

경남산 사과 및 배의 저장온습도별 품질변화

신영희 · 조성환
경상대학교 식품공학과

Effect of Storage Temperature and Humidity on the Quality of Apples and Pears harvested in Gyeongnam, Korea

Young-Hee Shin and Sung-Hwan Cho

Department of Food Science and Technology, Gyeongsang National University, Chinju 660-701, Korea

Abstract

Apples and pears for investigating the optimal storage conditions were purchased from the farmhouse located in Hadong-Goon and Geochang-Goon, Gyeongnam just before the beginning of this experiment. Apples and pears were stored under 70%(storage temperature : 25°C), 80%(10°C) and 90%(5°C) of relative humidity, respectively and their qualities in microbial counts, decay ratio, surface color difference and chemical attributes were monitored during the storage period. Apples and pears stored under 90% of relative humidity showed the minimal change in weight loss, decrease ratio of ascorbic acid content, surface color difference and degrees contaminated by putrefactive microorganisms. As the results of this experiment, apples and pears stored under 90% of relative humidity showed the optimal storage conditions for maintaining their freshness.

Key words : optimal storage condition, decay ratio, surface color difference

서 론

사과와 배는 생리적인 특성상 수확후 저장 및 유통되는 동안에 호흡작용, 증산작용 등의 작용이 활발해질 뿐만 아니라, 곰팡이를 비롯한 식물변패미생물의 오염 및 성장으로 부패현상을 일으키고, 과일 자체의 경도가 저하되며, 수분, 비타민, 유기산, 당분, 색소함량 등이 떨어져서 외관, 맛 신선도 등의 감소로 제값을 받을 수가 없게 된다(1-3). 사과는 감, 감귤 등의 과일에 비하여 저장성이 우수한 편이나 빙결점 가까운 온도에 저장하

면 저온장해를 받기 쉬우며, 저장습도가 높으면 곰팡이류의 번식이 많아져 부패과가 많이 생긴다(4). 사과의 선도를 유지시키기 위해서 여러 가지 방법이 이용되고 있다. 특히, 저온장해를 최소화할 수 있는 저온상태에서의 최적 CA저장조건을 구명하는 연구들(5,6)이 진행되고 있으며, MA포장기술(7)이 개발되어 응용되고, 피막제에 의한 코팅처리법(8) 등이 사과의 저장방법으로 적용되고 있다. 아울러, 배의 저장조건을 구명하기 위한 CA저장방법(9,10)이 오랜 기간에 걸쳐 제시되고 있다. 이와 같은 연구결과를 토대로, 본 연구에서는 습도 조절 기능을 가지는 원격외선 방사체의 저장효과를 검토하기 위한 전단계 실험으로, 수확한 사과와 배의 최적 저장 조건을 설정하기 위하여 경남 지역에서 수확하고 있는 사과와 배를 여러 습도조건에서 저장하면서 품질 특성

Corresponding author : Sung-Hwan Cho, Department of Food Science and Technology, Gyeongsang National University, 900 Kajwa-Dong, Chinju, 600-701, Korea
E-mail : sunghcho@nongae.gsnu.ac.kr

의 변화를 조사할 수 있는 기초자료를 획득하였다.

재료 및 방법

재료

저장실험용 과실인 배(신고품종)는 2000년 10월, 경남 하동군 악양면 정서리 재배농가에서, 사과(후지품종)는 같은 시기에 경남 거창군 일대에서 수확된 것 중에서, 과피의 색이 고르고, 단단하며 크기(사과 : 240~280g, 배 : 500~540g)가 일정하고 상처가 없는 과일을 선별하여, 저장실험 당일 직접 구입해서 실험재료로 사용하였다.

저장

저장 실험용 과실은 구입 즉시, 골판지 상자(50cm x 35cm x 25cm)에 전체 체적의 2/3 정도 분량이 되도록 적재하여, 습도가 70%(저장온도 25℃), 80%(저장온도 10℃) 및 90%(저장온도 5℃)로 유지되고 있는 정온실(215Wx900Lx195H cm)에 보관하였으며, 저장기간중 경시적으로 채취하여 품질변화를 측정하였다.

