

Polyethylene Film 포장 및 CO₂ 처리에 의한 토마토 과실의 저장

문광덕* · 이철현 · 김종국 · 손태화

경북대학교 식품공학과, *한국식품개발연구원

Storage of Tomatoes by Polyethylene Film Packaging and CO₂ Treatment

Kwang-Deok Moon*, Chul-Hyun Lee, Jong-Kuk Kim and Tae-Hwa Sohn

Department of Food Science and Technology, Kyungpook National University

*Korea Food Research Institute

Abstract

To investigate the effect of polyethylene film packaging and CO₂ treatment on tomatoes during storage, the gas composition in film, weight loss, the changes of color, hardness and several components were measured. The concentrations of CO₂ and O₂ in film were changed rapidly in early stage, but it kept a constant level after 7 days of storage. In 0.06 mm polyethylene film, CO₂ and O₂ concentration was kept a level of 4~6% respectively. The increase in C₂H₂ concentration was delayed in thick and CO₂ treated film. The rate of weight loss was 4% in non-packed tomatoes, but it recorded about 1% in 0.06 mm polyethylene film. Titratable acidity, pH and soluble solids were changed slightly, but the obvious differentials were not observed according to film thickness and CO₂ treatment. The value of tomatoes was increased but L and b values were not changed greatly during storage. These color changes were restricted by 0.06 mm film and CO₂ treatment. The firmness and content of ascorbic acid were reduced during storage but it restrained by CO₂ treatment and film packaging. Sugar of tomatoes were composed of glucose, fructose and a very small amount of sucrose, and they were changed little during storage.

Key words: storage, tomato, PE film, CO₂ treatment

서 론

토마토(*Lycopersicon esculentum* Mill)는 비타민과 무기질의 함량이 높고 당, 유기산 및 독특한 풍미와 색소를 함유하고 있어 생식용 뿐만 아니라 여러 가공품의 원료로서 널리 이용되고 있다. 그러나 토마토과실은 수분 함량이 높으며 수확 후 현저한 추숙, 연화 및 노화현상의 수반으로 신선도 유지가 어려운 과실이다^{1,2)}.

과채류에 있어서 신선도 유지는 생식용은 물론 가공용원료에 있어서도 매우 중요하며, 이러한 신선도 유지를 위해 저온저장^{3,4)}, CA 저장⁵⁻⁷⁾, 감압저장^{8,9)}, 방사선 조사¹⁰⁻¹²⁾ 및 화학약제 처리에 의한 저장¹³⁾ 등이 검토, 이용되고 있다. 그중 CA 저장이 가장 우수한 방법으로 알려져 있으나 설비의 어려움과 경제적 문제 등의 이유로 널리 이용되지는 않고 있다. 그 대신 필름의 기체 투과성을 이용하여 간편하고 손쉽게 실용화할 수 있는 폴리에틸렌 필름포장에 의한 저장에 관한 연구가 여러 과

실¹⁴⁻¹⁶⁾ 및 몇몇 채소류 등¹⁷⁾에서 비교적 많이 이루어지고 있다.

토마토 과실의 저장에 관한 연구로는 Stuart 등¹⁸⁾이 저장중 유기산의 변화에 대하여, Buescher¹⁹⁾가 저장중 유리당의 변화에 대해서, 그리고 Goodenough 등²⁰⁾이 저장중 색과 polygalacturonase의 변화에 대해서 보고한 바 있으나 과거에는 대부분이 단순히 저장기간의 연장이라는 측면에서 녹숙기 상태에 수확한 과실을 대상으로 한 연구가 많았으나 최근에는 소비당시의 품질가치를 고려하여 breaker 상태에서 수확한 과실에 대한 연구가 다소 진행되고 있다. 한편 고농도 CO₂ 단기간 처리가 과채류의 저장성에 미치는 영향에 관하여 딸기 등 여러 과채류^{21,22)}에서 연구되고 있으나 토마토 과실의 필름포장과 병행한 CO₂ 처리의 효과에 대한 보고는 거의 없는 실정이다.

본 연구는 토마토 과실의 저장성에 미치는 폴리에틸렌 필름 포장 및 고농도 CO₂의 단기간 처리 효과를 조사하고자 필름의 두께를 달리하여 포장한 것과 CO₂ 처리 후 포장저장한 것을 시료구로 설정하여 포장내부의 기체조성변화, 중량감소, 과피의 색 및 경도변화와 저장중 주요 성분의 변화를 조사하였기에 그 결과를 보고하고자 한다.

