

가스 제거제 첨가에 따른 필름 포장 청매실의 저장 중 무기질 및 펙틴 성분 변화

차환수 · 홍석인 · 정명수^{1,*}
한국식품개발연구원, ¹(주)오뚜기 중앙연구소

Changes in Mineral and Pectic Substances of Korean Mature-Green Mume (*Prunus mume* Sieb. et Zucc) Fruits Packaged in Plastic Films with Gas Absorbents during Storage

Hwan-Soo Cha, Seok-In Hong and Myong-Soo Chung^{1,*}
Korea Food Research Institute
¹Research Center, Ottogi Corporation

Changes in mineral (Ca, Mg) contents and pectic substances of mature-green 'Nanko' Mume fruits hermetically packaged in 0.03 mm low density polyethylene (LDPE) films with and without gas absorbents were examined during storage at 25°C for 10 days. Each packaging contained 10 g Ca(OH)₂ as a carbon dioxide scavenger, 30 g KMnO₄ as an ethylene scrubber or their mixture. In the presence of the ethylene scrubber, losses in mineral contents of alcohol insoluble solids and water soluble pectin were remarkably suppressed, whereas no significant difference was observed in the Ca content between the fresh fruits and those stored for 10 days. Fruits packaged with the ethylene absorbent retained higher amount of pectic substances than those with other packaging treatments. Degradation of the pectic substances into small molecules was also noticeably reduced when the ethylene scrubber was used. Overall results showed that the combination of the gas permeable film and the ethylene absorbent could be applied to mature-green Mume fruits as an effective packaging method to retard the texture softening during storage at the ambient temperature.

Key words: mature-green Mume fruits, pectic substances, plastic film packaging, gas absorbents, texture softening

서 론

매실(*Prunus mume* Sieb. et Zucc)은 장미나무과의 앵두나 무속에 속하는 핵과(核果)류로서 그 원산지는 중국의 사천성과 호북성의 산간지로 알려져 있고, 한국·일본 및 대만에 야생종이 분포하고 있다. 중국 호북(湖北) 강능(江陵)의 전국묘(戰國墓)에서 매실씨가 발견된 점으로 미루어보아 약 3,000년 전부터 매실 재배가 이루어졌음을 알 수 있으며, 우리나라에서는 매실을 삼국시대부터 관상용으로 정원에 심었고 열매를 이용한 것은 한의학이 도입된 고려중엽부터라고 알려져 있다. 국내 재배지역으로는 주로 남부의 전남 해남, 승주, 광양, 곡성을 비롯해 전북 임실, 순창, 남원 지역과 경남의 산청, 함천, 하동, 창녕, 경북의 울진, 칠곡, 영천, 충남의 부

여, 대전 등을 꼽을 수 있다. 신품종이 도입되기 시작한 1980년대 초부터 재배면적이 증가되기 시작하였으며, 국내에서는 알칼리성 건강식품으로서의 소비증가 및 매실주, 청량음료 등의 가공산업 발달, 대외적으로는 매실의 수출길이 열리기 시작한 1986년부터 급격히 재배면적이 증가되어 2000년도에는 과수재배 총면적 175,708 ha의 0.6%인 1,034 ha에 이르고 생산량은 7,743 톤으로 꾸준한 증가세를 나타내고 있다⁽¹⁾. 매실은 청과이며 유통과 생식(生食)이 어려운 가공전용 과실로서 수확은 품종, 지역, 가공목적에 따라 약간의 차이는 있으나 대체로 5월말에서 7월 상순에 수확한다. 매실의 약리적 효능으로는 항균작용과 항알러지작용, 정혈작용에 의한 알칼리성으로의 체질개선 효과뿐만 아니라 고혈압, 당뇨, 설사, 변비 등의 예방 및 숙취 제거에도 탁월한 효과가 있다고 알려져 있다⁽²⁾. 이러한 청매실은 현재 매실주, 매실주스, 매실 절임 등의 원료로 주로 사용되고 있으나, 수확 후 상온에 방치하면 급속히 추숙이 일어나 다량의 에틸렌을 생성하고 과육이 현저하게 연화되어 가공용 원료로서의 가치가 떨어지므로 청매실의 품질저하를 방지하기 위한 저장성 증진 연구가 시급한 실정이다.

