

Polyethylene Film 두께에 따른 딸기의 MA(Modified Atmosphere) 저장 효과

김종국 · 문광덕* · 손태화†

경북대학교 식품공학과

*한국식품개발연구원

Effect of PE Film Thickness on MA (Modified Atmosphere) Storage of Strawberry

Jong-Kuk Kim, Kwang-Deok Moon* and Tae-Hwa Sohn†

Dept. of Food Science and Technology, Kyungpook National University, Taegu 702-701, Korea

*Korea Food Research Institute, Sungnam 463-420, Korea

Abstract

This study was conducted to investigate the effect of various polyethylene (PE) film packaging on the quality of strawberry during storage at low temperature. Gas composition in film was changed rapidly at early stage of storage and then kept at the level of 5~10% CO₂ and 1~3% O₂. Weight loss and decay rate were low at 0.08mm PE film packed strawberries. Titratable acidity, pH and soluble solids were changed slightly during storage but its large difference according to film thickness was not observed. Decrease of flesh firmness and a value was restrained by PE film packaging. Free sugar of strawberry was composed of glucose and fructose in similar content and it was decreased a little during storage but the difference according to film thickness was not observed. The organic acids in strawberry were citric acid, malic acid, succinic acid, ascorbic acid, oxalic acid, tartaric acid and pyruvic acid and the major organic acid was citric acid. The contents of citric acid, malic acid, succinic acid and ascorbic acid were decreased and oxalic acid and tartaric acid were not changed during storage but pyruvic acid was increased in early stage and then decreased. These changes of organic acid were slight in packaged with 0.08mm PE film strawberry.

Key words : strawberry, PE film, storage

서 론

Vitamin, mineral 및 식이섬유소의 급원으로서 중요한 과일 및 채소류는 그 생산량과 소비가 해마다 증가하고 있는데¹⁾ 그 중 딸기는 당분과 vitamin C가 풍부하여²⁾ 생과 혹은 가공원료로 널리 이용되고 있으나 호흡과 증산작용이 활발할 뿐 아니라 과육이 연약하여 다른 청과물에 비해 원거리 수송이나 장기 저장이 어려운 실정이다. 이러한 과채류의 저장성을 높이기 위한 방법으로는 저온저장^{3,4)}, CA저장⁵⁻⁸⁾, 감압저장^{9,10)}, 방사선조사¹¹⁾ 및 화학약제 처리에 의한 저장¹³⁻¹⁵⁾ 등이 검토되고 있

으며 그 중 저장고내의 공기조성과 온도를 인위적으로 조절하는 CA 저장방법이 가장 우수한 것으로 밝혀지고 있으나 저장고내의 공기조성의 조절이 어려울뿐 아니라 기밀성이 높은 저장고가 요구되기 때문에 널리 이용되고 있지는 않고 있다. 따라서 최근에는 CA 저장효과를 기대 할 수 있는 경제적이며 간편하게 실용화 할 수 있는 polyethylene (PE) 필름 포장저장에 관한 연구가 사과¹⁶⁾, 배¹⁷⁾, 감¹⁸⁾, 밤¹⁹⁾, 복숭아²⁰⁾, 포도²¹⁾, 바나나²²⁾ 등의 과일과 기타 몇몇 채소류^{23,24)} 등에서 비교적 활발히 진행되고 있으나 신선도 유지가 극히 어려운 딸기의 포장저장에 관한 연구는 거의 찾아 볼 수 없는 실정이다. 본 연구에서는 PE 필름의 두께를 달리하여 포장한 딸기의 저장 중 포장내 기체조성변화, 딸기의 중량감소율 및 부

† To whom all correspondence should be addressed

패울, pH, 적정산도 및 당도, 과피의 색, 유리당 및 유기산의 함량변화를 조사하여 저장을 위한 포장필름의 최적두께를 조사하였기에 그 결과를 보고하고자 한다.

재료 및 방법

실험재료

본 실험에 사용한 딸기는 대구직할시 수성구 연호동 소재 농원에서 노지 재배된 품종 寶交早生을 완숙기에 수확하여 $3 \pm 1^\circ\text{C}$ 로 유지되는 저온저장고에 하루동안 방치시킨 후 외관이 건전한 중과를 선별하여 공시재료로 사용하였다.

