

## 포장방법 및 온도가 유통중 마의 품질에 미치는 영향

김찬용 · 서영진 · 이숙희 · 이승필 · 박선도 · 김경환

경북농촌진흥원

### Effect of Packaging Methods and Temperatures on the Shelf-life of Korean Yam (*Dioscorea opposita* Thunb.) during Marketing

Chan-Yong Kim, Young-Jin Seo, Suk-Hee Lee, Seung-Phil Lee,  
Sun-Do Park, Kyung-Hwan Kim

*Kyungbuk Provincial Rural Development administration*

#### Abstract

The influence of packaging methods(0.03mmPE, 0.05mmPE, 0.1mmPVC, VACUUM) and marketing temperatures(20°C, 10°C) on the shelf-life and quality were investigated in yam(*Dioscorea*). Respiration, weight-loss and rotting-rate was reduced in polyethylene film packaging in the order of VACUUM, 0.1mmPVC, 0.05mmPE, 0.03mmPE and the effect was more outstanding at 10°C than 20°C. The ethylene concentration of PVC packaging group was higher than that of other packaging methods, which was related with sprouting. Firmness was higher in low-temperature than in room-temperature. PPO activity was lower in vacuum than in other packaging methods, which was associated with browning.

The shelf-life of yam was the longest in vacuum packaging, 3 weeks at 20°C and more than 4 weeks at 10°C.

**Key words :** yam, packaging, shelf-life, marketing, temperature

#### 서 론

마(Yam)은 *Discoreaceae*과, *Dioscorea*속에 속하는 다년생 덩굴성 식물로서 중국이 원산으로 우리나라에서

Corresponding author : Chan-Yong Kim, Department of plant environment Kyungpook Rural Development Administration, 200 Dong-Dong, Buk-Gu, Taegu 702-320, Korea

는 12종이 적국에 걸쳐 자생 및 재배되고 있다[1]. 우리나라에서 자생 및 재배되는 마는 긴 원추형의 뿌리를 가지고 있는 참마(*D. japonica* Thunb.), 뿌리가 땅속 깊이까지 들어가는 장마(*D. batatas* Decene.), 뿌리가 편평한 구형인 등근마(*D. bulbifera* L.), 그 밖에 도꼬로마(*D. tokoro* Makino), 부채마(*D. nipponica* Makino), 단마(*D. aimedoimo*)등이 있으며, 이 중 장마

는 주로 생즙 등의 생식용으로 이용되고 있다[2, 3]. 마는 지하부에 형성된 괴근을 식용 또는 약용으로 이용하고 있으며, 최근에는 건강식품으로 널리 각광 받고 있어 부가가치가 높은 작물이다. 한방에서는 마와 참마를 산약(*Dioscorea Radix*)이라 부르며, 약리성분인 점액성분(Mucine), 스테로이드성의 다이오스게닌(diosgenin), 요로개닌(yorogenin) 등을 함유하고 있어 신체허약, 폐결핵, 정력부족, 설사, 당뇨, 대하증, 빈뇨증 등을 치료하는데 처방되고 있다[1].

마는 9~10월 서리가 오기전에 수확하여 얼기전(11월 말~12월 초)에 같은 장소에서 땅을 파서 이듬해 봄까지 지하움 저장하며 출하하시는 20Kg 종이박스에 포장되어 일식집, 백화점 및 소비자들에게 유통된다[4]. 생식용 마는 수확후 저장 및 유통되는 온도에 따라 품질에 많은 차이가 있다. 일반 과실·채소류에서는 신선도를 유지하기 위해서는 예냉처리, 저온저장, CA저장, MAP(modified atmosphere packaging) 저장 등이 연구·이용되어지고 있다. 특히 기체투과성 plastic film 포장에 의한 저장과 포장기내의 초기 기체를 조절하는 MAP저장이 실용화되는 추세에 있다. 마의 plastic film포장에 관한 연구는 없으나, 양 등[5, 6]은 가을배추 품종, 저장온도 및 film 포장방법에 따른 저장성을, Geeson 등[6]은 토마토 유통기간 연장을 위한 MA포장 효과를 문 등[7]은 polyethylene film 두께별, CO<sub>2</sub> 처리별 토마토 과실의 저장효과를 각각 검토하였다. 신선 농산물에서와 같이 마는 유통기간이 길어지면 품질이 저하되어 상품성

이 없어지므로 shelf-life를 연장하기 위한 연구가 절실히 요구되고 있다.

