. Kwon 등(14)은 저장기간에 따라 밤의 중량이 감소한다고 하였고, 본 실험 결과에서는 저장기간이 증가함에 따라 수분함량이 감소되었다. 이들 수분함량 감소가 밤 중량을 감소시켰을 것으로 생각된다. 저장기간 동안 수분함량 감소는 저장기간 동안 밤의 호흡, 발아 등과 같은 밤의 생리적 작용과 밤의 생리적 작용을 원활하게 하기 위해 뚫은 저장 주머니의 구멍을 통하여 수분 이동이 있었을 것으로 생각되며, 주머니 밖으로 이동한 수분은 냉장 또는 냉동 저장 환경에 의해 소모되어 시료가 건조된 결과라고 생각된다.

국내 주요 밤 5품종인 단택, 대보, 옥광, 석추, 병고 및 공주의 전체과육, 흰과육 그리고 노란과육을 냉장(4°C) 및 냉동(-10°C) 보관하면서 조단백질 함량 변화를 분석한 결과는 Table 3, 4와 같다. 밤 5품종의 전체과육 중 조단백질 함량은 3.3~4.2%였으며, 주요 밤 5품종 중 대보(4.2±0.2%)에서 조단백질 함량이 가장 높았다. 단택, 석추, 옥광, 병고를 10개월간 냉장 저장한 후 조단백질 함량을 저장전과 비교한 결과 유의적으로 증가하였으나, 대보의 전체과육은 감소하였고, 노란과육은 변화가 없었다. 10개월간 냉동 저장 후 옥광의 전체시료에서만 조단백질이 유의적으로 증가하였다. 10개월간 냉장과 냉동 보관한 후 보관 온도가 다른 시료의 조단백질 함량 변화를 비교한 결과 냉장 보관보다는 냉동 보관에서 함량변화가 적었다.

4°C에 저장한 시료에 대한 조단백질 분석 결과는 저장 1개월 후 단택의 노란과육, 대보의 모든 시료, 석추, 옥광 그리고 병고의 전체와 노란과육은 조단백질 함량이 저장전보다 감소하였으나 단택, 석추 그리고 병고의 흰과육은 오히려 증가하였다. 단택의 전체과육은 냉장 보관 6개월부터 그리고 노란과육은 5개월부터 저장전보다 현저히 높은 조단백질 함량이 분석되었다. 대보의 모든 시료에 함유된 조단백질 함량은 저장전과 비교하여 1개월 저장한 시료에서 현저히 낮게 검출되었고, 10개월간 저장한 대보의 전체과육에서는 저장전의 시료와 비교하여 현저히 감소하였으나, 흰과육 및 노란과육은 조단백질 함량 변화가 없었다. 석추 흰과육은 저장 1개월 후부터 저장전보다 현저하게 증가하였다. 옥광의 노란과

육은 저장 5개월부터 조단백질 함량이 저장 전보다 현저히 증가하였다. 병고의 전체과육도 저장 5개월째부터 조단백질 함량이 현저히 증가하였다.

-10°C에 저장한 시료에 대한 조단백질 분석 결과는 단택의 전체과육과 흰과육 시료에서 저장 10개월 후 저장전과 비교하여 조단백질이 유의적으로 증가하였다. 대보의 전체과육은 저장 7개월부터 저장전의 시료와 비교하여 조단백질 함량이 유의적으로 감소하였고, 흰과육은 저장전과 비교하여 8개월까지는 유의적 차이를 나타내지 않았으나, 9,10개월 저장한 시료는 유의적으로 높은 함량이 검출되었다. 대보의 노란과육은 저장 10개월 후 저장전과 비교하여 유의적 차이가 없었다. 석추의 전체과육과 흰과육은 저장 10개월 후 저장전과 비교하여 유의적으로 증가하였다. 옥광은 저장 10개월 후 모든 시료에서 현저하게 조단백질 함량이 증가하였고, 병고의 전체과육과 흰과육의 조단백질 함량이 저장 10개월 후 저장 전 시료와 비교하여 유의적으로 증가하였다. 저장 10개월 후 대부분의 시료에서 조단백질 함량이 증가하는 경향이 나타났는데 이는 저장기간에 수분함량 감소에 의한 결과인 것으로 생각된다.

Nha와 Yang(9)은 밤의 조단백질 함량은 6.6%라고 하였는데, 본 연구 결과 5품종 밤의 조단백질 함량은 2.9~5.2%로 Nha와 Yang(9)이 보고한 조단백질 함량보다 적은 함량이었다. 밤을 냉장 저장하는 중에 유리아미노산 변화를 알아본 연구에서는 냉장 저장한 밤의 아미노산 변화가 거의 없다고 하였다(9).

냉장(4°C) 및 냉동(-10°C) 보관하면서 국내 주요 밤 5품종인 단택, 대보, 석추, 옥광 및 병고의 전체과육, 흰과육 그리고 노란과육의 조지방 함량 변화를 알아본 결과는 Table 5, 6과 같다. 조지방 함량은 0.3~1.6%로 품종 간에 큰 차이를 보여 주었다. 병고가 밤 5품종 중에 가장 높은 조지방 함량을 나타내었다. 단택과 석추의 흰과육과 노란과육은 조지방 함량이 같았지만 다른 시료에서는 흰과육보다 노란과육에서 조지방 함량이 높았다. 대보와 병고는 조지방의 함량이 냉장 저장 10개월 후 저장 전과 비교하여 유의적으로 감소하였으나, 옥광은 냉동 저장 10개월 후 현저히 증가하였다. 그 외의 시료들은 저장 10개월 후 전체과육, 흰과육 및 노란과육 모두 유의적으로 증가하거나 감소하는 경향을 보여주는 시료는 없었다.

4°C에 저장한 시료에 대한 조지방 분석 결과를 보면 단택 전체과육은 모든 저장기간에 저장 전 조지방 함량과 비교하여 유의적 차이가 없었고, 흰과육과 노란과육은 저장 1개월 후부터 조지방 함량이 현저히 감소하였다. 대보의 모든 시료는 10개월 저장하였을 때 조지방 함량이 감소하였다. 석추의 전체과육은 저장기간 동안 조지방의 변화가 없었다. 옥광의 흰과육과 노란과육은 10개월 저장했을 때 저장 전보다 조지방이 현저히 증가하였다. 병고는 모든 시료에서 조지방이 감소하였다. 따라서 5품종 밤을 냉장(4°C) 보관하였을 때 조

Table 3. Changes of crude protein content in whole, white and yellow kernels of selected Korean chestnut cultivars during storage at 4°C (%)

