

감자의 품질안정성에 대한 저장 온·습도의 영향

권 중 호 · 변 명 우 *

경북대학교 식품공학과, *한국원자력연구소

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

Joong-Ho Kwon and Myung-Woo Byun*

Department of Food Science and Technology, Kyungpook National University

** Korea Atomic Energy Research Institute*

Abstract

Potatoes, Irish cobbler, were subject to quality evaluation from the physiological and physicochemical points of view during storage under different temperatures and relative humidities for 11 months. Quality criteria were sprouting, rotting, weight changes, moisture, total sugar, reducing sugar and vitamin C. Low temperature condition(LT, 2~4°C, 80% RH) was enough to preserve potatoes for 11 months, but it was indicated to be limitations that the increase in reducing sugar as well as sprouting by about 3.3 to 6.7% occurred from the 3rd month of storage. Meanwhile, pit temperature(PT, 3~15°C, 75~85% RH), room temperature(RT, 7~17°C, 80~95% RH) and ambient temperature(AT, 2~25°C, 62~72% RH) were shown infeasible conditions for the storage of potatoes mainly due to the increase in sprouting-rate and subsequent quality-loss after 3 months of storage. Based on the results, it proposed that more economical conditions, ranging 10 to 15°C and about 80% RH following sprout inhibition treatment should be used for the long-term storage of potatoes.

Key words : potatoes, storage temperature and relative humidity, quality stability

서 론

감자는 건강 및 영양식으로 인식되어감에 따라 생감자 및 감자가공품의 소비는 매년 증가되고 있다. 감자는 수확후 1~3개월의 휴면기간이 지나면 80~90%가 발아로 인해 위축, 부패됨으로써 영영적, 상품적 가치를 상실하게 되며, 따라서 단

경기에는 공급부족으로 가격이 상승하는 현상이 발생되기도 한다.

감자의 장기 안전저장을 저해하는 주원인은 저장중의 발아와 위축인데, 상업적으로 이용되고 있는 감자의 저장방법으로는 약제처리, 저온저장 방법 등이라고 할 수 있다[1]. 발아억제를 위한 약제처리방법으로는 수확 4~7주전 포장에서 maleic

hydrazide(MH-30 또는 40) 0.1~0.2%액을 처리하는 방법이 가장 많이 이용되었으나 처리시기가 우기와 일치하기 때문에 그 효과가 완전하지 못하다. 또한 감자 개체에 직접 처리하는 dormatone, belvitank, nonanol, 제초제 등이 있으나, 발아억제 효과가 큰 CIPC(chloroisopropyl n-3-phenylcarbamate)가 주로 사용되어 왔다[1]. 이상의 약제처리는 감자의 발아억제 효과는 어느정도 달성되나 조절, 관리가 까다롭고 부패의 증가 및 특히 인체에 유해한 약제성분의 잔류가 문제시되어 사용이 금지되는 추세이다[1].

또한 감자의 발아억제를 위한 강제휴면 유도방법으로써 저온에 저장하기도 하나 저온을 유지관리하기 위한 난점이 있고, 국내 저장고 용량으로 보아 큰 물량을 저장하기가 어려운 실정이다[2]. 또 저온저장된 감자는 potato chip 가공원료로 사용될시 저온저장 중 환원당 함량의 증가때문에 가공전에 고온처리를 하여 환원당을 감소시켜야 하는 작업상 문제가 있다. 동시에 급격히 발아되기 때문에 제품의 수율이 낮아지고 위축, 부패에 따른 품질의 저하를 초래하게 된다[3].

따라서 본 연구는 국내에서 생산되고 있는 감자의 장기 안전저장을 위한 기초연구로서 실제적인 여러 조건의 온·습도 하에서 저장감자의 생리적, 이화학적 품질변화를 측정함으로써 새로운 저장방법을 마련하기 위한 자료를 얻고자 하였다.

재료 및 방법

시 료

국내에서 재배되고 있는 도입품종 중 조숙 다수성이며 현재 널리 보급되어 있는 난지춘작용 남작(Irish cobbler, *Solanum tuberosum*)을 경남 창녕에서 6월에 구입하여 실온에서 약 3주간 curing 시킨 다음 선별하여 저장시료로 사용하였다.