실험구분 및 저장방법

공시재료를 저장용 플라스틱용기(24×18×4cm)에 약 250g을 담아 무포장, 0.02, 0.04, 0.06, 0.08mm의 저밀도(0.89~0.91g/cm³)PE 필름으로 플라스틱 용기에 덮게 형태로 각 두께의 PE 필름으로 포장하여 저장하였다. 저장 중 저장고의 온도는 $3 \pm 1^\circ\text{C}$ 로 조절하였고 상대습도는 75~85%를 유지하였다.

포장내 기체조성의 측정

저장중 PE 필름 내의 탄산가스 및 산소 농도는 PE 필름내의 공기를 syringe로 취하여 Scholander micro-gas analyzer로 측정하였다.

중량감소를 및 부패율

저장중의 중량감소율은 초기중량에 대한 감량을 백분율로 나타내었으며 부패율은 저장중 발생한 부패율의 중량을 초기중량에 대한 백분율로 나타내었다.

pH, 적정산도 및 당도

시료 일정량을 Waring blender로 마쇄하여 원심분리(6000g×10min)한 후 그 상정액을 취하여 pH, 적정산도 및 당도를 측정하였다. pH는 pH meter를 사용하여 딸기즙의 pH를 측정하였고 당도는 굴절당도계로 당도를 측정하였으며 적정산도는 상정액 10ml를 일정량으로 희석하여 0.1N NaOH로 pH가 8.2가 될때까지 소비된 NaOH량을 구연산으로 환산하여 나타내었다.

과육의 경도

과육의 경도는 각 저장구에서 임의로 20개씩을 취하여 Fruit hardness tester(Model KM-5, Japan)로 과피의 중심부를 측정하였다.

과피의 색

과피의 색은 딸기과피를 stainless steel 칼로 얇게 도려내어 유리판위에 고루편 후 Minolta Chroma Meter (Model CR 200, Japan)로 Hunter color measuring scale 중 붉은색의 정도를 나타내는 a value로 나타내었다.

유리당 및 당조성

유리당의 함량 및 그 조성은 시료 일정량을 마쇄하여 원심분리(6000g×10min)한 후 그 상정액 일정량을 증류수로 정용한 다음 활성탄 column에 통과시켜 색을 제거하고 prefilter 및 0.2 μm membrane filter로 여과한 것을 HPLC로 분석하였다. 당 분석을 위한 HPLC는 Waters Model 510이며 컬럼은 Sugar-Pak I, 컬럼 온도는 90°C , 이동상은 H₂O, 검출기는 RI detector를 사용하였다.

유기산의 정량

시료 일정량을 Waring blender로 마쇄하여 원심분리(6000g×10min)한 후 그 상정액 5ml를 음이온교환수지(Amberite IRA 900, Sigma사)를 column(300×15mm)에 흡착시킨 후 증류수로 수회 세척하여 당류를 제거하고 흡착된 유기산을 6N 개미산으로 용출시켜 감압농축기로 건조시킨 후 0.008N 황산용액을 사용하여 2ml로 정용하고 prefilter 및 0.2 μm membrane filter로 여과하여 그 여액을 HPLC로 분석하였다. 실험에 사용한 HPLC는 Waters Associates HPLC이며 컬럼은 Aminex column HPX-87H(300×7.8mm), 이동상은 0.008N-H₂SO₄로 하였다. 분리된 각 peak는 표준유기산(Sigma사)의 retention time과 비교하여 동정 및 정량하였다.

결과 및 고찰

포장내 기체조성의 변화

딸기의 저장중 PE 필름포장내의 CO₂와 O₂농도의 변화는 Fig. 1, 2와 같다.