Corresponding author: Tae-Hwa Sohn, Department of Food Science and Technology, Kyungpook National University, Taegu 702-701, Korea

재료 및 방법

공시재료

대구시 불로동 소재 농원에서 노지 재배된 토마토 품종 후로라를 숙도가 breaker 상태일 때 수확하여, 상온에서 하루밤 방치 후 외관이 건전하며 중량이 120g 내외인 중과를 선별하여 공시재료로 하였다.

실험구분 및 저장방법

공시재료를 저장용 플라스틱 용기(24×18×4 cm)에 담아 무포장 그리고 0.02, 0.04 및 0.06 mm P.E. film으로 플라스틱 용기에 덮게 형태로 각 두께의 P.E. film으로 포장 저장하였다. 고농도 CO₂ 단기간 처리구는 밀폐된 용기에 토마토를 넣고 CO₂를 주입시켜 완전히 치환하여 6시간 유지시킨 후 0.02, 0.04, 0.06 mm P.E. film 포장 저장하였다. 저장중 저장고의 온도는 15±1°C로 조절하였으며 상대습도 85±3%를 유지하였다.

포장내 기체 조성의 측정

저장중 포장내의 CO₂와 O₂ 농도는 포장내 기체를 Syringe로 취하여 Scholander Micro-gas Analyzer로 측정하였고, C₂H₄ 농도는 GC로 분석하였다. 실험에 사용한 GC는 Pye Unicam series 304이며 컬럼은 80~100 mesh of porapak Q, 컬럼온도는 50°C, Carrier gas는 Nitrogen, 주입구 및 검출기(FID) 온도는 각각 70°C 및 150°C로 하였다.

중량 감소율

저장중 중량 감소율은 초기중량에 대한 감량을 백분율로 나타내었다.

pH, 적정산도 및 가용성 고형분의 측정

시료 일정량을 Waring blender로 마쇄하여 원심분리(6,000g×10 min.)한 후 그 상등액을 취하여 pH, 적정산도 및 가용성 고형분을 측정하였다. pH는 pH meter를 사용하였으며 가용성 고형분은 굴절당도계로 측정하였다. 적정산도는 상등액 100 ml를 0.05 N NaOH로 pH 8.0이 될 때까지 적가하여 이 때 소비된 NaOH 양으로 나타내었다.

경도 측정

토마토 경도의 측정은 Fruit Hardness Tester(Model KM-5, Japan)로 측정하였으며, 저장초기 경도값에 대한 백분율로 나타내었다.

과피의 색

과피의 색은 Minolta Chroma Meter(Model CR 200, Japan)로 L, a 및 b값을 측정하였다.

Ascorbic acid의 정량

Ascorbic acid의 정량은 시료 일정량에 5% 메타인산 용액을 가하여 1분 이내에 마쇄한 후 같은 용액으로 일정량으로 정용한 후 원심분리(6,000g×10 min.)하여 그 상등액을 2,4-Dinitrophenyl hydrazine의 개량방법으로²³⁾ 총 ascorbic acid를 정량하였다.

당 정량

토마토 과실의 당은 HPLC(High Performance Liquid Chromatography)로 분석하였다. 즉 시료 일정량을 취하여 최종농도가 80%되게 순수 ethanol을 가하여 마쇄한 후 환류냉각장치가 부착된 열탕에서 60분간 끓여서 여과하고 여액을 rotary evaporator로 농축한 것을 증류수로 씻어 20 ml에 정용하고 prefilter 및 0.2 μm membrane filter로 여과한 것을 HPLC로 분석하였다.

실험에 사용한 HPLC는 Waters Model 510이며 컬럼은 Sugar-Pak I, 컬럼온도는 90°C, Mobile phase는 H₂O Detector는 RI 401로 하였다.

결과 및 고찰

포장내 기체조성의 변화

토마토 저장중 P.E. film 포장내의 CO₂, O₂ 농도의 변화는 Fig. 1, 2와 같다. CO₂ 농도는 초기에 급격히 증가하여 24시간 후에 최고농도를 보인 후, 감소를 계속하여 7일 후부터 거의 일정한 수준을 유지하였으며 필름이 두꺼울수록 CO₂ 농도가 높았다. 또한 동일한 두께의 필름 포장구에서는 고농도 CO₂ 단기간 처리구가 무처리구에 비해 다소 높은 CO₂ 농도를 나타내었다.

