

배(신고)의 CA저장을 위한 적정 환경가스 조성에 관하여

김 등 만·신 현 경*
한국과학기술원 *식품공학연구소
(1985년 8월 25일 접수)

On the Optimum Gas Composition for CA Storage of Shingo Pear

Dong-Man Kim and Hyun-Kyung Shin
Laboratory of Food Science and Technology, KAIST
(Received August 25, 1985)

Abstract

For investigation of the optimum gas composition for CA storage of Shingo pear, the pears were kept at 8 different O₂/CO₂ concentrations for 5 months and checked in some indices related in storability and sensory quality after storage and transfer to air at 20°C for 1 week. The pears kept in all the CA storage conditions in this experiment, especially in 3% O₂-3% CO₂, were lower in weight loss than the pears kept in cold room. Immediately after storage decay rates of the pears stored at CA storage conditions except 3% O₂-3% CO₂ and 3% O₂-4% CO₂ were more serious than that of the pears stored at cold room, and the rates of the pears, especially stored at cold room, were rapidly increased by exposure to 20°C after storage. The highest soluble solid content and firmness were shown in the pears stored at the CA storage condition of 3% O₂-3% CO₂, and the pears stored at the conditions of 3% O₂ and 4%~5% CO₂ had the highest acidity. In sensory evaluation the pears kept at the conditions of 3%O₂-3%, 4% and 5% CO₂ maintained a good quality after storage and after storage and transfer to air at 20°C for 1 week.

서 론

우리나라의 과실소비양상은 국민생활 수준의 향상과 더불어 그 소비량이 꾸준히 증가하고¹⁾ 품질도 점차 고급화 되어가는 추세에 있어 이에 부응하기 위해서는 새로운 과실저장방법의 개발 및 적용이 필요로 되고 있다.

이를 위해 외국에서는 많은 연구가 수행되었는데 대표적인 예가 Controlled Atmosphere (CA) 저장방법으로 현재 실용화 단계에 있다.²⁾ 이 저장방법의

장점으로는 과실의 호흡이 저장중 억제되고 이에 따라 노화가 지연되며, 환경가스중 탄산가스가 과실표면에 오염된 미생물에 직접적인 fungistatic 효과를 나타냄으로 미생물에 의한 부패 및 변질을 억제시킬 수 있어 품질을 장기간 양호하게 보존시킬 수 있는 것으로 알려져있다.^{2,3)}

이 저장방법에 관한 연구는 국내에서도 일부 수행되었는데 대부분이 비닐필름류를 이용한 과실저장에 관한 것⁴⁻⁶⁾으로서 감의 경우는 실용화되고 있는데 이는 넓은 의미의 CA저장이며 협의로는 CA저장이라기 보다는 Modified Atmosphere (MA)저장에 속하

며^{10,11)} 협의의 CA 저장에 관한 연구는 초보단계에 있다.¹²⁾

과실의 CA 저장에 관한 가장 근본적인 연구중의 하나는 과실품종에 따른 적정가스조성의 규명인데²⁾ 과실중 사과와 배의 경우 이에 관한 연구가^{3,10~11,13~15)} 광복할 만큼 진전되어 있다. 배의 경우도 CA 저장을 위한 적정가스조성에 관한 연구가 일부 수행되었는데 지금까지 연구된 배의 품종은 Anjou, Bosc,¹⁰⁾ Burtlett,^{10,15)} Kikusui¹⁵⁾ Packham's triumph, Winter neils, Williams^{16,17)}와 Passe Crassane¹⁸⁾ 등이 있을 따름이며 같은 품종이라 하더라도 연구자에 따라 적정가스조성도 상이하게 보고되어 있다.

본 연구는 우리나라에서 다량 생산되고 있는 배의 품종중 기호성은 높으나 저장성이 낮은 신고의 장기 저장을 위한 CA 저장시 기본자료가 되는 적정가스조성을 조사하기 위해 수행하였다.

재료 및 방법

시 료

본 저장실험에 사용된 배는 경기도 안성군에서 개화 165일 후인 10월 5일 수확한 신고 품종으로 미숙과 및 과숙과는 시료에서 제외시켰으며, 중간크기의 배를 시료로 사용하였다.

저장 전처리

정선한 배를 curing시키기 위해 5일간 과수원의 바람이 잘통하고 그늘진곳에 방치시켰고 품온을 떨어뜨리기 위해 $2 \pm 0.2^{\circ}\text{C}$ 로 유지되는 저온저장고에 3일간 보관한 후 CA 저장실험용으로 사용하였다.