*Corresponding author: Myong-Soo Chung, Research Center, Ottogi Corporation, 160 Pyeongchon-dong, Dongan-gu, Anyang, Kyonggi-do 431-070, Korea
Tel: 82-31-421-2137
Fax: 82-31-421-2133
E-mail: mschung@ottogi.co.kr

청매실의 신선도 유지를 위해서는 CA 저장 또는 MA 포장방법을 이용하는 것이 매우 효과적이라는 사실이 보고되어 왔다. 구체적으로 상온의 CA 저장 조건에서는 청매실의 초기 품질을 유지하기 위해 에틸렌 제거와 함께 저 O_2 (>2%), 고 CO_2 (=8%)의 기체조성이 필요하다⁽³⁾. MA 포장의 경우 0.02-0.03 mm 두께의 폴리에틸렌(PE) 필름에 청매실을 포장했을 때 O_2 농도가 약 4~5% 정도로 조성되면 개봉 후 추숙(追熟)이 그다지 빠르지 않고 장해를 발생하지 않아 품질 유지가 가능하였으나, 2% 이하의 O_2 농도에서는 과실의 대사 이상에 따라 장해 발생이 높게 나타났다⁽⁴⁾. 또한 저장 중 청매실의 변색억제 측면에서도 CA 저장 및 플라스틱 필름(0.03 mm PE)과 에틸렌 제거제를 병용한 MA 포장이 모두 효과적이었으며, 특히 CO_2 농도가 높을수록 황화(黃化)가 억제되었다⁽⁵⁾. 실질적인 품질 유지기간은 에틸렌 제거제를 병용한 MA 포장구에서 12일이었으며, CA 저장의 경우 3~8% CO_2 처리구에서는 15일, 13% 처리구에서는 19일간 품질이 양호하였으나 18%의 고농도 CO_2 조건에서는 12일로 오히려 더 낮은 저장성을 나타내었다. 한편 MA 포장에 사용한 플라스틱 필름의 기체투과성에 따라 청매실의 신선도 유지효과가 다른 것으로 알려졌는데, 투과도가 적당히 낮은 포장재의 경우 저농도(2~3%) O_2 및 고농도(7~8%) CO_2 로 포장내부 환경이 조성되어 에틸렌 축적이 적고 황화도 억제되었으나 지나친 저산소 조건에서는 장해 과실이 발생하였다. 이에 반해 투과도가 높은 포장재에서는 과실의 장해 발생이 현저하지 않았으나 에틸렌이 과다하게 축적되어 과육 연화가 촉진되었다⁽⁶⁾. 이상에서 살펴본 바와 같이 청매실의 신선도 연장을 위해 CA 저장 또는 MA 포장을 적용한 연구결과가 일부 보고되어 있으나, 상온 유통조건에서 청매실의 선도유지와 관련하여 조직구성 성분변화에 대한 구체적인 연구사례는 아직 보고된 바 없다. 더욱이 MA 포장에 일반적으로 사용되는 0.03 mm LDPE 필름은 청매실의 밀봉 포장시 상온 저장 2일만에 8% 이상의 고농도 CO_2 와 수십 ppm 이상의 에틸렌을 누적시켜 그에 따른 생리이상 증세 및 추숙을 유발할 수 있어⁽⁷⁾, CO_2 또는 에틸렌 제거제의 활용 가능성을 구체적으로 검토할 필요가 있다.

이에 본 연구에서는 수확기의 관행적 유통조건을 감안하여 청매실의 과육 연화억제를 목적으로 상온 저장시 플라스틱 필름포장과 가스 제거제를 병용하였을 때 무기질 및 펙틴 성분 변화에 어떠한 영향을 미치는가를 검토함으로써 보다 효과적인 상온 유통용 선도유지 포장방법을 제시하고자 하였다.

재료 및 방법

재료

전남 해남군 산이면에 위치한 보해 매원에서 개화 후 71일에 채취한 '남고' 품종의 청매실을 사용하였다. 청매실의 1개당 평균무게는 14.5 g이었고, 과실 전체에 대해 씨가 차지하는 비율은 평균 17.8%였다. 수목에서 채취한 청매실은 보냉용기에 담아 이송하였으며 실험장소에 도착한 후 0°C의 저장실에서 하루동안 예냉시킨 다음 저장실험에 사용하였다.

포장 및 저장

가스 제거제를 첨가한 필름 포장의 비교 실험을 위해 두께가 0.03 mm인 저밀도 폴리에틸렌(LDPE, 한양화학) 필름 봉투(20×30 cm)에 청매실 500±2 g씩을 각각 넣고 여기에 CO_2 제거제로서 $Ca(OH)_2$ 10 g 팩, C_2H_4 제거제로서 $KMnO_4$ 30 g 팩, CO_2 와 C_2H_4 의 혼합 제거제로서 $Ca(OH)_2$ 10 g+ $KMnO_4$ 30 g 팩을 첨가한 3가지 포장구와 가스 제거제를 넣지 않은 일반 포장구를 가열접착 밀봉하여 25°C에서 10일간 저장하면서 각각의 무기질과 펙틴 성분을 측정하였다.