O₂ 농도는 CO₂ 농도와는 반대로 초기에 급격히 감소하여 24시간 후에 최소농도를 보인 후, 증가를 계속하여 7일 후부터 거의 일정한 수준을 유지하였다. 저장기간 동안 O₂ 농도는 필름이 두꺼울수록 낮았으며, 고농도 CO₂ 단기간 처리구는 같은 두께의 무처리구에 비해 다소 낮았다.

토마토 저장중 이러한 CO₂의 증가와 O₂의 감소는 토마토의 호흡작용에 의한 것이며 필름두께에 따른 농도의 차이는 필름의 기체 투과성의 차이에 의한 것으로 생각된다. 한편, 0.06 mm 포장구는 저장 7일부터 말기까지 CO₂ 농도와 O₂ 농도가 각각 4~6%범위로 나타났는데 이는 Geeson²⁴⁾이 보고한 토마토 MA(Modified Atmosphere) 저장시 최적 CO₂, O₂ 농도인 4~6%범위와 유사한 경향을 보였다.

토마토 저장중 P.E. film 포장내의 C₂H₄ 농도의 변화는 Fig. 3과 같다. C₂H₄ 농도는 전반적으로 증가한 후 다소 감소하는 경향을 보였으며, 필름이 두꺼울수록 그 증가 현상이 늦게 시작되었고, 동일두께의 필름 포장구에서는 CO₂ 처리구가 무처리구보다 낮게 나타났다.

저장기간중 과실의 숙성 hormone인 C₂H₄ 농도가 증가하는 것은 C₂H₄ 생합성의 전구물질로 알려진 1-amino-cyclopropane-1-carboxylic acid(ACC)의 축적에 기인하

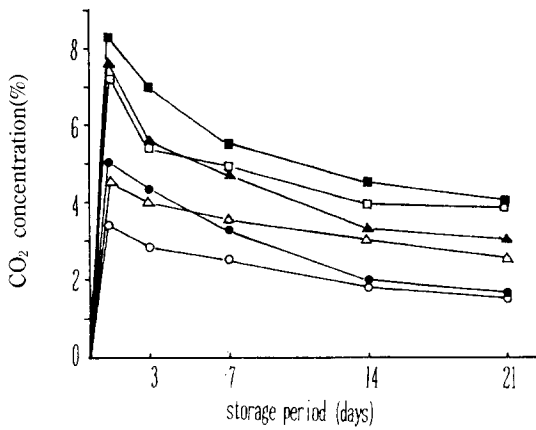


Fig. 1. Changes of concentration in the P.E. film during storage

Film thickness is ○—○; 0.02 mm, △—△; 0.04 mm, □—□; 0.06 mm, ●—●; 0.02 mm(CO₂ treated), ▲—▲; 0.04 mm(CO₂ treated), ■—■; 0.06 mm(CO₂ treated).

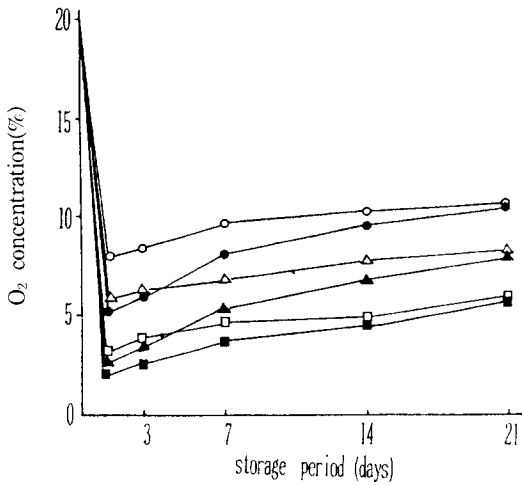


Fig. 2. Changes of O₂ concentration in the P.E. film during storage

Symbols are same as in Fig. 1

는 ethylene 생합성의 증가⁽²⁵⁾로 생각되며, 필름두께가 두꺼울수록 또한 CO₂ 처리구에서 그 증가현상이 늦게 나타난 것으로 보아 저장중 숙성이 포장 및 CO₂ 처리에 의해 상당히 지연된 것으로 생각된다.