CO₂ 농도는 저장 7일까지는 급격한 증가를 보이다가 그 후 다소 완만히 증가하여 14일 이후에는 거의 일정한 수준을 유지하였다. 최종 CO₂농도는 5~10%정도로서 필름이 두꺼울수록 높게 나타난 반면 O₂농도는 저장 7일까지는 급격한 감소를 보이다가 그 이후에는 완만한 감소를 나타내어 1~3%정도를 유지하였으며 필름의 두께가 두꺼울수록 낮게 나타났다. 딸기의 저

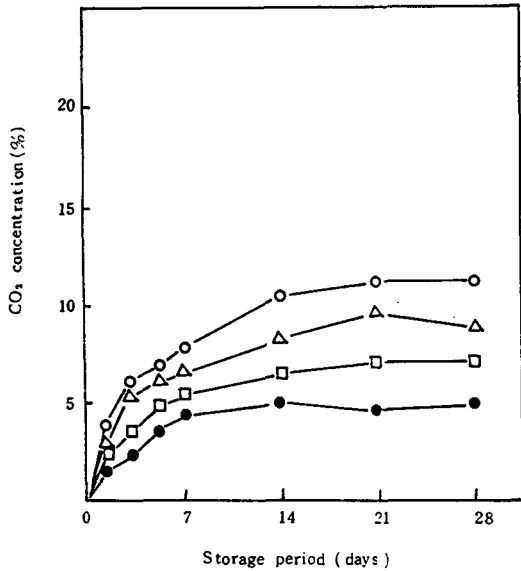


Fig. 1. Changes of CO₂ concentration in the PE film storage of strawberries.
PEF thickness is ●—● : 0.02mm, □—□ : 0.04mm, △—△ : 0.06mm, ○—○ : 0.08mm

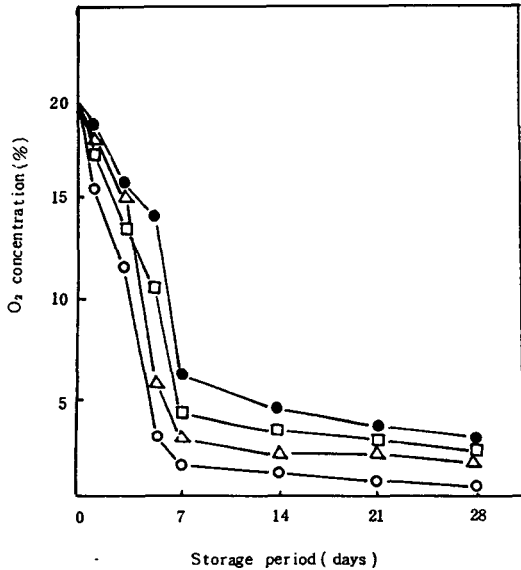


Fig. 2. Changes of O₂ concentration in the PE film storage of strawberries.
The symbols are same as in Fig. 1.

장중 이러한 CO₂ 농도의 증가와 O₂ 농도의 감소는 딸기의 호흡작용 및 두께가 서로 다른 필름의 기체투과성 차이에 의한 것으로 생각된다. 한편 딸기저장에 최적인 CA 조건이 CO₂ 농도 10~30%, O₂ 농도 0.5~2%

로 보고한 Robert 등²⁵⁾의 결과에 비추어 볼때 0.08mm의 PE 필름이 가장 적합한 CA효과를 나타낸 것으로 생각된다.

중량감소율의 변화

저장중 딸기의 중량감소율을 조사한 결과는 Fig. 3과 같다. PE 필름 포장구는 약 1~3%의 중량감소율을

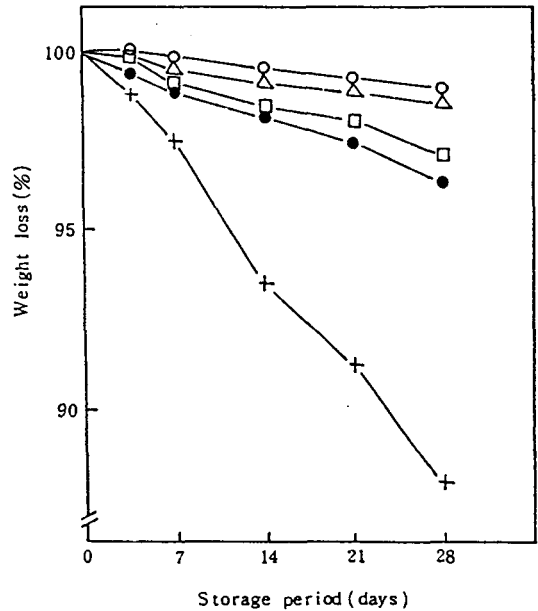


Fig. 3. Changes in flesh weight of strawberries during storage.
PEF thickness is ●—● : 0.02mm, □—□ : 0.04mm, △—△ : 0.06mm, ○—○ : 0.08mm, +—+ : non packed.

