

# 고농도 탄산가스 처리가 저장중 딸기의 품질에 미치는 영향

文廣德, 金鍾國, 孫泰華

慶北大學校 農科大學 食品工學科

The Effect of CO<sub>2</sub> Pretreatment on Quality of Strawberry during Storage

Moon, Kwang Deog · Kim, Jong Kuk · Sohn, Tae Hwa

Dept. of Food Sci. & Tech., Coll. of Agric., Kyungpook Natl. Univ.

## Summary

This experiment was conducted to investigate the effect of CO<sub>2</sub> treatment on quality of strawberry during storage. Gas composition in polyethylene(P.E.) film bag during storage was changed markedly at early stage of storage and then kept at the level of 8-9% CO<sub>2</sub> and 1-2% O<sub>2</sub>. Weight loss and decay were restricted by CO<sub>2</sub> pretreatment and P.E. film packaging. Titratable acidity, PH and soluble solids were not changed greatly during storage. Firmness of flesh was increased by CO<sub>2</sub> treatment till 14 days of storage and decrease of a value reduced by CO<sub>2</sub> treatment and P.E.film packaging, too. Ascorbic acid contents were more high in not packed samples than packed untill 14 days of storage but after that those were more high in P. E.film packed and CO<sub>2</sub> treated samples.

## 서 론

딸기(*Fragaria glandiflora* Ehr.)는 호흡이나 증산작용이 심하고 과육이 연약하여 다른 청과물에 비해 취급이나 저장이 매우 어려운 과실이다. 이러한 딸기의 저장법으로는 저온저장<sup>17)</sup>, CA(controlled atmosphere)저장,<sup>5, 7, 11, 15, 23)</sup> 감압저장,<sup>1, 9)</sup> 방사선조사에 의한 저장<sup>6, 21)</sup> 및 화학약제 처리에 의한 저장법<sup>3, 10, 18)</sup> 등이 있으며 그중 CA저장은 딸기의 신선도유지에 특히 효과가 있는 것으로 알려져 일부 실용화되고 있으나 저장고내 기체 조성의 조절이 어려운 뿐만 아니라 기밀성이 좋은 저장고가 필요하기 때문에 널리 이용되고 있지는 않다.

한편 탄산가스 처리에 의한 과실의 저장 효과는 딸기<sup>19)</sup>, 배,<sup>22)</sup> 사과,<sup>14)</sup> 키위<sup>2)</sup> 등 몇몇 과실에서 보고되고 있으며 특히 고농도 탄산가스 단기간 처리방법은 탄산가스를 단기간

간 과실에 처리하여 충격을 줄으로써 품질 보존 기간을 연장하는 효과가 있으며 이는 CA저장과는 달리 처리기간이 짧고 저장고내 기체조성의 조절이 간단하며 기밀성 또한 엄격히 요구되지 않으므로 실용적인 방법으로 인정되고 있다.

따라서 본 연구는 고농도 탄산가스 처리가 저장중 딸기의 품질에 미치는 영향을 조사하고자 탄산가스를 처리한 딸기를 CA저장 효과를 얻을 수 있는 폴리에틸렌 필름에 포장저장하면서 기체조성, 중량감소율과 부패율, 과육의 경도와 색도등의 변화를 조사하였기에 이에 보고하고자 한다.

## 재료 및 방법

### 1. 공시 재료

본 실험에 사용한 딸기는 대구시 수성구 연호동 소재 농원에서 노지재배된 품종 寶交早生을 원숙기에 수확하여 3±1℃로 유지

되는 저온저장고에 하루동안 방치시킨 후 외관이 건전한 증과를 선별하여 공시재료로 하였다.

## 실험방법

### 1. 실험구분 및 저장방법

재료를 통기가 잘되는 플라스틱용기에 약 250g씩 담아 두께 0.06mm의 폴리에틸렌 필름 포장구와 무포장구로 나누었으며 고농도 탄산가스 단기간 처리는 약 10ℓ의 데시케이터내에 딸기를 넣고 탄산가스를 주입하여 완전히 치환시키고 6시간 유지시켰다. 저장중 저장고내의 온도는  $3 \pm 1^\circ\text{C}$ 로 조절하였고 상대습도는 75-85%를 유지하였다.

### 2. 포장내 기체조성의 분석

폴리에틸렌 필름 포장내의 기체조성은 Scholander micro gas analyzer로써 측정하였다.<sup>15)</sup>

### 3. 중량감소율 및 부패율

중량감소율은 저장전의 중량에 대한 감량을 백분율로 나타내었으며 부패율은 저장전의 중량에 대한 부패과의 중량을 백분율로 나타내었다.