포장 및 저장

후숙시킨 감자는 PVC box(60×45×45cm H)에 15~20kg씩 포장하여 네가지 조건의 저장고에 각

각 11개월간 저장하였다. 저장조건은 저온(LT, 2~4°C, 80% RH), 움(PT, 자연저온:3~15°C, 75~85% RH), 실온방열(RT, 7~17°C, 80~95% RH) 및 상온(AT, 2~25°C, 62~72% RH)등이었으며, 저장고 용량은 2.5m 높이의 4~6평 규모였다.

발아, 부패 및 증량변화 측정

각 저장고에 저장하면서 감자의 발아, 부패 및 증량변화를 저장후 2개월 간격으로 10회 반복 조사하여 백분율로 표시하였고, 발아는 싹의 길이가 1mm이상 자란 것으로 판정하였다.

화학적 성분 분석

발아식품의 품질에 관여하는 성분으로서 수분, 전당, 환원당 및 vitamin C를 2개월 간격으로 3회 반복 측정하여 평균값으로 나타내었다. 수분은 105°C 상압 건조법[4], 환원당은 Somogyi 변법[5], 전당은 25%-HCl로 가수분해한 후 Somogyi 변법[5]에 의하여 측정하였으며, vitamin C는 2,4-dinitrophenylhydrazine colorimetry[6]에 의하여 정량하였다.

결과 및 고찰

물리적 특성 변화

발아율 : 저장중 감자의 발아율은 Table 1과 같다. 저장 3개월후인 10월경부터 감자는 발아가 시작되어 방열(RT)과 상온(AT) 저장군에서는 약 70%가 발아하였고 저장 5개월 이후에는 모든 시료가 발아하였다. 또한 이 보다 저장온도가 낮은 움(PT)저장군에서는 저장 7개월경에 90% 이상의 발아율을 나타내었다. 그러나 저온(LT)저장군에서는 저장 3개월에 3.3%의 발아율을 보였고, 저장기간이 경과됨에 따라 발아율은 거의 증가되지 않아 저장말기인 이듬해 6월경에도 6.7%의 발아율을 보였다.

이상과 같이 감자의 발아현상은 저장온도에 따라 크게 영향을 받게되며 장기저장을 위해서는

발아억제 방법의 이용이나 저온저장이 요구된다 하겠다. 그러나 발아억제를 위해 사용되어온 약제 처리 방법은 사용이 점차 제한됨에 따라 감마선 조사방법이 국제적으로 실용화되고 있는 실정이다[7]. 조 등[8]은 방사선에 의한 감자의 발아억제 효과는 품종간에 차이는 있으나 수확후 15~30일 사이에는 약 0.12kGy, 45일 이후에는 0.15 kGy정도의 감마선 조사가 필요하다고 보고하였으며, 가급적 수확후 휴면기간 중에 처리하는 것이 적당하다고 밝힌바 있다.

부패율 : Table 2는 감자 저장중 부패율을 나타낸 것으로 저온저장군에서는 저장말기까지 전혀 부패되지 않았으나, 움저장군에서는 저장 3개월에 1%, 5개월에 3%, 7개월에 6.7%였으며, 대부분 시료가 발아된 이듬 해 4월까지의 부패율은 약

20%로 높게 나타났다. 한편 방열 및 상온저장군에서는 하절기의 비교적 높은 온도에서도 중량감소 및 위축현상은 심하였으나 부패율은 크지 않아 저장 9개월이 지나면서 10% 이상의 부패율을 나타내었다. 감자 저장중 부패현상은 수확 및 운반과정에서의 외상에 의해 주로 발생되며 특히 저장 온·습도의 영향이 크다고 하겠다[2].

Nair 등[9]이 밝힌 바에 의하면 감자저장시 저장온도 15°C에서는 4~11%, 20°C에서는 17~18%, 그리고 28~32°C에서는 55~61%의 부패율을 나타내었으며, 품종간에도 차이가 있었다고 한다. Thomas 등[10]은 감자를 15°C 이상에서 저장할 때는 *Erwinia sp.*에 의해 주로 부패되지만 10°C이하의 온도에서는 *Micrococcus sp.*에 의해 부패된다고 밝힌바 있다.