무기질 분석

생 매실, 알콜 불용성 고형물, 가용성 펙틴 중 수용성 펙틴 및 산가용성 펙틴의 칼슘과 마그네슘 분석을 AOAC법⁽⁸⁾에 따라 실시하였다. 즉, 미리 항량을 구한 도가니에 시료를 취하고 예비 탄화시킨 후 560°C의 회화로에서 백색이나 회백색이 될 때까지 회화시켰다. 회화된 회분을 소량의 이온교환수로 재가 흡여지지 않도록 적신 후 50%(v/v) 염산용액 5 mL를 가하여 가열판(hot plate)에서 증발 건조시킨 다음, 다시 5 mL의 25% 염산용액을 가하여 5분간 가열 용해한 후 여과하여 100 mL로 정용하였다. 이 용액 중 5 mL를 25 mL 메스 플라스크에 취한 후 공존 이온의 영향을 제거하기 위해 5% La_2O_3 용액 5 mL를 가한 다음 0.1 N HCl로 정용하여 ICP(Inductively Coupled Plasma, Jobin Yvon Co., France)로 정량분석하였다. 이 때의 측정조건은 HF frequency: 27.12 MHz, Forward power: 1.0 kW, Reflected power: <3W, Torch: Low Ar consumption, demountable torch, Observation height: 14 mm from the induction coil, Solution uptake rate: 1.8 mL/min, Data management: IBM PS/2/30 computer system, System wave length: Ca at 393.73 nm, Mg at 279.55 nm로 분석하였다.

알콜 불용성 고형물의 분리 정제

매실의 알콜 불용성 고형물(alcohol insoluble solids: AIS) 조제는 시료에 ethanol을 넣어 마쇄한 후, 마쇄물의 최종농도가 80%(w/v)가 되도록 매실 증량에 대해 10배의 ethanol을 가하고 85°C에서 환류 냉각장치를 부착시켜 1시간 가운, 추출한 다음 감압 여과하였다. 여과하여 얻은 침전물에 다시 80% ethanol을 첨가하여 60°C에서 1시간 방치하고 여과하는 조작을 4~5회 반복하여 여과액에서 당이 검출되지 않을 때까지 침출을 계속한 침전물을 순수 ethanol과 acetone으로 탈수처리하였다. 이것을 40°C 송풍건조기에서 건조한 다음 분쇄하여 40 mesh로 통과시켜 AIS를 분리 정제하였다⁽⁹⁾.

가용성 펙틴의 분획 및 정량

가용성 펙틴의 분획은 Fig. 1과 같이 0.2 g AIS에 증류수 100 mL를 가하여 30°C에서 1시간 추출한 후 감압 여과하고 침전물을 다시 100 mL의 증류수에 현탁 용해하여 동일조건에서 추출 후 여과하여 수용성 펙틴(water soluble pectin: WSP)을 얻었다. 수용성 펙틴을 제거한 추출잔사에 0.4%(w/v) sodium hexametaphosphate 용액 100 mL를 가하여 30°C에서 2시간 교반시켜 추출 후 여과하는 조작을 2회 반복하여 염가용성 펙틴(sodium hexametaphosphate soluble pectin:

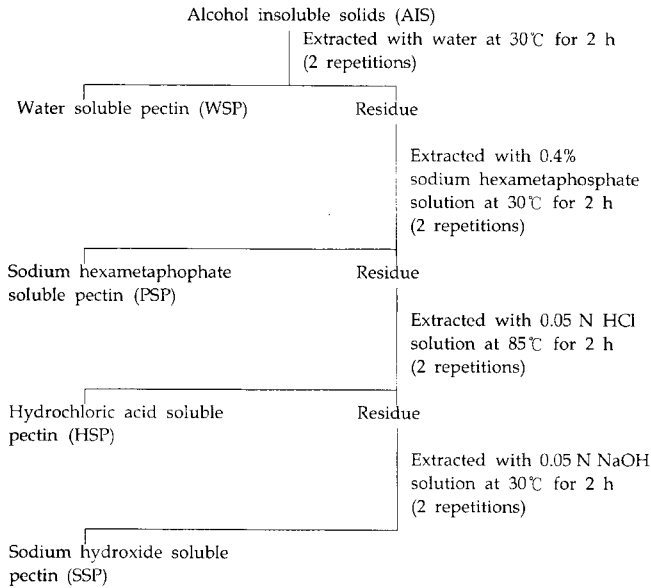


Fig. 1. Fractionation of various soluble pectins starting from alcohol insoluble solids of Mume fruits.

