

## 국내 과실 선도유지 특성 및 포장기술 고찰

이윤석 · 김재능<sup>†</sup>

연세대학교 패키징학과

### Review of Quality Changes of Postharvest Fruits and Packaging Applications to Extend Their Shelf Life

Youn Suk Lee and Jai Neung Kim<sup>†</sup>

Department of packaging, Yonsei University

**Abstract** In response to the continuous changes in current consumer demands and market trends for postharvest produces, the functional application for agricultural packaging is becoming increasingly significant. This paper focuses on the overview of important changes in physical and chemical status related to postharvest physiology and applications of the functional packaging materials for maintaining the freshness of fruits after harvest. During postharvest treatment and storage periods, fresh fruits undergoes the ripening process in quality attributes of the fruit such as major changes of texture, color, and flavor. Major fruit packaging technologies are concerned with correct gas permeable film and functions of ethylene removal, antimicrobial, and antifogging substances to keep the effective freshness. Application guidelines for the functional packaging in fresh produces were studied.

**Key words** Functional packaging materials, Postharvest produce, Fruit quality changes

## 서 론

2005년도 우리나라 과실 생산량은 2,593천 톤으로 사과, 배, 포도, 복숭아, 감귤, 단감등 주요 과종과 함께 다양한 품종이 재배 및 생산되고 있다<sup>(1)</sup>. 과실은 다른 가공 제조식품과 달리 수확 후 저장 및 유통되는 동안에 호흡작용과 증산작용의 생리적 대사가 활발해지며 여러 경로의 생화학적 과정을 통해 경도 저하, 색소함량 변화 그리고 수분, 비타민, 당분 손실을 가져온다. 동시에 미생물의 성장과 더불어 이에 따른 오염으로 인해 부패현상이 일어난다. 현재 수확된 과실이 상온유통 중 품질변화로 인한 손실률 (postharvest loss)이 15% 정도에 달한다고 보고되었다<sup>(2)</sup>.

생산자로부터 최종 소비자에게 도달되는 과정에서 신선도를 유지하고 부패를 방지함으로써 제품의 품질의 손실을 줄이는 연구가 국내외로 많은 시도가 진행되고 있다<sup>(3)</sup>. 일반적으로 수확 후 농산물의 취급기술은 선별, 예냉, 저장, 포장, 수송 등의 전 유통과정을 거치면서 상품성을 최대한

유지시키는 주요 방향이라 볼 수 있다. 선별은 파괴, 비파괴 등의 품질평가 등으로 신속 정확하게 크기, 형상 그리고 외관이나 맛 등의 기본적 품질이나 성분 및 등급을 나누어 제품의 품질을 수확 후 바로 초기 선정 구별한다<sup>(4)</sup>. 과실의 예냉(precooling)은 유통, 저장하기 전에 전처리 방법으로 수확직후 빠른 시간 내에 냉각하여 초기 산물이 가지고 있는 품온을 떨어뜨림으로서 대사활동을 극소화하여 품질 변화를 최소화 시키는 중요한 부분이라 볼 수 있으면 저장 및 유통 중 산소의 감소와 탄산가스의 농도 증대와 같은 최적 대기 환경조성을 변화시켜 농산물의 대사 작용을 늦추는 CA/MA (controlled/modified atmosphere) 및 저온장해를 최소화할 수 있는 저온상태의 저장조건으로 농산물의 품질을 유지하는 연구가 많이 진행되어 산지에서 오래전부터 실용화되고 있다<sup>(5)</sup>. 특히 포장(packaging)은 저온 및 상온유통 동안 과실의 선도유지를 최적화하여 소비자에게 도달하게 하는 기능을 부여할 뿐만 아니라 과실의 상품화를 증대시켜 부가가치를 높이는 마케팅의 판매기능도 같이 가지고 있다. 현재 소비자의 편의성에 따라 소포장화 및 안전성과 품질을 중요시 하는 경향을 보이고 있으므로 내수 및 해외 수출용 농산물의 포장은 제품의 가격 경쟁력과 함께 품질 경쟁력에 큰 중요한 부분을 차지하고 있다.