품질변화측정

과실의 저장중, 저장습도별 과실의 품질변화는 전보의 방법(11,12)에 따라, 중량손실율, ascorbic acid 함량, 미생물의 총균수, 과실의 표면색도, 부패율 등을 측정하여 비교·검토하였다. 즉, 중량손실율 및 부패율은 저장중, 총중량에 대한 손실중량 및 부패정도의 비교치로 표시하고, ascorbic acid 함량은 AOAC법(13)으로 측정하였다. 총균수의 측정을 위해서는 시료 약 5g을 취하여 멸균수 100m로 마쇄한 후 순차적으로 희석하여 plate count agar 배지에 도말·접종시켜 25℃에서 72시간 배양하였다. 과실의 표면색도는 색차계(Minolta Model No. CR-300, Japan)를 사용하여 Hunter의 L, a, b값을 측정하였다. 모든 실험은 3반복 수행하여 평균값을 산출하였다.

결과 및 고찰

수확한 사과와 배를 습도가 70%(저장온도 25℃),

80%(저장온도 10℃) 및 90%(저장온도 5℃)로 유지되고 있는 정온실에 보관하면서 처리기간별로 채취하여 품질변화를 측정하였다. 저장습도별 사과와 배의 중량손실율은 각각 Table 1 및 Table 2에서 보는 바와 같이, 과일을 저장하고 있는 저장실의 상대습도가 낮아질수록 과일의 종류에 관계없이 모든 시험구에서 중량손실율이 높게 나타났다. 사과의 경우, 저장 90일 후, 저장습도가 90%, 80% 및 70%일 때 사과의 중량손실율이 각각 5.7%, 9.1% 및 19.6%로 나타나 저장습도가 70%인 경우, 저장습도가 90%인 시험구에 비하여 중량손실율이 3.4 배이상 높게 나타났다. 배의 경우도, 사과와 마찬가지로 저장습도가 낮을수록 중량손실율이 높게 나타나, 저장 70일 후부터 저장습도 70% 시험구에서는 배조직이 연화되고 변패도가 심화되어 품질열화현상이 최고도에 달하여 그 중량손실율이 54.1%에 해당하였다. 저장습도 70%(저장온도 25℃)조건에서 95일간 저장하는동안 수분 증발, 과채류의 호흡생리 및 오염미생물의 이상발효등에 의한 부분적인 중량손실현상이 계속되어 저장습도 80%시험구 18.5%, 저장습도 90%시험구 12.7%에 비하여 중량감소정도가 크게 나타났다.

Table 1. Changes in weight loss(%) of apples stored at different relative humidity

Relative humidity (Temperature)	Storage time (days)			
	0	30	60	90
90%(5℃)	0	2.05	3.80	5.73
80%(10℃)	0	2.83	5.86	9.05
70%(25℃)	0	6.12	11.54	19.62

Table 2. Changes in weight loss(%) of pears stored at different relative humidity

Relative humidity (Temperature)	Storage time (days)				
	0	30	50	70	95
90%(5℃)	0	4.70	7.65	10.73	12.68
80%(10℃)	0	6.58	11.05	15.36	18.47
70%(25℃)	0	14.98	25.14	40.07	54.11

저장습도별 사과와 배의 ascorbic acid 함량변화는 Table 3 및 Table 4에서 보는 바와 같다. 과실을 저장하는 저장실의 습도가 낮을수록 ascorbic acid 함량 감소가 크게 나타났다. 저장과실 모두 저장습도가 70%인 경우, ascorbic acid 함량이 크게 감소하여 사과와 배의 경우, 저장 90여일 후, 각각 18.0%와 36.0%의 감소율을 보여,

영양소의 파괴가 극심한 것으로 나타났다. 이에 반하여 저장습도 90% 또는 80%시험구인 경우, ascorbic acid 함량 감소율은 동일한 저장기간중 사과 5.7%, 배 4.0% 이내로 나타나, 영양소파괴를 최소화할 수 있는 저장조건으로 제시되었다.