| Cultivars | Part | Storage months | | | | | | | | | | |
|-----------|-----------------------|---------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Dantaek | Whole K ¹⁾ | 3.5±0.1 ^{2)ab3)} | 3.8±0.2 ^{ab} | 4.1±0.1 ^b | 3.9±0.3 ^{ab} | 3.8±0.4 ^{ab} | 3.6±0.3 ^a | 4.6±0.1 ^c | 4.7±0.2 ^{cd} | 5.0±0.1 ^{de} | 5.5±0.2 ^f | 5.1±0.1 ^e |
| | White K | 3.3±0.2 ^{bc} | 3.8±0.1 ^{cd} | 3.7±0.2 ^{de} | 3.7±0.1 ^{de} | 3.5±0.2 ^{cd} | 3.2±0.1 ^{ab} | 3.0±0.1 ^a | 4.0±0.2 ^{fg} | 3.4±0.1 ^{bc} | 4.5±0.1 ^h | 4.2±0.2 ^g |
| | Yellow K | 4.2±0.2 ^{bc} | 3.6±0.1 ^a | 3.5±0.1 ^a | 3.7±0.2 ^a | 4.0±0.1 ^b | 5.1±0.3 ^e | 5.3±0.2 ^e | 4.4±0.1 ^{bed} | 4.3±0.1 ^{bed} | 4.4±0.1 ^{cd} | 5.8±0.2 ^f |
| Daebo | Whole K | 4.2±0.2 ^c | 3.5±0.2 ^{ab} | 3.6±0.1 ^{ab} | 3.5±0.2 ^{ab} | 3.8±0.2 ^b | 4.6±0.2 ^d | 4.4±0.2 ^{cd} | 3.5±0.1 ^{ab} | 3.4±0.2 ^a | 3.8±0.1 ^b | 3.6±0.2 ^{ab} |
| | White K | 3.5±0.4 ^c | 2.9±0.1 ^a | 3.1±0.1 ^{ab} | 3.6±0.1 ^c | 3.4±0.2 ^{bc} | 3.1±0.3 ^{ab} | 4.2±0.2 ^d | 3.6±0.1 ^c | 3.1±0.2 ^{ab} | 5.3±0.1 ^e | 3.7±0.2 ^c |
| | Yellow K | 4.6±0.1 ^c | 3.8±0.2 ^a | 4.0±0.1 ^{ab} | 4.5±0.3 ^c | 4.3±0.2 ^{bc} | 3.8±0.1 ^{ab} | 3.9±0.2 ^d | 5.0±0.1 ^c | 3.8±0.1 ^{ab} | 5.3±0.2 ^e | 4.9±0.2 ^c |
| Seokchu | Whole K | 3.9±0.2 ^b | 3.8±0.2 ^a | 4.0±0.1 ^a | 3.9±0.2 ^b | 4.1±0.1 ^b | 5.0±0.1 ^a | 4.6±0.1 ^a | 4.9±0.2 ^c | 5.3±0.2 ^a | 4.7±0.1 ^d | 4.5±0.2 ^c |
| | White K | 2.9±0.2 ^a | 4.4±0.2 ^a | 4.5±0.1 ^a | 4.2±0.1 ^a | 4.1±0.2 ^a | 4.0±0.1 ^d | 4.2±0.1 ^b | 4.4±0.2 ^{cd} | 4.1±0.1 ^e | 3.9±0.2 ^{bc} | 4.3±0.1 ^b |
| | Yellow K | 4.5±0.1 ^a | 3.4±0.2 ^{cd} | 3.5±0.2 ^f | 4.1±0.1 ^{cde} | 4.5±0.1 ^{bcd} | 5.7±0.2 ^{bc} | 5.0±0.1 ^{cde} | 4.8±0.2 ^{ef} | 5.0±0.2 ^{bed} | 4.6±0.1 ^b | 4.7±0.2 ^{def} |
| Okkwang | Whole K | 3.3±0.1 ^{bc} | 3.0±0.2 ^{ab} | 2.9±0.1 ^a | 3.3±0.3 ^{bc} | 3.3±0.2 ^{bc} | 3.3±0.2 ^{bc} | 4.0±0.2 ^d | 3.2±0.1 ^{ab} | 3.6±0.2 ^c | 5.1±0.1 ^e | 4.8±0.3 ^c |
| | White K | 3.0±0.2 ^b | 3.0±0.1 ^b | 3.1±0.2 ^b | 3.7±0.1 ^c | 3.6±0.2 ^c | 3.2±0.1 ^b | 2.6±0.2 ^a | 4.7±0.2 ^d | 3.6±0.1 ^c | 3.1±0.2 ^b | 3.7±0.1 ^c |
| | Yellow K | 3.7±0.2 ^b | 3.0±0.1 ^a | 3.1±0.1 ^a | 3.5±0.1 ^b | 3.7±0.2 ^b | 4.6±0.1 ^d | 4.5±0.2 ^d | 4.0±0.2 ^c | 4.5±0.1 ^d | 5.1±0.1 ^e | 4.6±0.2 ^d |
| Byunggo | Whole K | 3.6±0.1 ^{cd} | 3.1±0.2 ^a | 3.2±0.1 ^{ab} | 3.4±0.2 ^{bc} | 3.7±0.2 ^d | 4.7±0.1 ^f | 4.1±0.2 ^e | 5.0±0.1 ^g | 4.7±0.1 ^f | 4.5±0.2 ^f | 4.7±0.1 ^f |
| | White K | 2.9±0.2 ^b | 3.3±0.1 ^{de} | 3.5±0.2 ^{ef} | 3.0±0.1 ^{bc} | 3.8±0.1 ^g | 4.6±0.2 ^h | 4.6±0.2 ^h | 3.0±0.1 ^{bc} | 2.6±0.2 ^a | 3.7±0.1 ^{fg} | 3.2±0.1 ^{cd} |
| | Yellow K | 3.9±0.2 ^{cd} | 3.0±0.1 ^a | 3.3±0.2 ^{ab} | 3.2±0.2 ^{ab} | 3.5±0.2 ^b | 3.8±0.2 ^c | 3.9±0.1 ^{cd} | 4.2±0.2 ^{de} | 5.2±0.2 ^f | 4.1±0.1 ^{cde} | 4.3±0.1 ^c |

¹⁾K: kernel. ²⁾The values are mean±SD of three experimental data.

³⁾Values with different superscript letters (a~h) within the same row are significantly different (p<0.05) as determined by Duncan's multiple range test.

Table 4. Changes of crude protein content in whole, white and yellow kernels of selected Korean chestnut cultivars during storage at -10°C (%)