보였으며 필름이 두꺼울수록 중량감소율이 적게 나타났다. 한편, 무포장구는 저장초기부터 급격한 감소를 보여 저장 28일에는 약 12%의 감소율을 나타냈다. 필름의 두께에 따른 중량감소율의 차이는 필름의 수증기투과성의 차이에 기인된 것으로 여겨지며 무포장구에서의 급격한 감소는 심한 호흡작용 및 증산작용에 의한 것으로 생각된다. 한편, 樽谷 등²⁶⁾은 저장중 청과물 중량이 5% 감소하면 상품적 가치를 상실한다고 보고한 바 PE 필름 포장구는 저장 전기간에 걸쳐 3% 이하로 나타나 비교적 양호한 것으로 생각되었으나 무포장구는 중량감소율의 측면에서 볼때 저장 10일 이후에 5% 이상의 감소를 보여 그 상품성을 상실한 것으로 여겨 졌다.

부패율의 변화

저장중 딸기의 부패율의 변화를 조사한 결과는 Fig. 4와 같다. 무포장구는 저장 초기부터 부패율이 급격히 증가하여 저장 14일에는 약 50% 이상을 나타낸 반면 PE 필름 포장구는 비교적 완만히 증가하였다. 그 중 0.02mm구는 저장 14일에 약 20% 이상의 부패율을 보였으나 0.06mm 및 0.08mm구는 10% 이하의 부패율을 보여 비교적 품질이 양호하게 보존되는 것으로 생각된다.

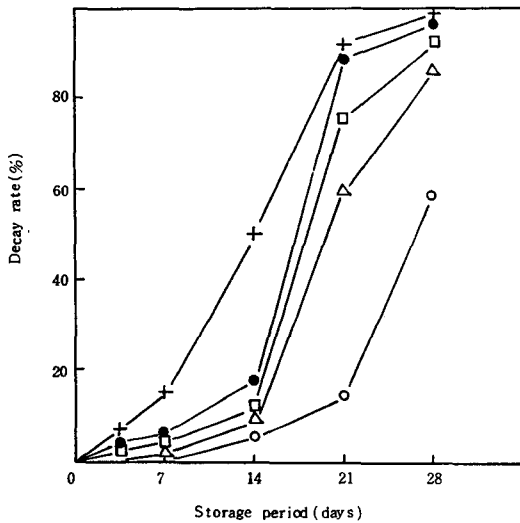


Fig. 4. Changes in decay rates of strawberries during storage. The symbols are same as in Fig. 3.

pH, 적정산도 및 당도의 변화

저장중 딸기의 pH, 적정산도 및 당도의 변화를 측정 한 결과는 Table 1과 같다. 딸기의 초기 pH는 3.5이었으며 저장중 전반적으로 증가하는 경향이었으나 무포장구, 0.02mm 및 0.04mm의 PE 필름 포장구는 저장딸기에 pH가 오히려 감소하는 경향이였다. 이는 저장딸기에 생성된 acetaldehyde 및 alcohol 등에 의한 부패과정에서 생성된 유기산에 기인한 것으로 생각된다²⁷⁾. 적정산도는 저장중 전반적으로 감소 하는 경향이 있었으며 PE 필름 두께에 따른 뚜렷한 차이는 나타나지 않았다. 또한 당도 역시 저장중 다소 감소하였으나 0.06mm, 0.08mm PE 필름 포장구는 그 변화가 적게 나타났다.

과육 경도의 변화

딸기의 저장중 과육의 경도변화를 측정 한 결과는 Fig. 5와 같다. 무포장구는 저장 초기에 급격한 감소를 보였으나 PE 필름 포장구는 저장 14일까지 비교적 완만히 감소하였으며 필름의 두께가 두꺼울수록 그 감소가 적었다.

