

포장조건에 따른 청매실의 호흡생리 및 선도유지 특성

차환수[†] · 홍석인 · 박정선 · 박용곤 · 김 관* · 조재선**

한국식품개발연구원
*전남대학교 식품공학과
**경희대학교 식품가공학과

Respiratory Characteristics and Quality Attributes of Mature-Green Mume (*Prunus mume* Sieb. et Zucc) Fruits as Influenced by MAP Conditions

Hwan-Soo Cha[†], Seok-In Hong, Jung-Sun Park, Yong-Kon Park, Kwan Kim* and Jae-Sun Jo**

Korea Food Research Institute, Seongnam 463-420, Korea

*Dept. of Food Science and Technology, Chonnam National University, Kwangju 500-757, Korea

**Dept. of Food Science and Technology, Kyung Hee University, Yongin 449-701, Korea

Abstract

The respiratory characteristics and quality attributes of mature-green mume fruits as influenced by modified atmosphere packaging (MAP) conditions during storage at 25°C for 8 days were investigated. The quality attributes of mume fruits were evaluated in terms of fresh weight loss, physiological injury and yellowing. The packaging materials used for MAP were low density polyethylene (LDPE) films with various different thicknesses. Yellowing and fresh weight loss of mume fruits were noticeably reduced by the packaging treatments with LDPE A and B. The physiological injury of the fruits during storage was found to be more severe in LDPE C than others. For LDPE A and B, the oxygen and carbon dioxide contents within the packages of *Mume* fruits maintained at the levels of 2~3% and 7~8%, respectively. With respect to visual quality, MAP prolonged the shelf life of the fruits much longer compared with the unsealed control. From the experimental results, it is suggested that the LDPE films with the gas transmission rates of about 2,100 O₂ ml/m² · day · atm and 6,700 CO₂ ml/m² · day · atm would be proper for MAP of mature-green mume fruits during storage at ambient temperature.

Key words: mume fruits, polyethylene film, packaging, respiration

서 론

매실은 미숙상태인 청매실 상태에서 수확하여 곧바로 매실주나 매실엑기스 등의 가공에 이용되고 있는데, 청매실을 수확 후 상온에 두면 에틸렌이 발생되고 호흡열이 증가하여 과육의 조직이 급속히 연화되고 과피색이 노란색으로 변하게 되어 청과상태로 시중유통이 어려운 과실이다(1). 일본인들은 매실을 우리나라의 김치와 같은 정도로 건강식품으로 애용하고 있으나, 우리나라에서는 매실의 효능이 최근에 와서 재인식되고 있어 소비량이 증가되고 있다. 원예산물은 수확 후 여러가지 생리, 생화학적 과정을 통하여 물질대사가 일어나고 구성성분의 변화로 인하여 풍미, 색상, 조직감의 변화를 초래하게 된다. 매실도 바나나, 복숭아, 사과, 배 등과 같이 수확 후 과다한 호흡열로 인하여 숙성이 빠르게 일어나는 climacteric형 과실이다. Hong 등(2)은 청매실의 저장온도 및 수확기별 호흡

생리 특성을 관찰한 결과 순간 호흡율은 산소 농도가 감소할수록 일정하게 감소하는 경향을 나타내었고, 개화 후 64일부터 92일까지 청매실의 호흡율은 초기에 급격히 증가하여 78일째에 산소의 소비율과 이산화탄소 생성율이 최대값을 나타낸 후 급격히 감소하므로서 전형적인 climacteric형 과일임을 확인할 수 있었다고 하였다. 호흡은 과실의 생명유지를 위하여 필요하지만 저장이라는 측면에서 본다면 과다한 호흡은 수확 후 품질에 나쁜 영향을 미칠 수 있다(3).