중량의 변화

저장중 토마토의 중량 변화를 조사한 결과는 Fig. 4와 같다. 무포장구의 경우 저장기간중 급격히 감소하여 저장 말기에 4% 이상의 중량이 감소하였으나 P.E. film 저장구는 무포장구에 비해 전반적으로 낮은 중량감소를 보였다. 또한 필름이 두꺼울수록 중량감소율이 낮았으며

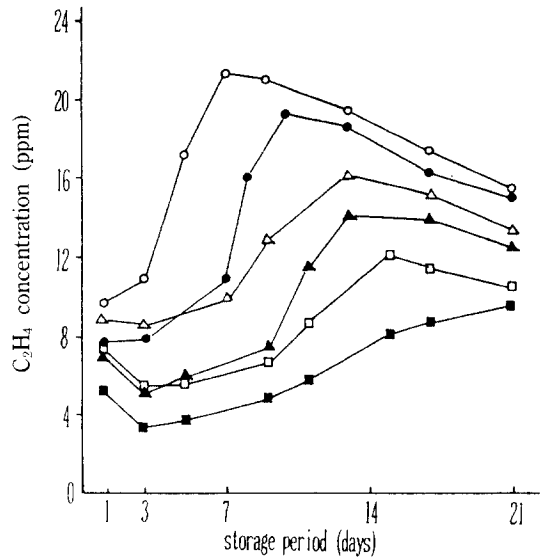


Fig. 3. Changes of C₂H₄ concentration in the P.E. film during storage

Symbols are same as in Fig. 1

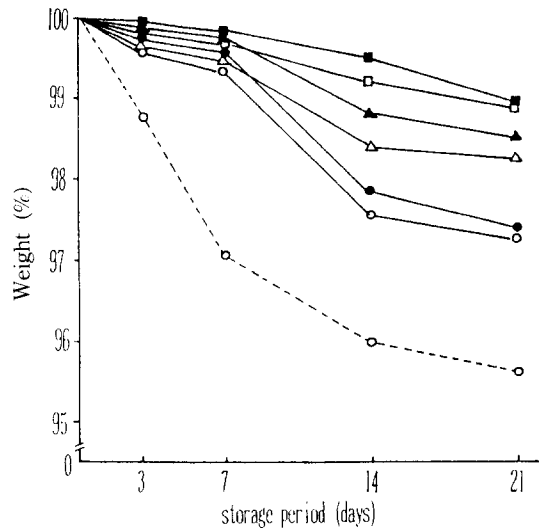


Fig. 4. Changes in flesh weight of tomatoes during storage

Film thickness is ○—○; 0.02 mm, △—△; 0.04 mm, □—□; 0.06 mm, ●—●; 0.02 mm(CO₂ treated), ▲—▲; 0.04 mm(CO₂ treated), ■—■; 0.06 mm(CO₂ treated), ---; Non packed.

0.06 mm 포장구는 1% 정도의 중량감소를 보였다.

저장중 이러한 중량의 감소는 거의 대부분이 증산작용에 기인한다는 보고⁽²⁶⁾와 연관지어 볼때 필름포장에 의해 포장내의 상대습도가 높아져 수분증발을 억제했기 때문으로 생각된다.

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

Items	Packaging		Storage period (days)				
	method		initial	3	7	14	21
pH	Non-treated	Non-packed	4.10	4.21	4.24	4.31	4.36
		0.02 mm PEF	4.10	4.18	4.21	4.28	4.30
		0.04 mm PEF	4.10	4.15	4.23	4.23	4.27
	CO ₂ treated	0.06 mm PEF	4.10	4.12	4.18	4.21	4.21
		0.02 mm PEF	4.10	4.15	4.22	4.27	4.30
		0.04 mm PEF	4.10	4.11	4.15	4.20	4.26
Titratable acidity (meq NaOH/100 ml juice)	Non-treated	Non-packed	12.6	10.7	9.6	9.1	8.4
		0.02 mm PEF	12.6	11.1	9.9	9.7	8.8
		0.04 mm PEF	12.6	11.2	10.0	9.8	9.2
	CO ₂ treated	0.06 mm PEF	12.6	11.9	11.5	10.6	10.0
		0.02 mm PEF	12.6	11.2	10.2	9.7	8.9
		0.04 mm PEF	12.6	12.0	11.5	10.3	9.2
Soluble solids (°Brix)	Non-treated	Non-packed	4.2	4.5	4.4	4.6	4.7
		0.02 mm PEF	4.2	4.4	4.4	4.3	4.5
		0.04 mm PEF	4.2	4.2	4.3	4.3	4.3
	CO ₂ treated	0.06 mm PEF	4.2	4.1	4.2	4.3	4.3
		0.02 mm PEF	4.2	4.4	4.3	4.5	4.5
		0.04 mm PEF	4.2	4.1	4.3	4.3	4.3
		0.06 mm PEF	4.2	4.1	4.3	4.3	4.3