과피 색의 변화

저장중 딸기 과피의 색변화를 조사한 결과는 Fig. 6과 같다. 무포장구의 a value는 저장초기에 급격히 감소하였으나 PE 필름 포장구는 무포장구에 비하여 감소가 적었으며 그 중 0.08mm구에서의 감소가 가장 적었

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

Items	Pakaging method	Storage period(days)					
		Initial	3	7	14	21	28
pH	Non-packed	3.5	3.8	3.9	4.1	3.9	3.8
	0.02PEF	3.5	3.7	3.8	3.8	3.8	3.5
	0.04PEF	3.5	3.8	3.8	4.0	4.0	3.7
	0.06PEF	3.5	3.7	3.8	3.9	4.0	4.1
	0.08PEF	3.5	3.7	3.9	3.9	4.1	4.3
Titratable acidity(%)	Non-packed	1.1	0.9	0.9	0.8	0.8	0.8
	0.02PEF	1.1	0.9	0.9	0.8	0.8	1.0
	0.04PEF	1.1	0.9	0.9	0.8	0.8	0.9
	0.06PEF	1.1	0.9	0.9	0.9	0.8	0.8
	0.08PEF	1.1	1.0	0.9	0.9	0.8	0.8
Soluble solids (° Brix)	Non-packed	8.5	8.0	7.6	6.7	6.5	6.1
	0.02PEF	8.5	8.1	7.5	6.8	6.4	5.9
	0.04PEF	8.5	7.9	7.4	7.3	6.9	6.3
	0.06PEF	8.5	8.1	7.8	7.6	7.3	6.7
	0.08PEF	8.5	8.3	7.9	7.7	7.4	7.2

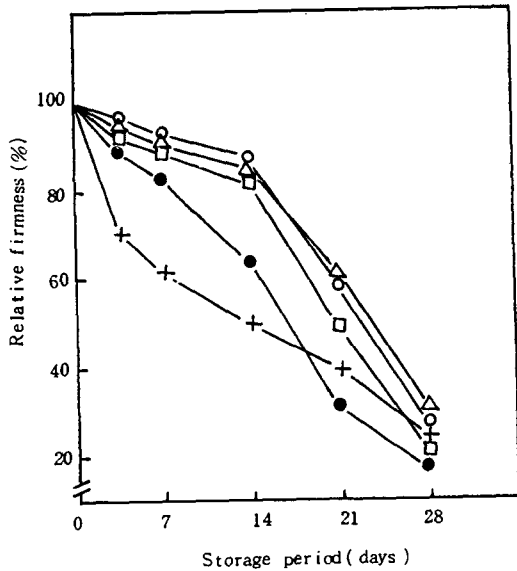


Fig. 5. Changes in firmness of strawberries during storage. The symbols are same as in Fig. 3.

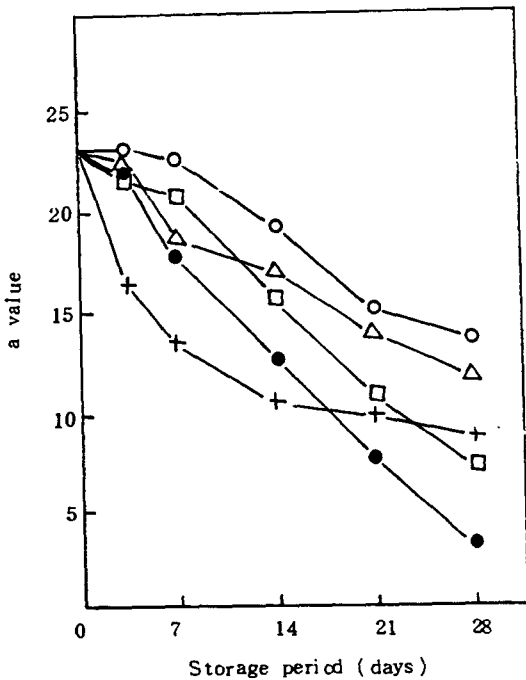


Fig. 6. Changes in a value of strawberries during storage. The symbols are same as in Fig. 3.

다. 이러한 PE 필름 포장에 의한 a value의 감소가 적게 나타난 것은 포장내부의 CO₂ 농도가 증가하고 O₂ 농도의 감소로 인한 anthocyanin의 안정성 증대 및 갈변이 억제^{27,28)}되었기 때문으로 생각된다.