따라서 본 연구는 유통기간중 마의 shelf-life를 연장시키기 위하여 포장방법과 유통온도를 다르게 하여 유통중 신선도 유지에 효과적인 방법을 찾고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 실험재료

안동의 풍산지역에서 1996년 11월에 수확하여 지하움 저장하였던 것을 이듬 해 2월에 제공받은 장마(*Dioscorea opposita* Thunb.)를 공시재료로 사용하였다.

### 포장방법 및 유통조건

포장방법에서는 무포장, 0.03mmPE, 0.05mmPE, 0.1mmPVC 밀봉포장과, 0.08mmLDPE를 이용한 질소치환(VACUUM)포장을 완전임의배치 3반복으로 실시하였다. 유통은 온·습도 자동조절이 가능한 incubator에서 실시 하였으며, 상온 20°C, 저온 10°C 및 습도 80%로 조절하였다.

### 포장내 gas 조성 측정

포장내 gas분석 조건을 Table 1과 같이하여 1주일 간격으로 4회 실시하였다.

Table 1. The operating conditions of GC analysis for gas compounds in packaging film

Items	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>
Instrument		Hewlett parkard 5890 series II	
Column	60/80 chromosorb 102 1/8" × 2m SS	60/80 molecular sieve 5A 1/8" × 2m SS	60/80 active alumina 1/8" × 2m SS
Detector	TCD	TCD	FID
Carrier	He gas	He gas	N <sub>2</sub> gas
Flow	30ml/min	30ml/min	30ml/min
Injection temp.	40°C	50°C	110°C
Oven temp.	30°C	40°C	110°C
Detector temp.	70°C	70°C	150°C

## 부패율 측정

시료 마의 한 단면을 4등분으로 나누어 부패등분수를 전체등분수에 대한 백분율로 나타내었다.

## 경도 측정

마의 절단면을 과실경도계(FHM-5型)로 측정한 값을 kg/φ12mm로 나타내었다.

## 싹 발생율 측정

싹 발생 개채수를 전체 개체에 대한 백분율로 계산하였다.

## 중량감소율 측정

저장전 마의 중량에서 저장종 중량을 뺀 값을 초기중량에 대한 총감소 중량으로 하고 이를 백분율로 나타내었다.

## 갈변효소(PPO)의 활성 측정

PPO(Polyphenol oxidase)추출 조효소를 10mM catechol 기질에 반응시켜 형성된 quinone류를 420nm 파장의 비색계로 측정하여 흡광도로 표시하였다.

## 색도 측정

마의 절단면의 색도는 색차계(미놀타 색도계 CM-

1000)을 이용하여 측정하였다. 이때 L값은 백색도, a값은 적색도, b값은 황색도를 나타내며, 기준판인 백색판의 L값은 76.07, a값은 -0.02, b값은 +0.01 이었다.

## 결과 및 고찰

### 포장내 가스조성의 변화

마의 PE필름 처리 및 온도에 따른 유통중 포장지 내 CO<sub>2</sub>와 O<sub>2</sub> 농도변화는 그림 1,2와 같다.

유통초기 O<sub>2</sub> 농도변화는 급격한 감소를 보이면서 2주 후에는 상온, 저온 모두 거의 일정한 수준을 유지하였으며, 포장필름의 두께가 두꺼울수록 낮은 농도를 보였다. 질소치환포장은 저장초기 부터 가장 낮은 농도를 유지하였다.

필름포장구내의 CO<sub>2</sub> 농도변화는 초기부터 일정한 수준을 보이나 질소치환포장에서는 유통초기에 급격한 증가를 보인후 유통 2주후부터 일정한 수준을 유지하였다. CO<sub>2</sub>농도는 포장필름의 두께가 두꺼울수록 높게 나타났다. 이러한 마의 유통중 O<sub>2</sub>와 CO<sub>2</sub> 농도변화는 포장필름의 두께에 따른 공기투과도 차이와 포장필름내 마의 호흡작용에 기인한 것으로 생각되