과채류를 플라스틱필름 등으로 밀봉·포장한 경우 이들 자체의 호흡작용에 의해 포장계 내의 산소농도가 감소하고 이산화탄소 농도는 증가하여 저산소, 고이산화탄소 조건의 MA(modified atmosphere)효과가 부여되므로서 호흡이 오랜 동안 억제된다. 이때 플라스틱필름의 기체투과성은 개개의 청과물이 정상적인 호흡을 하여 생명체를 유지할 수 있도록 최소한의 산소를 투과하지 않으면 안된

[†]To whom all correspondence should be addressed

다. 또한 호흡에 의해 생성된 이산화탄소도 적당히 투과되도록 하여야 하는데, 특히 이산화탄소가 다량으로 발생하는 과채류의 경우에는 더욱 주의할 필요가 있다. 이와같은 과채류의 수확 후 신선도 유지를 위한 MAP(modified atmosphere packaging)에 대한 연구가 수행되었다(3-7). 청매실의 신선도 유지와 관련된 연구로서 Kitano(8)에 따르면 청매실은 과피색과 경도의 측면에서 볼 때 10°C 정도가 가장 이상적인 보존온도로 조사되었으며 15°C에서는 6~8일, 상온에서는 2~3일을 상품으로 보았을 때 선도유지의 한계로 추정하였다. 한편 Zhang 등(9)은 청매실을 저밀도폴리에틸렌(LDPE 0.02mm) 필름 봉투에 포장하여 에틸렌제거제를 넣고 20°C에 저장한 결과, 연화에 의한 품질저하가 현저히 억제되었으며 포장에 의한 climacteric rise의 발생이 지연되고 에틸렌생성량의 증가도 낮게 억제되었다고 하였다. Miyazaki(10)도 수확 후 즉시 폴리에틸렌(PE 0.02, 0.03mm) 필름으로 포장하여 포장내의 산소 농도를 4~5% 이하로 유지하면 선도유지 기간이 2일 이상 연장되었으나 산소 농도가 0.5% 이하인 경우 과실에 대사이상과 그것에 수반한 장해를 발생시켜 부적당하다고 하였다. 이와 같이 일본에서는 청매실의 신선도 연장과 관련한 제반 연구가 활발한 편이나 국내에서는 생리활성 등을 중심으로 일부 연구가 진행되었을 뿐 선도유지에 관한 연구노력은 매우 미약한 실정이다. 이에 본 연구에서는 최근 소비자들의 생과 수요가 급격히 늘고 있는 청매실에 대해 생과 자체의 유통을 위한 선도유지기술을 개발하고자, 우선 MA 필름 포장에 의한 호흡생리 및 품질특성 변화를 조사하였다.

재료 및 방법

재료

전남 해남군 산이면에 위치한 보해매원에서 개화 후 71일에 채취한 '남고' 품종의 청매실을 사용하였다. 청매실의 1개당 평균무게는 14.5g이었고, 과실전체에 대해 씨가 차지하는 비율은 평균 17.8%였다. 과실의 포장은 각기 두께가 다른 저밀도폴리에틸렌(LDPE, 한양화학) 필름 봉투(200×300mm)에 청매실 500±2g씩을 각각 넣고 밀봉하여 상온(25°C)에서 8일간 저장하면서 호흡생리 및 품질특성에 대한 변화를 조사하였다.

포장재료의 물리적 특성

청매실의 저장중 포장조건에 따른 선도유지 효과 확인 실험을 위해 사용된 LDPE 필름의 수분투과도 측정은 Permeatran(Mocon, USA)을 이용하여 ASTM F372 방법(11)에 따라 38°C, 100% RH에서 측정하였으며, 기체투과율은 기체분압차방법(12)을 수정하여 Hong 등(13)의 방법에 따라 25°C, 76% RH조건에서 측정하였다. 즉, 실리콘 격막이 장착된 유리용기(600ml)에 시험 필름을 부착하여 밀봉한 후 주사바늘을 이용하여 용기내 산소가 0% 상태가 되도록 CO₂(30%)+N₂(70%) 혼합가스로 치환하였다. 그 후 경시적으로 용기내 기체조성을 분석하여 대기중의 O₂가 분압차에 의해 필름을 통해 내부로 확산된 양과 CO₂가 외부로 확산된 양을 기체투과율을 산출하였다.

$$TR(\text{투과율}) = \frac{(P_2 - P_1)}{(t_2 - t_1)} \cdot \frac{V}{A}$$

P₁: t₁ 시간의 기체분압(decimal), P₂: t₂ 시간의 기체분압(decimal)

V: 용기내 부피(ml), A: 필름의 단면적(m²)

두께, 수분투과도, 기체투과율 등 본 연구에 사용된 LDPE 필름의 물리적 특성은 Table 1에 나타난 바와 같다.