Table 1. Sprouting rate of potatoes during storage at different temperatures and relative humidities^a

Storage period (months)	Storage conditions ^b			
	LT	PT	RT	AT
0	0	0	0	0
3	3.3	29.2	72.6	69.4
5	6.7	63.0	100.0	100.0
7	6.7	92.5	— ^c	—
9	6.7	100.0	—	—
11	6.7	—	—	—

^a Sample was stored from the 15th of July.

^b LT : low temperature (2~4°C, 80% RH), PT : pit temperature (3~15°C, 75~85% RH), RT : room temperature (7~17°C, 80~95% RH), AT : ambient temperature (2~25°C, 62~72% RH).

^c Not determined due to spoilage of the sample.

Table 2. Rotting rate of potatoes during storage at different temperatures and relative humidities^a

Storage period (months)	Storage conditions ^b			
	LT	PT	RT	AT
0	0	0	0	0
3	0	1.0	0	0
5	0	3.0	0	3.3
7	0	6.7	0	3.3
9	0	20.1	10.0	10.0
11	0	100.0	12.6	13.3

^{a, b} Abbreviations are described in Table 1.

중량 : 저장 온·습도에 따른 감자의 중량변화는 Fig. 1에 나타내었다. 전반적으로 저장기간의 경과와 더불어 중량의 감소현상이 나타났으며, 이 같은 경향은 저장온도가 높고 상대습도의 변화가 큰 방열, 상온 및 움저장의 순으로 현저하게 나타났다. 그러나 저온저장의 경우에는 저장 10개월까지도 3% 미만의 낮은 중량감소율을 보였다. 저장 중 감자의 중량감소는 온도와 상대습도의 영향일 것으로 알려져 있으나[1,2], 일단 발아하게 되면 왕성한 생장에 따른 호흡소모의 영향도 매우 크므로 발아를 억제하고 적당한 온도와 상대습도만 유지하면 저장감자의 중량감소는 별 문제시되지 않을 것으로 본다. 이 같은 판단은 감자에 적정선량의 감마선을 조사하였을 경우 발아에 의한 감모현상은 방지될 수 있으므로 중량감소 억제효과를 거둘 수 있다고 생각된다[2,8].

화확성분 변화

수분 : 서로 다른 온도 및 상대습도하에 저장된 감자의 저장중 수분함량 변화는 Table 3에 나타내었다. 감자의 초기 수분함량은 77.12%였으며, 저장기간의 경과로 전반적으로 거의 변화됨이 없이 77~78% 수준을 유지하였다. 저장 9개월 경에는 저장 상대습도의 영향에 따른 1~2%의 감소 현상과 부패현상의 초기단계에 나타날 수 있는 연화현상 등이 수분함량의 부분적인 증가(약 1~2%)를 초래한 것으로 나타났다. 그러나 저장중 감자의 수분함량은 우[11]가 지정한 바대로 5°C 및

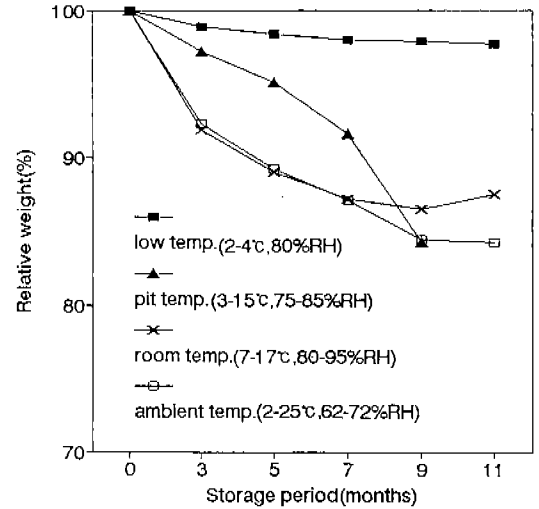


Fig. 1. Changes in fresh weight of potatoes during storage at different temperatures and relative humidities.