Table 3. Changes in ascorbic acid content(mg%) of apples stored at relative humidity

Relative humidity (Temperature)	Storage time (days)			
	0	30	60	90
90%(5℃)	5.3	5.3	5.3	5.0
80%(10℃)	5.3	5.3	5.3	5.1
70%(25℃)	5.3	5.3	4.2	4.3

Table 4. Changes in ascorbic acid content(mg%) of pears stored at relative humidity

Relative humidity (Temperature)	Storage time (days)				
	0	30	50	70	95
90%(5℃)	5.0	5.0	4.8	4.8	4.8
80%(10℃)	5.0	5.0	5.0	5.0	4.8
70%(25℃)	5.0	5.0	4.0	3.0	3.2

저장습도별 사과와 배의 오염미생물 총균수를 측정한 결과는 Table 5 및 Table 6과 같다. 사과와 배 모두 저장습도가 낮을수록 오염미생물의 총균수가 높게 나타났다. 이는 저장습도가 80%인 경우 저장온도가 10℃, 저장습도가 90%인 경우 저장온도가 5℃, 저장습도가 70%인 경우 저장온도가 25℃로 자연조정되는 저장조건에 따라, 저장습도가 80%이상일수록 저장온도가 10℃이하로 낮아져 오염미생물의 생육이 억제되는 반면, 저장습도 70%시험구의 경우, 저장온도가 25℃부근이 되어 미생물의 생육이 활발한 결과로 생각된다. 따라서, 오염미생물에 의한 과실의 변패현상을 방지하기 위하여서도 저온저장의 필수성을 확인할 수 있었다.

Table 5. Changes in microbial colony count [log(cfu/g)] on apples stored at relative humidity

Relative humidity (Temperature)	Storage time (days)			
	0	30	60	90
90%(5℃)	0.3	0.50	1.32	1.36
80%(10℃)	0.3	1.50	1.56	1.87
70%(25℃)	0.3	1.05	2.80	3.56

Table 6. Changes in microbial colony count [log(cfu/g)] on pears stored at relative humidity

Relative humidity (Temperature)	Storage time (days)			
	0	30	50	70
90%(5℃)	0.5	0.73	0.90	1.40
80%(10℃)	0.5	0.88	0.90	1.89
70%(25℃)	0.5	0.98	2.29	2.66

저장습도별 과실의 표면색도 변화를 측정한 결과는 각각 Table 7 및 Table 8과 같다. 저장기간이 경과할수록 과실의 표면색도는 정도의 차이가 있을 뿐, 전체적으로 변화하여 저장초기와 다소 다른 색도를 보여, 변패과정을 추정할 수 있는 지표가 될 수 있었다. 저장습도별 저장 사과의 경우, 90일간의 저장기간 동안 사과의 표면색도는 저장습도가 낮을수록 L값이 증가하여 명도가 높게 퇴색됨을 알 수 있었고, 저장습도 70%시험구 사과는 저장기간이 길어질수록 적색도는 감소하고 황색도가 증가하였다. 반면에 저장습도 80% 및 90%시험구의 경우, a와 b 값의 변화는 크지 않아 저장중 표면색도의 변화를 최소화할 수 있었다. 저장습도별 저장 배의 경우, 90일간의 저장기간 동안 배의 표면색도는 저장기간이 길어질수록 L값이 감소하였으며, 저장습도가 낮을수록 L값이 감소하는 정도가 심화되어 명도가 낮게 변색됨을 알 수 있었고, 저장습도 70%시험구 배는 저장기간이 길어질수록 a값은 크게 증가하고 b값은 감소하여 배의 표면색도가 갈색화하는 정도가 증가하였다. 반면에 저장습도 80% 및 90%시험구의 경우, a와 b 값의 변화는 크지 않아 저장중 표면색도의 변화를 최소화할 수 있었다.

Table 7. Changes in surface color(Hunter system) of apples at different relative humidity

Relative humidity (Temperature)		Storage time (days)			
		0	30	60	90
90%(5℃)	L	56.58	57.84	57.66	57.60
	a	+29.43	+29.98	+31.94	+33.74
	b	+14.38	+14.84	+15.56	+15.59
80%(10℃)	L	56.58	59.48	60.98	59.19
	a	+29.43	+28.89	+28.51	+28.32
	b	+14.38	+16.97	+16.63	+16.82
70%(25℃)	L	56.58	59.01	59.23	64.97
	a	+29.43	+21.21	+20.22	+15.72
	b	+14.38	+18.35	+17.26	+21.98

Table 8. Changes in surface color(Hunter system) of pears at different relative humidity

