

밤의 품질안정성에 대한 저장 온·습도 조건의 영향

권중호, 최종욱, 변명우*

경북대학교 식품공학과 및 농산물가공저장유통기술연구소, *한국원자력연구소

Effect of Storage Temperature and Humidity on the Quality Stability of Chestnuts

Joong-Ho Kwon, Jong-Uck Choi and Myung-Woo Byun*

Department of Food Science and Technology and Postharvest Technology Research
Institute, Kyungpook National University

*Korea Atomic Energy Research Institute

Abstract

Chestnuts(*Castanea cretana*, Eunki) were used for quality evaluations from the physiological and physicochemical points of view during storage under different temperatures and relative humidities for 8 months. Quality criteria included sprouting, rotting, weight loss, and the changes in moisture, total sugar, reducing sugar, and total vitamin C of the stored sample. Sprouts(roots) were developed in about 2 months in all stored samples which had been mixed with sawdust(50% moisture) and stored under the conditions of 2~25°C and 62~95% RH. The sprout development was more significant in the storage temperature of pit(9±6°C, 80±5% RH, PT)and room(16±7°C, 85±10% RH, RT) than low(3±1°C, 80±5% RH, LT)and ambient(14±11°C, 67±5% RH, AT). The rates of rotting and weight loss were appreciable in the order of PT, AT, RT and LT, and those of LT were 1~2%. The use of wet sawdusts resulted in the increase of moisture contents in stored samples, thereby causing the rotting phenomena. Some chemical components of stored samples were found liable to the changes according to storage conditions, that is; total sugars showed a decreasing tendency along with a temporary increase during storage, and both reducing sugar and vitamin C were similarly accumulated in the samples stored at low temperature conditions. The results indicated that long-term storage of chestnuts will be possible in either cases of the application of low temperature following sprout-inhibition treatment or the use of lower temperature than 0°C to suppress its sprouting during storage.

Key words : chestnuts, storage temperature, relative humidity, quality stability

서론

밤의 원산지는 중국과 유럽이라고 알려져 있지만 지금은 세계 여러 나라에서 재배되고 있다. 세계적으로 재배되고 있는 밤의 품종군은 중국밤, 일본밤 및 유럽밤으로 나눌 수 있다. 우리 나라에서 재배되고

있는 밤은 대부분 일본에서 도입된 품종으로, 비교적 냉해를 입기 쉽기 때문에 추산지가 거의 남부지방에 편재되어 있다. 국내의 연간 밤 생산량은 약 10만톤 내외이며, 이들의 수요는 생밤 약 60%, 수출용 간밤 약 30%, 기타 가공용 약 5%이다(1). 밤의 국민 1인당 1일 소비량은 최근 5년간 평균 2.04kg으로 다소 증가하는 경향이며(2), 연간 1억불 규모의 대일본 수출이 이루어지고 있다(3).

밤은 가을에 수확되어 이듬해까지 소비되고 있으

Corresponding author : Prof. Joong-Ho Kwon, Dept.
Food Sci. & Technol. Kyungpook National University,
Taegu 702-701, Korea

며, 연중 신선밤 원료의 안정적 공급을 위해서는 효과적인 저장방법이 필요하다. 밤은 수확후 일정기간이 지나면 썩어나고 변질되어 상품성을 잃게 되며, 이와 같은 생리현상은 온도와 습도에 따라 다양하게 나타난다(4). 지금까지 밤의 품질보존을 위하여 읍저장(5), 저온저장(6-8), 폴리에틸렌필름 저장(9), CA 저장(10), 방사선 저장(4) 등의 연구가 보고되고 있다.

본 연구에서는 실제 밤을 저장할 수 있는 조건들을 저온, 읍, 방열 및 상온조건으로 구분하고 보습제와 함께 플라스틱 상자에 포장된 밤의 저장 중 품질변화를 물리적 및 화학적 측면에서 평가하여 효과적인 저장조건 마련에 필요한 기초자료를 얻고자 하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용된 밤 시료는 내충성과 저장성이 양호한 은기(*Castanea cretana*, 부여산) 품종을 10월에 구입하여 6°Baume 식염수에 가라앉는 잘 익은 완숙파를 선별하였다. 수세한 시료는 그늘에서 충분히 건조한 후 유향 가스로 24시간 동안 훈증처리한 다음 저장용 시료로 사용하였다.