유리당 및 당조성의 변화

HPLC를 이용하여 딸기과육중의 유리당의 조성을 분석한 결과는 Table 2와 같으며 chromatogram은 Fig. 7과 같다. 딸기의 유리당 함량은 6.48%로서 glucose와 fructose로 구성되어 있었으며 이들 함량은 비슷하였으나 fructose가 다소 높게 나타났다. 저장중 이들 당의 변화는 저장기간이 경과함에 따라 대체로 감소하는 경향을 나타내었으며 PE 필름의 두께에 따른 뚜렷한 차이는 관찰되지 않았다.

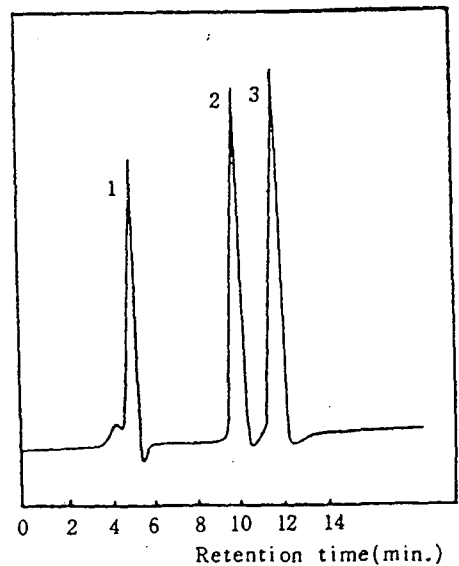


Fig. 7. HPLC chromatogram of free sugars in strawberries. 1: unknown, 2: glucose, 3: fructose

Table 2. Free sugar components of strawberries

	Glucose	Fructose	Total
Sugar (g/100g)	3.14	3.34	6.48

유기산의 변화

저장중 딸기의 유기산 분석을 위한 표준 유기산의 HPLC chromatogram은 Fig. 8과 같다. 딸기의 유기산 함량변화는 Table 3와 같이 citric acid, malic acid, succinic acid, ascorbic acid, oxalic acid, tartaric acid 및 pyruvic acid로 구성되어 있었으며 그 중 citric acid 및 malic acid의 함량이 높게 나타났다. 저장중 이들 유기산은 전반적으로 감소하는 경향이었으며 PE 필름 두께가 두꺼울수록 유기산의 감소가 적게 나타났다.

Table 3. Changes in organic acids of strawberries during storage

Packaging method	Storage period (days)	(mg/100g juice)							
		Citric acid	Malic acid	Oxalic acid	Tartaric acid	Succinic acid	Pyruvic acid	Ascorbic acid	Total
Non-packed	Initial	740	140	24	17	100	5	77	1103
	3	550	170	18	10	90	7	75	920
	7	545	150	14	5	40	10	73	837
	14	320	155	12	10	20	8	59	584
	21	200	120	26	18	40	6	10	420
	28	130	117	29	22	52	5	6	361
0.02PEF	3	645	115	19	5	60	6	66	916
	7	560	90	20	12	70	7	58	817
	14	350	115	16	16	55	10	40	602
	21	250	70	9	9	15	14	15	382
	28	190	40	11	7	7	6	8	269
0.04PEF	3	620	125	22	14	48	5	68	902
	7	575	126	18	12	32	7	60	830
	14	466	105	19	13	28	11	48	690
	21	310	95	15	11	33	9	25	498
	28	240	80	18	12	10	7	18	385
0.06PEF	3	700	130	12	21	42	6	70	981
	7	585	85	9	14	25	8	64	790
	14	540	60	10	6	32	12	60	720
	21	450	80	51	16	22	11	30	660
	28	410	53	9	14	18	9	21	534
0.08PEF	3	660	147	27	18	68	5	71	990
	7	610	135	26	16	59	6	68	920
	14	560	180	29	22	45	12	58	906
	21	610	126	18	19	19	11	44	847
	28	460	120	4	16	13	9	30	652

딸기의 저장중 citric acid, malic acid, succinic acid 및 ascorbic acid는 뚜렷이 감소하는 경향이었으나 oxalic acid 및 tartaric acid는 뚜렷한 변화가 나타나지 않았

다. 그러나 pyruvic acid는 각 처리구 공히 저장기간이 경과함에 따라 증가하였다가 그 이후에 감소하는 경향을 나타내었다. 딸기의 저장중 이러한 유기산의 함량변화는 김 등²⁹⁾의 연구결과와 유사한 경향을 나타내었다.