호흡특성

청매실의 호흡특성은 밀폐시스템 방법(14)에 따라 측정하였다. 즉, 뚜껑에 실리콘격막이 장착된 유리용기(1.9 L)내에 전체 체적의 1/2정도 분량인 450±2g의 청매실을 넣고 밀봉한 후 25°C에서 8시간 동안 보관하면서 경시적으로 용기내의 기체조성을 GC로 분석하여 호흡률을 계산하였다.

포장내부의 기체조성

포장내부의 산소와 이산화탄소의 기체조성 측정을 위한 GC(Shimadzu GC-14, Japan)의 분석조건은 detector: TCD, detector temp.: 60°C, column: Alltech CTR-1, column temp.: 35°C, injection temp.: 60°C, carrier gas: He(60ml/min)으로 하였으며, 에틸렌 농도의 GC(Shimadzu GC-14, Japan) 분석조건은 detector: FID, detector temp.: 220°C, column: Carboseive G(60/80 mesh) packed

Table 1. Physical properties of the polyethylene films used in this experiment

Films	Real thickness (μm)	Gas transmission rate ¹⁾ (ml/m ² ·day·atm)		Water vapor transmission rate ²⁾ (g/m ² ·day·atm)
		O ₂	CO ₂	
LDPE A	18	2,694	9,776	19.81
LDPE B	27	2,142	6,711	17.68
LDPE C	51	1,568	4,580	12.84

¹⁾RH of 76% @ 25°C

²⁾RH of 100% @ 38°C

sus column(1/8 in. 5ft), column temp.: 195°C, injection temp.: 220°C, carrier gas: He(50ml/min)으로 하였다. Gas-tight syringe(Hamilton #1001, USA)를 이용하여 밀폐 유리용기 및 각 포장 시료에서 채취한 기체를 200 μ 씩 GC injector에 주입한 다음 이로부터 얻은 크로마토그램으로 기체조성을 분석하였다.

장해율 및 중량감소율

과실의 생리장해 발생상태를 나타내는 장해율은 육안으로 외관상태의 장해(변질), 과실내부 표면의 갈변 및 연화상태를 조사하여 전체과실에 대한 장해과실의 비율로 나타내었다(15). 중량감소율은 저장중 중량감소를 경시적으로 측정하여 초기값에 대한 변화된 차이를 백분율(%)로 나타내었다

결과 및 고찰

호흡특성

‘남고’ 청매실을 두께가 다른 LDPE 필름에 포장한 후 25°C에 저장하면서 호흡율의 변화를 측정한 결과는 Fig. 1과 같다. 무포장구와 LDPE A 포장구는 CO₂ 생성율이 저장 2일부터 저장 8일까지 계속적으로 증가하여 각각 92.96, 101.86ml/hr/kg의 속도로 CO₂를 생성하였다. LDPE B 포장구는 저장 6일까지 CO₂ 생성율이 저장초기의 64.74 ml/hr/kg와 비슷하게 유지되었으나 저장 8일에는 104.47 ml/hr/kg으로 급격히 증가하였다. 또한 LDPE C 포장구는 다른 포장구와는 달리 저장 2일에 CO₂ 생성율이 급격히 증가한 후 감소하였는데, 이것은 사용 필름의 기체투과율이 낮아 비정상적인 혐기적 호흡이 이루어지므로서 CO₂가 과다하게 생성되어 발생하는 생리적 장해에 기인한 것으로 판단된다. 한편 O₂ 소비율은 무포장구의 경우 저장 4일까지 저장 초기의 78ml/h/kg와 비슷하였으나 저장 6일에 94.03ml/hr/kg로 증가한 후 저장 8일에는 감소하였다. LDPE A 포장구는 저장 2일에 51~52ml/hr/kg로

저장초기에 비하여 약 33%의 O₂ 소비율이 감소하다가 저장 8일까지는 급격히 증가 후 다시 감소하였으나 LDPE B 포장구는 저장 6일까지 일정하게 유지하다가 저장 2일에 급격히 증가하여 저장초기와 비슷한 75ml/hr/kg의 O₂ 소비율을 보였다. LDPE C 포장구는 다른 포장구와는 달리 저장중 O₂ 소비율이 계속적으로 감소하였다.