### 4. pH, 적정산도 및 당도

시료 일정량을 Waring blender로 마쇄하여 원심분리(6,000g×10min.)한 후 그 상등액을 취하여 pH, 적정산도 및 당도를 측정하였다. 당도는 굴절당도계로 측정하였으며 적정산도는 상등액 10ml를 희석하고 0.1N-NaOH로 적정하여 구연산으로 환산하여 나타내었다.<sup>13)</sup>

### 5. 과피의 과육의 경도

각 시료는 임의로 20개씩 취하여 과실경도측정기(Model KM-5, Japan)로 측정한 후 저장초기의 경도값에 대한 백분율로 나타내었다.

### 6. 과피의 색도

딸기과피를 stainless steel칼로 얇게 도려

내어 slide glass에 피고 Minolta chromameter(Model CR200, Japan)을 이용하여 적색도를 나타내는 a값을 측정하였다.

## 7. Ascorbic acid의 정량

시료일정량을 5% 메타인산용액과 함께 마쇄한 후 같은 용액으로 정용하고 원심분리(6,000g×10min.)하여 얻은 상등액을 2,4-dinitrophenyl hydrazine 개량법<sup>4)</sup>으로 분석하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 포장내 기체조성의 변화

딸기의 저장중 폴리에틸렌 필름내의 탄산가스 및 산소 농도의 변화를 조사한 결과는 그림1과 같다.

산소의 농도는 탄산가스처리구 및 무처리구 공히 저장7일까지는 급격히 감소하다가 그이후 완만한 감소를 나타내어 저장 21일 이후에는 1~2% 정도를 유지하였다. 한편 탄산가스농도는 산소와는 반대로 저장7일까지 급격히 증가한 후 완만히 증가하여 저장14일 이후에는 8~9% 정도는 유지하였다. 저장초기에는 탄산가스 처리구에서 CO<sub>2</sub>농도가 높게 나타났으며 이는 탄산가스가 딸기에 잔존하였기 때문으로 생각된다.

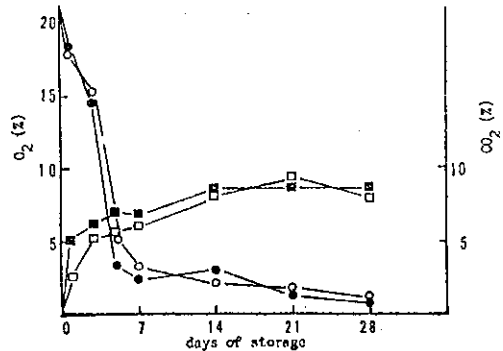


Fig. 1. Changes of CO<sub>2</sub> and O<sub>2</sub> concentration in bag during P.E.film storage.

Symbols are ○—○:O<sub>2</sub>, 0.06mm P.E.(untreated), ●—●:O<sub>2</sub>, 0.06mm P.E.(CO<sub>2</sub> treated), □—□:CO<sub>2</sub>, 0.06 P.E.(untreated), ■—■:CO<sub>2</sub>, 0.06mm P.E.(CO<sub>2</sub> treated)

## 2. 중량감소율의 변화

저장중 딸기의 중량감소율을 조사한 결과는 그림2와 같다.

무포장구는 급격히 중량이 감소하여 저장 28일때에는 약 12% 정도의 감소율을 나타내었고 표면의 위조현상도 관찰되었다.

이는 청과물의 저장중 중량감소율이 5% 이상이 되면 상품성을 상실한다는 보고<sup>24)</sup>에 비추어 볼 때 저장14일 이후에는 이미 상품성을 상실하는 것으로 보인다. 반면 폴리에틸렌 필름 포장구는 저장 28일까지 약 2% 정도의 중량감소율을 보였는데 이는 필름포장에 의한 호흡 및 증산작용이 억제되었기 때문으로 생각된다.

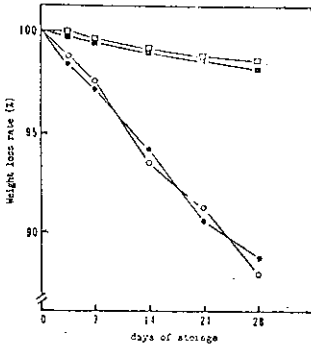


Fig.2. Changes in weight loss rate of strawberries during storage

Symbols are ○—○:non-pack(control), □—□:0.06mm P.E.(untreated), ●—●:non-pack(CO<sub>2</sub> treated), ■—■:0.06mm P.E.(CO<sub>2</sub> treated)

## 3. 부패율의 변화

저장중 딸기의 부패율의 변화를 조사한 결과는 그림3과 같다.