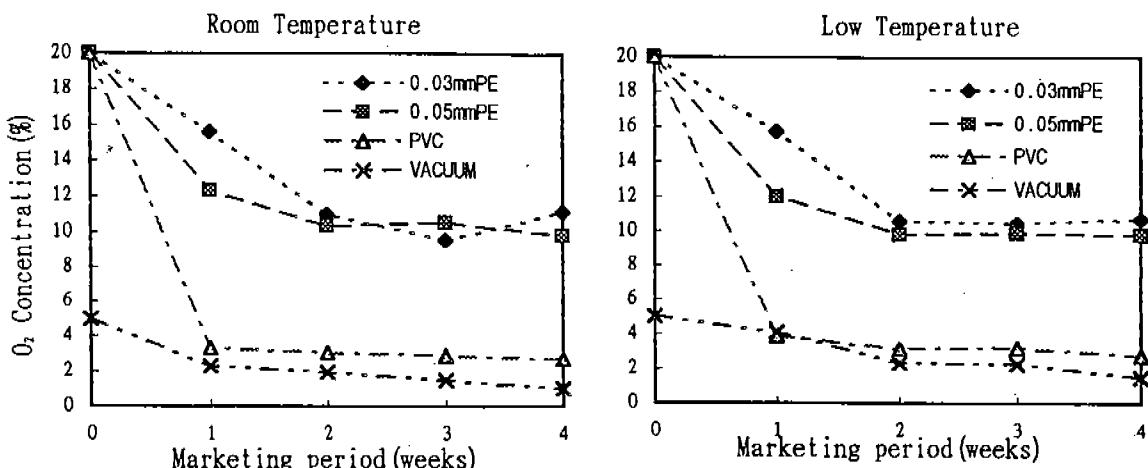


Fig. 1. Changes in O<sub>2</sub> concentration of yam during marketing at 20°C(left) and 10°C(right) with different packaging methods.

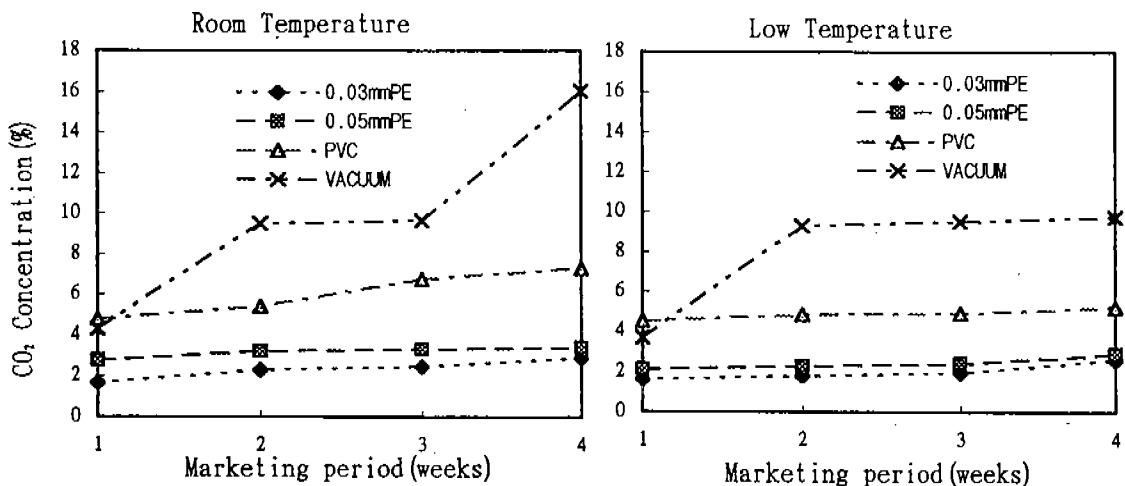


Fig. 2. Changes in CO<sub>2</sub> concentration of yam during marketing at 20°C(left) and 10°C(right) with different packaging methods.