20°C의 온도에서 0.07mm polyethylene으로 포장하여 27주간 저장하였을 때도 유의적인 변화가 없었다는 보고와 유사한 경향으로써 일정수준의 상대습도만 유지된다면 거의 변화가 없다고 말할 수 있다.

전당 : 저장중 감자의 전당함량 변화는 Fig. 2와 같다. 저장초 신선물 함량으로 17.18%였던 전당함량은 모든 저장군에서 저장기간의 경과와 더불어 다소 감소하는 경향이였다. 이와 같은 경향은 저장 9개월 이후 방열, 상온 및 움저장에서 다소 현저하게 나타났으며, 저장초기 함량에 비해 약 4~10%의 감소를 보였다.

Table 3. Changes in moisture contents of potatoes during storage at different temperatures and relative humidities^a

Storage period (months)	Storage conditions ^b			
	LT	PT	RT	AT
0	77.12	77.12	77.12	77.12
3	77.62	77.39	76.41	77.39
5	77.84	77.90	77.01	77.42
7	77.40	78.56	78.63	78.81
9	76.53	75.53	78.63	78.27
11	78.60	—	—	—

^{a, b} Abbreviations are described in Table 1.

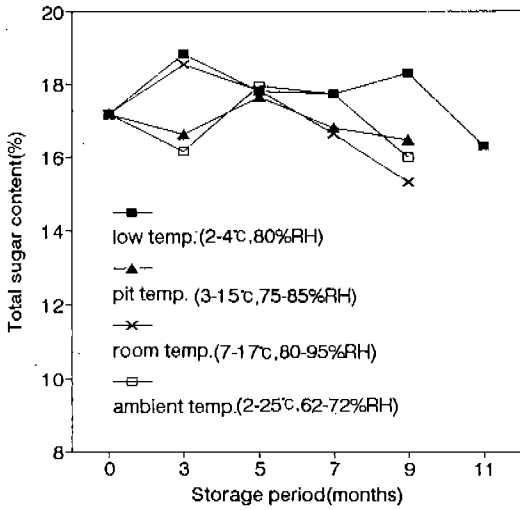


Fig. 2. Changes in total sugar content of potatoes during storage at different temperatures and relative humidities.

저온과 움저장군에서는 그 변화가 4.1~5.1% 수준이었으나 상온과 실온방열 저장군에서는 6.9~10.8%로 더 높게 나타났다. 이와 같은 전당함량의 감소는 저장 탄수화물이 생체의 성장 및 생리작용에 필요한 기질의 전구물질로 사용되었음을 보여주고 있으므로 가끔씩 낮은 온도에서 온도변

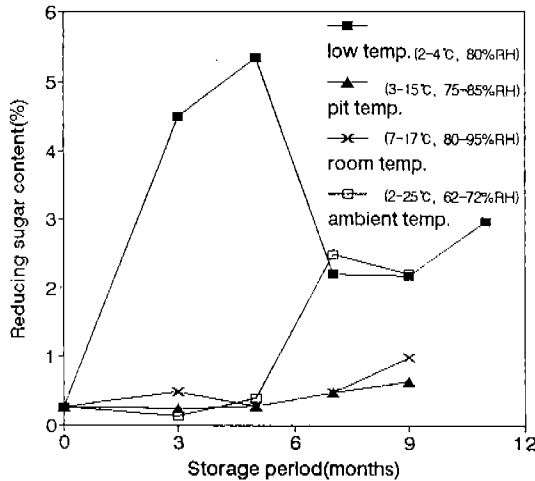


Fig. 3. Changes in reducing sugar content of potatoes during storage at different temperatures and relative humidities.

화가 작은 조건이 전당함량의 변화를 줄일 수 있다고 말할 수 있겠다[2].