CA 저장

CA 저장 실험용 용기로는 100 l 용 플라스틱 드럼을 용기의 덮개로는 5mm 두께의 투명 아크릴판을 이용하였고 vacuum grease로 용기의 기밀을 유지시켰다. 용기내에 배를 40kg씩 넣은 후 환경가스조성을 Lidster 등의 방법¹⁹⁾으로 조절하였는데 용기내의 가스 조성은 저장전기기간동안 2주간격으로 재조절하였다. 한편 CA 저장 실험에 적용된 용기내의 환경가스 조성은 Table 1 과 같이 8 가지였으며 CA 저장실험용 드럼은 $2 \pm 0.2^{\circ}\text{C}$, 상대습도 $90 \pm 2\%$ 의 저온저장고에 5개월간 방치하였는데 대조구로 무포장한 배를 플라스틱 상자에 15kg씩 담아 같은 저온저장고에 저장하였다.

Table 1. CA storage conditions adopted in this experiment for Shingo pears

2% O ₂ -2% and 3% CO ₂
3% O ₂ -2%, 3%, 4% and 5% CO ₂
4% O ₂ -2% and 3% CO ₂

중량감소, 부패율 및 성분분석

각 환경가스조성 조건에 따른 배의 저장성을 비교하고 저장 후 유통기간 동안의 품질변화를 조사하기 위해 배의 중량감소, 부패율, 가용성 고형물, 산도 및 경도를 5개월 저장한 직후 및 이 배의 일부를 $20 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$, 상대습도 $70 \pm 2\%$ 의 외기조건에 1주일간 방치 시킨 후 조사하였다. 산도는 AOAC 방법²⁰⁾에 준하였으며 경도는 Instron Texture 측정기를 이용하여 측정하였는데 측정조건은 Table 2와 같다.

Table 2. Conditions of Instron for measurement of firmness of Shingo pears

Instrument: Instron Universal Test Machine Model 1140, England.
Diameter of plunger: 8 mm
Cross head speed: 100 mm/min.
Chart speed: 100 mm/min.

관능검사

각 저장조건에서 5개월간 저장한 배와 이 배의 일부를 $20 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$, 상대습도 $70 \pm 2\%$ 인 외기에 방치 시킨 후 관능검사를 수행하였다. 관능검사를 위한 평가원은 12명으로 구성하였고 평가항목은 외관, 맛, texture, 다즙성과 총괄적인 품질등 5가지 내용으로 9점 만점의 hedonic scale을 사용하였으며(9점 : 매우 좋다. 1점 : 매우 나쁘다) Duncan's Multiple Range Test²¹⁾을 행하였다.

결과 및 고찰

중량감소율과 부패율

배를 CO₂ 농도와 O₂ 농도의 조성이 다른 밀폐용기 내에서 5개월간 CA 저장한 후와 이 배의 일부를 20°C 에 1주일간 방치하였을 때의 중량감소와 부패율은 Table 3 과 같다.

저온저장 조건으로만 저장한 대조구의 배는 5개월 저장 후 중량이 저장초기에 비하여 4.8% 감소되었으나 CA 저장구의 경우 이보다 낮은 1.1%~2.8%

Table 3. Weight losses and decay rates of Shingo pears stored at different CA storage conditions at 2°C for 5 months and then transferred to air at 20°C for 1 week

Item	Storage period	CA storage condition, O ₂ /CO ₂								
		Control	2/2	2/3	3/2	3/3	3/4	3/5	4/2	4/3
Weight loss (%)	After storage	4.8	2.6	1.9	2.8	1.1	1.4	2.2	2.4	2.1
	After storage plus 1 week at 20°C	7.2	4.3	3.6	3.9	2.5	2.3	3.5	4.0	3.8
Decay rate (%)	After storage	5.3	14.5	12.3	9.4	0	0	5.5	16.6	10.2
	After storage plus 1 week at 20°C	42.5	28.5	30.7	17.5	0	1.5	14.2	30.5	22.8

정도 감소하였다. CA 저장구간의 중량감소율을 비교하여보면 3% O₂-3% CO₂의 가스조성에서 저장한 배가 1.1%로 우수한 결과를 보였으며 다음으로는 O₂ 농도는 같고 CO₂ 농도가 1% 높은 시료들이었다.

각 저장 처리구의 배를 20°C에 방치시켰을 때 배의 중량이 급격히 감소하였는데 대조구의 경우 CA 저장구보다 그 현상이 뚜렷하였으며 CA 저장한 배에 있어서는 저장기간동안 중량감소율이 낮았던 구가 상온에 방치하였을 때도 그 감소율이 낮은 것으로 나타났다.