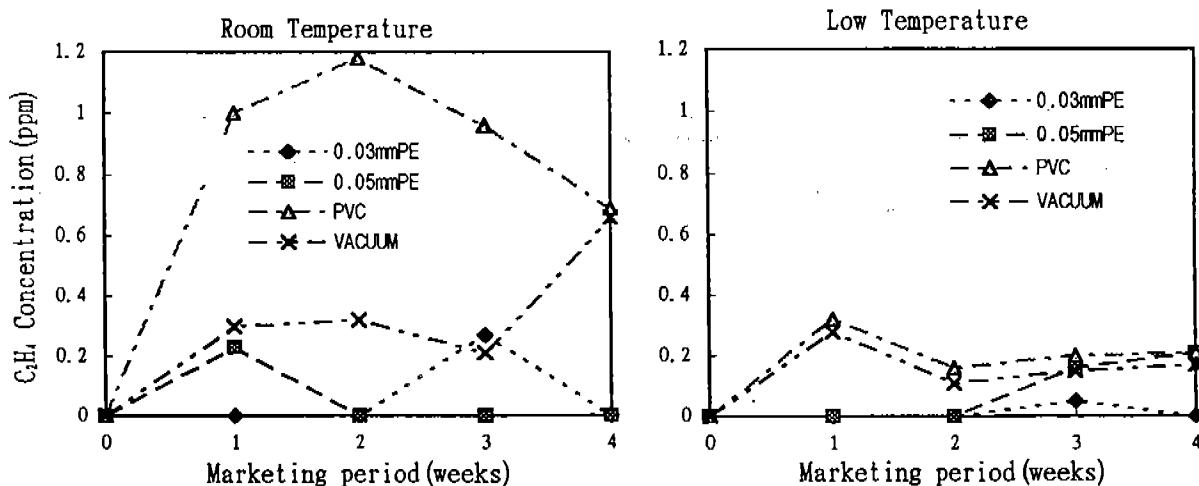


Fig. 3. Changes in ethylene concentration of yam during marketing at 20°C(left) and 10°C (right) with different packaging methods.

며[8] 질소치환포장에서 O<sub>2</sub>농도 3±1%수준, CO<sub>2</sub>농도 10±2%수준이 유통초기부터 유통기간 동안 일정하게 유지되어 호흡억제에 가장 영향이 큰 것으로 사료되었다.

그림 3은 유통중 에틸렌 변화를 나타낸 것으로 초기에 증가를 보이다가 1주후에는 일정하게 유지되었다. 특히 상온의 PVC 필름 처리구에서는 초기에 급격한 증가를 보이는 외에는 필름의 투과율과 관련되

어 필름이 얇을 수록 에틸렌의 외부로의 투과가 많아 에틸렌의 농도가 낮게 나타났다.

#### 부패율의 변화

유통기간에 따른 마의 부패율은 그림 4에서 보는 바와 같다. 저온이 상온보다 훨씬 낮은 부패율을 보였으며, 진공포장이 다른 PE 필름포장이나 무처리에 비해 낮은 부패율을 보였다. 상온에서는 무처리가 1

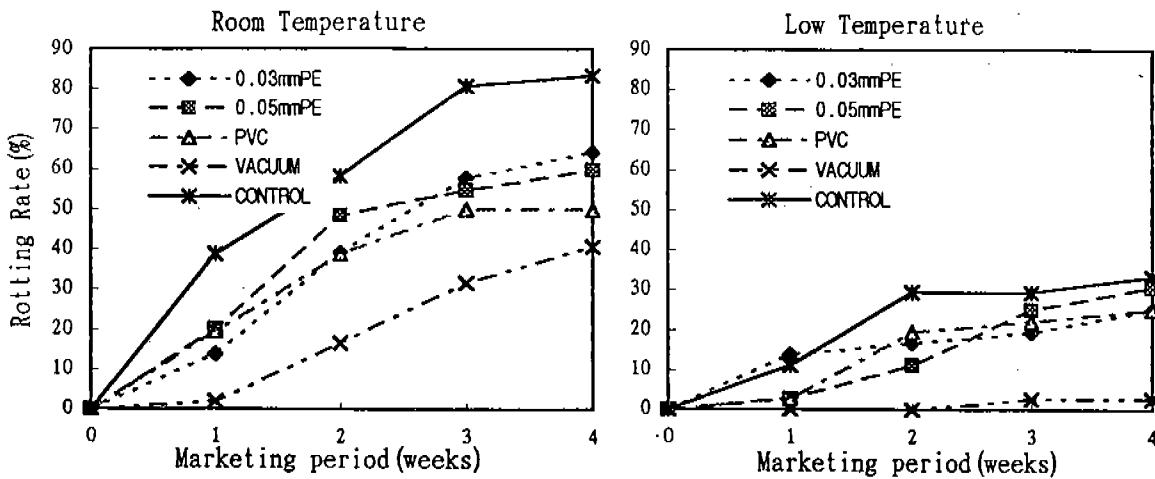


Fig. 4. Changes in rotting rate of yam during marketing at 20°C(left) and 10°C(right) with different packaging methods.