| Cultivars | Part | Storage months | | | | | | | | | | |
|-----------|-----------------------|---------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Dantaek | Whole K ¹⁾ | 3.5±0.1 ^{2)ab3)} | 3.8±0.1 ^{abc} | 3.7±0.2 ^{ab} | 3.9±0.2 ^{bcd} | 3.7±0.1 ^{ab} | 3.5±0.2 ^a | 3.7±0.2 ^{ab} | 3.9±0.3 ^{bcd} | 3.8±0.1 ^{abc} | 4.2±0.2 ^d | 4.1±0.3 ^{cd} |
| | White K | 3.3±0.2 ^a | 3.6±0.2 ^{abc} | 3.5±0.1 ^{abc} | 3.7±0.2 ^{bc} | 3.6±0.1 ^{abc} | 3.3±0.1 ^a | 3.4±0.2 ^{ab} | 3.4±0.2 ^{ab} | 3.7±0.1 ^{bc} | 4.3±0.2 ^d | 3.8±0.1 ^c |
| | Yellow K | 4.2±0.2 ^{bcd} | 3.7±0.1 ^{ab} | 3.6±0.1 ^a | 4.1±0.2 ^{bcd} | 4.1±0.7 ^{abc} | 4.2±0.2 ^{bcd} | 4.9±0.1 ^e | 4.9±0.1 ^e | 4.4±0.2 ^{cde} | 4.4±0.3 ^{cde} | 4.7±0.2 ^d |
| Daebo | Whole K | 4.2±0.2 ^c | 3.6±0.1 ^{ab} | 3.5±0.2 ^a | 3.7±0.1 ^{ab} | 3.9±0.2 ^b | 4.2±0.1 ^c | 4.5±0.2 ^d | 4.5±0.2 ^d | 3.7±0.1 ^{ab} | 3.4±0.2 ^a | 3.5±0.1 ^a |
| | White K | 3.5±0.4 ^a | 3.5±0.1 ^a | 3.7±0.1 ^{abc} | 3.8±0.1 ^{abc} | 3.6±0.2 ^{ab} | 3.5±0.1 ^a | 3.7±0.2 ^{abc} | 3.8±0.2 ^{abc} | 3.5±0.2 ^a | 4.0±0.1 ^c | 3.9±0.2 ^{bc} |
| | Yellow K | 4.6±0.1 ^e | 4.0±0.2 ^{bcd} | 4.1±0.1 ^{cd} | 3.7±0.1 ^a | 3.8±0.1 ^{ab} | 4.6±0.1 ^e | 4.2±0.2 ^d | 4.7±0.2 ^{ef} | 3.9±0.1 ^{abc} | 4.9±0.1 ^f | 4.6±0.2 ^e |
| Seokchu | Whole K | 3.9±0.2 ^{ab} | 3.7±0.3 ^a | 3.7±0.2 ^a | 4.0±0.2 ^{ab} | 4.0±0.1 ^{ab} | 3.9±0.1 ^{ab} | 4.7±0.2 ^c | 4.8±0.2 ^c | 4.7±0.2 ^c | 4.1±0.1 ^b | 4.5±0.2 ^c |
| | White K | 2.9±0.2 ^a | 4.1±0.1 ^{bed} | 4.1±0.2 ^{bed} | 4.3±0.2 ^d | 4.2±0.1 ^{cd} | 2.9±0.1 ^a | 4.3±0.1 ^d | 4.1±0.2 ^{bed} | 3.9±0.1 ^{bc} | 3.0±0.2 ^a | 3.8±0.2 ^b |
| | Yellow K | 4.5±0.1 ^c | 3.3±0.1 ^a | 4.5±0.2 ^c | 3.3±0.2 ^a | 3.6±0.2 ^b | 4.5±0.1 ^c | 4.9±0.2 ^{ef} | 4.6±0.2 ^{cd} | 5.1±0.1 ^f | 4.8±0.1 ^{de} | 4.7±0.1 ^{cde} |
| Okkwang | Whole K | 3.3±0.1 ^{ab} | 3.2±0.2 ^a | 3.3±0.1 ^{ab} | 3.3±0.2 ^{ab} | 3.5±0.2 ^{abc} | 4.3±0.1 ^e | 3.8±0.2 ^d | 3.3±0.1 ^{ab} | 4.2±0.2 ^c | 3.6±0.2 ^{bcd} | 3.7±0.1 ^{cd} |
| | White K | 3.0±0.2 ^a | 3.2±0.2 ^{ab} | 3.1±0.2 ^a | 3.5±0.1 ^{bc} | 3.8±0.2 ^{cd} | 4.5±0.1 ^f | 3.1±0.2 ^a | 4.1±0.2 ^{de} | 4.4±0.1 ^{ef} | 4.1±0.2 ^{de} | 4.4±0.2 ^{ef} |
| | Yellow K | 3.7±0.2 ^b | 3.3±0.2 ^a | 3.4±0.1 ^a | 3.3±0.2 ^a | 3.9±0.1 ^b | 4.6±0.1 ^c | 4.4±0.2 ^c | 4.3±0.1 ^c | 4.3±0.2 ^c | 4.7±0.2 ^d | 4.5±0.1 ^{cd} |
| Byunggo | Whole K | 3.6±0.1 ^{bc} | 3.2±0.2 ^a | 3.3±0.2 ^{ab} | 3.8±0.1 ^{cd} | 3.9±0.2 ^{cd} | 3.6±0.1 ^{bc} | 4.3±0.2 ^e | 4.8±0.2 ^f | 4.1±0.1 ^{de} | 4.4±0.2 ^e | 4.7±0.2 ^f |
| | White K | 2.9±0.2 ^{ab} | 3.1±0.2 ^b | 3.5±0.1 ^c | 3.5±0.1 ^c | 3.9±0.1 ^d | 2.9±0.2 ^{ab} | 4.1±0.1 ^d | 4.5±0.2 ^e | 2.8±0.1 ^a | 4.5±0.2 ^e | 4.6±0.2 ^e |
| | Yellow K | 3.9±0.2 ^c | 3.1±0.2 ^a | 3.1±0.2 ^a | 3.1±0.1 ^a | 3.5±0.2 ^b | 3.9±0.2 ^c | 4.1±0.1 ^c | 4.1±0.2 ^c | 4.7±0.1 ^d | 3.9±0.2 ^c | 4.2±0.3 ^c |

¹⁾K: kernel. ²⁾The values are mean±SD of three experimental data.

³⁾Values with different superscript letters (a~f) within the same row are significantly different (p<0.05) as determined by Duncan's multiple range test.

Table 5. Changes of crude lipid content in whole, white and yellow kernels of selected Korean chestnut cultivars during storage at 4°C (%)

| Cultivars | Part | Storage months | | | | | | | | | | |
|-----------|-----------------------|---------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|
| | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Dantaek | Whole K ¹⁾ | 0.3±0.2 ^{2)ab3)} | 0.4±0.1 ^a | 0.5±0.2 ^a | 0.5±0.1 ^a | 0.5±0.3 ^a | 0.4±0.1 ^a | 0.4±0.2 ^a | 0.5±0.2 ^a | 0.3±0.1 ^a | 0.2±0.1 ^a | 0.3±0.1 ^a |
| | White K | 1.2±0.1 ^c | 0.4±0.2 ^{ab} | 0.4±0.1 ^{ab} | 0.5±0.2 ^{ab} | 0.5±0.3 ^{ab} | 0.5±0.2 ^{ab} | 0.4±0.1 ^{ab} | 0.7±0.2 ^b | 0.4±0.2 ^{ab} | 0.2±0.1 ^a | 0.4±0.1 ^{ab} |
| | Yellow K | 1.2±0.2 ^b | 0.4±0.1 ^a | 0.4±0.1 ^a | 0.4±0.1 ^a | 0.4±0.2 ^a | 0.3±0.1 ^a | 0.3±0.1 ^a | 0.4±0.2 ^a | 0.4±0.2 ^a | 0.2±0.1 ^a | 0.4±0.2 ^a |
| Daebo | Whole K | 1.0±0.1 ^b | 0.3±0.2 ^a | 0.4±0.1 ^a | 0.4±0.2 ^a | 0.4±0.1 ^a | 0.4±0.2 ^a | 0.3±0.2 ^a | 0.4±0.1 ^a | 0.4±0.2 ^a | 0.2±0.1 ^a | 0.4±0.1 ^a |
| | White K | 0.8±0.3 ^c | 0.3±0.1 ^{ab} | 0.3±0.1 ^{ab} | 0.3±0.2 ^{ab} | 0.3±0.1 ^{ab} | 0.6±0.1 ^{bc} | 0.4±0.2 ^{ab} | 0.3±0.1 ^{ab} | 0.3±0.2 ^{ab} | 0.2±0.1 ^a | 0.3±0.2 ^{ab} |
| | Yellow K | 1.2±0.1 ^d | 0.5±0.1 ^{bc} | 0.6±0.2 ^c | 0.5±0.1 ^{bc} | 0.5±0.2 ^{bc} | 0.5±0.2 ^{bc} | 0.3±0.1 ^{ab} | 0.4±0.2 ^{bc} | 0.5±0.1 ^{bc} | 0.2±0.1 ^a | 0.4±0.1 ^{abc} |
| Seokchu | Whole K | 0.4±0.1 ^a | 0.4±0.1 ^a | 0.5±0.2 ^a | 0.5±0.1 ^a | 0.4±0.2 ^a | 0.4±0.1 ^a | 0.4±0.2 ^a | 0.4±0.2 ^a | 0.6±0.1 ^a | 0.4±0.2 ^a | 0.5±0.3 ^a |
| | White K | 0.3±0.1 ^a | 0.4±0.1 ^{ab} | 0.4±0.1 ^{ab} | 0.4±0.1 ^{ab} | 0.4±0.2 ^{ab} | 0.5±0.1 ^{ab} | 0.3±0.1 ^a | 0.3±0.2 ^a | 1.0±0.1 ^c | 0.6±0.2 ^{ab} | 0.6±0.1 ^b |
| | Yellow K | 0.3±0.2 ^a | 0.3±0.1 ^a | 0.4±0.1 ^{ab} | 0.4±0.1 ^{ab} | 0.4±0.1 ^{ab} | 0.4±0.2 ^{ab} | 0.3±0.2 ^{ab} | 0.6±0.1 ^a | 0.7±0.2 ^{bc} | 0.7±0.1 ^c | 0.7±0.2 ^c |
| Okkwang | Whole K | 0.3±0.2 ^a | 0.3±0.1 ^a | 0.3±0.1 ^a | 0.3±0.1 ^a | 0.3±0.1 ^a | 0.5±0.2 ^a | 0.3±0.1 ^a | 0.4±0.2 ^a | 0.8±0.1 ^b | 0.5±0.2 ^a | 0.5±0.1 ^a |
| | White K | 0.2±0.1 ^a | 0.3±0.2 ^a | 0.4±0.1 ^a | 0.4±0.2 ^a | 0.4±0.1 ^a | 0.4±0.1 ^a | 0.3±0.2 ^a | 0.7±0.1 ^b | 0.7±0.2 ^b | 0.7±0.1 ^b | 0.7±0.1 ^b |
| | Yellow K | 0.4±0.1 ^{ab} | 0.4±0.1 ^{ab} | 0.4±0.2 ^{ab} | 0.3±0.2 ^{ab} | 0.3±0.2 ^{ab} | 0.5±0.2 ^{ab} | 0.6±0.1 ^{abc} | 0.7±0.2 ^{bc} | 1.2±0.2 ^d | 0.9±0.2 ^{cd} | 0.9±0.1 ^{cd} |
| Byunggo | Whole K | 1.6±0.2 ^d | 1.0±0.1 ^c | 0.6±0.2 ^b | 0.7±0.1 ^{bc} | 0.7±0.2 ^{bc} | 0.5±0.1 ^{ab} | 0.4±0.2 ^{ab} | 0.5±0.2 ^{ab} | 0.6±0.2 ^b | 0.2±0.1 ^a | 0.4±0.2 ^{ab} |
| | White K | 1.6±0.1 ^b | 0.6±0.1 ^a | 0.8±0.2 ^a | 0.6±0.1 ^a | 0.6±0.2 ^a | 0.6±0.1 ^a | 0.5±0.2 ^a | 0.6±0.1 ^a | 0.5±0.2 ^a | 0.6±0.2 ^a | 0.5±0.1 ^a |
| | Yellow K | 1.7±0.1 ^b | 0.5±0.1 ^a | 0.6±0.2 ^a | 0.5±0.1 ^a | 0.5±0.2 ^a | 0.4±0.2 ^a | 0.5±0.2 ^a | 0.6±0.2 ^a | 0.5±0.1 ^a | 0.5±0.2 ^a | 0.5±0.1 ^a |