Table 2. Changes in L, a and b values of tomatoes during storage

Value	Packaging method		Storage period (days)				
			initial	3	7	14	21
L	Non-treated	Non-packed	61.61	56.72	51.60	45.04	44.08
		0.02 mm PEF	62.61	58.25	53.09	47.59	46.52
		0.04 mm PEF	62.61	58.44	54.33	51.47	51.26
	CO ₂ treated	0.06 mm PEF	62.61	58.93	56.54	55.18	54.37
		0.02 mm PEF	62.61	58.93	56.14	50.33	48.06
		0.04 mm PEF	62.61	60.11	58.76	53.43	52.36
a	Non-treated	Non-packed	-9.24	+3.31	+17.12	+25.31	+27.35
		0.02 mm PEF	-9.24	+0.76	+10.33	+24.39	+25.98
		0.04 mm PEF	-9.24	-0.26	+10.01	+14.16	+17.18
	CO ₂ treated	0.06 mm PEF	-9.24	-3.80	+2.94	+4.02	+12.67
		0.02 mm PEF	-9.24	-3.01	+9.89	+19.85	+24.55
		0.04 mm PEF	-9.24	-6.80	+2.32	+13.96	+14.19
b	Non-treated	Non-packed	+25.82	+21.93	+19.57	+18.84	+17.63
		0.02 mm PEF	+25.82	+24.04	+20.97	+20.54	+20.75
		0.04 mm PEF	+25.82	+23.90	+21.14	+22.82	+22.04
	CO ₂ treated	0.06 mm PEF	+25.82	+25.60	+21.17	+26.27	+26.23
		0.02 mm PEF	+25.82	+25.49	+18.47	+21.24	+21.93
		0.04 mm PEF	+25.82	+25.64	+23.92	+24.62	+23.97
		0.06 mm PEF	+25.82	+27.10	+24.78	+26.73	+26.78

pH, 적정산도 및 가용성 고형분의 변화
저장중 토마토의 pH, 적정산도 및 가용성 고형분의 변화를 측정할 결과는 Table 1과 같다. 토마토의 초기

pH는 4.1이었고, 저장중 다소 증가하는 경향이었으나 적정산도는 다소 감소하였다. 가용성 고형분은 초기 4.2 °Brix이었으며 저장기간중 전반적으로 감소하는 경향이

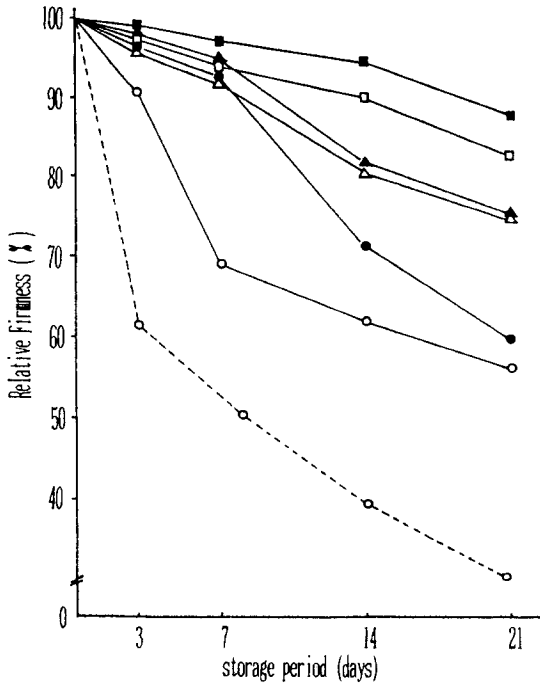


Fig. 5. Changes in firmness of tomatoes during storage
 Symbols are same as in Fig. 4

었다.

저장기간중 pH, 적정산도 및 가용성 고형분 변화는 필름의 두께 및 CO₂ 처리유무에 따라 뚜렷한 차이가 나타나지 않았다.