무처리 무포장의 경우에는 저장초기부터 부패율이 급격히 증가하여 14일에는 50% 정도의 부패율을 나타내었으나 CO<sub>2</sub>처리구 및 포장구에서는 저장 14일까지 10% 이내의 부패율을 보여 포장 및 CO<sub>2</sub>처리에 의한 품질유지 효과가 인정되었다. 따라서 고농도 탄산가스 처리는 딸기의 저장중 주요부패원 인균으로 알려져 있는 Rhizopus, Botrytis<sup>8, 19)</sup> 등의 발생억제에 효과가 있는 것으로 여겨졌다.

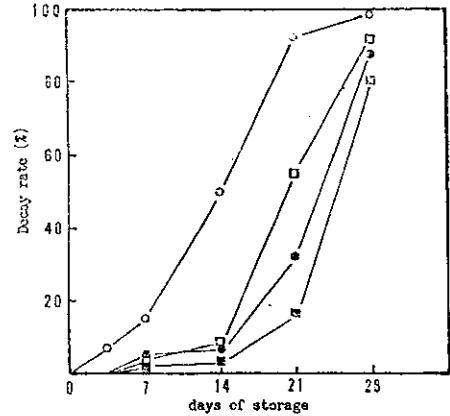


Fig.3. Changes in decay rate of strawberries during storage. The symbols are same as in Fig.2.

## 4. pH, 적정산도 및 당도의 변화

저장중 딸기의 pH, 적정산도 및 당도의 변화를 측정된 결과는 표1과 같다. pH는 저장중 전반적으로 증가하는 경향이 있었으나 적정산도 및 당도는 다소 감소하는 경향이 있었으며 포장 및 CO<sub>2</sub>처리에 의해 이들의 변화가 다소 억제되었다.

## 5. 과육경도의 변화

저장중 딸기과육의 경도변화를 측정된 결과는 그림4와 같다.

무처리구는 저장초기에 급격히 감소하였으나 포장구는 비교적 완만하게 감소하여 포장효과가 인정되었으며 탄산가스처리구는 포장구 및 무포장구 공히 저장14일까지는 오히려 경도가 증가하였다가 그 이후에 감소하였으며 포장구가 무포장구에 비해 전반적으로 높은 경도를 유지하였다. 이러한 저장중 탄산가스처리에 의한 과육강화현상은 사과,<sup>14)</sup> 키위<sup>25)</sup> 등의 과실에서 보고되고 있으나 이들 과실보다 과육강화효과가 크게 나타났으며 이는 딸기의 과육이 다른 청과물보다 매우 연약하여 탄산가스처리에 의한 효과를 받기 쉬우려 여겨지며 이러한 과육강화현상은 딸기의 품질열화억제와 관련이 있을 것으로 생각된다.<sup>18)</sup>

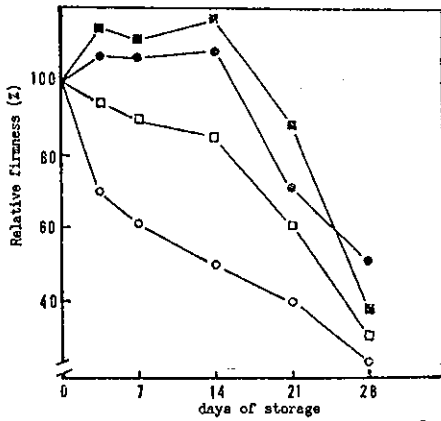


Fig. 4. Changes in firmness of strawberries during storage. The symbols are same as in Fig. 2.

## 6. 과피색도의 변화

저장중 딸기과피의 색도를 측정 한 결과는 그림5와 같다.

저장중 적색도를 나타내는 a값은 전반적으로 감소하는 경향을 나타내었으나 탄산가스처리 및 필름포장에 의해 그 감소가 다소 억제되었다. 이러한 결과는 포장내 탄산가스농도의 증가 및 산소농도의 감소로 인한 anthocyanin 안정성증대<sup>12)</sup> 및 갈변이 억제되었기 때문으로 여겨진다.