¹⁾K: kernel. ²⁾The values are mean ±SD of three experimental data.

³⁾Values with different superscript letters (a~d) within the same row are significantly different (p<0.05) as determined by Duncan's multiple range test.

Table 6. Changes of crude lipid content in whole, white and yellow kernels of selected Korean chestnut cultivars during storage at -10°C (%)

| Cultivars | Part | Storage months | | | | | | | | | | |
|-----------|-----------------------|---------------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|------------------------|
| | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Dantaek | Whole K ¹⁾ | 0.3±0.2 ^{2)ab3)} | 0.5±0.1 ^a | 0.6±0.1 ^a | 0.6±0.2 ^a | 0.6±0.1 ^a | 0.5±0.1 ^a | 0.5±0.2 ^a | 0.6±0.1 ^a | 0.3±0.2 ^a | 0.3±0.2 ^a | 0.4±0.1 ^a |
| | White K | 1.2±0.1 ^d | 0.4±0.1 ^{ab} | 0.4±0.1 ^{ab} | 0.5±0.2 ^{bc} | 0.5±0.1 ^{bc} | 0.4±0.2 ^{ab} | 0.4±0.1 ^{ab} | 0.5±0.1 ^{bc} | 0.2±0.1 ^a | 0.7±0.1 ^c | 0.5±0.1 ^{bc} |
| | Yellow K | 1.2±0.2 ^b | 0.5±0.1 ^a | 0.5±0.2 ^a | 0.4±0.1 ^a | 0.4±0.2 ^a | 0.3±0.1 ^a | 0.4±0.1 ^a | 0.4±0.1 ^a | 0.5±0.2 ^a | 0.5±0.1 ^a | 0.4±0.2 ^a |
| Daebo | Whole K | 1.0±0.1 ^b | 0.4±0.1 ^a | 0.7±0.2 ^a | 0.4±0.1 ^a | 0.4±0.2 ^a | 0.4±0.2 ^a | 0.6±0.1 ^a | 0.4±0.2 ^a | 0.5±0.1 ^a | 0.6±0.2 ^a | 0.5±0.1 ^a |
| | White K | 0.8±0.3 ^b | 0.4±0.1 ^a | 0.4±0.2 ^a | 0.3±0.1 ^a | 0.4±0.1 ^a | 0.5±0.1 ^{ab} | 0.4±0.1 ^a | 0.3±0.2 ^a | 0.8±0.2 ^b | 0.6±0.1 ^{ab} | 0.5±0.2 ^{ab} |
| | Yellow K | 1.2±0.1 ^c | 0.5±0.1 ^a | 0.5±0.2 ^a | 0.4±0.1 ^a | 0.4±0.1 ^a | 0.5±0.1 ^a | 0.6±0.2 ^a | 0.4±0.1 ^a | 0.8±0.1 ^b | 0.5±0.2 ^a | 0.5±0.1 ^a |
| Seokchu | Whole K | 0.4±0.1 ^a | 0.5±0.1 ^a | 0.5±0.1 ^a | 0.4±0.2 ^a | 0.4±0.1 ^a | 0.4±0.1 ^a | 0.4±0.1 ^a | 0.5±0.2 ^a | 0.4±0.1 ^a | 0.3±0.2 ^a | 0.5±0.1 ^a |
| | White K | 0.3±0.1 ^a | 0.5±0.1 ^{abc} | 0.6±0.2 ^{bc} | 0.3±0.1 ^a | 0.3±0.1 ^a | 0.3±0.1 ^a | 0.5±0.2 ^{abc} | 0.4±0.2 ^{abc} | 0.5±0.1 ^{abc} | 0.4±0.1 ^{ab} | 0.7±0.1 ^c |
| | Yellow K | 0.3±0.2 ^{ab} | 0.3±0.1 ^{ab} | 0.4±0.2 ^{ab} | 0.4±0.1 ^{abc} | 0.4±0.1 ^{abc} | 0.3±0.2 ^{ab} | 0.4±0.1 ^{abc} | 0.5±0.2 ^{bc} | 0.5±0.1 ^{bc} | 0.2±0.1 ^a | 0.6±0.1 ^c |
| Okkwang | Whole K | 0.3±0.2 ^a | 0.3±0.1 ^a | 0.4±0.1 ^{ab} | 0.4±0.1 ^{ab} | 0.4±0.1 ^{ab} | 0.5±0.1 ^{ab} | 0.5±0.1 ^{ab} | 0.5±0.2 ^{ab} | 0.6±0.1 ^b | 0.3±0.2 ^a | 1.0±0.1 ^c |
| | White K | 0.2±0.1 ^a | 0.4±0.1 ^{abc} | 0.4±0.2 ^{abc} | 0.5±0.1 ^{bc} | 0.4±0.1 ^{bc} | 0.3±0.2 ^{ab} | 0.3±0.1 ^{ab} | 0.6±0.2 ^c | 0.5±0.1 ^{bc} | 0.3±0.1 ^{ab} | 1.2±0.1 ^d |
| | Yellow K | 0.4±0.1 ^a | 0.4±0.1 ^a | 0.4±0.1 ^a | 0.4±0.1 ^a | 0.4±0.1 ^a | 0.4±0.1 ^a | 0.4±0.2 ^a | 0.5±0.2 ^a | 0.3±0.1 ^a | 0.3±0.2 ^a | 1.0±0.1 ^b |
| Byunggo | Whole K | 1.6±0.2 ^{ab} | 0.6±0.3 ^{ab} | 0.6±0.1 ^{ab} | 0.5±0.1 ^{ab} | 0.5±0.1 ^{ab} | 0.6±0.1 ^{ab} | 0.5±0.2 ^{ab} | 0.6±0.2 ^{ab} | 0.7±0.1 ^c | 0.3±0.1 ^a | 0.6±0.1 ^{ab} |
| | White K | 1.6±0.1 ^c | 0.4±0.1 ^a | 0.4±0.1 ^a | 0.5±0.1 ^{ab} | 0.5±0.1 ^{ab} | 0.6±0.1 ^{ab} | 0.4±0.1 ^a | 0.5±0.2 ^{ab} | 0.7±0.1 ^{ab} | 0.4±0.2 ^a | 0.5±0.1 ^{ab} |
| | Yellow K | 1.7±0.1 ^e | 0.5±0.1 ^{abc} | 0.5±0.1 ^{abc} | 0.6±0.1 ^{abcd} | 0.6±0.1 ^{abcd} | 0.7±0.2 ^{cd} | 0.4±0.1 ^{ab} | 0.6±0.2 ^{cd} | 0.8±0.1 ^d | 0.3±0.2 ^a | 0.5±0.1 ^{abc} |