PSP)을 얻었다. 염가용성 펙틴을 제거한 잔사에 다시 0.05 N HCl 용액 100 mL를 가하여 현탁 용해시킨 후 85°C에서 2시간 2회 추출 후 여과하여 산가용성 펙틴(hydrochloric acid soluble pectin: HSP)을 얻었다. 다시 산가용성 펙틴을 제거한 잔사에 0.05 N NaOH 용액 100 mL를 가하여 30°C에서 2시간 2회 추출 후 여과하여 알칼리가용성 펙틴(sodium hydroxide soluble pectin: SSP)을 얻었다⁽¹⁰⁾.

가용성 펙틴의 정량은 carbazole-sulfuric acid법⁽¹¹⁾에 따라 앞서 추출 후 여과하여 얻은 각각의 여과액 1 mL에 0.5 mL carbazole(0.1% carbazole+95% ethanol) 용액을 가하고 교반한 다음, 진한 황산 6 mL를 가하여 85°C에서 5분간 가열하고 실온에서 15분간 방치시킨 후 525 nm에서의 흡광도를 측정하여 산출하였다. 이때 표준곡선은 galacturonic acid monohydrate를 20~100 g/mL의 농도가 되게 제조한 용액 1 mL를 취하여 앞서 언급한 carbazole-sulfuric acid법에 따라 작성하였다. 한편 가용성 펙틴 분획물의 제조는 AIS를 위와 동일한 방법으로 처리하여 각각의 가용성 펙틴을 추출하여 얻은 여과액을 45°C에서 감압 농축한 후 동결 건조하여 제조하였다.

결과 및 고찰

알콜 불용성 고형물의 무기질 변화

Fig. 2는 가스 제거제 첨가구별로 25°C에서 10일간 저장한 매실로부터 추출한 알콜 불용성고형물(AIS)의 Ca와 Mg의 함량을 측정된 결과이다. 저장초기 매실 AIS의 Ca와 Mg 함량은 각각 455 mg과 67 mg으로 Ca가 Mg에 비해 약 7배정도 높게 나타났다. 25°C에서 10일간 저장한 후 일반 포장구(가스 제거제 무첨가)에서 추출한 AIS의 Ca와 Mg 함량은 각각 291 mg과 36 mg으로 저장초기에 비해 Ca 함량은 36%, Mg 함량은 46%가량 감소되었다. CO₂ 제거구도 일반 포장구와 비슷하게 저장 10일 후 Ca 함량은 41%, Mg 함량은 46%가

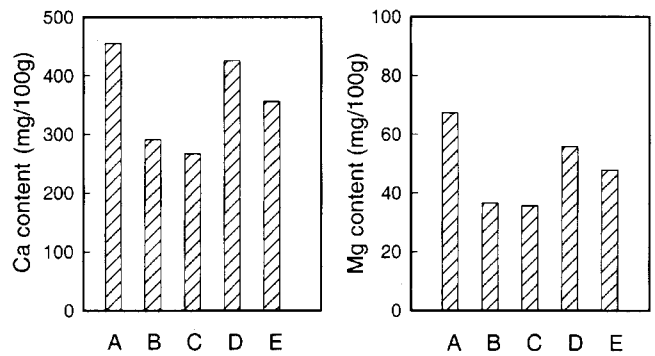


Fig. 2. Changes in Ca and Mg content from alcohol insoluble solids (AIS) of 'Nanko' Mume fruits packaged in 0.03 mm LDPE film with gas absorbents during storage for 10 days at 25°C.

A: Fresh fruit, B: Packaged in 0.03 mm LDPE film with CO₂ absorbent, C: Packaged in 0.03 mm LDPE film with C₂H₄ absorbent, D: Packaged in 0.03 mm LDPE film with CO₂ and C₂H₄ absorbent, E: Packaged in 0.03 mm LDPE film with CO₂ and C₂H₄ absorbent.