주, 질소치환포장을 제외한 다른 필름포장은 2주에서 40%이상의 높은 부패율을 보여 상품성이 없었으며, 저온에서는 무포장이 2주, 질소치환포장을 제외한 다른 필름포장에서는 3주에 높은 부폐율을 보여 상품성이 없었다.

#### 경도의 변화

유통중 마의 4주후 경도의 측정결과는 표 2와 같다. 5% 유의수준에서 최소유의차(LSD)로 검정한 결과 포장지 처리별로는 유의차가 없는데 반하여 온도 처리에서는 유의차를 보였다. 따라서 저온이 고온보다 높은 경도를 보였는데 이것은 저장이 잘된 CO<sub>2</sub>처리가 과실류의 경도에 상당한 효과가 있다는 연구보고와 유사한 경향을 나타내였다[12].

#### 싹 발생율의 변화

표 3은 유통기간에 따른 싹 발생율을 나타낸 것으로 상온 필름밀봉 처리에서 발아율이 높게 나타났다. 특히 PVC 밀봉포장에서는 초기에 전부가 싹이 발생하였고, 일반 PE 필름 밀봉에서는 초기에 발아했던 것이 일정하게 유지되었다. 질소치환포장에서는 3주 후부터 싹이 발생하기 시작하였으나 발아율은 낮았다. 이러한 싹 발생율은 그림 3의 에틸렌농도와 상관

관계를 보였는데 이는 상온에서 에틸렌 처리구가 구근류의 휴면타파에 효과가 있다는 결과와 일치한다 [9~11].

Table 2. Firmness of yam after 4weeks of marekting at different temperatures and packaging methods

Temperature	Treatment	Firmness (kg/Φ12mm)
Room Temp.(20°C)	0.03mmPE	3.19
	0.05mmPE	3.09
	PVC	3.10
	VACUUM	2.96
	CONTROL	3.21
Low Temp.(10°C)	0.03mmPE	3.53
	0.05mmPE	3.60
	PVC	3.41
	VACUUM	3.38
	CONTROL	3.54
L.S.D. 0.05		
Temp.(A)		0.17
Treat.(B)		N.S
A × B		0.38

#### 중량감소율의 변화

유통기간에 따른 마의 중량감소율을 조사한 결과

Table 3. Changes in bud appearance rate of yam during marketing at 20°C and 10°C with different packaging methods (%)

Temperature	Treatment	Marketing period(week)			
		1	2	3	4
Room Temp.(20°C)	0.03mmPE	22.2	33.3	33.3	33.3
	0.05mmPE	66.6	66.6	66.6	66.6
	PVC	100	100	100	100
	VACUUM	-	-	22.2	22.2
Low Temp.(10°C)	CONTROL	-	-	-	-
	0.03mmPE	-	-	-	-
	0.05mmPE	-	-	-	-
	PVC	-	-	-	77.8
VACUUM	-	-	-	-	-
	CONTROL	-	-	-	-

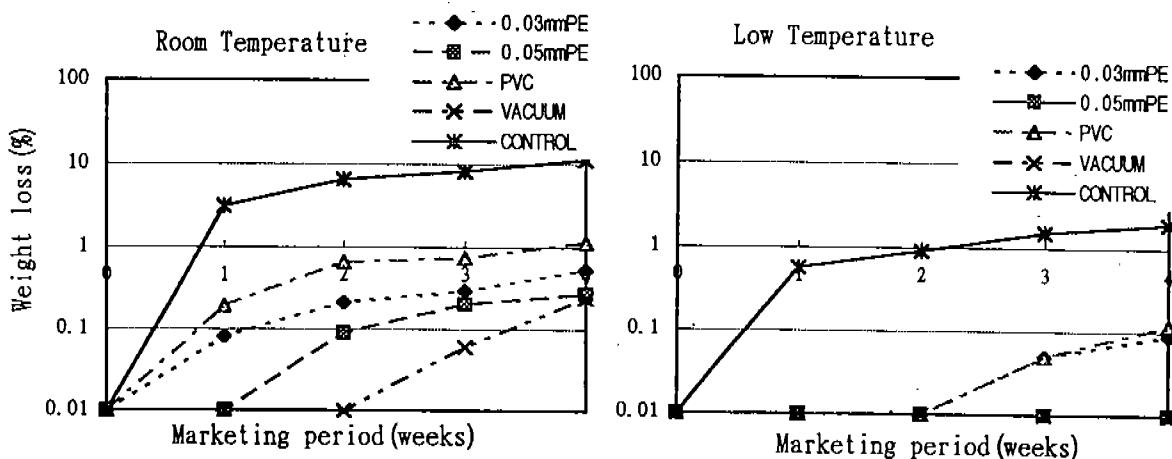


Fig. 5. Changes in weight loss rate of yam during marketing at 20°C(left) and 10°C(right) with different packaging methods.