Fig. 2는 이들 청매실의 호흡계수(RQ : respiration quotient) 변화를 나타낸 것으로 호흡계수는 O₂ 소비율에 대한 CO₂ 생성율의 비로서 호흡의 정상적 진행 여부를 알 수 있는 지표가 되어 호기성 호흡일 경우 RQ값은 0.7~1.3 범위이며 1 이상의 높은 RQ값은 혐기성 호흡을 나타낸다(3). 즉 호흡열이 낮아지더라도 호흡계수가 1에 근접할 때 과채류의 신선도는 변화되지 않는 범위내에서 호흡의 최저치를 나타내는데, 그 이하의 산소 농도에서는 혐기성 호흡이 일어나고 그로 인해 RQ가 높아지므로서 과채류의 조직내에 에틸알콜, 아세트알데히드가 축적되며 이 미, 이취가 발생되어 품질열화가 일어난다. 이와같은 저산소 농도의 한계치가 MA저장의 최적 산소 농도를 결정짓는 하나의 지표가 될 수 있다고 한다(16). 무포장구와 LDPE A 포장구는 RQ값이 저장초기 0.83에서 저장 8일에 각각 1.07과 1.25를 나타내어 호기적 호흡을 하고 있으며, LDPE B 포장구는 저장 6일까지 호흡계수가 1에 근접하여 비교적 정상적인 호흡을 하였으나 저장 8일에 RQ값이 1.40으로 약간 증가하여 CO₂ 생성율이 높아지고 있음을 알 수 있다. LDPE C 포장구는 저장 2일후에 호흡계수가 1.67을, 저장 4일 후에는 2.0 이상을 나타내어 CO₂ 생성율이 급격히 증가하였음을 알 수 있으며 저장 6일에 다시 감소하였으나 저장 전기간에 걸쳐 혐기적 호흡을 하고 있어

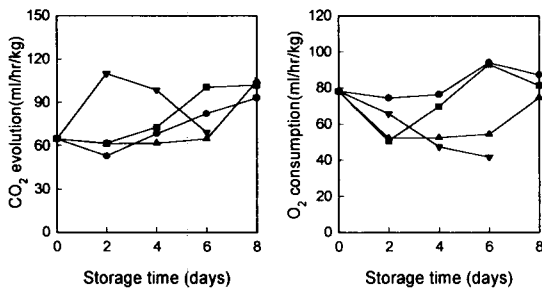


Fig. 1. Changes in rate of CO₂ evolution and O₂ consumption of ‘Nanko’ mume fruits packaged in the LDPE films of different thickness during storage at 25°C. ●: None, ■: LDPE A, ▲: LDPE B, ▼: LDPE C

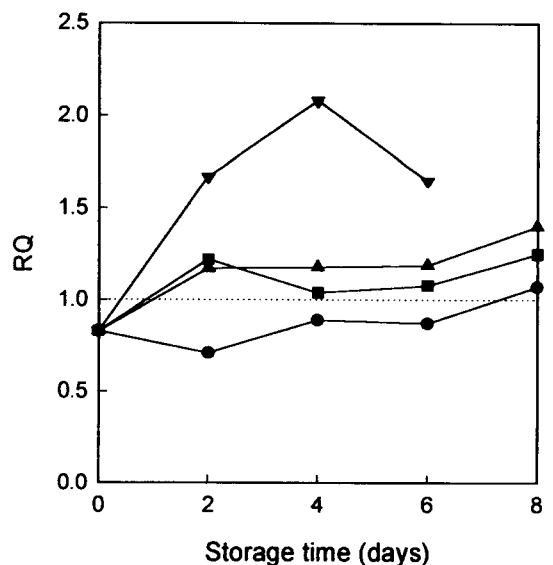


Fig. 2. Changes in respiration quotient(RQ) of ‘Nanko’ mume fruits packaged in the LDPE films of different thickness during storage at 25°C. ●: None, ■: LDPE A, ▲: LDPE B, ▼: LDPE C

CO₂ 생성이 O₂ 소비보다 빠르게 진행되고 있음을 알 수 있다.