포장 및 저장

저장용 밤 시료는 습도를 조절한(수분함량, 약 50%) 톱밥과 겹겹으로 PVC box(60×45×45cm H)에 15~20kg씩 포장하여 네가지 조건의 저장고에 각각 8개월간 저장하였다. 저장조건은 저온(LT, 3±1°C, 80±5% RH), 읍(PT, 자연저온; 9±6°C, 80±5% RH), 실온방열(RT, 16±7°C, 85±10% RH) 및 상온(AT, 14±11°C, 67±5% RH) 등이었으며, 저장고 용량은 4~6평 규모였다.

발아, 부패 및 중량변화 측정

각 조건에 저장된 밤의 발아(근)율은 썩은 길이가 1mm 이상 자란것을 발아로 판정하여 백분율로 나타내었다. 부패율은 조사한 개체의 전체수에 대한 부패개체의 수를 백분율로 나타내었으며, 중량변화는 입고시 중량에 대한 감량율로써 나타내었다.

화학성분 분석

저장 중 밤의 품질에 관련된 성분으로서 수분, 전당, 환원당 및 vitamin C를 2개월 간격으로 3회 반복 측정하여 평균값으로 나타내었다. 수분은 105°C 상압 건조법(11), 환원당은 Somogyi 변법(12), 전당은 25% HCl로 가수분해한 후 Somogyi 변법(12)에 의하여

측정하였으며, vitamin C는 2,4-dinitrophenylhydrazine colorimetry(13)에 의하여 정량하였다.

결과 및 고찰

물리적 특성 변화

발아율 : 여러 온도와 습도 조건에 저장된 밤의 발아율을 조사한 결과는 Table 1과 같다.

Table 1. Sprouting rate of chestnuts during storage at different temperatures and relative humidities¹⁾

Storage period (months)	Storage conditions ²⁾			
	LT	PT	RT	AT
0	0	0	0	0
2	0	12.2	0	0
4	27.5	100	92.0	15.0
6	62.9	100	95.4	60.8
8	85.76	100	95.4	67.3

¹⁾ Sample was stored from the 1st of November.

²⁾ LT : low temperature (3±1°C, 80±5% RH),

PT : pit temperature (9±6°C, 80±5% RH),

RT : room temperature (16±7°C, 85±10% RH),

AT : ambient temperature(14±11°C, 67±5% RH).

저장 2개월 후인 12월경부터 읍식 저장고(PT)에 저장된 밤은 발아(근)되기 시작하여 이듬해 2월 경에는 모두 발아되었다. 이때 다른 조건에 저장된 시료 즉, 방열(RT) 약 92%, 저온(LT) 27.5%, 상온(AT) 약 15% 등의 발아현상이 나타났다. 저장 8개월째인 이듬해 6월 저온(LT)은 85.6%, 방열은 95% 이상, 상온(AT)은 67.3%의 발아율을 각각 나타내었으며, 상온저장된 밤에서 상대적으로 발아율이 낮은 것은 동절기 동안의 낮은 상대습도가 그 원인으로 생각된다. 이상과 같이 밤의 발아(근)현상은 저장조건 즉, 온도와 상대습도에 크게 영향을 받는 것으로 나타났으며, 따라서 밤의 장기간 품질보존을 위해서는 발아억제 방법의 이용이나 더 낮은 온도에서의 저장이 요구된다 하겠다. 일반 농가에서 이용하였던 밤의 재래식 저장 방법은 땅에 읍을 파서 저장하거나 톱밥, 왕겨, 모래 등 보습제와 함께 저장하는 방법이 있었으나 저장 중 손실이 많고 저장기간도 짧아 새로운 방법들이 연구되고 있다.