과육의 경도 변화

저장중 토마토의 경도 변화를 측정한 결과는 Fig. 5와 같다. 무포장구는 저장기간중 전반적으로 크게 감소하였는데 특히 저장 초기에 급격히 감소하여 저장 3일까지 40% 정도의 감소율을 보였다. P.E. film 포장구는 무포장구에 비해 상당히 경도 감소가 억제되었으며, 동일한 두께의 필름 포장구에서는 CO₂ 처리구가 무처리구에 비해 더욱 적은 경도 감소율을 보였다.

이와 같은 결과로 미루어 P.E. film 및 고농도 CO₂ 단기간 처리가 저장중 토마토 과실의 경도감소를 억제하였음을 알 수 있다. 이는 사과⁽²⁶⁾, 바나나⁽¹⁶⁾ 및 키위⁽¹⁵⁾ 등의 청과물 저장시 P.E. film과 CO₂ 처리가 경도감소의 억제효과를 나타내었다는 보고와 일치하는 결과였다.

색의 변화

저장중 토마토 과피의 색 변화를 L, a 및 b값으로 나타낸 결과는 Table 2와 같다. 적색·녹색을 나타내는 a값은 저장기간중 전반적으로 증가하는 경향이었으며, 중량 및 경도의 변화와 마찬가지로 무포장구에서 큰

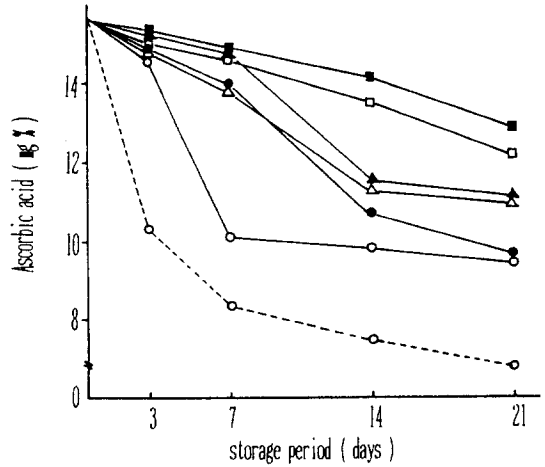


Fig. 6. Changes in ascorbic acid content of tomatoes during storage
 Symbols are same as in Fig. 4

Table 3. Changes in glucose and fructose content of tomatoes during storage (%)

Sugar	Packaging method	Storage period (days)					
		initial	3	7	14	21	
glucose	Non-treated	Non-packed	1.1	1.5	1.8	1.8	1.3
		0.02mm PEF	1.1	1.5	1.2	1.5	1.4
		0.04mm PEF	1.1	1.4	1.2	1.3	1.3
	CO ₂ treated	0.06mm PEF	1.1	1.4	1.1	1.3	1.3
		0.02mm PEF	1.1	1.2	1.2	1.4	1.3
		0.04mm PEF	1.1	1.4	1.4	1.1	1.3
0.06mm PEF	1.1	1.3	1.2	1.3	1.3		
fructose	Non-treated	Non-packed	1.5	1.7	1.9	1.9	1.9
		0.02mm PEF	1.5	1.4	1.7	1.7	1.7
		0.04mm PEF	1.5	1.6	1.7	1.6	1.7
	CO ₂ treated	0.06mm PEF	1.5	1.5	1.6	1.5	1.6
		0.02mm PEF	1.5	1.6	1.5	1.7	1.7
		0.04mm PEF	1.5	1.5	1.5	1.6	1.6
0.06mm PEF	1.5	1.4	1.5	1.6	1.6		

변화를 보였다. 포장구는 무포장구에 비해 전반적으로 변화가 적었으며, 필름이 두꺼울수록 a값의 증가가 억제되었고 동일한 두께의 필름 포장구에서는 CO₂ 처리구가 무처리구보다 그 증가현상이 더욱 억제되었다. 한편, 명도를 나타내는 L값은 a값보다는 적은 변화를 보였으며 저장기간이 경과할수록 대체로 감소하였고 청색·황색을 나타내는 b값은 필름두께 및 CO₂처리 유무에 따라 뚜렷한 변화는 없었다. 이러한 P.E. film 포장 및 고농도 CO₂ 단기간 처리에 의한 a 및 L값의 변화 억제현상은 포장내부의 O₂ 농도 감소로 인해 chlorophyll 과피와 lycopene, β-carotene 합성이 지연⁽²⁷⁾되었기 때문으로 생각된다.