는 그림 5와 같다. PE필름 포장에서는 유통 4주후 까지 1%미만의 적은 중량감소율을 보였으며, 포장필름의 두께가 두꺼울수록 낮은 중량감소율을 보였다. 무포장에서는 유통 1주후에는 중량감소율이 5%이상 되어 상품성이 떨어진다. 이러한 결과는 PE필름의 두께에 따른 필름의 수증기 투과성에 의한 저장 농산물의 호흡작용과 증산작용에 기인한 포장필름의 MA효과로 사료된다[12].

#### 갈변효소(PPO) 활성 및 색도 변화

유통 4주후 마의 포장방법 및 온도처리에 따라 갈

변효소인 PPO의 활성 및 단면의 색도를 측정하였다. 마의 색도변화를 L, a, b 값으로 나타낸 결과는 표 4와 같다. 마의 선도 판정에 지표가되는 L값을 비교한 결과, 저온이 상온보다, 포장에서는 질소치환포장에서 무처리 및 다른 포장보다 L값이 높아 선도가 잘 유지됨을 나타내었다. 이러한 마의 L값의 변화는 차이는 갈변효소 PPO의 활성과 연관되는 것으로 생각되며, 건조시 갈변억제 방안에 대한 연구가 이루어지고 있다[13]. 따라서 처리별로 PPO의 활성을 알아본 결과, 그림 6과 같다. 저온이 고온보다 효소활성이 낮고, 포장지 별로는 질소치환포장이 무처리 및

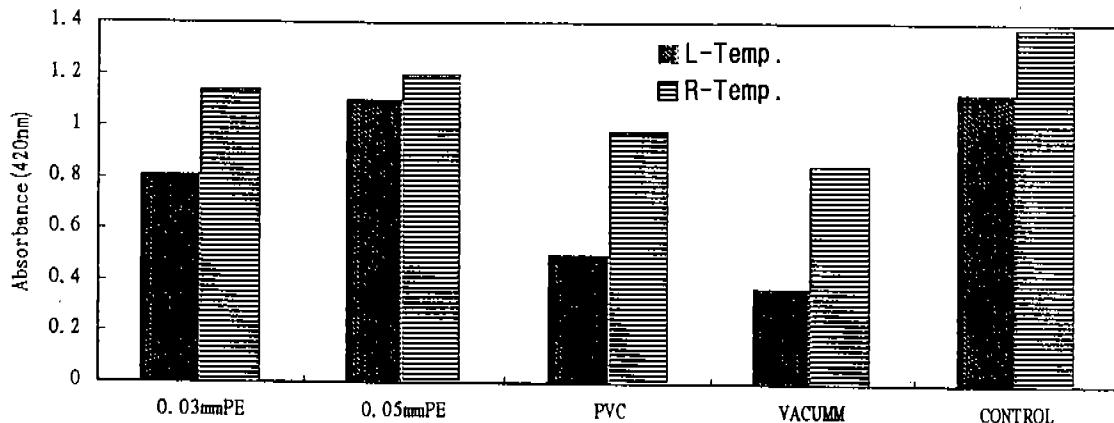


Fig. 6. Influence of different temperatures and packaging methods on PPO activity in yam after 4 weeks of marketing.

Table 4. Changes in flesh color of yam during marketing at 20°C and 10°C with different packaging methods

Temperature	Treatment	Hunter color value <sup>1)</sup>		
		L	a	b
Room Temp.(20°C)	0.03mmPE	33.93	5.65	16.31
	0.05mmPE	29.43	6.13	13.13
	PVC	41.25	5.54	19.67
	VACUUM	42.65	3.23	12.65
	CONTROL	31.52	5.94	13.28
Low Temp.(10°C)	0.03mmPE	40.97	8.35	20.68
	0.05mmPE	47.28	6.69	24.97
	PVC	52.58	3.49	18.74
	VACUUM	54.83	1.94	13.11
	CONTROL	42.68	7.93	24.51

1) L, a and b values at the beginning of the marketing were 65.29, 0.27 and 5.58.