<sup>†</sup>Corresponding Author : Jai Neung Kim  
Dept. of Packaging, Yonsei University, 234, Maeji, Heungup, Wonju, Kangwon-do, Korea 220-710  
E-mail : <kimjn@dragon.yonsei.ac.kr>

따라서 농산물의 유통구조 변화와 소비자의 욕구 증대에 따른 농산물의 신선도 유지를 위한 필요성이 점차 커지고 있다. 농산물의 기능성 포장재가 일부 품종에 한해서 연구 개발되고 있으며 앞으로 기능성 포장재가 품종별 개별적 생리특성을 고려하여 다양한 적용이 확산되리라 예상된다. 본 장에서는 유통중 과일 품질변화 특성과 신선도 유지를 위한 포장재에 기능성을 부여하는 기술에 대해 살펴보고자 한다.

## 본 론

### 1. 수확후 과실의 정의

신선 과실은 수확 후에도 대사적 기능을 계속적으로 진행하는 중요한 특징을 가지고 있다. 그러나 수확후 과실의 스트레스 정도가 다르기 때문에 같은 환경에서 수확할지라도 과실의 품질은 동일하지 않다. 수확, 포장, 취급 과정은 식물 성장을 위해 제공되고 있는 필수적인 공급원이 중단된다<sup>(6)</sup>. 광합성에 의한 에너지 공급원의 차단으로 대부분의 경우 토양으로부터 공급되는 수분 또는 무기 영양분이 즉시 중단되며 산소의 소비와 이산화탄소의 농도가 변화된다. 수확 과정에 종종 상처(wounding)가 발생하는데, 포장과 수송과정은 물리적 손상의 원인 제공이 되기도 한다. 이것은 주로 물리적 압력, 온도변화 그리고 열악한 기체 조성을 가진 환경 등이 영향을 끼치는데 수확후 과실은 유통 과정 동안 일반적으로 매우 거칠게 다루어진다. 수확후 새로운 환경에서 호흡률은 증가되며 저장 공간내의 환경에서 빠르게 산소농도를 흡수하고 이산화탄소를 방출한다. 호흡률의 변화는 과실의 대사변화 때문에 발생되며 외부적 손상(injury)등은 에틸렌이 생성을 자극하여 과숙을 촉진시킨다. 호흡은 열과 같은 에너지 방출하여 농산물의 온도를 높이는 원인이 된다. 이런 현상은 품질저하 과정으로 수분손실 및 미생물의 성장이 가속화 된다. 따라서 수확후 농산물의 품질 유지를 위한 기본 조건은 냉해(chilly injury)를 피하는 범위 내에서 저온저장과 무기호흡(anaerobic respiration) 상태가 아닌 최적의 산소 농도를 유지하는 유기호흡(aerobic respiration)상태 또는 유통 수송중 진동에 따른 손상을 최소화하는 포장 등이 있다.

### 2. 과실의 성숙중 형태 변화

성숙(ripening)은 과실이 미숙에서 완숙으로 전이되는 과정에서 많은 생화학적 대사를 통한 호흡률 증가, 에틸렌 생성, 카르티노이드 합성, 클로로필 분해, 세포벽 분해효소 증가, 조직연화등을 포함한 생리학적 변화를 나타낸다<sup>(7)</sup>. 성숙 중에 발생하는 각각의 생리학적 작용의 결과는 독립적으로 일어나며 일반적으로 비가역적 과정을 가진다. Fig 1은 대표적인 climacteric형 과실인 토마토 과실의 성숙 동안