감소하여 이들 두 시료는 저장초기에 비해 조직이 상당히 연화되었음을 간접적으로 알 수 있었다. 그러나 C₂H₄ 제거구는 Ca 함량이 저장초기에 비해 약 7% 감소된 426 mg이었으며, Mg 함량은 16% 감소된 약 56 mg으로 비교구 가운데 Ca와 Mg 함량의 변화가 가장 적은 것으로 나타났다. CO₂와 C₂H₄ 혼합 제거구는 이들 무기질 함량이 각각 22%와 30%정도 감소되어 C₂H₄ 단독 제거구보다는 다소 더 감소되었음을 알 수 있다. 이상과 같이 매실의 저장 중 조직 연화와 관련이 있는 알콜 불용성 고형물의 Ca와 Mg 함량 측정결과를 종합해 보면, C₂H₄ 제거구는 25°C에서 저장 10일 후에도 다른 비교구에 비해 매실 조직이 양호하게 유지되었음을 알 수 있다.

일반적으로 식물조직에 있어서 Ca는 세포벽, 세포막, 에틸렌 발생 및 세포벽 분해효소의 활성화에 관여함으로써 과실의 연화와 저장성에 영향을 미치는 것으로 알려져 있다. 특히 세포벽에 존재하는 Ca는 펙틴질의 rhamnolacturonan에 이온 결합하여 세포와 세포사이의 결합력을 증가시키는 역할을 하며, 또한 Ca-pectate 복합체는 세포벽 구조를 유지하는데 필수적이고, Ca가 결합된 조건에서는 middle lamella의 펙틴과 Ca의 교차결합이 약해지면서 과실의 연화시 펙틴질의 분해와 함께 Ca가 유리된다고 보고되었다^(12,13).

가용성 펙틴의 함량과 구성비

Table 1은 AIS에서 분리한 가용성 펙틴 함량과 총 펙틴에 대한 개별 가용성 펙틴의 구성비를 나타낸 결과이다. 포장구별 AIS 수율 변화는 일반 포장구 > CO₂ 제거구 > 혼합 제거구 > C₂H₄ 제거구 순으로 저장 중 수율이 감소하는 경향을 보였다. 즉, 저장 10일 후 일반 포장구는 2.43%, CO₂ 제거구는 2.48%, C₂H₄ 제거구는 2.61%, 혼합 제거구는 2.53%로 각각 감소하였으며, C₂H₄ 제거구를 제외한 나머지 비교구는 저장 8일째에 AIS 수율의 감소폭이 상대적으로 크게 나타났다.

전반적으로 저장 중 비교구 모두 총 펙틴과 염산가용성 펙틴(HSP)은 감소하고 수용성 펙틴(WSP)은 증가하는 경향을 보였으나, 염가용성 펙틴(PSP)과 알칼리가용성 펙틴(SSP)은

Table 1. Changes in pectic substances and alcohol insoluble solid(AIS) content of 'Nanko' Mume fruits packaged in 0.03 mm LDPE film with gas absorbents during storage at 25°C
(mg/100 g, flesh weight)

Treatment	Storage time (days)	WSP ¹⁾ (W)	PSP ²⁾	HSP ³⁾ (H)	SSP ⁴⁾	TP ⁵⁾	AIS (%)	TP ⁵⁾ /AIS × 100 (%)
None ⁶⁾	0	65	37	423	48	573	2.92	19.62
	2	63	35	420	45	563	2.90	19.41
	4	68	34	411	42	555	2.85	19.47
	6	72	36	398	38	544	2.74	19.85
	8	81	42	376	46	545	2.61	20.88
	10	115	39	309	44	507	2.43	20.86
C-ab ⁷⁾	0	65	37	423	48	573	2.92	19.62
	2	64	41	425	39	569	2.89	19.69
	4	69	36	416	46	567	2.86	19.83
	6	79	37	405	35	556	2.76	19.93
	8	88	44	389	32	553	2.57	21.34
	10	117	47	315	41	520	2.48	20.97
E-ab ⁸⁾	0	65	37	423	48	573	2.92	19.62
	2	62	42	437	46	587	2.91	20.17
	4	67	45	432	41	585	2.88	20.31
	6	70	46	419	45	580	2.81	20.64
	8	76	51	401	48	576	2.76	20.87
	10	85	47	397	39	568	2.61	21.76
C · E-ab ⁹⁾	0	65	37	423	48	573	2.92	19.62
	2	66	45	430	44	585	2.92	20.03
	4	70	42	427	43	582	2.87	20.28
	6	77	36	412	39	564	2.85	19.79
	8	84	40	395	47	566	2.67	21.20
	10	110	48	325	46	529	2.53	20.91

¹⁾WSP: water soluble pectin.