환원당 : 저장감자의 환원당 함량변화는 Fig. 3과 같이 저장조건에 따라 서로 상이한 함량과 변화를 보여주고 있다. 저장초 신선물 함량으로 0.26%이던 환원당 함량은 저온저장군에서 크게 증가되어 저장 3~5개월경에는 4.5~5.3% 수준으로 축적되다가 저장말기까지도 2% 수준의 높은 함량을 나타내었다. 그러나 저장온도가 비교적 높은 온·습도 변화가 심한 나머지 저장군에서는 어느 정도의 변화폭은 있었으나 비교적 낮은 1% 미만 수준을 보여주었다. 그러나 상온저장의 경우 온도가 낮은 겨울철에는 저온저장과 유사하게 2% 이상의 높은 값을 보여주었다. 이와 같은 저장감자의 환원당 함량변화는 특히 감자의 호흡 및 발아 작용 등과 일정한 상관관계를 나타내면서 생체내 축적과 소모현상을 나타내는 것으로 추측할 수 있다[1, 11].

감자의 환원당 함량은 특히 potato chip 가공성과 관련하여 중요한 인자가 되고 있다[1,3]. 국내에서 단경기 potato chip 가공원료의 대부분은 가을감자에 의존하고 있지만 감자의 휴면기간이 1~3개월 정도로 짧기 때문에 대개 인공 저온저장(3~7°C)으로 발아를 억제하여 가공원료를 확보하고 있다. 그러나 저온저장중 환원당이 증가되므로 가공전에 고온처리를 행하여 환원당을 감소시켜야 하지만 이로 인해 급격한 발아가 진행되어 제품의 수율이 낮아지고 부패 등에 따른 품질의 저하를 초래하게 된다. 또한 냉동기 가동에 의한 저장비의 부가로 대량의 원료를 확보하기가 어려운 실정이다[2,3]. 따라서 저장감자의 효과적인 발아억제 방법으로서 0.15kGy 이하의 감마선을 조사하였을시 저온이 아닌 10~15°C내외에서의 저장이 가능하므로 potato chip 가공원료로 사용할 경우 환원당 함량의 적정수준을 유지하여 비효소적 갈변의 감소에 다른 우수한 선택의 제품생산이 가능하다고 보고된 바 있다[3].

Vitamin C : 감자저장 중 총 vitamin C 함량변화는 저장조건별로 Fig. 4에 나타내었다. 저장초 시료의 vitamin C 함량은 24.5mg%였으나 저장기

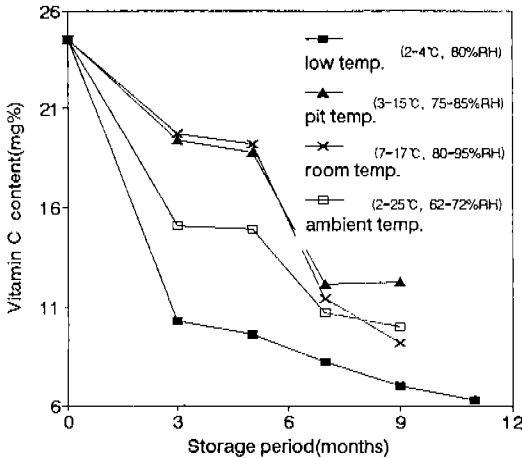


Fig. 4. Changes in vitamin C content of potatoes during storage at different temperatures and relative humidities.

간의 경과로 점차 감소되는 경향을 보였다. 그러나 감소추세는 저장 온·습도에 따라 상당한 차이를 나타내었다. 저온저장의 경우 저장 3개월에 약 58%, 저장 7개월에 약 66%, 저장 11개월에 약 74% 감소된 반면 상온저장의 경우는 저장 후 3개월에 약 38%, 저장 7개월경에는 50% 이상의 vitamin C가 감소되어 품질변화가 대단히 심함을 알 수 있었다. 이에 비해 움저장의 경우는 그 변화가 다소 완만하여 저장 5개월까지는 18.8mg% 수준을 유지하였으나 저장 9개월인 이듬 해 3월 경에는 약 50% 정도까지 vitamin C가 감소됨을 보여주었다.