¹⁾K: kernel. ²⁾The values are mean ±SD of three experimental data.

³⁾Values with different superscript letters (a~e) within the same row are significantly different (p<0.05) as determined by Duncan's multiple range test.

지방 변화가 적은 품종은 석추와 옥광이었고 병고는 조지방 함량 감소가 5품종 밤 중 가장 현저하였다. 5품종 밤을 냉장(4°C)에서 10개월 간 저장했을 때 저장 전과 비교하여 조지방이 변화가 없거나 감소하였는데 이는 저장기간 동안 밤의 호흡 및 발아 등의 이유로 지질이 사용되었거나 지방이 분해되었을 것으로 사료된다.

-10°C에 저장한 시료에 대한 조지방 분석 결과를 보면 4°C에 저장한 시료들의 조지방 함량 변화와 유사한 경향을 보여주었다. 즉 단택, 대보 그리고 병고는 저장 전보다 지방 함량이 감소하는 경향을 보여 주었고, 그 중에 병고가 가장 조지방 함량 감소가 현저하였다. 석추와 옥광은 9개월까지는 저장 전과 비교하여 조지방 함량에 유의적인 변화가 없었다.

Nha와 Yang(9)은 생밤의 조지방 함량이 0.9%라고 보고하였는데 품종 차이가 있었지만 본 결과와 유사하였다. 밤 저장중 지질의 변화를 알아 본 연구를 보면 중성지질의 함량이 저장 5주후에 감소되었다고 보고하였는데(7) 본 연구 결과와 유사한 경향을 나타내었다.

냉장(4°C), 냉동(-10°C) 저장 중 국내 주요 밤 5품종의 비타민 C 변화

국내 주요 밤 5품종인 단택, 대보, 석추, 옥광 그리고 병고의 전체과육, 흰과육 그리고 노란과육을 4°C와 -10°C에서 10개월 동안 저장하면서 비타민 C 함량변화를 보면 Table 7, 8과 같다. 전체과육에서는 단택(20.0±0.6 mg/100 g), 대보(20.8±0.3 mg/100 g) 그리고 석추(22.9±0.2 mg/100 g)보다 옥광(15.7±0.3 mg/100 g)과 병고(13.6±0.3 mg/100 g)에 함유된 비타민 C가 낮았다. 흰과육에서는 5품종 중 대보(22.6±0.5 mg/100 g)가 가장 높은 비타민 C를 함유하고 있었다. 냉장 중 비타민 C는 1개월 후에 30.9~68.3% 감소하였고, 2개월 후에는 모든 시료에서 비타민 C가 검출되지 않았다. 냉동 중 비타민 C는 1개월 후에 29.0~64.6% 감소하였고, 2개월 후에 71.8~86.3% 감소하였다. 냉동 3개월 후에는 비타민 C가 검출되지 않았다. 저장기간에 따른 비타민 C의 감소는 비타민 C의 손실에 기인된 결과인 것으로 생각된다.

Kwon 등(14)은 저장 전 생밤에 비타민 C 함량이 19.0 mg/100 g이며 저장기간에 따라 감소한다고 보고하였는데 본 연구 결과와 일치하였다. 그러나 Kwon 등(14)은 껍질을 분리하지 않은 밤과 이들 밤에 감마선 조사한 밤을 저온(0°C)에서 6개월간 저장 후 비타민 C를 분석한 결과 저장 전 시료와 비교하여 50% 이상 비타민 C가 남아 있었다고 보고하였고, Nha와 Yang(9)은 수확 직후 생밤을 냉장(1°C)에 15주간 저장한 결과 저장 전의 21.84 mg/100 g 함량과 비교하여 함량 변화가 없었다고 보고하였으나 본 연구 결과는 냉장 저장 2개월 후 그리고 냉동 저장은 3개월 후 모든 비타민 C가 파괴되어 검출되지 않았다. 따라서 비타민 C 유지를 위하여 밤 껍질을 분리하여 보관하는 방법보다는 밤

껍질이 있는 상태에서 보관하는 것이 비타민 C 유지 측면에서 바람직한 것으로 생각된다.

냉장(4°C), 냉동(-10°C) 저장 중 국내 주요 밤 5품종의 당의 변화

국내 주요 밤 5품종인 단택, 대보, 석추, 옥광 그리고 병고의 전체과육, 흰과육 그리고 노란과육을 4°C와 -10°C에서 10개월 동안 저장하면서 당의 함량 변화를 보면 Table 9, 10과 같다. 밤 5품종의 전체과육 중 당 함량은 36.2~44.3%였으며, 단택(44.3±1.1%)이 밤 5품종 중 당 함량이 가장 높았고, 석추(36.2±0.7%)가 가장 낮았다. 이는 석추가 수분함량이 가장 높았고, 단택 품종이 가장 낮은 것과 반대적인 결과를 보여 주었다. 따라서 수분함량이 낮았으므로 단택 당 함량이 높았으며, 석추의 수분함량이 높았으므로 석추 당 함량이 낮은 것으로 생각되므로 품종간의 당 함량 차이는 크지 않은 것으로 생각된다.

단택은 모든 시료에서는 4°C에서 저장 1개월 후에 당 함량이 현저히 감소하였으나, 저장 3개월부터 증가하는 경향을 보여주었다. 대보는 저장 10개월 후 모든 시료에서 당 함량이 증가하였다. 석추는 전체과육과 흰과육은 모든 저장기간에 당 함량이 저장 전과 비교하여 현저히 증가하였다. 옥광의 모든 시료는 저장 7개월부터 당이 저장전과 비교하여 현저히 증가하였다. 병고의 전체과육은 저장 2개월 후부터 당 함량이 현저하게 증가하였다. 병고의 모든 시료도 4°C에 저장함에 따라 당 함량이 증가하는 경향을 보여주었다.