부패율은 대조구에서 5개월간 저장하였을 때 5.3%가 발생하였으며 CA 저장구에서는 가스조성이 3% O₂-3% CO₂인 구와 3% O₂-4% CO₂인 구에서 저장한 배는 모두 건진하였으나 그이외의 CA 저장구에서는 대조구와 비슷하거나 다소 많이 발생하였다. 특히 CA 저장구에서 발생한 부패과는 Core browning 및 internal breakdown 증상을 나타내었다. 한편 배를 1주일간 20°C에 방치하였을 때 부패과가 다량 발생하였는데 대조구의 경우 특히 심하였다.

이러한 현상은 저온 및 CA 저장한 감귤을 상온에 방치하였을 때 다량의 변질과 발생하였다고 보고

한 眞子正史¹¹⁾의 결과와 유사하였다. 그러나 가스조성이 3% O₂-3% CO₂인 CA 저장조건에서 저장하였던 배는 20°C에 1주일간 방치하였어도 부패과는 전혀 발생하지 않았는데 이는 CA 저장기간동안 배의 조직 내에 적절히 축적될 CO₂와 감소된 O₂의 농도가 CA 저장조건을 제거한 후에도 당분간 영향을 미치기 때문으로 사료된다.

한편 본 실험에 적용되었던 CA 저장조건중에서는 O₂ 농도가 같을 경우 CO₂ 농도가 증가할수록 배의 중량감소율과 부패율이 낮았으나 3% O₂-5% CO₂인 구는 예외였다.

가용성고형물, 산도 및 경도변화

Table 4는 배를 5개월간 각 CA 저장조건에서 저장한 후 및 20°C에 1주일간 방치하였을 때 배의 가용성 고형물, 산도 및 경도를 나타낸 것이다.

신고의 가용성 고형물은 저장초기에 12.3 Brix였으나 저장기간동안 호흡기질 등으로 소모되어 저장 5개월 후에는 대조구의 배가 9.8 Brix로 감소되었고 CA 저장구의 배 역시 감소하여 11.7~11.9 Brix로 되었으나 대조구에 비하여서는 높은 수준을 보였는

Table 4. Soluble solid contents, titratable acidities and firmnesses of Shingo pears stored at different CA storage conditions at 2°C for 5 months and than transferred to air at 20°C for 1 week

Item	Storage period	CA storage condition, O ₂ /CO ₂								
		Control	2/2	2/3	3/2	3/3	3/4	3/5	4/2	4/3
Soluble solide (brix)	After storage	9.8	10.2	11.3	11.1	11.7	11.4	10.9	11.2	11.3
	After storage plus 1 week at 20°C	88.3	8.9	11.1	10.8	11.4	11.2	10.6	10.6	10.8
Titratable acidity (mg%, malic)	After storage	483	476	586	632	689	704	724	511	615
	After storage plus 1 week at 20°C	314	352	472	508	636	667	631	439	531
Frimness (kg. force)	After storage	7.8	8.3	8.6	8.4	9.9	9.6	8.6	7.9	8.5
	After storage plus 1 week at 20°C	5.6	6.4	6.7	6.1	8.4	8.3	6.9	6.3	6.6

데 가스조성에 따라 약간의 차이가 있었다. 20°C에 방치시 가용성고형물의 함량은 급격히 감소하여 대조구의 경우 8.3 Brix로 되었는데 이는 저장온도가 급격히 변화됨에 따라 호흡 및 대사활동이 왕성하게 이루어졌기 때문으로 사료된다. CA 저장한 배를 상온에 방치하였을 때 가용성고형물의 함량변화는 대조구의 경우보다 적었는데 저장기간중 O₂의 농도를 3% 이하로 유지시켰던 CA 저장구의 배는 20°C에 1주일 방치시 0.2~0.3 Brix가 감소된 반면 O₂농도가 4% 이상이었던 區의 배는 이보다 높은 0.5~0.6 Brix가 감소되었다.

5개월 저장후 및 20°C에서 1주일간 방치한 신고의 산도는 가용성 고형물 함량과 유사한 경향을 보였는데 대조구의 경우 5개월간 저장한 후 483 mg%로 저장 직후의 산도인 896 mg%의 46%가 감소되었다. CA 저장구에 있어서는 가스조성에 따라 다양하게 나타났는데 3% O₂-5% CO₂의 경우 5개월 저장후 저장초기의 산도에 비해 19%만이 감소되었고 3% O₂-3% CO₂구는 23%만이 감소되어 높은 산도가 유지되었으나 2% O₂-2% CO₂구의 경우는 대조구보다도 낮았다. 저장후 20°C에 방치하였던 배의 산도를 저장직후와 비교하여보면 대조구가 가장 많이 감소하였고 저장직후 대조구의 산도보다 낮았던 2% O₂-2% CO₂구의 경우 대조구보다 높게 유지되었다.