²⁾PSP: sodium hexametaphosphate soluble pectin.

³⁾HSP: hydrochloric acid soluble pectin.

⁴⁾SSP: sodium hydroxide soluble pectin.

⁵⁾TP: total pectin.

⁶⁾Packaged in LDPE 0.03 mm.

⁷⁾Packaged in LDPE 0.03 mm with CO₂ absorbent.

⁸⁾Packaged in LDPE 0.03 mm with C₂H₄ absorbent.

⁹⁾Packaged in LDPE 0.03 mm with C₂H₄ and CO₂ absorbent.

일정한 증감의 경향이 나타나지 않았다. WSP는 저장초기에 65 mg이었으나 일반 포장구에서 저장 10일 후 115 mg으로 77% 증가하였으며, CO₂ 제거구는 117 mg으로 80%가량, 혼합 제거구는 69% 증가된 110 mg을 나타내었다. C₂H₄ 제거구는 초기에 비해 31% 증가된 85 mg으로 비교구 중 그 증가폭이 가장 적었다. 한편 저장 중 HSP의 변화를 살펴보면 일반 포장구는 초기 423 mg에서 저장 10일 후 27% 감소된 309 mg이었으며, CO₂ 제거구는 25% 감소된 315 mg을 나타내었다. C₂H₄ 제거구는 저장 10일 후 약 6%만이 감소되어 그 변화량이 비교구 가운데 가장 적었으며, 혼합 제거구의 경우 약 23%가 감소된 325 mg을 나타내었다. 그밖에 PSP는 일반 포장구의 경우 저장초기에서 10일까지 37~42 mg의 분포를 보였으며, CO₂ 제거구는 37~47 mg, C₂H₄ 제거구는 37~51 mg, 혼합 제거구는 37~48 mg으로 저장 중 크게 변화하지 않았고 일정한 증감의 경향도 보이지 않았다. 마찬가지로 SSP도 이와 유사한 경향을 나타내었다.

총 펙틴 함량에 대한 이들 개별 가용성 펙틴의 구성비를

보면 HSP는 저장초기에 전체 가용성 펙틴의 약 73.8%를 차지하고 있으며, 그 다음이 WSP로서 13.3%, 나머지 SSP와 PSP가 각각 8.4%와 6.5%를 차지하고 있다. 포장구별 WSP의 구성비 변화를 살펴보면 저장 10일 후 15~23%로 증가하였고, C₂H₄ 제거구가 15%로 가장 증가폭이 적은 것으로 나타났다. 또한 PSP의 경우도 저장 중 약간의 차이는 있으나 점차 증가하는 경향을 보여 앞서 가용성 펙틴함량의 측정 결과와는 다소 차이가 있었다. 한편 HSP의 구성비는 저장 중 비교구 모두 감소하는 경향을 보였는데, 일반 포장구의 경우 저장초기 73.8%에서 저장 10일 후 그 구성비가 61.0%로, CO₂ 제거구는 60.6%, C₂H₄ 제거구는 69.9%, 혼합 제거구는 61.4%로 각각 감소하였다. SSP의 구성비는 저장초기 8.4%에서 저장 10일까지 증감에 대한 변화가 크게 나타나지 않고 초기 구성비와 비슷한 수준을 유지하였다.

Zhang 등⁽¹⁴⁾은 '앵숙' 청매실을 유공(perforated) 포장구, 밀봉 포장구 및 에틸렌 제거구로 구분하여 20°C에 저장한 결과, 저장초기에는 총 펙틴에 대한 HSP 분획비율이 약 68%,

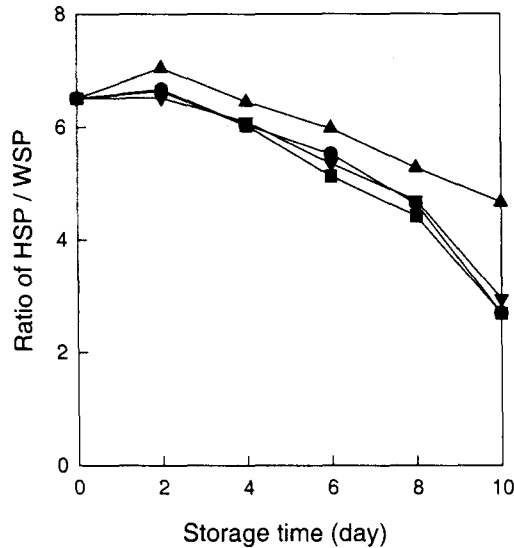


Fig. 3. Changes in HSP/WSP ratio of 'Nanko' Mume fruits packaged in 0.03 mm LDPE film with gas absorbents during storage at 25°C.