포장내부의 기체조성

Fig. 3은 청매실의 저장중 포장내부의 기체조성을 측정한 결과이다. LDPE C 포장구는 저장 1일째에 CO₂ 농도가 23%로 급격히 증가한 후 저장 2일에는 25%로 약간 감소하고, 그 후 감소하여 저장 8일에 9%까지 계속적으로 감소하였다. 그러나 LDPE A 및 B 포장구는 저장 1일째에 각각 8%와 11%로 증가한 후 저장 8일까지 일정한 평형값을 유지하였다. O₂ 농도는 이와 반대로 포장구 모두 저장 1일째에 2~5%로 급격히 감소한 후 일정한 평형상태를 유지하였다. 특히 기체투과도가 높은 LDPE A 포장구는 다른 포장구에 비해 포장내 O₂ 농도가 상대적으로 높게 유지되었다.

플라스틱 필름으로 포장한 청매실을 20°C에 저장할 경우 갈변장애를 일으키는 기체조성에 대해 Osajima와 Wada (17)는 20% 이상의 고농도 이산화탄소에 의해 장애가 많이 발생한다고 하였으며, Miyazaki(10)는 청매실 '백가하'와 '옥영'을 폴리에틸렌필름(0.02mm)에 밀봉하여 포장내 가스 농도의 변화를 측정한 결과 산소 농도가 0.5% 이하가 되면 장애가 발생한다고 보고하고 있고, Zhang 등(9)은 청매실 '고성'의 경우 산소농도 4%에서도 장애가 발생한다고 보고하고 있다. Takatoshi 등(18)은 산소 농도 2%와 이산화탄소 농도 8% 및 산소 농도 0.3%와 이산화탄소 8%의 저산소·고이산화탄소의 두가지 조건으로 기체투과량을 변화시킨 결과, 산소 농도가 2% 이하가 되지 않도록 하는 저산소 농도와 8% 정도의 고이산화탄소로 기체조성을 유지하는 것이 플라스틱필름 포장의 선도유지에 가장 효과적이라고 하였다.

잘 알려진 바와 같이 필름 포장내부의 기체 농도는 청매실의 산소 소비량과 필름의 기체투과량의 균형에 의해 이루어진다. 따라서 필름의 투과성 차이에 의해 조성된 고이산화탄소는 청매실의 장애발생을 유발할 수 있지만, 어떤 경우는 단순히 산소 공급량의 부족에 의해서도

생리장애가 발생할 수 있어 장애발생 요인에 대해서는 아직까지 명확하지 않다. 이상의 결과로 볼 때 본 실험에서와 같이 청매실을 LDPE A, B 수준의 기체투과성 플라스틱 필름에 포장할 경우 적절한 고이산화탄소와 저산소 농도의 기체환경을 상온에서 저장 1일 이내에 형성시킬 수 있어 궁극적으로 청매실의 신선도가 연장될 수 있는 가능성을 보여주고 있다.

에틸렌 생성량

일반적으로 에틸렌은 식물의 노화를 촉진하는 일종의 식물 호르몬으로서 chlorophyllase의 활성화에 따른 엽록소의 파괴와 polygalacturonase의 활성화에 따른 조직의 연화 또는 탈리(abscission) 등을 유발시켜 식물의 저장성을 약화시킨다고 한다(19). Fig. 4는 이들 포장내부의 에틸렌 측정량을 측정한 결과로서 LDPE C 포장구의 경우 저장 후 바로 에틸렌이 급증하여 저장 8일째에 394 ppm 까지 도달하였다. LDPE B 포장구는 저장 2일째에 에틸렌이 누적되기 시작하여 저장 8일째에 97 ppm이 형성되었고, LDPE A 포장구는 저장 4일째부터 미세하게 형성되어 저장 8일째에 54 ppm이 측정되었다. 이로부터 포장재의 기체투과율이 낮을수록 에틸렌의 농도가 높다는 것을 알 수 있다. Osajima와 Wada(17)는 시중에서 구입한 청매실을 에틸렌제거제와 함께 폴리에틸렌필름에 넣고 밀봉한 후 20°C에서 저장한 결과, 포장내 에틸렌이 90 ppm 만큼 잔존하여도 탄산가스 농도가 10% 정도되면 저장 9일에도 장애가 발생하지 않는다고 하였다. 이와 같이 포장재에 따른 에틸렌 생성량의 측정결과로 볼 때 LDPE C