-10°C에 저장한 시료에 대한 당 분석 결과를 보면 단택의 모든 시료에서 당 함량이 증가하는 경향이 나타났으며, 냉동 저장 10개월 후 전체과육, 흰과육 그리고 노란과육 당 함량이 각각 41.3%, 21.8% 그리고 29.6% 증가하였다. 대보의 모든 시료에서도 저장기간이 길어질수록 당 함량이 증가하였다. 석추의 모든 시료에서도 저장기간이 길어질수록 당 함량이 증가하여, 저장 10개월 후 저장 전과 비교하여 각각 41.7%, 73.5% 그리고 45.9% 증가하였다. 옥광도 저장기간 동안 당 함량이 증가하는 경향을 나타내었다. 병고의 전체과육, 흰과육 그리고 노란과육에서 당 함량이 각각 63.6%, 66.3% 그리고 40.1% 증가하였다. 전체과육과 흰과육의 당 함량 증가율이 노란과육에서의 당 함량 증가율보다 높았다. 밤 5품종을 4°C와 -10°C에서 10개월 동안 저장하는 동안 당의 함량은 모두 증가하는 경향을 보여 주었고 증가율은 유사하였다.

이상의 결과에서 밤 저장 중 당이 증가됨은 밤 과실 자체가 가지고 있는 전분이 분해되어 당으로 축적되었기 때문이라고 사료된다. 그리고 저장 초기의 당의 감소는 밤 호흡에 당이 소모되었기 때문으로 추정된다. Nha와 Yang(9)은 실온(20°C)과 냉장(1°C)에 저장한 밤이 저장기간이 길어질수록 당의 함량이 증가한다고 보고하였는데 본 연구 결과와 일치하였다.

Table 7. Changes of vitamin C content in whole, white and yellow kernels of selected Korean chestnut cultivars during storage at 4°C (mg/100 g)

| Cultivars | Part | Storage months | | | | | | | | | | | | | |
|-----------|-----------------------|----------------------------|----------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|---|---|---|
| | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | | | |
| Dantaek | Whole K ¹⁾ | 20.0±0.6 ^{2)(a3)} | 7.2±0.1 ^b | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | White K | 13.1±0.3 ^a | 8.6±0.1 ^b | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | Yellow K | 15.7±0.7 ^a | 8.6±0.1 ^b | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Daebo | Whole K | 20.8±0.3 ^a | 6.6±0.1 ^b | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | White K | 22.6±0.5 ^a | 7.8±0.1 ^b | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | Yellow K | 18.4±0.1 ^a | 8.4±0.1 ^b | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Seokchu | Whole K | 22.9±0.2 ^a | 7.8±0.3 ^b | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | White K | 21.7±0.4 ^a | 8.3±0.3 ^b | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | Yellow K | 18.9±0.3 ^a | 7.4±0.1 ^b | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Okkwang | Whole K | 15.7±0.3 ^a | 8.7±0.2 ^b | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | White K | 15.0±0.4 ^a | 7.3±0.1 ^b | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | Yellow K | 22.0±0.3 ^a | 7.3±0.1 ^b | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Byunggo | Whole K | 13.6±0.3 ^a | 9.4±0.1 ^b | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | White K | 18.8±0.0 ^a | 8.6±0.2 ^b | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | Yellow K | 17.5±0.2 ^a | 7.8±0.3 ^b | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

¹⁾K: kernel. ²⁾The values are mean±SD of three experimental data.

³⁾Values with different superscript letters (a, b) within the same row are significantly different (p<0.05) as determined by Duncan's multiple range test.

Table 8. Changes of vitamin C content in whole, white and yellow kernels of selected Korean chestnut cultivars during storage at -10°C (mg/100 g)

| Cultivars | Part | Storage months | | | | | | | | | | | | |
|-----------|-----------------------|----------------------------|-----------------------|----------------------|---|---|---|---|---|---|---|----|---|---|
| | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | | |
| Dantaek | Whole K ¹⁾ | 20.0±0.6 ^{2)(a3)} | 8.7±0.1 ^b | 3.5±0.2 ^c | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | White K | 13.1±0.3 ^a | 9.3±0.2 ^b | 3.7±0.1 ^c | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | Yellow K | 15.7±0.7 ^a | 8.7±0.2 ^b | 3.5±0.1 ^c | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Daebo | Whole K | 20.8±0.3 ^a | 10.4±1.2 ^b | 3.7±0.1 ^c | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | White K | 22.6±0.5 ^a | 9.6±0.1 ^b | 3.7±0.2 ^c | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | Yellow K | 18.4±0.1 ^a | 8.1±0.2 ^b | 3.3±0.1 ^c | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Seokchu | Whole K | 22.9±0.2 ^a | 8.1±0.1 ^b | 3.2±0.2 ^c | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | White K | 21.7±0.4 ^a | 8.6±0.1 ^b | 3.4±0.2 ^c | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | Yellow K | 18.9±0.3 ^a | 7.3±0.2 ^b | 2.9±0.2 ^c | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Okkwang | Whole K | 15.7±0.3 ^a | 9.2±0.1 ^b | 3.8±0.1 ^c | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | White K | 15.0±0.4 ^a | 8.3±0.1 ^b | 3.5±0.2 ^c | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | Yellow K | 22.0±0.3 ^a | 8.0±0.1 ^b | 3.4±0.2 ^c | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Byunggo | Whole K | 13.6±0.3 ^a | 9.6±0.1 ^b | 3.5±0.2 ^c | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | White K | 18.8±0.0 ^a | 9.6±0.1 ^b | 3.7±0.2 ^c | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | Yellow K | 17.5±0.2 ^a | 9.7±0.2 ^b | 3.5±0.1 ^c | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

¹⁾K: kernel. ²⁾The values are mean±SD of three experimental data.

³⁾Values with different superscript letters (a~c) within the same row are significantly different (p<0.05) as determined by Duncan's multiple range test.

Table 9. Changes of sugar content in whole, white and yellow kernels of selected Korean chestnut cultivars during storage at 4°C (mg/100 g)