● : None, ■ : CO₂ absorbent, ▲ : C₂H₄ absorbent, ▼ : CO₂+C₂H₄ absorbent.

WSP 분획이 약 29%, PSP 분획이 약 3%였으나 저장 중 WSP의 비율이 유공 포장구와 밀봉 포장구에서 약 2배정도 현저히 증가한 반면 에틸렌 제거구에서는 30%만 증가하였다고 보고하였다. 한편 HSP는 이와 반대로 유공 포장구와 밀봉 포장구에서 2배정도 감소하였고 에틸렌 제거구는 약 30%정도 감소하였으며, PSP는 비교구 모두 약간씩 증가하는 경향을 보여 본 연구결과와 일치하였다. 이러한 가용성 펙틴 질 변화를 과육 경도⁽⁷⁾와 관련해서 보면, 일반 포장구와 CO₂ 제거구의 경우 과육 경도가 저하되는 저장 8일째에 이들 가용성 펙틴의 WSP가 증가하고 HSP가 감소하였으며, C₂H₄ 제거구에서는 경도 변화와 가용성 펙틴의 증감이 거의 없는 것으로 보아 가용성 펙틴 변화와 과실 조직의 연화는 서로 밀접한 상관관계가 있음을 알 수 있다.

한편 가용성 펙틴 중 HSP에 대한 WSP 함량 비율을 조사한 결과(Fig. 3), 일반 포장구의 경우 H/W 비율이 저장 8일째에 4.64로서 저장초기 6.51에 비해 상당히 감소하였고 10일째에는 2.69로 감소하였으며, CO₂ 제거구에서는 저장 6일째에 5.13이었다가 저장 10일째에 2.69로 감소하였다. 역시 C₂H₄ 제거구는 저장 10일에 4.67로 그 감소폭이 가장 적었다. 이상의 결과를 종합해 볼 때 매실의 경도 저하에 수반하여 AIS 수율, H/W 비율의 감소와 아울러 WSP의 급격한 증가, PSP의 미세한 증가 및 HSP의 급격한 감소 경향이 발생함을 알 수 있었다.

가용성 펙틴의 분자량 분포

수확 당일 및 포장구별로 25°C에서 10일간 저장한 매실로부터 가용성 펙틴 분획(WSP, HSP)을 추출한 다음 Sephacryl S-300으로 겔 여과하여 분자량 분포를 측정된 결과(자료 생략), 수확 당일 매실에서 추출한 WSP와 HSP 분획의 용출패턴은 거의 비슷한 경향을 보였으나 WSP가 HSP보다 피크

정점을 다소 느리게 형성하는 것으로 나타났다. 저장 10일 후 일반 포장구의 용출패턴을 살펴보면 WSP 분획에서 HSP 분획보다 피크 정점이 약간 앞서게 이동하였으며, 분자량 분포도 넓게 나타났다. CO₂ 제거구는 HSP 분획이 저분자 영역으로 상당히 이동하였으며 피크 정점의 높이도 WSP보다 높게 나타났다. 그러나 저장 중 조직 연화가 현저하게 억제된 것으로 밝혀진 C₂H₄ 제거구는 수확 당일 시료와 유사한 분자량 분포를 보였으며 WSP와 HSP 분획의 이동이 적었다. 한편 혼합 제거구는 WSP 분획의 피크가 낮게 형성되었고 분자량 분포범위도 초기 시료에 비하여 전반적으로 저분자 영역으로 이동하였다. 이상과 같이 Sephacryl S-300 겔 여과 패턴의 변화로부터 매실의 펙틴질이 저장 중 저분자화되는 것을 확인하였으며, C₂H₄ 제거제를 넣어 포장내부의 에틸렌을 완전히 제거할 경우 청매실의 조직 연화에 의한 펙틴질의 저분자화가 현저히 억제됨을 알 수 있었다.