저장초기 배의 경도는 11.6kg·force였는데 5개월

저장후에는 대조구의 배가 7.8kg·force로 저장실험구중에서 가장 낮은 수치를 보였고 CA저장구 중에서는 4% O₂-2% CO₂구의 경도가 다른 구에 비하여 낮은 반면 3% O₂-3% CO₂구와 3% O₂-4% O₂구에서 높은 경향을 보였다. 한편 20°C에서 1주일간 방치시 3% O₂-3% CO₂구 및 3% O₂-4% CO₂의 배를 제외한 나머지 CA 저장구의 경도는 7kg·force이하로 나타났다. CA 저장구에서 저장한 배의 경도가 대조구의 경우보다 높았던 원인중의 하나는 배의 조직을 구성하고 있는 펙틴류 및 섬유소등을 분해하는 자가 효소들의 활성이 CA 저장처리에 의하여 낮아졌기 때문으로 사료된다.²²⁾

관능검사

저장조건에 따른 배의 품질을 비교하기 위해 각 저장조건에서 5개월간 저장한 배와 저장후 20°C에서 1주일간 방치시킨 배의 관능검사를 수행하였던 바 그 결과를 Table 5에 나타내었다.

저장직후 배의 외관은 3% O₂-4% CO₂의 배가, 맛은 3% O₂-5% CO₂구의 배와 4% O₂-3% CO₂구의 배가 우수한 것으로 나타났으나 이보다 점수가 약간 낮은 3% O₂-3% CO₂구의 배와 3% O₂-4% CO₂구의 배의 맛과는 유의차가 없는 것으로 나타났다.

다즙성의 경우 다른 조사항목보다 높은 기호성을 나타냈는데 특히 3% O₂-3% CO₂구의 배가 우수한 것

Table 5. Sensory evaluations of Shingo pears stored at different CA storage conditions 2°C for 5 months and then transferred to air at 20°C for 1 week

Item	Storage period	CA storage condition, O ₂ /CO ₂								
		Control	2/2	2/3	3/2	3/3	3/4	3/5	4/2	4/3
Appearance	After storage	5.8 ^d	6.6 ^c	6.6 ^c	7.0 ^{bc}	7.5 ^b	8.2 ^a	6.8 ^c	6.5 ^c	7.1 ^{bc}
	After storage plus 1 week at 20°C	4.5 ^d	6.0 ^{bc}	5.8 ^c	6.1 ^{bc}	6.8 ^{ab}	7.1 ^a	6.5 ^{abc}	6.2 ^{bc}	6.3 ^{bc}
Taste	After storage	5.4 ^c	6.2 ^b	5.5 ^c	6.7 ^{ab}	6.9 ^b	6.9 ^a	7.0 ^a	6.3 ^b	7.0 ^a
	After storage plus 1 week at 20°C	4.1 ^b	4.5 ^b	4.8 ^b	6.0 ^a	6.5 ^a	6.6 ^a	6.6 ^a	6.1 ^a	6.0 ^a
Texture	After storage	5.3 ^c	6.6 ^b	5.7 ^c	6.9 ^{ab}	7.1 ^{ab}	7.3 ^a	7.0 ^{ab}	6.7 ^b	7.0 ^{ab}
	After storage plus 1 week at 20°C	3.8 ^c	4.6 ^b	4.9 ^b	6.2 ^a	6.3 ^a	6.5 ^a	6.2 ^a	5.2 ^b	5.3 ^b
Juiciness	After storage	6.7 ^b	7.1 ^{ab}	7.1 ^{ab}	7.7 ^{ab}	7.8 ^a	7.4 ^{ab}	7.6 ^{ab}	7.2 ^{ab}	7.4 ^{ab}
	After storage plus 1 week at 20°C	5.4 ^c	5.9 ^{bc}	6.1 ^{abc}	6.4 ^{abc}	7.0 ^a	7.0 ^a	6.8 ^{ab}	6.6 ^{ab}	6.8 ^{ab}
Over-all state	After storage	5.6 ^b	6.8 ^a	5.3 ^b	6.8 ^a	7.2 ^a	7.4 ^a	7.3 ^a	6.7 ^a	7.1 ^a
	After storage plus 1 week at 20°C	4.3 ^c	5.4 ^b	4.5 ^b	6.1 ^{ab}	6.9 ^a	6.7 ^a	6.3 ^a	5.9 ^{ab}	6.1 ^{ab}

* Mean within each row followed by the same letter not significantly different(P>0.05)

으로 나타났다.