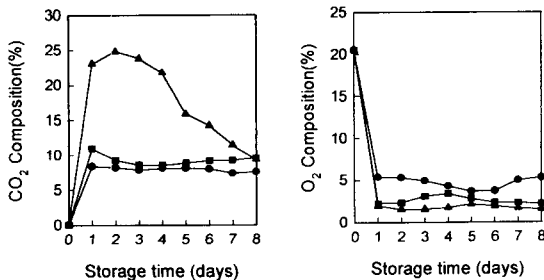


Fig. 3. Changes in gas composition of 'Nanko' mume fruits packaged in the LDPE films of different thickness during storage at 25°C.
 ●-○- LDPE A, ■-■- LDPE B, ▲-▲- LDPE C

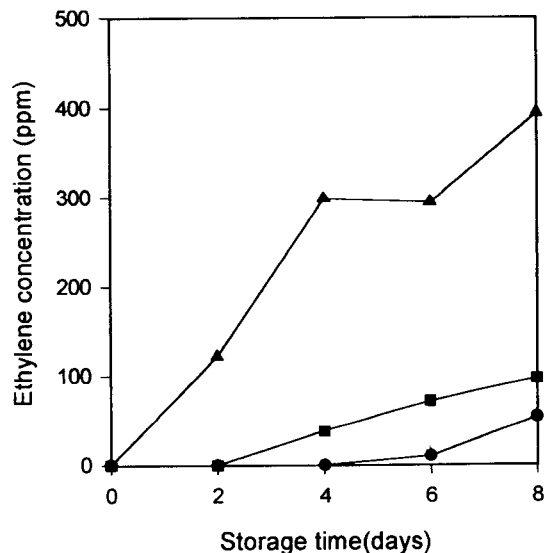


Fig. 4. Changes in ethylene concentration of 'Nanko' mume fruits packaged in the LDPE films of different thickness during storage at 25°C.
 ●-○- LDPE A, ■-■- LDPE B, ▲-▲- LDPE C

포장구는 청매실의 상온 저장중 선도유지에 부적합한 포장재임을 알 수 있으며 LDPE A과 B 포장구는 에틸렌 생성량이 저장 8일째에도 100 ppm 이하로 나타나 포장재 내부에 에틸렌제거제를 사용하면 청매실의 선도유지에 더욱 효과가 있을 것으로 판단된다.

외형적 성상

개화 후 71일에 수확한 청매실을 두께가 다른 필름에 포장, 25°C에서 8일간 저장한 매실의 외형적 성상은 Fig. 5와 같다. A는 수확 후 저장초기의 외형적 성상이고 B는 포장을 하지 않은 무포장구로서 색상이 완전히 황화되었음을 알 수 있다. LDPE A, B 필름에 포장한 C와 D는 저장 8일에도 녹색을 그대로 유지한 반면, 가스투과도가 낮은 LDPE C 필름에 포장한 E는 비정상적인 호흡으로 장해를 받아 외형이 갈변화 되었음을 알 수 있다. 이러한 외형적 성상으로 볼 때 LDPE A, B 필름에 청매실을 포장하면 선도유지 효과가 있음이 확인되었다.