Ascorbic acid 함량의 변화

저장중 토마토의 ascorbic acid 함량의 변화를 조사한 결과는 Fig. 6과 같다. 무포장구의 경우 저장중 ascorbic acid의 함량이 급격히 감소하였으나 포장구는 무포장구에 비해 그 감소가 억제되었다. ascorbic acid 함량의 감소는 필름이 두꺼울수록 적게 나타났으며 동일한 두께의 필름 포장구에서는 CO₂ 처리구가 무처리구에 비해 다소 적었다. 이와 같은 결과는 MA 및 CO₂ 처리에 의한 저장시 Okra⁽²⁸⁾ 등의 몇몇 과채류에서 ascorbic acid의 변화가 억제되었다는 보고와 유사하였다.

당 변화

저장중 토마토 과실의 glucose와 fructose 함량의 변화를 분석한 결과는 Table 3과 같다. 토마토의 구성당은 glucose, fructose 및 미량의 sucrose로 구성되어 있으며 fructose가 glucose보다 다소 높은 함량을 보였다. 저장기간중 glucose와 fructose는 전반적으로 약간 증가하였으나 필름두께 및 CO₂ 처리유무에 따른 뚜렷한 차이는 없었다.

요 약

토마토 과실의 저장성에 미치는 여러 두께의 P.E. film 포장 및 고농도 CO₂ 단기간 처리효과를 조사하기 위하여 포장내 기체조성, 중량, 경도 및 여러 성분의 변화를 측정된 결과를 요약하면 다음과 같다. 포장내 O₂와 CO₂ 농도는 저장 초기에 급격히 변화하였으나 저장 7일 이후에는 일정한 수준에 도달하였으며 그 중 0.06 mm film 포장구는 CO₂, O₂ 농도는 각각 4~6%를 유지하였다.

포장내 C₂H₄의 농도는 필름이 두꺼울수록 그 증가현상이 늦게 시작되었으며 동일두께의 필름에서는 CO₂ 처리구가 무처리구보다 낮게 나타났다.

저장중 토마토 과실의 중량 감소율은 무포장구에서 4% 이상을 나타내었으나 필름포장 및 CO₂ 처리에 의하여 크게 낮아져 0.06 mm film 포장구의 경우 1% 정도의 감소에 그쳤다.

pH, 적정산도 및 가용성 고형분은 저장기간중 그 변화가 다소 나타났으나 필름의 두께 및 CO₂ 처리에 의한 차이는 뚜렷하지 않았다. 저장중 토마토 과실의 색도를 측정된 결과 a값은 대체로 증가하였으나 필름이 두꺼울수록 그 변화가 적었으며 CO₂ 처리에 의해서 a값의 증가가 상당히 억제되었다. 그리고 L 및 b값은 저장기간중 큰 변화가 없었다.

경도 및 ascorbic acid는 저장중 전반적으로 감소하였으나 필름포장 및 CO₂ 처리에 의하여 감소가 억제되었으며 저장 초기에는 필름포장보다 CO₂ 처리에 의한 효과가 크게 나타났다.

토마토의 당은 glucose, fructose와 미량의 sucrose로 구성되어 있었으며 glucose와 fructose는 저장중 다소 증가하였으나 필름포장 및 CO₂ 처리에 따른 영향은 나

타나지 않았다.