Table 1. Changes in pH, titratable acidity and soluble solids in strawberries during storage

Items	Storage condition		Storage Period(days)					
	Pretreatment	Packaging method	initial	3	7	14	21	28
pH	—	control	3.5	3.8	3.9	4.1	3.9	3.8
	—	0.06 PE	"	3.7	3.8	3.9	4.0	4.1
	CO <sub>2</sub> * treated	Non-pack 0.06 PE	"	3.8	3.9	4.0	3.9	3.8
Titratable acidity (%)	—	control	1.1	0.9	0.9	0.8	0.8	0.8
	—	0.06 PE	"	0.9	0.9	0.9	0.8	0.8
	CO <sub>2</sub> * treated	Non-Pack 0.06 PE	"	0.9	0.9	0.8	0.9	0.8
Soluble solids (°Brix)	—	control	8.5	8.0	7.6	6.7	6.5	6.1
	—	0.06 PE	"	8.1	7.8	7.6	7.3	6.7
	CO <sub>2</sub> * treated	Non-pack 0.06 PE	"	8.1	7.7	6.8	6.3	6.0
			"	8.3	7.9	7.4	7.2	6.4

\* CO<sub>2</sub> treatment was performed in 100% CO<sub>2</sub> container for 6hr. at 3±1°C

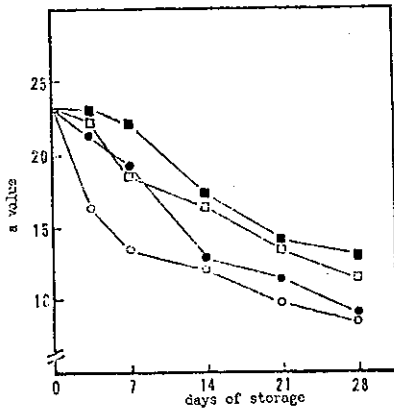


Fig. 5. Changes in a value of strawberries during storage. The symbols are same as in Fig. 2.

## 7. Ascorbic acid의 변화

저장중 딸기의 ascorbic acid의 함량변화를 측정 한 결과는 그림6과 같다.

저장초기의 ascorbic acid 함량은 77.5mg%였으며 저장중 감소하는 경향이였다. 무포장구는 저장14일까지는 포장구보다 다소 높게 나타났으나 그이후의 감소가 급격하여 저장 딸기에는 포장구에서의 함량이 높게 나타났다. 이러한 딸기의 저장중 ascorbic acid의 함량변화경향은 김등<sup>13)</sup>의 연구결과와 유사하였다.

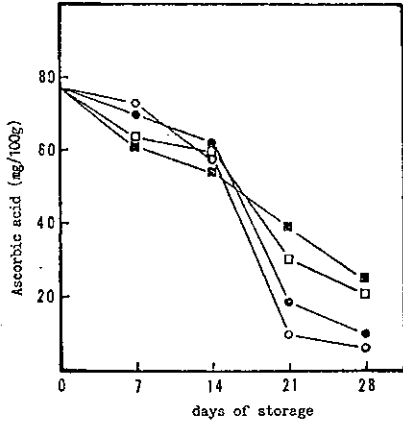


Fig.6. Changes in ascorbic acid of strawberries during storage. The symbols are same as in Fig.2.

### 적 요

고농도의 탄산가스를 단기간 처리한 딸기를 0.06mm 폴리에틸렌 필름으로 포장저장하는 동안 포장내부의 기체조성, 중량감소를

및 부패율, 과육의 경도 및 과피의 색도등의 변화를 측정된 결과를 요약하면 다음과 같다.

저장중 포장내부의 기체조성은 저장초기에 급격히 변화하다가 저장14일 이후에는 산소농도 1~2%, 탄산가스농도 8~9%를 유지하였다. 무포장구의 중량감소율은 저장말기까지 12% 정도였으나 포장구는 약 2% 정도의 중량감소율을 보였으며 탄산가스처리에 의해 부패율의 증가가 크게 억제되었다. pH는 다소 증가한 반면 적정산도는 약간 감소하였으며 당도는 탄산가스처리 및 포장에 의해 감소가 비교적 작게 나타났다. 과육의 경도는 탄산가스 처리에 의하여 저장14일까지 크게 증가되었으며 과피의 a값 역시 탄산가스 처리 및 포장에 의해 그 감소가 억제되었다. ascorbic acid의 함량은 저장 14일까지는 무포장구가 높았으나 그 이후는 포장구에서 높게 나타났다.