Relative humidity (Temperature)		Storage time in days			
		0	30	60	90
90%(5℃)	L	63.15	63.33	60.44	59.83
	a	+4.50	+6.72	+7.78	+7.96
	b	+37.54	+36.91	+32.47	+33.72
80%(10℃)	L	63.15	62.81	60.97	59.36
	a	+4.50	+6.33	+7.16	+8.78
	b	+37.54	+36.93	+34.00	+34.59
70%(25℃)	L	63.15	61.05	55.15	50.82
	a	+4.50	+7.22	+12.34	+16.93
	b	+37.54	+34.07	+28.66	+24.50

사과와 배를 수확한 후, 저장습도가 90%(저장온도 5℃), 80%(저장온도 10℃), 70%(저장온도 25℃)로 유지되는 정온실에서 저장하면서, 과실표면에 곰팡이가 오염되거나 연부현상이 발생한 정도를 부패율로 환산한 결과는 각각 Fig. 1 및 Fig. 2와 같다. 즉, 사과의 경우, 저장 90일후, 저장습도가 90%, 80% 및 70%일 때 사과의 부패율은 5.9%, 8.2% 및 11.8%로 나타나 저장습도가 70%인 경우, 저장습도가 90%인 시험구에 비하여 부패율이 2.0배정도 높게 나타났다. 저장 120일째, 저장습도가 70%인 경우, 저장사과의 57.1%의 부패율을 보여, 저장습도 90%시험구의 7.1%에 비하여 8.0배이상 부패된 결과를 나타냈다. 배의 경우도, 사과와 마찬가지로 저장 습도가 낮을수록 부패율이 높게 나타나, 저장 21일 후부터 저장습도 70% 시험구에서는 배조직이 연화되고 변패도가 심화되어 품질열화현상이 최고도에 달하여 그 부패율이 42.3%에 해당하였다. 저장습도 70%조건에서 28일간 저장하는동안 과채류의 호흡생리 및 오염된 미생물의 이상발효등에 의한 연부현상이 계속되어 부패율이 80%를 상회함으로써 저장습도 90%시험구 52.8%에 비하여 부패정도가 크게 나타났다.

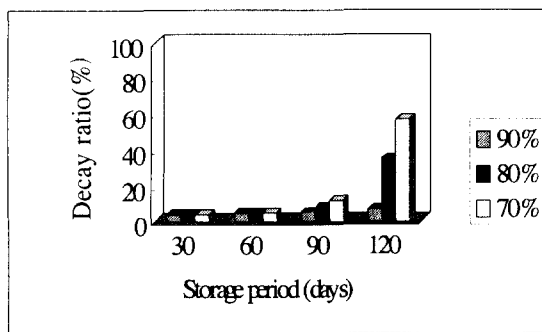


Fig. 1. Decay ratio(%) of apples stored at different relative humidity.

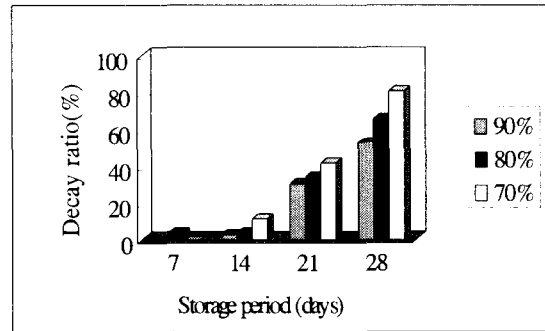


Fig. 2. Decay ratio(%) of pears stored at different relative humidity.

이상의 연구결과는 '쓰가루' 사과를 4℃(95% RH), 10℃(85% RH), 20℃(75% RH)의 항온실에서 각각 120일, 90일, 45일간 방치하면서 경시적으로 품질특성을 측정하였을 때, 4℃ 저장시 과피의 색차, 과육의 경도 등의 외관품질 변화가 크지 않았다는 박(14) 등의 연구 및 5℃에서 60일간 저장한 '신고' 배를 기능성 포장처리하여 품질변화를 측정한 박(15) 등의 연구와 유사한 결과를 보여 주었으며, 경남산 사과와 배를 저장할 때, 저장 습도 90%(저장온도 5℃)를 유지하는 조건에서 선도유지 기간을 최대한 연장할 수 있음을 확인할 수 있었다.