| Cultivars | Part | Storage months | | | | | | | | | | |
|-----------|-----------------------|---------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Dantaek | Whole K ¹⁾ | 44.3±1.1 ²⁾⁽³⁾ | 37.6±0.3 ^b | 42.7±0.5 ^b | 56.6±0.3 ^g | 52.3±0.4 ^f | 46.4±0.3 ^d | 49.6±0.9 ^c | 63.4±0.5 ^f | 63.2±0.4 ^f | 63.0±0.7 ^f | 61.2±0.2 ^h |
| | White K | 45.5±0.4 ^d | 36.7±0.1 ^a | 42.2±1.2 ^{bc} | 46.2±1.5 ^d | 43.3±0.2 ^c | 41.0±0.1 ^b | 46.5±0.5 ^{de} | 48.5±1.2 ^e | 52.4±0.6 ^f | 55.9±0.2 ^g | 57.0±3.3 ^g |
| | Yellow K | 48.3±0.5 ^c | 36.7±0.6 ^a | 45.5±0.4 ^b | 51.3±0.5 ^d | 51.0±0.3 ^d | 50.9±0.7 ^d | 59.3±1.5 ^{ef} | 60.7±2.2 ^f | 59.9±0.1 ^{ef} | 58.4±2.7 ^c | 59.7±0.5 ^{ef} |
| Daebo | Whole K | 39.3±1.1 ^c | 33.4±0.1 ^a | 37.9±0.5 ^d | 42.8±0.2 ^g | 40.4±0.5 ^f | 34.3±0.1 ^b | 36.9±0.2 ^c | 38.6±0.1 ^{de} | 36.7±0.3 ^c | 37.9±0.1 ^d | 57.5±0.8 ^h |
| | White K | 32.4±0.3 ^a | 36.2±0.3 ^c | 40.4±0.2 ^e | 45.3±0.6 ^f | 40.1±0.2 ^e | 32.3±0.1 ^a | 32.6±0.2 ^a | 35.0±0.7 ^b | 39.0±0.1 ^d | 47.8±0.2 ^g | 50.0±0.8 ^h |
| | Yellow K | 45.8±0.1 ^b | 32.8±0.8 ^a | 37.5±0.2 ^b | 42.8±0.6 ^f | 41.3±0.2 ^{cd} | 40.7±0.6 ^c | 42.6±0.1 ^{ef} | 41.9±0.5 ^{de} | 44.5±0.4 ^g | 42.5±0.3 ^{ef} | 47.1±0.3 ^f |
| Seokchu | Whole K | 36.2±0.7 ^a | 38.3±0.1 ^b | 40.4±0.4 ^c | 47.0±0.2 ^e | 46.9±0.7 ^e | 44.6±0.4 ^d | 47.3±0.8 ^c | 49.4±0.2 ^f | 50.8±0.6 ^g | 53.1±0.1 ^g | 52.2±0.4 ^h |
| | White K | 31.3±1.2 ^a | 44.1±0.7 ^c | 45.6±0.5 ^d | 48.3±0.2 ^f | 47.1±0.4 ^e | 40.8±0.4 ^b | 41.7±0.6 ^b | 43.1±0.4 ^e | 43.7±0.2 ^e | 46.3±0.4 ^{de} | 46.8±0.6 ^e |
| | Yellow K | 37.9±0.7 ^b | 39.7±0.2 ^{cd} | 40.7±0.3 ^d | 45.4±0.2 ^f | 42.1±0.1 ^e | 36.3±0.6 ^a | 39.0±0.3 ^{bc} | 52.8±1.4 ^h | 51.0±0.7 ^g | 52.2±0.2 ^{gh} | 51.5±1.6 ^{gh} |
| Okkwang | Whole K | 38.4±0.6 ^b | 34.8±0.6 ^a | 37.5±0.4 ^b | 44.1±0.1 ^b | 42.4±0.3 ^c | 37.2±0.7 ^b | 37.5±0.4 ^b | 48.5±0.2 ^f | 46.3±0.5 ^e | 56.2±0.4 ^h | 54.1±1.7 ^g |
| | White K | 35.0±0.5 ^a | 35.6±0.4 ^a | 38.2±0.2 ^b | 46.4±0.1 ^d | 43.1±0.4 ^e | 37.8±0.5 ^b | 39.9±0.1 ^b | 48.5±0.7 ^e | 51.9±0.3 ^c | 51.8±1.1 ^c | 52.2±0.3 ^c |
| | Yellow K | 44.1±1.2 ^d | 35.7±0.1 ^a | 39.3±0.3 ^b | 47.5±0.5 ^f | 45.8±0.6 ^e | 36.1±0.3 ^a | 40.4±0.1 ^c | 51.2±0.3 ^g | 50.8±0.1 ^g | 51.7±1.3 ^g | 54.6±0.6 ^h |
| Byunggo | Whole K | 36.3±0.2 ^b | 35.0±0.1 ^a | 37.7±0.3 ^c | 42.6±0.2 ^e | 41.3±0.5 ^d | 51.9±0.2 ^f | 53.4±0.1 ^g | 57.6±0.3 ^f | 52.0±0.2 ^f | 53.7±0.5 ^g | 54.9±0.2 ^h |
| | White K | 32.6±0.4 ^c | 37.2±0.1 ^d | 40.7±0.3 ^e | 56.7±0.6 ^f | 52.1±0.2 ^h | 27.8±0.6 ^a | 30.8±0.2 ^b | 50.4±1.6 ^{fg} | 50.0±0.4 ^f | 51.2±0.8 ^{gh} | 53.2±0.3 ^f |
| | Yellow K | 40.7±0.9 ^d | 33.4±0.3 ^a | 35.9±0.2 ^b | 43.2±0.5 ^e | 40.1±0.4 ^d | 39.0±0.4 ^c | 40.2±0.2 ^d | 40.6±0.6 ^d | 53.1±0.8 ^g | 53.2±0.3 ^g | 51.8±0.6 ^f |

¹⁾K: kernel. ²⁾The values are mean±SD of three experimental data. ³⁾Values with different superscript letters (a~j) within the same row are significantly different (p<0.05) as determined by Duncan's multiple range test.

Table 10. Changes of sugar content in whole, white and yellow kernels of selected Korean chestnut cultivars during storage at -10°C (mg/100 g)

| Cultivars | Part | Storage months | | | | | | | | | | |
|-----------|-----------------------|---------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|
| | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Dantaek | Whole K ¹⁾ | 44.3±1.1 ²⁾⁽³⁾ | 42.1±1.1 ^a | 45.9±1.2 ^b | 57.4±1.6 ^d | 52.7±0.6 ^c | 44.8±1.2 ^b | 53.0±1.3 ^c | 66.9±2.2 ^f | 62.2±1.4 ^e | 61.9±1.3 ^c | 62.6±0.4 ^e |
| | White K | 45.5±0.4 ^c | 39.8±0.3 ^a | 41.4±0.4 ^b | 48.1±1.5 ^d | 47.8±1.1 ^d | 46.5±0.4 ^c | 50.9±0.3 ^c | 52.6±1.5 ^{fg} | 51.8±0.1 ^{ef} | 53.7±0.3 ^g | 55.4±0.1 ^h |
| | Yellow K | 48.3±0.5 ^{ab} | 47.2±0.3 ^a | 48.8±0.6 ^{bc} | 50.6±1.2 ^{de} | 50.1±1.0 ^{cd} | 49.5±0.7 ^{bcd} | 61.0±0.1 ^e | 64.6±0.2 ^g | 63.3±1.1 ^{fg} | 63.0±0.3 ^f | 62.6±1.3 ^f |
| Daebo | Whole K | 39.3±1.1 ^b | 37.2±0.2 ^a | 39.3±1.3 ^b | 43.6±0.1 ^d | 41.8±0.2 ^c | 40.7±0.3 ^{bc} | 50.1±1.4 ^{ef} | 49.6±0.1 ^e | 49.6±0.1 ^e | 49.4±1.3 ^c | 51.2±0.3 ^f |
| | White K | 32.4±0.3 ^a | 40.3±0.2 ^b | 42.6±1.4 ^{de} | 47.3±0.2 ^g | 45.1±0.1 ^f | 33.0±0.5 ^a | 40.8±0.1 ^{bc} | 43.1±0.3 ^c | 40.4±1.2 ^b | 41.7±0.6 ^{cd} | 45.7±0.1 ^f |
| | Yellow K | 45.8±0.1 ^d | 37.2±0.2 ^a | 39.6±1.2 ^b | 45.6±0.1 ^d | 44.1±0.4 ^c | 45.9±0.3 ^d | 49.7±0.5 ^e | 52.2±0.4 ^f | 50.2±1.6 ^e | 50.0±0.2 ^e | 52.9±0.5 ^f |
| Seokchu | Whole K | 36.2±0.7 ^a | 38.9±0.6 ^c | 39.9±0.2 ^d | 48.7±0.3 ^g | 44.2±0.1 ^e | 37.4±0.1 ^b | 48.6±0.2 ^g | 51.6±1.5 ^h | 45.7±0.3 ^f | 49.1±0.1 ^g | 51.3±0.2 ^h |
| | White K | 31.3±1.2 ^a | 44.7±0.1 ^b | 44.5±1.3 ^b | 50.3±0.4 ^d | 45.5±0.2 ^{bc} | 31.5±0.4 ^a | 46.3±1.2 ^c | 50.7±0.1 ^d | 49.4±0.2 ^d | 52.8±0.4 ^e | 54.3±1.3 ^f |
| | Yellow K | 37.9±0.7 ^a | 40.1±0.2 ^b | 42.9±0.4 ^c | 51.1±1.7 ^{de} | 50.3±1.4 ^d | 38.7±0.1 ^{ab} | 52.3±0.4 ^{ef} | 55.6±1.2 ^g | 52.0±0.2 ^{ef} | 53.0±0.5 ^f | 55.3±1.4 ^g |
| Okkwang | Whole K | 38.4±0.6 ^b | 37.1±0.3 ^a | 38.1±0.1 ^b | 47.7±0.4 ^e | 45.8±0.3 ^d | 39.7±0.2 ^c | 46.2±0.1 ^{de} | 62.8±0.4 ^f | 53.3±1.5 ^f | 54.4±0.1 ^g | 55.5±0.3 ^h |
| | White K | 35.0±0.5 ^a | 37.2±1.4 ^b | 40.1±0.3 ^c | 49.4±0.2 ^f | 45.1±0.2 ^d | 41.0±0.5 ^e | 48.8±1.2 ^e | 55.4±0.2 ^g | 49.4±0.3 ^e | 51.0±1.2 ^f | 51.0±0.3 ^f |
| | Yellow K | 44.1±1.2 ^c | 38.6±0.1 ^a | 40.9±0.3 ^b | 52.2±0.4 ^f | 51.8±0.3 ^f | 44.1±0.2 ^c | 49.5±1.4 ^e | 59.7±0.2 ^g | 47.8±1.1 ^d | 48.3±0.3 ^{de} | 51.5±1.2 ^e |
| Byunggo | Whole K | 36.3±0.2 ^a | 37.2±0.5 ^{ab} | 39.0±1.3 ^c | 43.3±0.1 ^e | 41.5±0.3 ^d | 37.7±0.5 ^b | 56.6±0.4 ^f | 61.9±0.2 ^g | 57.8±1.3 ^g | 58.7±0.1 ^{gh} | 59.4±0.3 ^h |
| | White K | 32.6±0.4 ^a | 39.3±0.2 ^c | 41.3±1.2 ^d | 56.4±0.3 ^f | 50.6±0.2 ^g | 33.8±0.4 ^a | 43.0±0.1 ^e | 50.3±0.4 ^g | 49.1±0.2 ^f | 49.8±0.1 ^{fg} | 54.2±1.2 ^h |
| | Yellow K | 40.7±0.9 ^b | 39.2±0.4 ^a | 41.0±1.2 ^b | 52.2±0.3 ^e | 50.1±0.2 ^d | 42.5±0.1 ^c | 52.4±0.2 ^e | 57.1±1.4 ^g | 54.4±0.2 ^f | 54.2±0.5 ^f | 57.0±0.6 ^g |