문 헌

1. Malis-Arad, S., Didi, S. and Y. Mizrahi: Changes in soft and firm tomato cultivars and in non ripening mutants. *J. Hort. Sci.*, **58**, 111(1983)
2. Brady, C.J., McGrasson, W.B., Pearson, J.A., Meldrum, S.K. and E. Kopeliovitch: Interactions between the amount and molecular forms of polygalacturonase, calcium, and firmness in tomato fruit. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, **110**, 254(1985)
3. Seymour, G.B., Daye, M.N., Wainwright, H. and Tucker, G.A.: Effects of cultivar and harvest maturity on ripening of mangoes during storage. *J. Hort. Sci.*, **65**, 479(1990)
4. Mitsuaki Aoyagi and Hogara Makino: Effects of maturity at the harvest and low temperature distribution on keeping quality of strawberry fruits. *J. Japan Soc. Hort. Sci.*, **49**, 583(1981)
5. Lawford Baxter and Luther Waters, Jr.: Chemical changes in okra stored in air and controlled atmosphere. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, **115**, 452(1990)
6. Parsons, C.S., Anderson, R.E. and Penny, R.W.: Storage of mature green tomatoes in controlled atmosphere. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, **95**, 791(1970)
7. Arpaia, M.L., Mitchell, F.G., Mayer, G. and Kader, A. A.: Effects of delays in establishing controlled atmospheres on kiwifruit softening during following storage. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, **109**, 768(1984)
8. Ichiro Kajiura: 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)
9. Akihiko Onoda, Takenori Koizumi, Kenji Yamamoto, Tadshi Furuya, Hideto Yamakawa and Kiyohisa Ogawa: A study on variable low pressure storage for cabbage and turnip. *J. Jap. Soc. Food Sci. Tech.*, **36**, 369(1989)
10. 朴魯豊, 崔彦浩, 李玉徽, 金榮武: 사과저장에 미치는 감마선의 영향과 polyethylene film의 병용효과. *J. Korean Assoc. Food Sci.*, **2**, 81(1970)
11. Carol F. Johnson, Maxie, E.C. and Elizabeth M. Elbert: Physical and sensory tests on fresh strawberries subjected to gamma radiation. *Food Technol.*, **3**, 119 (1965)
12. Responses Vheeler, John E. Packer and Elspeth A. Macrae: Responses of Fuyu persimmon to Irradiation. *Hortscience*, **24**, 635(1989)
13. Saguy, I. and Mannheim, C.H.: The effects of selected plastic film and chemical dips on the shelf-life of marmande tomatoes. *J. Food Technol.*, **10**, 547(1975)
14. Geeson, J.D., Brown, K.M., Kersten Maddison, Judith shephed and Francesca Guaraldi: Modified atmosphere packaging to extend the shelf life of tomatoes. *J. Food Technol.*, **20**, 339(1985)
15. Ruth Ben-Arie and Lillian Sonogo: Modified atmosphere storage of kiwifruit with ethylene removal. *Scientia Horticulture*, **27**, 263(1985)
16. 고하영, 박형우, 강봉삼: 포장방법이 바나나 저장성에 미치는 영향. *식품기술*, **1**, 26(1988)

17. Katsu Ishii and Masutaro Okubo: The keeping quality of chinese chive(*Allium Tuberosum* Rottler) by low temperature and seal packaging with polyethylene bag. *J. Japan Soc. Hort. Sci.*, **53**, 87(1984)
18. Stuart N. thorne and Bernald J.O. EfiuWewere: Changes in organic acid in chilled tomato fruit. *J. Sci. Food Agric.*, **44**, 309(1989)
19. Buescher, R.W.: Organic acid and sugar levels in tomato pericarp as influenced by storage at low temperature. *Hortscience*, **10**, 158(1975)
20. Peter W. Goodenough, gregory A. Tucker, Donald Grierson and Turdor thomas: Changes in color, polygalacturonase, monosaccharides and organic acids during storage of tomatoes. *Phytochemistry*. **21**, 281(1982)
21. Wang, C.Y.: Effect of CO₂ treatment on storage and shelf-life of sweet peppers. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, **102**, 808(1977)
22. Noupoung Park Eonho Choi and Okhwi Lee: Effects of polyethylene film packaging and carbon dioxide shock on the storage of pears(Changsprang). *한국원예학회지*, **7**, 21(1970)
23. 崔春彦: 2,4-Dinitrophenyl hydrazine에 의한 vitamin C 정량에 대하여. *科研彙報*, **1**, 9(1956)
24. Greeson, J.D.: Modified atmosphere packaging of fruits and vegetables. *Acta Horticulture*. **258**, 143(1989)
25. Lau, O.L., Liu, Y. and Yang, S.F.: Influence of storage atmosphere and procedures on 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid concentration in relation to flesh firmness in 'Golden Delicious' apple. *Hortscience*, **19**, 425(1984)
26. 孫泰華, 崔鍾旭, 李盛雨: Polyethylene film 포장 저장중 저장조건이 사과 Fuji의 품질에 미치는 영향. *경북대학교 교육대학원 논문집*, **14**, 93(1982)
27. Salunkhe, D.K. and Wu, M.T.: Effects of low oxygen atmosphere storage on ripening and associated biochemical changes of tomato fruits. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, **98**, 12(1973)
28. Lawford Baxter and Luther Waters, Jr.: Chemical changes in okra stored in air and controlled atmosphere. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, **115**, 452(1990)

(1992년 10월 19일 접수)