다른 포장 보다 효소활성이 낮게 나타났다. 이와같은 결과는 효소적 갈변은 효소, 기질, 산소의 3가지 요인중 어느 하나만 배제되면 갈변을 억제할 수가 있으므로[14], 본 실험에서는 저온에서는 효소활성저하를, 질소치환포장에서는 산소의 배제가 가능하여 갈변도가 낮은 것으로 생각된다.

## 요 약

마의 유통중 shelf-life 연장을 위하여 포장방법 및

온도가 품질에 미치는 영향을 검토한 결과는 다음과 같다. 포장방법에 따른 밀봉필름내 공기조성은 상온 및 저온유통 모두 질소치환포장이 다른 포장에 비해 O<sub>2</sub>의 농도가 낮고, CO<sub>2</sub>의 농도가 높아 호흡억제효과가 가장 컸다. 생체 중량감소율, 부패율 및 갈변효소(PPO) 활성에서는 저온이 상온보다, 밀봉필름 포장은 무포장보다 낮아 유통중 품질이 잘 유지되었다.

또한 발아율은 저온이 상온보다 낮았고, 특히 상온에서는 질소치환과 0.03mmPE 포장이 다른 포장 보다 낮아 품질이 잘 유지 되었다.

따라서 마의 유통기간은 상온에서는 무포장이 1주, 다른 PE 필름에서는 2주, 질소치환포장에서는 3주까지 였다. 저온유통에서는 무포장이 2주, 다른 PE 필름에서는 3주까지 였고, 질소치환포장에서는 4주가 지나도 부패율이 낮아 1개월이상 유통이 가능하였다.

### 감사의 글

본 논문은 농수산부 특정 연구과제비로 수행한 결과의 일부입니다.

### 참 고 문 헌

- 약품식물학연구회 (1993) 新 藥品植物學, p.228-229, 학연사, 서울.
- 정을권(1989) 산약재배 새 농민 기술대학 교육자료, 42, p.241, 서울.
- 이창복(1982) 대한식물도감, p.225, 향문사, 서울.
- 경북도원 (1996) 마(산약)육종·재배·가공이용, 개방의날 교재, 9월호, p.78 - 80.
- 양용준, 정진철, 장탁종, 이시열, 백운화(1993) 온도 및 포장방법에 따른 저온저장 봄배추의 호흡량 및 감모율, 한국원예학회지, 34(4), 267 - 272.
- Geeson J. M., Kersten M., Judith S. and Francesca G. (1985) Modified atmospheres packaging to extend the shelf-life of tomatoes, *J. Food Technol.*, 20, 339 -345.
- 문광덕, 이철현, 김종국, 손태화(1992) Polyethylene film 포장 및 CO<sub>2</sub>처리에 의한 토마토과실의 저장, 한국식품과학회지, 24(6), 603-609.
- 문광덕, 김종국, 손태화(1990) 고농도 탄산가스처리가 저장중 딸기의 품질에 미치는 영향, 경북대 농학지, 8, 83-88.
- Takashi Hosoki. 1983. Breaking Dormancy with Ethanol and Storage, *Hortscience* 18(6):876-878.
- Masuda, M. and T. Asahira. 1980. Effect of ethylene on breaking dormancy of freesia corms, *Scientia Hort.* 13:85 - 92.
- Vemura, s. and H. Imanishi. 1981. Comparison between ethylene and smoke effect on breaking dormancy of freesia corms, *Abstr Spring Meet. Japan, Soc. Hort. Sci.* :376 - 377.
- 三船隆子(1986) イチュ果實の貯藏における高濃度CO<sub>2</sub>短期間處理の効果. 博士論文.
- 정신교, 정용열, 정우식. 1996. 단마(*Dioscorea alimadoimo*)의 열풍건조시 갈변억제 방안 연구, 한국농화학회지 39(5):384 - 388.
- 김동연, 권동주, 양희천, 윤형식 (1991) 식품화학. p.303 - 325, 영지문화사, 서울.

(1997년 6월 15일 접수)