¹⁾K: kernel. ²⁾The values are mean±SD of three experimental data. ³⁾Values with different superscript letters (a~i) within the same row are significantly different (p<0.05) as determined by Duncan's multiple range test.

요 약

본 연구의 목적은 국내 주요 밤 5품종(단택, 대보, 석추, 옥광, 병고)의 전체과육, 흰과육 그리고 노란과육을 10개월 동안 냉장(4°C), 냉동(-10°C) 저장 중에 수분, 조단백질, 조지방, 비타민 C 그리고 당의 함량 변화를 알아보므로 국내산 밤의 이용가치를 높일 수 있는 저장방법 및 가공식품 개발을 위한 기초자료를 제공하는 것이다. 밤 5품종의 전체과육 중 수분함량은 49.9~57.4%였으며, 석추(57.4±0.2%)가 밤 5품종 중 수분함량이 가장 높았고, 단택(49.9±0.1%)이 가장 낮았다. 단택을 제외하고 시료의 흰과육이 전체과육보다 수분함량이 더 높았고, 노란과육보다 흰과육에서 수분함량이 높았다. 5품종 밤의 전체과육, 흰과육 및 노란과육을 10개월 동안 냉장(4°C), 냉동(-10°C) 저장 중 수분함량 변화를 보면 감소하는 경향이였다. 밤 5품종의 전체과육 중 조단백질 함량은 3.3~4.2%였으며, 주요 밤 5품종 중 대보(4.2±0.2%)에서 조단백질 함량이 가장 높았다. 단택, 석추, 옥광, 병고를 10개월간 냉장 저장한 후 조단백질 함량을 저장 전과 비교한 결과 유의적으로 증가하였으나, 대보의 전체과육은 감소하였고, 노란과육은 변화가 없었다. 10개월간 냉동 저장 후 옥광의 전체시료에서만 조단백질이 유의적으로 증가하였다. 10개월간 냉장과 냉동 보관한 후 보관 온도가 다른 시료의 조단백질 함량 변화를 비교한 결과 냉장 보관보다는 냉동 보관에서 함량변화가 적었다. 대보와 병고의 조지방 함량은 냉장(4°C), 냉동(-10°C) 저장 중 감소하였고, 대보, 옥광 그리고 병고에서는 흰과육보다 노란과육에서 조지방 함량이 높았다. 비타민 C 역시 감소하였다. 비타민 C의 감소는 냉동(-10°C) 저장보다는 냉장(4°C) 저장에서 더 급속하게 감소하였으며, 3개월 냉동 저장 후 모든 시료에 비타민 C가 검출되지 않았다. 당 함량은 냉장, 냉동 저장 후반기에 증가하였다. 밤 5품종의 전체과육 중 당 함량은 36.2~44.3%였으며, 단택에서 당 함량이 가장 높았다.

감사의 글

본 연구는 산림청의 지원과 강원대 BK21, 바이오누리사

업 및 생명공학연구소의 일부 지원으로 수행한 연구결과입니다.

문 헌

1. 조재선. 1999. 식품재료학. 문운당, 서울. p 195-198.
2. 김월수, 박치선, 안창영, 이문호. 1999. 유실수 재배. 내외 출판사, 서울. p 75-192.
3. 김정호, 김종천, 고광출, 김규래, 이재창. 1999. 과수원에 각론. 향문사, 서울. p 404-420.
4. Ha BS, Bae MS, Jeong TM, Sung NJ, Son YO. 1982. Studies on constituent variation during storage after freeze-drying of chestnut. *Korean J Soc Sci Technol* 14: 97-105.
5. Rhee CO, Kim ZU. 1983. Analysis of the lipid component in chestnut (*Castane crenata*). *J Korean Agric Chem Soc* 25: 239-247.
6. Rhee CO, Kim ES, Kim DY. 1983. Analysis of the lipid components in chestnut (*Castanea crenata*) - II. Lipid and fatty acid composition of neutral lipid, glycolipid and phospholipid. *J Korean Agric Chem Soc* 26: 19-27.
7. Nha YA, Yang CB. 1997. Changes of lipids in chestnut during storage. *Korean Food Sci Technol* 29: 437-445.
8. Cho HO, Yang HS, Byun MW, Kwon JH, Kim JG. 1983. Batch scale storage of sprouting foods by irradiation combined with natural low temperature IV. storage of chestnuts. *Korean J Food Sci Technol* 15: 231-237.
9. Nha YA, Yang CB. 1996. Changes of constituent components in chestnut during storage. *Korean J Food Sci Technol* 28: 1164-1170.
10. AOAC. 1985. Official Method of Analysis. 16th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA.
11. 주현규, 조광연, 박충균, 조규성, 채수규, 마상조. 1994. 식품분석법. 유림문화사, 서울. p 356-359.
12. 한국식품영양과학회. 2000. 식품영양실험핸드북(영양편). 효일출판사, 서울. p 150-151.
13. Kim YD, Choi OJ, Kim KJ, Kim KM, Hur CK, Cho IK. 2005. Component analysis of different parts of chestnut. *Korean J Food Preserv* 12: 156-160.
14. Kwon JH, Lee JG, Lee SB, Chung HS, Choi JU. 2001. Effects of water soaking and gamma irradiation on storage quality of chestnuts. *Korean J Postharvest Sci Technol* 8: 9-15.

(2008년 12월 11일 접수; 2009년 1월 29일 채택)