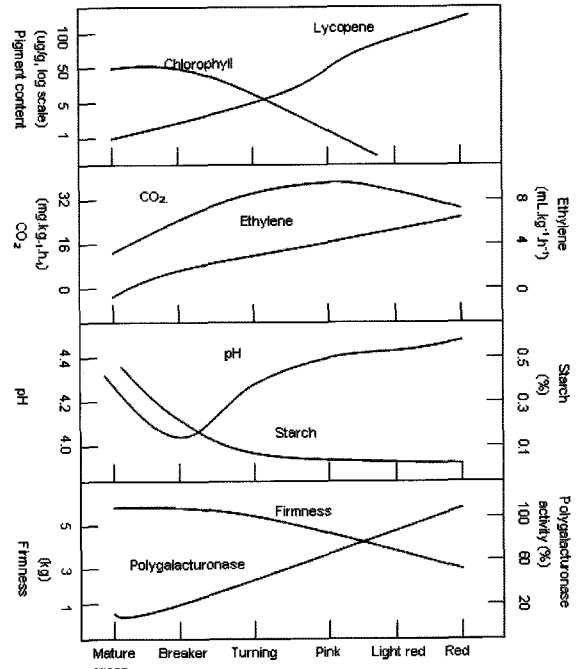


Fig. 1. Patterns of some physiological changes during ripening of tomatoes<sup>(8)</sup>.

발생하는 생리학적 변화의 경향을 나타낸다. 과실의 성숙중 호흡률의 변화에 따라 climacteric형 과실과 non-climacteric형 과실로 나누어진다. climacteric형 과실은 수확후 호흡증가와 함께 빠르게 성숙 반응이 일어난다. 성숙단계에서 과실 세포에 에틸렌 호르몬 합성 반응이 빠르게 전개되며 숙성에 관련된 에틸렌이 주요기작으로 작용한다. 그러나 non-climacteric형 과실은 호흡의 감소를 가져오며 최소의 에틸렌을 생성하나 climacteric형 과실과 다른 호르몬 반응을 나타낸다. 즉 non-climacteric형 과실의 에틸렌 노출은 호흡률은 증가되나 과실의 숙성과정을 개시화하지 않는다. climacteric형 과실에는 사과, 배, 토마토, 복숭아등이 있고 non-climacteric형 과실은 오렌지, 레몬, 감귤 등이 있다.

### 3. 성숙중 과실의 품질변화

수확후 과실은 화학 및 물리적 주요 현상의 변화를 가져오는데 대표적인 품질변화는 조직연화, 색변화 및 향미발생으로 크게 3가지로 구분 할 수 있다. 이는 관련 효소들이 생화학적 대사 작용을 합성 또는 활성화시켜 성숙과정을 전개시킨다 (Table 1).

#### 1) 조직연화

과실의 조직연화는 세포벽에 존재하는 대표적인 polygalacturonase (PG) 분해 효소의 작용에 의하여 세포 구성성분이 분해되어 일어나며, 성숙과정 중에 세포벽의 펙틴 분해의 원인이 되는 polygalacturonase (PG) 분해 효소의 활성이

Table 1. Physical and chemical changes that occur during the ripening of fruit (6)

화학 및 물리적 주요 현상	품질기여
1. Changes in pigmentation a. Degradation of chlorophyll b. Synthesis of carotenoids c. Synthesis of anthocyanins	Color
2. Softening a. Changes in pectin composition b. Possible alternations in other cell wall components c. Hydrolysis of storage materials	Texture
3. Changes in carbohydrate composition a. Starch conversion to sugar b. Sugar interconversions	Flavor
4. Production of aromatic volatiles 5. Changes in organic acids 6. Changes in respiration rate 7. Changes in the rate of ethylene synthesis 8. Changes in proteins	

증가하며 펙틴질을 분해하여 저분자인 polyuronide로 유리 시킴으로 과실의 연화를 촉진시킨다. 그리고 조직연화는 세포벽 구성성분의 조성구와 형태, 세포벽 분해효소의 종류, 칼슘의 함량 및 pH에 영향을 받는다.