요 약

딸기의 저장중 품질에 미치는 PE 필름포장에 의한 저장효과를 조사하기 위하여 각 두께의 PE 필름에 딸기를 저온저장하면서 포장내부의 기체조성변화 중량감소를 및 부패율 그리고 여러 성분의 변화를 조사한 결과를 요약하면 다음과 같다. 포장내 기체조성은 저장 초기에 급격히 변화하여 저장 14일 이후에는 CO₂ 농도 5~10%, O₂ 농도 1~3%를 유지하였다. 딸기의 중량감소 및 부패율은 필름의 두께가 두꺼울수록 적게 나타났으며 pH, 적정산도 및 당도는 저장 전기간을 통하여 약간의 변화를 나타내었으나 PE 필름의 두께에

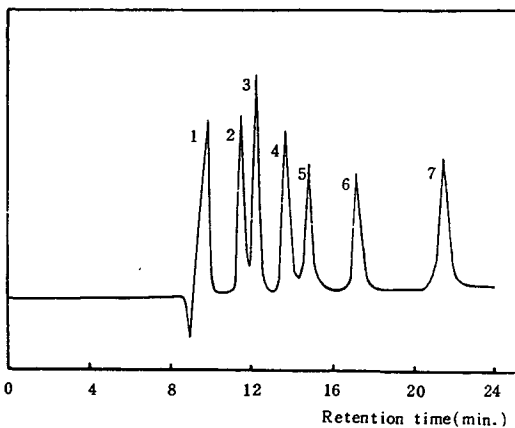


Fig. 8. HPLC chromatogram of standard organic acids.
1: oxalic acid, 2: citric acid, 3: tartaric acid
4: malic acid, 5: pyruvic acid, 6: succinic acid
7: fumaric acid

의한 차이는 뚜렷하지 않았다. 과육의 경도는 PE 필름 포장에 의해 감소가 상당히 억제되었으며 과육의 a value 역시 PE 필름 포장에 의하여 감소가 억제되었다. 딸기의 유리당은 glucose 와 fructose가 비슷한 함량으로 구성되어 있었으며 저장중 다소 감소하였으나 필름의 두께에 따른 뚜렷한 차이는 나타나지 않았다. 딸기의 유기산은 citric acid, malic acid, succinic acid, ascorbic acid, oxalic acid, tartaric acid 및 pyruvic acid의 순으로 그 함량이 많았으며 citric acid, malic acid, succinic acid 및 ascorbic acid는 저장중 뚜렷이 감소하는 경향이었고 oxalic acid와 tartaric acid는 큰 변화를 나타내지 않은 반면 pyruvic acid는 다소 증가한 후 감소하는 경향이었다. 이러한 유기산의 저장중 변화는 필름이 두꺼울수록 적게 나타났다. 저장을 위한 최적 필름 두께는 0.08mm PE 필름으로 나타났다.