과채류 저장중 vitamin의 변화는 시료의 종류, 저장조건 등에 영향을 받으며, 특히 vitamin C는 수확후 가장 감소되기 쉬운 vitamin으로 알려져 있다[12]. 이는 vitamin C가 식물체내에서 환원당과 생리적 전환이 가능하여 생체의 발아나 호흡작용이 진행됨에 따라 증감현상이 일어날 수 있음을 뒷받침해 주고 있다. 따라서 신선 과채류의 저장에 있어서는 발아나 호흡작용을 억제할 수 있는 조건이 주어진다면 vitamin C 함량변화를 최대한 줄일 수 있겠으나[13], 특히 감자의 경우에는 본 실험에서 나타난 바와 같이 저온저장시 환원당 함량의 증가와 더불어 vitamin C의 감소

현상이 현저하게 나타나 녹두나물의 생육과정에서 나타난 결과와 일치하였다[14]. 그러나 이에 대한 명확한 생리화학적 구명을 위해서는 보다 구체적인 연구가 요망된다.

요 약

감자의 실용적 저장방법 개발을 위한 연구의 일환으로 여러 온도 및 상대습도의 저장고에 남작 품종의 감자를 11개월간 저장하면서 발아, 부패, 중량 등 생리적 특성의 조사와 수분, 전당, 환원당, vitamin C 등 성분변화를 측정하여 저장조건에 따른 품질안정성을 평가하였다. 2~4°C, 상대습도 80%의 저온저장군(LT)은 저장 11개월까지의 저장이 가능하였으나 저장 3개월 이후부터 약 3.3~6.7%의 발아율과 환원당 증가현상이 문제점으로 지적되었다. 또 움저장(PT, 3~15°C, 75~85% RH), 방열저장(RT, 7~17°C, 80~95% RH) 및 상온저장(2~25°C, 62~72% RH)은 저장 후 3개월부터 30%이상의 발아율과 이에 따른 감모현상이 크게 나타나 실용적인 조건이 되지 못하였다. 따라서 이상의 결과를 감안하여 볼 때 우수한 품질의 감자를 장기 저장하기 위해서는 감마선 조사 등 발아억제 방법의 이용과 10~15°C, RH 80% 내외의 저장조건이 요구된다.

참 고 문 헌

1. 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.
2. 김정옥, 조한옥, 염광빈, 권중호 (1983) 방사선을 이용한 발아식물의 저장 실험연구. 비축농산물저장시험사업보고서, 농수산부 농수산물가격안정사업단, p. 75-110.
3. 변명우, 이철호, 조한옥, 권중호, 양호숙 (1982) 조사감자의 장기 저장후 potato chip 가공적성에 대하여. 한국식품과학회지, 14(4), 364-369.
4. Osborne, D. R. and Voogt, P. (1981) The

- Analysis of Nutrients in Foods, AP, London, p. 107-108.
5. 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.
 6. 일본식품공업학회 식품분석법편찬위원회 편 (1982) 식품분석법. 광림, 동경, p. 464-476.
 7. 권중호 (1994) 食品照射 - 국제적 동향과 산업화 전망. 식품공업 제127호, 42-51.
 8. 조한옥, 변명우, 권중호, 양호숙 (1982) 감자 수확후 방사선 조사시기 및 조사선량이 그 저장성에 미치는 영향. 11(4), 54-59.
 9. Nair, P. M. (1973) Radiation Preservation of Food (Proc. Symp., Bombay, 1972), IAFA, p. 83-92
 10. Thomas, P. Sriangarajan, A. N. and Padwal-Desal, S. R. (1978) Food Preservation by Irradiation, *IAEA-SM-221/25*, 1, 71-84.
 11. 이상규 (1983) 감자 저장 중에 일어나는 생리화학적 변화에 관한 연구. 한국영양식량학회지, 12(3), 297-304.
 12. 신두호, 배정설, 배국웅 (1982) 한국산 밤의 저장에 관한 연구. 한국영양식량학회지, 11(3), 41-46.
 13. 조한옥, 변명우, 권중호, 양호숙, 이철호 (1982) 방사선 조사와 자연저온에 의한 발아식품의 batch scale 저장에 관한 연구. 한국식품과학회지, 14(4), 355-363.
 14. 고무석, 박복희 (1981) 녹두나물의 생육과정 중 vitamin C 함량에 미치는 gibberellin의 효과. 한국영양식량학회지, 10(1), 117-122.