요 약

저장실험용 과실로 사과와 배를 경남 거창군 및 하동군 지역의 재배농가에서 저장실험 당일 직접 구입하여 사용하였다. 구입즉시, 습도가 70%(저장온도 25℃), 80%(저장온도 10℃) 및 90%(저장온도 5℃)로 유지되고 있는 정온실에 보관하면서 처리기간별로 채취하여 품질변화를 측정하였다. 실험결과, 저장습도 90%(저장온도 5℃)조건하에서 사과와 배를 저장할 경우, 중량손실율이 최소가 되었으며, ascorbic acid의 감소율을 크게 줄일 수 있었고, 오염미생물의 생육이 억제되어 과실의 변패현상을 방지할 수 있었으며, 저장중 표면색도의 변화를 최소화할 수 있어 소비자의 기호도를 만족시킬 수 있었다. 부패율 또한, 90%저장습도에 저장하였을 때, 변패곰팡이의 오염도 및 과실의 조직연화현상이 크게 억제되었다. 이상의 연구결과를 토대로 하여 볼 때, 과실을 저장할 때, 모든 처리시험구에서 저장습도 90%(저

장온도 5℃)를 유지하는 조건에서 선도유지기간을 최대한 연장할 수 있음을 확인할 수 있었다.

감사의 글

이 논문은 농림부에서 시행한 농림기술개발사업(2000년도 벤처형중소기업기술개발사업)의 연구결과중의 일부이며 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. Chung, Y.R., Benner, D.J., Steigerwalt, A.G., Kim, B.S., Kim, H.T. and Cho, K.Y. (1993) *Enterobacter pyrinus* sp. nov., an organism associated with brown leaf spot disease of pear trees. *Int. J. Sys. Bacteriol.*, **43**, 157-160
2. Eckert, J.W. and Ogawa, J.M. (1998) The chemical control of postharvest diseases : deciduous fruits, berries, vegetables, and root/tuber crops. *Annu. Rev. Phytopathol.*, **26**, 433-469
3. Wisniewski, M.E. and Wilson, C.L. (1992) Biological control postharvest disease of fruits and vegetables. *Hort. Science*, **27**, 94-98
4. 박무현 등 (1999) 농산물저장유통기술 핸드북. p.747-p.749 한국저장유통학회, 대구광역시, 송현종합문화사
5. Sharples, R. O. and Johnson, D. S. (1987) Influence of agronomic and climatic factors on the response of apple fruit to controlled atmosphere storage. *Hort. Science*, **22**, 763-766
6. 정현식, 최종욱 (1999) CA저장중 후지 사과의 내부 기체농도에 의한 저장조건의 적합성 판단. *한국식품과학회지*, **31(1)**, 1295-1299
7. Smith, S., Geeson, J. and Stow, J. (1987) Production of modified atmospheres in deciduous fruits by the use of film and coatings. *Hort. Science*, **22**, 772-776
8. 황용수, 김요안, 이재창 (1998) 수확후 키토산 및 왁스처리와 에틸렌제거가 쓰가루 사과의 저장중 품질에 미치는 영향. *한국원예학회지*, **39(5)**, 579-582
9. Mellenthin, W. M. (1977) CA requirements for Northwestern pears. *Mich. State Univ. Hort. Rpt.*, **9**, 13-16
10. Trecanni, C. P., and Boscarello, B. (1977) Results and prospects of conference pears in CA storage. *Acta Hort.*, **69**, 287-293
11. 안덕순, 황용일, 조성환, 이동선 (1998) 항균소재를 함유시킨 저밀도폴리에틸렌 필름에 의한 상추와 오이의 포장. *한국식품영양과학회지*, **27(4)**, 675-681
12. 정순경, 조성환 (2000) 식물성 항균소재를 이용한 침지 및 포장처리가 오이의 신도에 미치는 영향. *한국농산물저장유통학회지*, **7(1)**, 8-11
13. A.O.A.C. (1995) *Official Methods of Analysis*. 16th ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington D.C, p.45
14. 박형우, 박종대, 홍석인, 김동만 (2000) 저장온도에 따른 '쓰가루' 사과의 호흡 및 품질특성 변화. *한국농산물저장유통학회지*, **7(2)**, 133-138
15. 박형우, 김동만, 김상희, 박종대, 김기정 (1998) 기능성 고품질 산자로 포장한 '신고' 배의 신선도 유지 효과. *한국농산물저장유통학회지*, **5(4)**, 335-338

(접수 2001년 6월 2일)