2) 색소변화

숙성 기간 중 발생하는 색 변화는 종종 숙성도 지표로 사용되며 과실의 색으로 수확 시기를 결정한다. 또한 소비자 입장에서 과실의 숙성도를 판단하는 기본적인 기준이 된다. 저장중 숙성동안 색의 변화는 기본적 중요성을 가지고 있다. 일반적으로 과실의 색상 변화는 클로로필 손실 및 카로티노이드와 안토시아닌과 같은 다른 색소의 합성이 관여한다. 그러나 아보카드로, 키위, 허니듀 멜론, 및 몇몇 사과 품종과 같은 과실은 숙성기간동안에도 녹색을 가진다. 대부분 과실의 색 변화는 chlorophyll 분자의 농도감소로 chlorophyllase 효소의 활성 증가에 관련이 있다. 색 변화의 정도는 같은 과실이라도 다른 품종 등에 따라 다르다. 과실의 색변화는 숙성에 관련된 다른 품질기준과 동일한 경향을 나타내나 다른 독립된 관계를 나타낸다. 숙성동안 과실 내 색 변화는 빛, 온도, 산소 농도등 다양한 요소에 의해 영향을 받는다.

3) 향미변화

일반적으로 향미 (flavor)는 크게 맛 (taste)과 냄새(odor)의 두 가지 주요 요인에 의해 좌우된다. 맛은 입의 혀돌기에 인지되는 것이고 냄새는 코의 후각기관에 의해 느끼게 된다. 과실의 향미는 기본적으로 당류, 산류, 및 휘발성 성분들의 구성요소이고 숙성에 따라서 향의 변화가 심하다. 숙성기간동안 대부분의 변화는 당류와 유기산들의 주요 변

화하는데 바나나의 경우 당의 농도는 숙성동안 10배 이상 증가된다. 이는 유리당의 증가는 amylase 전분분해효소에 의해 전분의 가수분해로 발생한다. 이런 가수분해 효소들의 활성은 숙성 동안 두드러지게 증가되며 지질 또한 가수분해 되어 당으로 전환된다. 대부분 과실의 경우 유기산 (organic acids)의 감소를 가지며 유기산의 손실은 주로 호흡기질 및 새로운 화합물을 합성하기위한 탄소로서 사용되기 때문이다.

2. 선도 유지를 위한 기능성 물질의 포장재 적용

과실은 수확 후 품질 노화를 촉진시키는 에틸렌 가스가 발생되며, 특히 고온기에 호흡과 함께 발생량이 급속히 증가되어 상품성 손실에 많은 피해를 주어 경제적 손실을 가져다준다. 에틸렌은 과실류의 추숙, 노화, 착색, 낙과와 생장의 촉진 등 생리활성에 영향을 주는 식 성숙호르몬이다. 현재 에틸렌 가스 흡착 또는 에틸렌 억제제 (1-MCP 가스 성분) 적용, 대사 작용을 늦추는 저온저장 및 대기 환경조성을 변화시키는 MA 저장법을 개발하여 과실의 저장성을

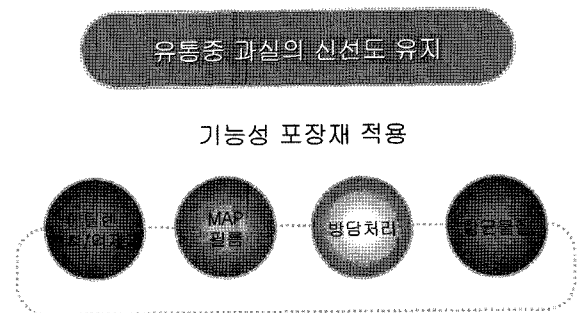


Fig. 2. Possible functional factors in the packaging applications to maintain the freshness of fruits.

향상시키는 연구가 많이 진행되어 생산지에 이용되고 있다. 또한 선도유지 기능성 포장재를 사용하여 수확후 과실의 품질을 유지하는 선도유지 기법들이 현재 활발히 연구 진행 중에 있으며 과실 포장재에 적용 가능한 기능성 요소들을 Fig 2에 나타내었다.