부패율 : 저장조건별 밤의 부패율은 Table 2에 나타내었다. 저온저장구(LT)에서는 저장말기(이듬해 6월)까지 약 2%의 낮은 부패율을 나타내었고, 같은 시

기에 움저장(PT)은 30.8%, 방열저장(RT)은 7.1%, 상온저장(AT)은 52.6%의 높은 부패율을 나타내었다. 그러나 저장 4개월까지는 모든 저장조건에서 5% 미만의 비교적 낮은 부패현상을 보였으며, 그 이후 저장고의 온도가 상승하는 시기에는 특히 상온과 움저장에서 높은 부패율이 나타났다. 이와 같이 저장 중 밤의 부패현상은 발아유무와 큰 상관이 없이, 특히 높은 저장 온·습도에 영향을 크게 받는 것으로 생각되며(8), 저장밤의 부패율을 줄이기 위해서는 저온저장에서의 저장이 필요한 것으로 나타났다.

Table 2. Rotting rate of chestnuts during storage at different temperatures and relative humidities¹⁾

Storage period (months)	Storage conditions ²⁾			
	LT	PT	RT	AT
0	0	0	0	0
2	0	2.2	0	0
4	1.5	4.8	2.1	4.0
6	1.7	16.4	3.7	7.9
8	2.0	30.8	7.1	52.6

^{1), 2)} Abbreviations are described in Table 1.

중량변화 : 저장 온·습도에 따른 밤의 중량변화는 Fig. 1에 나타내었다. 전반적으로 저장기간의 경과와 더불어 중량의 감소현상이 나타났으며 저장 4개월까지는 2% 미만의 매우 낮은 수준이었다. 그러나 저장온도가 높고 상대습도가 낮은 상온저장에서는 건조한 외기때문에 저장 8개월 후에 55% 내외의 감량이 발생되었으나 저온저장(LT)에서는 1.3%, 방열저장(RT)에서는 5.4%의 감량율을 나타내었다. 이상의 결과에서 볼 때 보습제를 사용할 경우에는 어느 정도의 상대습도만 유지된다면 저장 중 밤의 감량은 큰 문제가 되지 않을 것으로 생각된다.

이상의 물리적 특성변화에서 보는 바와 같이 생체 식품인 밤은 수확 후 일정기간이 지남에 따라 2~25℃ 범위의 저장온도에서는 발아(근) 현상이 나타났으며, 이는 저장 중 부패 및 중량변화와 더불어 저장 온·습도에 따라 크게 영향을 받는 것으로 나타났다. 일반 농가에서 재래식으로 이용하였던 밤의 저장법은 땅에 움을 파서 저장하거나 상자 등에 보습제와 함께 저장하기도 하였으나 저장 중 감도가 심하여 대량 저장에는 사용이 불가능한 방법이라 하겠다. 따라서 밤의 품질보존 방법으로는 저온저장법이 적합한 것으로 판단된다. 이상의 연구내용을 종합해 볼 때 저장 중 밤의 물리적 특성변화를 줄이기 위해서

는 발아(근)억제 방법의 이용(4,14-17), 0℃ 이하의 저장온도와 90% 내외의 상대습도가 필요하며 나아가 환경기체의 조절에 의한 새로운 저장방법의 활용도 기대된다(5,6,10).

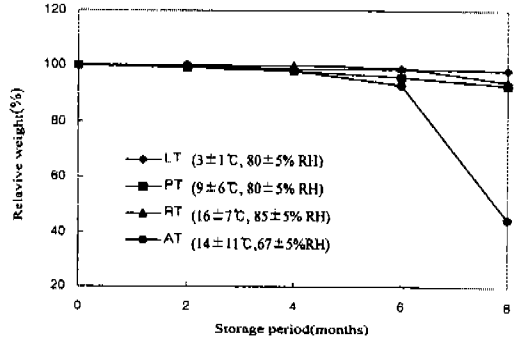


Fig. 1. Changes in fresh weight of chestnuts during storage at different temperatures and relative humidities.