장해율 및 중량감소율

Table 2는 청매실 과실의 저장중 생리 장해정도와 중

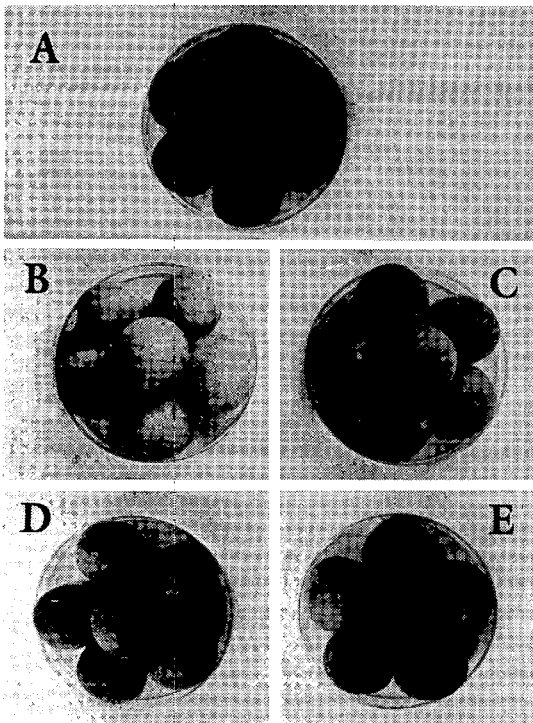


Fig. 5. Appearance of 'Nanko' mume fruits packaged in the LDPE films of different thickness after storage for 8days at 25°C.
 A : Fresh fruit B : Not packaged
 C : Packaged in LDPE A
 D : Packaged in LDPE B
 E : Packaged in LDPE C

Table 2. Changes in weight loss and physiological injury (soft rot) of 'Nanko' mume fruits packaged in the LDPE films of different thickness during stor-age at 25°C

Items	Films	Storage time(days)				
		0	2	4	6	8
Weight loss (%)	None	-	1.01	4.95	6.71	11.82
	LDPE A	-	0.19	0.49	1.19	3.06
	LDPE B	-	0.30	0.41	0.61	0.78
	LDPE C	-	0.32	0.39	0.59	0.73
Soft rot (%)	None	-	-	-	13.30	36.67
	LDPE A	-	-	-	-	3.33
	LDPE B	-	-	-	-	6.90
	LDPE C	-	8.67	20.20	46.67	66.87

량감소율을 측정한 결과이다. 중량감소율은 무포장구에서 저장 8일만에 약 12%의 중량이 감소되었고 LDPE B, C 포장구는 변화가 거의 없었으나 다른 포장구에 비해 기체투과율이 높은 LDPE A 포장구는 저장 8일만에 3% 정도 중량감소가 일어났다. 또한 장해율은 기체투과율이 낮은 LDPE C 포장구에서 급격하게 발생하고 있음을 알 수 있으며 무포장구는 저장 6일째부터 미생물에 의해 부패되었다. LDPE A, LDPE B 포장구는 저장 8일만에 3~7%의 장해만 발생하여 가장 양호하였다. 따라서 이들 포장구는 수확 후 호흡열을 빨리 제거해줄 수 있는 예냉 등의 전처리 방법이 적용될 경우 상온에서 8일까지 청매실의 선도를 유지시킬 수 있다고 판단된다.

요 약

청매실의 신선도 유지기술 개발을 위해 상온(25°C) 저장중 500g 단위의 MA 포장조건(LDPE A, B, C)에 따른 호흡생리특성 및 품질유지 효과를 조사하였다. 호흡율의 변화를 나타내는 CO₂ 생성율은 저장중 증가하는 경향을 보였으며, O₂ 소비율은 LDPE B의 경우 저장초기와 비슷한 75ml/hr/kg으로 나타났다. 호흡지수(RQ)도 LDPE B 포장구가 저장 6일까지 호흡계수가 1에 근접하여 비교적 정상적인 호흡을 하였으나, LDPE C 포장구는 저장 2일 후에 호흡계수가 1.67을 나타내어 CO₂ 생성율이 급격히 증가하였음을 알 수 있었다. 포장내부의 기체조성은 저장 8일째에 CO₂ 농도가 8~11%, O₂ 농도는 2~5%로 청매실의 호흡이 억제되어 일정한 평형상태를 유지하였다. 포장 내부의 에틸렌 축적량은 LDPE C 포장구의 경우 저장 후 곧바로 에틸렌이 급증하여 저장 8일째에 394 ppm까지 도달하였으며, LDPE A, B 포장구는 저장 2일째에 에틸렌이 누적되기 시작하여 저장 8일째에 54~97 ppm이 생성되었다. 외형적 성상은 무포장구의 경우 과피색이 노란색으로 변하였으나, LDPE A, B 포장구의 경우 저장초기와 유사한 녹색을 유지하였고, LDPE C 포장구의 경우 비정상적인 호흡장애로 인하여 갈변되었다. 중량감소율은 무포장구에서 높게 나타났으며, 장해율은 LDPE A, B 포장

구의 경우 저장 8일째에도 3~7%의 낮은 장해를 나타내었다. 결과적으로 MA 필름 포장인 청매실의 선도유지에 효과적임을 알 수 있었으며, 사용한 필름 중에서 LDPE B(산소투과율 2,100ml/m²·day·atm, 이산화탄소 투과율 6,700ml/m²·day·atm) 포장구가 가장 양호하여 상온에서 무포장구의 경우보다 5일 이상 선도가 유지됨을 알 수 있었다.