### 인용문헌

1. Akihiko Onoda, Takenori Korizum, kenji Yamamoto, Tadashi Furuya, Hideto Yamakawa and Kiyohisa Ogawa. 1989. A Study on variable low pressure storage for cabbage and turnip. 日食工誌 36 (5):369~374.
2. Arpaia.M.L, Mitchell. F.G, Mayer. G and Kader. A.A. 1984. Effects of delays in establishing controlled atmospheres on kiwifruit softening during and following storage. J.Amer. soc. Hort. Sci., 109(6): 768~770.
3. Bangerth. F, Dilley.D.R and Dewey.D.H. 1972. Effect of postharvest calcium treatments on internal breakdown and respiration of apple fruits. J.Amer. Soc. Hort. Sci., 97(5):679~682.
4. 崔春彦. 1956. 2, 4-Dinitrophenyl hydrazine에 의한 Vitamin C 정량에 대하여. 科研彙報, 1:9.
5. Chingying Li and Adel A. Kader. 1989. Residual effects of controlled atmospheres on postharvest physiology and quality of strawberries. J.Amer. soc. Hort. sci., 144(4):629~634.
6. Cooper. G.M and Salunke.D.K. 1963. Effect of gamma-radiation, chemical, and packaging treatments on refrigerated life of strawberries and sweet cherries. Food Technol., 6:801~804.
7. Danyang Ke, Hendrik Van Gorsel and Adel A. Kader. 1990. Physiological and quality responses of 'Bartlett' pears to reduced O<sub>2</sub> and enhanced CO<sub>2</sub> levels and storage temperature. J.Amer. soc. Hort. sci., 115(3):435~439.
8. H.Melvin couey and John M.Wells. 1970. Low-oxygen or high-carbon dioxide atmospheres to control postharvest decay of strawberries. phytopathology,

60:47~49.

9. Ichiro Kajiura. 1973. Low pressure storage of fruits simple apparatus for low pressure storage and its application to white peaches and jonathan apples. 日食工誌, 20(7):331~334.
10. Jacqueline K.Burns and Russell pressey. 1987.  $Ca^{2+}$  in cell walls of ripening tomato and peach. J.Amer. Soc. Hort. Sci., 112(5):783~787.
11. Kaoru Kato, Ikuhiko Yamashit A and Yoshihiro Nishioka. 1972. Effect of CA storage on the inhibition of sprouting and browning of chestnuts. 日食工誌, 19(8):371~375.
12. 김동만, 강훈승, 김길환. 1986. 공기중에 혼합된 탄산가스 농도에 따른 딸기의 저장성에 관하여. 한국식품과학회지, 18(1):66~70.
13. 김동만, 김길환, 김창식. 1986. 공기중에 혼합된 탄산가스 농도에 따른 저장딸기의 유기산 변화에 관하여. 한국식품과학회지, 18(1):71~76.
14. Lau.O.L. 1982. Improvement of fruit firmness and acidity in controlled-atmosphere-stored 'Golden Delicious' apples by a rapid  $O_2$  reduction procedure. J. Amer.Soc. Hort. sci., 107(4):531~534.
15. Lau.O.L. 1989. 'McIntosh' apples do not benefit from low-ethylene controlled-atmosphere storage. Hortscience, 24(5):801~803.
16. 関丙容, 吳相龍. 1975. Polyethylene film 包裝에 의한 단감의 CA貯藏에 관한 研究. 한국식품과학회지, 7(3):128~134.
17. Mitsuaki Aoyagi and Hogra Makino. 1981. Effect of maturity at the harvest and low temperature distribution on keeping quality of strawberry fruits. J. Japan Soc. Hort. Sci., 49(4):583~591.
18. Morris. J.R, Sistrunk. W.A, Sims. C.A and Main G.L. 1985. Effects of cultivar, postharvest storage, preprocessing dip treatments and style of peak on the processing quality of strawberries. J.Amer. soc. Hort. Sci., 110(2):172~177.
19. 三船隆子. 1986. イチゴ果實の貯藏における高濃度 $CO_2$  短期間處理の效果. 博士論文.
20. Noel F. Sommer, Robert J. Fortlage, F. Gordon Mitchell and E.C.Maxie. 1973. Reduction of postharvest losses of strawberry fruits from gray mold. J.Amer. soc. Hort. Sci., 98(3):285~288.
21. O' Mahony.M, Wong. S--Y and Odbert. N. 1985. Sensory evaluation of regina freestone peaches treated with low doses of gamma radiation. J. Food Sci., 50:1051~1054.
22. 朴魯豊, 崔彦浩, 李玉徽. 1970. 배의貯藏에 미치는 polyethylene film 包裝과  $CO_2$  shock의 效果. 韓國園藝學會誌, 7(4):21~25.
23. Parsons. C.S, R.E.Anderson and Penny. R.W. 1970. Storage of mature-green tomatoes in controlled atmospheres. J. Amer. soc. Hort. Sci., 95(6) 791~794.
24. 樽谷隆之. 1968. ポリエチレン包裝による果實貯藏の實際. 果實日本, 23(1):102~105.