화학적 성분 변화

수분 : 여러 조건의 온도 및 상대습도에 저장된 밤의 저장 중 수분함량 변화는 Table 3에 나타내었다. 저장 밤의 초기 수분함량은 61.22%였으며, 저장기간의 경과로 전반적인 증가 경향이 나타났다. 이는 보습제인 톱밥의 사용이 주 원인으로 생각된다. 그리고 시료의 발아, 부패 등 생리적 작용과 더불어 나타날 수 있는 조직의 연화현상 등도 보습제에 둘러싸인 시료의 수분함량 증가에 영향을 미친 것으로 생각되며(18), 상대적으로 수분함량이 낮은 상온저장(AT)에서는 보습제인 톱밥이 외기의 건조에 따라 건조되어 밤의 수분함량이 낮아진 것으로 보인다. 그러나 저장 중 밤의 중량감소와 과육의 수분함량 변화는 반드시 일정한 경향을 나타내지는 않았으며, 이와 같은 결과는 조 등[18]의 연구보고와 유사한 경향이 었다.

Table 3. Changes in moisture contents of chestnuts during storage at different temperatures and relative humidities¹⁾

Storage period (months)	Storage conditions ²⁾			
	LT	PT	RT	AT
0	61.22	61.22	61.22	61.22
2	61.92	61.78	63.04	60.09
4	63.37	63.76	64.36	62.33
6	62.24	64.00	63.01	63.72
8	67.29	66.21	65.80	60.05

^{1), 2)} Abbreviations are described in Table 1.

당 : 여러 조건에 저장된 밤의 전당 및 환원당 함량의 변화는 Fig. 2와 3에 나타내었다. 저장초기 신선물로 전당 함량은 27.05%였으며, 모든 저장조건에서 저장기간의 경과와 더불어 감소하는 경향이었으나, 저장 후 2~4개월경에는 저장조건에 따라서는 최고 15% 내외의 증가 현상을 나타내었다.

이와 같은 경향은 Hayashi 등(8), Nha와 Yang(7) 및 권과 변(19)의 연구에서도 보고된 바와 같이 생체식품은 저장조건에 따라 탄수화물 성분 간에 상호전환이 일어날 수 있음을 말해주고 있다.

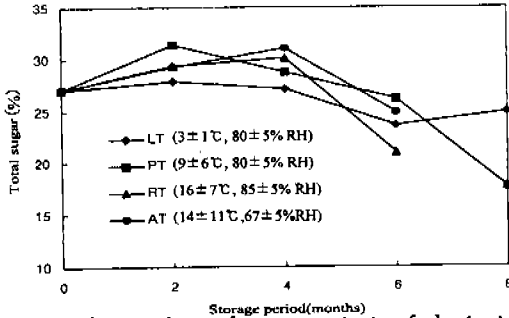


Fig. 2. Changes in total sugar contents of chestnuts during storage at different temperatures and relative humidities.

특히 본 실험에서는 저온조건에 비해 저장온도가 높고 변화가 심한 웜(PT), 방열(RT) 및 상온(AT)저장에서 변화가 현저하게 나타났다. 그리고 저장 기간의 경과에 따라 전당함량은 감소되었으며, 이는 발아, 호흡 등으로 인한 저장물질의 소모 때문이라고 생각된다(4,8,14). 이와 같은 저장 중 소모작용을 억제시키기 위해서는 최대한 낮은 저장온도와 온도변화가 작은 조건에 저장함이 필요할 것으로 생각된다(6,7,9,15).

저장 밤의 환원당 함량변화는 Fig. 3과 같이 저장 조건에 따라 서로 상이한 함량과 변화를 보여주고 있다. 저장초기의 신선물 함량으로 0.35%이던 환원당 함량은 저장온도가 낮은 동절기(저장 후 2~4개월)에는 크게 증가되어 축적되었다가 이듬해 3월 이후에는 다시 감소하는 경향을 나타내었다. 이와 같은 변화의 전반적 경향은 Uchiyama(4), Hayashi 등(8), Nha와 Yang(7)의 보고와 유사하였으며, 특히 저온에서의 높은 환원당 함량은 시료의 호흡작용 및 발아현상과 밀접한 관계를 보이면서 생체내 축적 소모현상을 나타내는 것으로 추측할 수 있다(4,8,14).