문 헌

1. 浅見逸夫：青ウメのフィルム包装による鮮度保持. 食品流通技術, **18**, 14-16(1989)
2. Hong, S. I., Cha, H. S., Park, J. D. and Jo, J. S. : Respiratory characteristics of Japanese apricot(*Prunus mume* Sieb. et Zucc) fruits as influenced by storage temperature and harvesting period. *Kor. Food Engin. Progress*, **2**, 178-182(1998)
3. Powrie, W. D. and Skura, B. J. : Modified atmosphere packaging of fruits and vegetables. In "*Modified atmosphere packaging of food*" Oraikul, B. and Stiles, M. E.(eds.), Ellis Horwood Ltd. Chichester, pp.169-245 (1991)
4. Han, D. S., Hwang, I. Y., Park, K. H. and Shin, H. K. : Modified atmosphere storage of Fuji apples in polyethylene films. *Lebensm. Wiss. u. Technol.*, **18**, 335-338 (1985)
5. Kader, A. A., Zagory, D. and Kerbel, E. L. : Modified atmosphere packaging of fruits and vegetables. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, **28**, 1-30(1989)
6. Kader, A. A. : Biochemical and physiology basis for effects of controlled and modified atmospheres on fruits and vegetables. *Food Technology*, **40**, 99-104(1986)
7. Gies, J. : How food technology covered modified atmosphere packaging over the years. *Food Technology*, **51**, 76-77(1997)
8. Kitano, C. : 青うめの鮮度保持技術の體系化 "青うめの鮮度と豫冷法". 日本食品定温流通, **14**, 51-56(1985)
9. 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. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, **40**, 163-169 (1993)
10. Miyazaki, T. : Effects of seal-packaging and ethylene removal in the sealed bags on the shelf life of mature-green Japanese apricot fruits. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.*, **52**, 85-92(1983)
11. ASTM : Standard test methods for water vapor permeability of thin plastic sheeting. American Society for Testing and Material Designation, F372(1990)
12. Landrock, A. H. and Proctor, B. E. : The simultaneous measurement of oxygen and carbon dioxide permeabilities of packaging materials. *TAPPI*, **35**, 241-248 (1952)
13. Hong, S. I., Kim, Y. J. and Park, N. H. : Changes of gas composition in package of fresh peeled garlic by packing materials. *Kor. J. Food Sci. Technol.*, **26**, 713-717(1994)
14. Lee, J. : The design of controlled or modified packaging systems for fresh produce. In "*Food product-package compatibility*" Proceedings, Gray, J. I., Harte, B. R. and Miltz, J.(eds.), Technomic Publishing Co., Lancaster, PA, pp.157(1987)
15. Zhang, S., Chachin, K. and Iwata, T. : Effects of polyethylene packaging and ethylene absorbent on storage of mature-green Mume fruits at ambient temperature. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.*, **60**, 183-190(1991)
16. Biale, J. B. and Young, R. E. : Respiration and ripening in fruits. In "*Recent advances in the biochemistry of fruit and vegetables*" Academic Press, New York, pp.1-7 (1981)
17. Osajima, Y. and Wada, K. : Effects of ethylene-acetaldehyde removing agent and seal-packaging with plastic films on the keeping quality of Mume(*Prunus mume* Sieb. et Zucc.) and Kabosu(*Citrus sphaerocarpa hort. ex Tanaka*) fruits. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.*, **55**, 524-530 (1987)
18. 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. Japan. Soc. Hort. Sci.*, **62**, 877-887(1994)
19. Loughheed, E. C., Murr, D. P. and Toivonen, P. M. A. : Ethylene and non ethylene volatiles. In "*Postharvest physiology of vegetables*" Weichmann, J.(ed.), Marcel Dekker, New York, pp.255-276(1987)

(1999년 9월 27일 접수)