총괄적인 배의 품질은 3% O₂-4% CO₂구, 3%O₂-3% CO₂구 및 3% O₂-5% CO₂구의 순으로 우수하였는데 이들 사이에는 유의차가 없었다. 한편 저장 후 20°C에 1주일 방치시켰을 때 대조구와 2% O₂-3% CO₂구의 배는 상품적 가치가 없는 것으로 조사되었으며 저장기간동안 품질이 우수하게 보존되었던 배가 20°C에 1주일간 방치하였어도 다른 구에 비하여 우수한 것으로 나타났다.

요 약

배의 품종중 저장성이 비교적 낮은 신고의 CA 저장을 위한 적정환경가스조성에 관한 연구로 배를 O₂/CO₂의 조성비가 다른 8종의 CA 저장 실험구에 5개월간 저장하였을 때 및 이 배를 1주일간 20°C에 방치하였을 때 저장성 및 품질을 조사하였다. CA 저장한 배의 중량감소율은 대조구보다 낮았는데 특히 3% O₂-3% CO₂의 CA 저장구에서 우수한 결과를 보였다. 부패율은 저장직후 3% O₂-3% CO₂구 및 3% O₂-4% CO₂구를 제외한 CA 저장구는 대조구와 비슷하거나 높았으나 20°C에 1주일간 방치시 대조구에서 가장 심하였다. 가용성 고형물의 함량 및 경도는 3% O₂-3% CO₂구의 배가, 산도는 3% O₂-4% CO₂구 및 3% O₂-5% CO₂구의 배가 높게 유지되었다.

관능검사에 의한 배의 품질은 3% O₂-3%, 4%, 5% CO₂인 가스조성에 저장하였던 배가 우수한 것으로 나타났다.

인 용 문 헌

1. 식품수급표 : 농촌경제연구원(1983)
2. Ciba, H. and Fujimaki, M. : In "Food Science and Technology", Elsevier Pub. Co. (1982)
3. Fantastico, B. : In "Postharvest Physiology Handling and Utilization of Tropical and Subtropical Fruits and Vegetables", AVI Pub. Co., Inc.,

- Westport, Conn. (1975)
4. 손영구·윤인화 : 농촌진흥청 농공이용연구소 시험보고서, 701 (1977)
5. 손영구·윤인화 : 농촌진흥청 농공이용연구소 시험보고서, 722 (1980)
6. 손영구·윤인화 : 농촌진흥청 농공이용연구소 시험보고서, 705 (1981)
7. 민병용·오상룡 : 한국식품과학회지, 7(3), 128 (1978)
8. 손태화·최종욱·조태광·석호문·성중환·서은수·하영선·강주희 : 한국식품과학회지, 10(1), 73 (1978)
9. 손태화·최종욱·조태광·석호문·김성달·서은수·하영선·강주희 : 한국식품과학회지, 10(1), 78 (1978)
10. 眞子正史 : 日本食品工業 5下, 49 (1972)
11. Brecht, P. E. : *Fod Technol.*, 45 (1980)
12. 이영춘 : 한국식품과학회지, 13(1), 25 (1981)
13. 工藤亞義 : 日本食品工業學會誌, 27, 747 (1982)
14. Kader, A. A. : *Food Technol.*, 51 (1980)
15. Hagnum, S. : *J. A. R. Q.*, 6(3), 175 (1972)
16. Padifield, C. A. S. : *Newzealand J. Agric. Res.* 5, 485 (1971)
17. Gherghi, A : In "La Conservation des Fruits en Atmosphere Controlee", Ceres Pub. Co., Bucarest (1978)
18. Thornton, N. C. : *Contrib. Boyce Thomson Inst.*, 5, 371 (1933)
19. Lidster, P. D., Lightfoot, H. L. and McRae, K. B. : *J. Food Sci.*, 49, 400(1983)
20. AOAC : Method of Analysis, 13 ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington D. C. (1980)
21. Duncan, D. B. : In "Multiple Range and Multiple Tests", Biometrics, Vol. II (1955)
22. Berard, L. S. : *Hortscience*, 17(4), 660 (1982)