Vitamin C : 밤 저장 중 총 vitamin C의 함량변화는 Fig. 4와 같다. 저장초기 시료의 vitamin C 함량은

20.0mg% 였으나 저장기간의 경과로 점차 증감하는 경향을 보였다. 전반적으로 볼 때 저장 후 4개월을 전 후하여 vitamin C 함량은 증가하였으며, 이 같은 함량변화는 저장온도의 영향을 많이 받는 것으로 생각된다(6,7,15). 즉, 과채류 저장 중 vitamin의 함량변화는 시료의 종류, 저장조건 등에 영향을 받으며, 식물체내에서 환원당과 상호 생리적 전환이 가능하여(20) 본 결과에서도 유사한 변화를 보이는 것으로 나타났다. 이는 시료의 발아나 호흡작용이 진행됨에 따라 호흡기질로 사용됨에 따라 증감현상이 일어날 수 있음을 뒷받침해 주고 있다(4,8,21). 따라서 신선 과채류의 저장에 있어서는 발아나 호흡작용을 억제할 수 있는 조건이 주어진다면 vitamin C 함량변화를 최대한 줄일 수 있겠으나(14,16,18), 특히 감자의 경우에는 저온저장시 환원당 함량의 증가가 현저하게 나타나 본 실험의 결과와 유사하였다(19). 그러나 이에 대한 명확한 생리화학적 규명을 위해서는 보다 구체적인 연구가 요망된다.

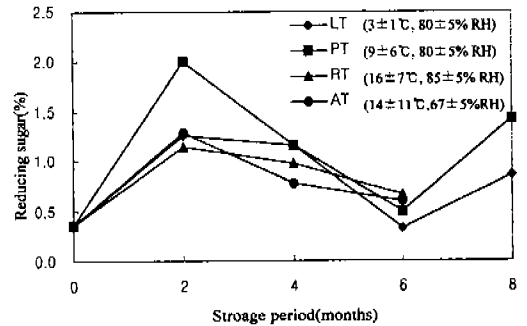


Fig. 3. Changes in reducing sugar contents of chestnuts during storage at different temperatures and relative humidities.

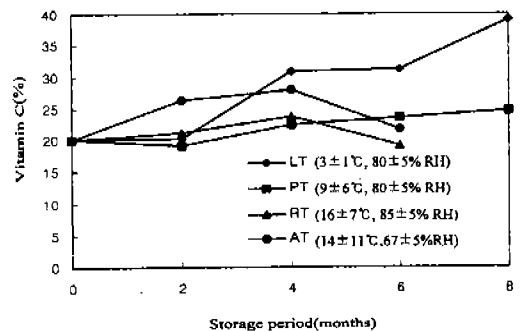


Fig. 4. Changes in Vitamin C contents of chestnuts during storage at different temperatures and relative humidities.

요 약

밤의 효과적인 저장을 위한 기초자료를 얻고자 여러 온도와 상대습도의 저장고에 은기 품종의 밤을 8개월 간 저장하면서 발아, 부패, 중량 등 생리적·물리적 특성의 조사와 몇가지 성분변화를 측정하였다. 보습제(뚝밥)와 함께 2~25℃의 저장온도와 62~95%의 상대습도 범위에 저장된 밤은 수확 후 약 2개월이 지남에 따라 발아(근) 현상이 나타났다. 이 같은 현상은 저온(3±1℃, 80±5% RH, LT)이나 상온(14±11℃, 67±5% RH, AT)에 비해 옴(9±6℃, 80±5% RH, PT)과 방열(16±7℃, 85±10% RH, RT)조건에서 현저하였다. 저장 중 부패 및 중량감소 현상은 PT>AT>RT>LT의 순으로 높게 나타났으며, LT 조건에서의 부패율과 감량율은 1~2% 수준으로 매우 낮았다. 보습제의 사용은 저장 밤의 수분함량을 증가시켜 부패율을 상승시킬 것으로 판단되며, 시료의 몇가지 화학성분은 저장조건에 민감한 영향을 보이면서 변화되었다. 전당 함량은 일시 증가하였다가 감소하는 경향이였다. 환원당과 vitamin C 함량은 서로 유사한 패턴의 변화를 나타내었고, 낮은 저장온도에서는 축적되는 경향을 나타내었다. 이상의 결과에서 볼 때 우수한 품질의 밤을 장기간 저장하기 위해서는 발아 억제 처리 후 저온조건에 저장하거나, 발아를 방지할 수 있는 0℃ 이하의 낮은 온도에 저장하는 것이 필요한 것으로 나타났다.