문 헌

1. 經濟企劃院調査統計國：韓國統計年監, 36, 서울, p. 136(1989)
2. 科學技術廳資源調査會：食品成分表, 東京, p.195(1983)
3. 青柳光昭, 牧野 朗：イチゴ果實の品質保持に對する收穫熟度と低温流通の效果. 日園學雜, 49, 583(1981)
4. Noel, F. S., Robert, J. F., Gorden, M. F. and Maxie, E. C. : Reduction of postharvest losses of strawberry fruits from gray mold. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, **98**, 285(1973)
5. Parson, C. S., Anderson, R. E. and Penny, R. W. : Storage of mature-green tomatoes in controlled atmospheres. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, **95**, 79(1970)
6. Chingying, L. and Adel, A. K. : Residual effects of controlled atmospheres on postharvest physiology and quality of strawberries. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, **114**, 629(1989)
7. Woodward, J. R. and Topping, A. J. : The influence of controlled atmospheres on the respiration rates and storage behavior of strawberry fruits. *J. Hort. Sci.*, **47**, 547(1972)
8. Wang, C. Y. : Effect of CO₂ treatment on storage and shelf life of sweet peppers. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, **102**, 808(1977)
9. Kajiura, I. : Low pressure storage of fruits simple apparatus for low pressure storage and its application to white peaches and jonathan apples. *J. Jap. Soc. Food Sci. Tech.*, **20**, 331(1973)
10. Onoda, A., Koizumi, T., Yamamot, K., Furuya, T., Yamakawa, H. and Ogawa, K. : A study on variable low pressure storage for cabbage and turnip. *J. Jap. Soc. Food Sci. Tech.*, **36**, 369(1989)
11. Truelsen. T. A. : Radiation pasteurization of fresh fruits and vegetables. *Food Technol.*, **3**, 336(1963)
12. Cooper, G. M. and Salunke, D. K. : Effect of gamma-radiation, chemical and pakaging treatments on refrigerated life of strawberries and sweet cherries. *Food Technol.*, **6**, 123(1963)
13. Morries, J. R., Sistrunk, W. A., Sims, C. A. and Main, G. L. : Effects of cultivar, post-harvest storage, pre-processing dip treatments and style of pack on the processing quality of strawberries. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, **110**, 172(1985)
14. Wills, R. B. H. and Tirmazi, S. I. H. : Effect of postharvest application of calcium on ripening rates of pears and bananas. *J. Hort. Sci.*, **57**, 431(1982)
15. Bangerth, F., Dilly, D. R. and Dewey, D. H. : Effect of postharvest calcium treatments on internal breakdown and respiration of apples fruits. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, **97**, 679(1972)
16. Jurin, V. and Karel, M. : Studies on control of respiration of McIntosh apples by packaging methods. *Food Technol.*, **6**, 782(1963)
17. 김영명, 한대석, 오태광, 박관화, 신현경 : 폴리에틸렌 필름을 사용한 신고 배의 Modified Atmosphere 저장. 한국식품과학회지, **18**, 130(1986)
18. 손태화, 최종욱, 조래광, 석호문, 성중환, 서은수, 하영선, 강주희 : 澁柿의 P. E. 필름저장에 따른 최적 필름 두께의 조사. 한국식품과학회지, **10**, 73(1978)
19. 이병영, 윤인화, 김영배, 한판주, 이정명 : 밤의 P.E. 필름 밀봉저장 효과. 한국식품과학회지, **17**, 331(1985)
20. 김선규, 고광출 : P.E. 필름 피대가 복숭아의 품질에 미치는 영향. 한국원예학회지, **17**, 28(1976)
21. 신재용 : P.E. 필름을 이용한 포도저장에 관한 연구. 고려대학교 석사학위논문(1980)
22. 고하영, 박형우, 강태성 : 포장방법이 바나나 저장성에 미치는 영향. 식품기술, **1**, 26(1988)
23. Chrles, F. F., Roger, E. R. and Stanley R. R. : Measurement of broccoli respiration rate in film-wrapped packages. *Hortscience*, **24**, 111(1989)
24. Okubo, M. and Umeda, K. : Studies on the extension of shelf-life of fresh fruits and vegetables. *J. Japan Soc. Hort. Sci.*, **41**, 92(1972)
25. Robert, E. H., Alley, E. W. and Chien, Y. W. : *The commercial storage of fruits, vegetables and florist and nursey stocks*. United States Department of Agriculture. Agriculture Handbook, **66**, 38(1985)
26. 尊谷降之：ポリエチレン包装による果實貯藏の實際. 果實日本, **23**, 102(1968)
27. 김동만, 강훈성, 김길환 : 공기중에 혼합한 탄산가스 농도에 따른 딸기의 저장성에 관하여. 한국식품과학회지, **18**, 66(1986)
28. Joan, C. R. and Adel, A. K. : Postharvest physiology and quality maintenance of sliced pear and strawberry fruits. *J. Food Sci.*, **54**, 656(1989)
29. 김동만, 김길환, 김창식 : 공기중에 혼합한 탄산가스 농도에 따른 저장 딸기의 유기산 변화에 관하여. 한국식품과학회지, **18**, 71(1986)

(1992년 10월 19일 접수)