요 약

기체투과성이 우수한 플라스틱 필름(0.03 mm LDPE)에 청매실을 담고 각기 이산화탄소 제거제, 에틸렌 제거제와 이들의 혼합 제거제를 첨가하여 밀봉 포장한 후 상온에 저장하면서 무기질 및 펙틴 성분 변화를 측정하였다. 전반적으로 청매실은 저장 중 과실조직의 연화와 함께 알칼리 불용성 고형물 및 가용성 펙틴의 Ca와 Mg 함량이 감소하였다. 또한 총 펙틴에 대한 가용성 펙틴의 구성비에 있어서 수용성 펙틴은 증가, 염산가용성 펙틴은 감소하는 경향을 나타내었다. 그러나 다른 포장구와 비교하여 에틸렌 제거제를 첨가한 포장구의 경우 무기질 함량의 감소가 현저하게 적었고 가용성 펙틴 구성비도 저장초기와 거의 비슷한 수준을 유지하였으며 저장 중 가용성 펙틴의 저분자화도 현저히 억제되었다. 이상의 결과로부터 기체투과성 플라스틱 필름과 에틸렌 제거제를 병용하는 포장방법이 상온 유통용 청매실의 과육 연화억제에 매우 효과적임을 확인할 수 있었다.

문 헌

1. Ministry of Agriculture and Forestry. Major Statistics Related to Agricultural Industry, Statistical Yearbook 2000. <http://www.maf.go.kr/English/data/data4.htm> (2001)
2. Bae, J.H., Kim, K.J., Kim, S.M., Lee, W.J. and Lee, S.J. Development of the functional beverage containing the *Prunus mume* extracts. Korean J. Food Sci. Technol. 32: 713-719 (2000)
3. Takatoshi, K., Kenji, A., Kazuhiro, S., Naokazu, S. and Yoshiaki, O. Physiology and quality changes of mature-green Mume (*Prunus mume* Sieb. et Zucc.) fruits stored under several controlled atmosphere conditions at ambient temperature. J. Japanese Soc. Hort. Sci. 62: 877-887 (1994)
4. Miyazaki, T. Effects of seal-packaging and ethylene removal in the sealed bags on the shelf life of mature-green Japanese apricot (*Mume*, *Prunus mume* Sieb. et Zucc.) fruits. J. Japanese Soc. Hort. Sci. 52: 85-92 (1983)
5. Kazi, H., Ikebe, T. and Osajima, Y. Effects of environmental gases on the shelf-life of Japanese apricot. J. Japanese Soc. Food Sci. Technol. 38: 797-803 (1991)
6. Cha, H.S., Hong, S.I., Park, J.S., Park, Y.K., Kim, K. and Jo, J.S. Respiratory characteristics and quality attributes of mature-green Mume (*Prunus mume* Sieb. et Zucc) fruits as influenced by MAP

- conditions. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 28: 1304-1309 (1999)
7. Cha, H.S., Hong, S.I. and Chung, M.S. Effect of gas absorbents on quality attributes and respiration characteristics of mature-green Mume (*Prunus mume* Sieb. et Zucc) fruits during storage at ambient temperature. Korean J. Food Sci. Technol. 34: 1036-1042 (2002)
 8. AOAC. Official Methods of Analysis. 16th ed., Vol. 1, Chapter 3, pp. 3-4. Association of Official Analytical Chemists, Washington DC, USA (1995)
 9. Ohtsubo, T. and Ikeda, F. Seasonal changes of cyanogenic glycosides in Mume (*Prunus mume* Sieb. et Zucc.) seeds. J. Japanese Soc. Hort. Sci. 62(4): 695-700 (1994)
 10. Cha, H.S, Hwang, J.B., Park, J.S., Park, Y.K. and Jo, J.S. Changes in chemical composition and pectic substances of Mume (*Prunus mume* Sieb. et Zucc) fruits during maturation. Korean J. Postharvest Sci. Technol. 6: 481-487 (1999)
 11. Terada, H. and Yamamoto, K. Simultaneous determination of cyanogenic glycosides, benzaldehyde and benzoic acid in processed Japanese apricot by HPLC. J. Food Hyg. Soc. Japan 33: 183-188 (1992)
 12. Poovaiah, B.W., Glenn, G.M. and Reddy, A.S.N. Calcium and fruit softening: physiology and biochemistry. Hort. Rev. 10: 107-152 (1988)
 13. Otoguro, C. Changes in hardness and cell wall polysaccharides of small size ume Koshu koume fruit during maturation and its brining. J. Japanese Soc. Food Sci. Technol. 41: 498-504 (1994)
 14. Zhang, S., Chachin, K., Ueda, Y. and Iwata, T. Firmness and pectic substances of mature-green Mume fruits packaged with polyethylene bags and ethylene absorbent. J. Japanese Soc. Food Sci. Technol. 40: 163-169 (1993)

(2002년 9월 11일 접수; 2003년 2월 10일 채택)