감사의 글

본 논문은 농림수산특정연구과제('95년 현장애로기술사업, 과제번호 195149-3)와 '97원자력 연구개발사업에 의하여 수행된 결과의 일부이며 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. 농림수산부 (1992~1996) 농림수산 통계연보.
2. 농촌경제연구원 (1995) 식품수급표.
3. 농림수산부 (1995) 농림수산물 수출입동향.
4. Uchiyama, Y. (1966) Effect of gamma irradiation on sprout inhibition and its physiological mechanism of chestnuts. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.*, 35(3), 86-94.
5. 신두호, 배정철, 배국용 (1982) 한국산 밤의 저장에 관한 연구. *한국영양식량학회지*, 11(3), 41-46.
6. Yim, H., Kim, J.O., Shin, D.W., Suh, K. B. (1980)

Study on the storage of chestnut. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 12(3), 170-175.

7. Nha, Y.A. and Yang, C.B. (1996) Changes of constituent components in chestnut during storage. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 28(6), 1164-1170.
8. Hayashi, T., Ohta, H., Hayakawa, A., and Kawashima, K. (1983) Effect of gamma-irradiation and cold-storage on the sucrose content of chestnuts. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, 30(10), 557-561.
9. Lee, B.Y., Yoon, I.H., Kim, Y.B., Han, P.J., Lee, C.M.(1985) Studies on storing chestnut sealing with polyethylene film. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 17(5), 331-335.
10. 加藤薫, 山下育彦, 西康克浩 (1972) 果實そ菜のCA貯藏に關する研究(第 1 報).くり果の CA貯藏による發芽抑制とかつ變色防止效果. *日本食品工業學會誌*, 19, 371.
11. Osborne, D.R. and Voogt, P.(1981) *The Analysis of Nutrients in Foods*, AP, London, p. 107-108.
12. Kobayashi, T. and Tabuchi, T. (1954) A method employing a tribasic sodium phosphate buffered reagent for estimating semimicro quantities of reducing sugars. *J. Agric. Chem. Soc., Japan.*, 28, 171-174.
13. 일본식품공업학회 식품분석법편찬위원회편(1982) 식품분석법. 광림, 동경, 464-476.
14. Thomas, P. (1985) Radiation Preservation of Food of Plant Origin. Part 1. Potatoes and Other Tuber Crops. *CRC Critical Review in Food Science and Nutrition*, 19(4), 327-379.
15. 김정옥, 조한옥, 염광빈, 권중호 (1983) 방사선을 이용한 발아식품의 저장 실증연구. 비축농산물저장시험사업보고서, 농수산부 농수산물가격안정사업단, p. 75-110.
16. Park, N.P., Kim, Y.J., Kim, S.K., and Rhee, C.O.(1977) Studies on preservation of Korean chestnut by gamma irradiation. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 9(1), 36-40.
17. Kwon, J.H. and Yoon, H.S.(1985) Effect of gamma irradiation dose and timing of treatment after harvest on the storeability of garlic bulbs. *J. Food Sci.*, 50(2), 379-381.
18. 조한옥, 변명우, 권중호, 양호숙, 이철호 (1982) 방사선 조사와 자연저온에 의한 발아식품의 batch

- scale 저장에 관한 연구. 한국식품과학회지, 14(4), 355-363.
19. 권중호, 변명우(1995) 감자의 품질안정성에 대한 저장 온·습도의 영향. 농산물저장유통학회지, 2(2), 243-249.
20. 고무석, 박복희(1981) 녹두나물의 생육과정 중 vitamin C 함량에 대한 gibberellin의 효과. 한국 영양식량학회지, 10(1), 117-122.
21. Kwon, J.H., Yoon, H.S., Sohn, T.H., Byun, M.W., and Cho, H.O.(1984) Effect of gamma irradiation on the physiological characteristics of garlic bulbs during storage. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 16(4), 408-412.

(1998년 3월 4일 접수)