### 1) 에틸렌 흡착제

과실로부터 에틸렌 가스를 직접 제거하기 위하여 다공질의 활성탄, 활성화 규소, 과망간산칼륨(KMnO<sub>4</sub>, potassium permanganate), 천연 제올라이트, 참숯, 세라믹 등이 연구개발 되었으며 다공질의 에틸렌 흡착제를 필름에 직접 처리한 기능성 포장재의 개발 연구가 보고되었다<sup>9, 10</sup>. 활성탄은 목재, 석탄계, 고분자섬유 등의 탄화과정을 거쳐 환원상태에서 활성화시켜 제조하게 되는데, 세공직경 수 내지 수백 개의 미세기공으로 이루어져 있다. 활성탄은 친유성 흡착제로서 비극성분자에 대한 흡착력이 강하며 비표면적이 1200 m<sup>2</sup>/g 이상까지 되기도 한다. 과망간산칼륨은 자주색 결정화합물로 수용성인 산화제이며 탈취 및 항균특성을 가지고 있다. 미국의 DeltaTRAK 및 여러 회사에서 채소, 과실, 화훼 등의 작용에 신선도 유지에 효과가 있는 에틸렌 흡착제로 과망간산칼륨을 함유한 활성 알루미늄 구슬형태가 상업적 판매되고 있다. 제올라이트는 일반식 M<sub>2n</sub>OAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·xSiO<sub>2</sub>·yH<sub>2</sub>O로 표시되며 3~10Å 정도의 세공직경을 가지고 있어 분자체 효과 (molecular sieving effect)를 나타내며, 특히 친수성 흡착제로서 물과 같은 극성분자에 흡착력이 강하여 낮은 분압 및 고온 하에서도 흡착력이 높은 편이다. 제올라이트 에틸렌 흡착 연구<sup>11</sup> 및 필름 적용 연구<sup>12</sup>들이 시도되었으며 에틸렌 흡착력이 뛰어난 것으로 보고되었다. 그러나 에틸렌 흡착능력을 가지는 다양한 흡착제들이 고온 고습도 등의 외부환경 요건에 따른 활성 저하로 인한 흡착능력을 지속적으로 가질 수 있는 기술 개발이 필요하다.

### 2) 에틸렌 억제제

ACC synthase의 억제제인 aminoxy acetic acid (AOA) 나 aminoethoxyvinylglycine (AVG)가 생합성 억제제로 개발 사용되어 왔으며, 에틸렌 작용 억제제로서 2,5-norbornadiene (2,5-NBD)와 silver thiosulfate (STS)가 효과적으로 쓰였으나 유독한 냄새로 인한 유해성 문제와 은 중금속에 의한 환경문제 우려로 인해 최근 여러 나라에서 사용의 제한을 받아왔다<sup>13</sup>. 최근 대체 화합물로 국내에 상업적으로 판매되고 있는 1-MCP (1-methylcyclopropene)는 낮은 조건에서도 매우 효과적으로 에틸렌 작용 및 생성을 억제하는 작용을 한다고 보고되었으며 다양한 원예 산물에 수확후 저장성과 품질을 향상시키기 위하여 적용되어 선도유지 효과에 우수한 것으로 알려져 있다. 최근 상온에서 1-MCP 처리한 과실의 선도유지 연구에서 수확후 경도 감소 및 당도

감소를 최소화하는데 매우 효과적이었다고 보고되었다<sup>14</sup>. 그러나 활성 억제제가 가스 상태라 현재까지 포장재에 직접 적용이 용이하지 않지만 Sachet나 흡착제를 적용한 연구가 시도되었다<sup>15</sup>.

### 3) 전 처리수 (오존수) 및 이산화염소

오존은 강력한 산화력을 지닌 가스 상의 물질로 미생물의 살균 및 생장억제가 우수하며 2차적 공해를 일으키지 않기 때문에 농산물의 미생물 살균 및 탈색, 탈취 및 맛 개량의 뛰어나다고 보고되어 있다. 저장 중 오존수 세척 처리한 포장 과실에 우수한 관능적 품질평가를 가졌다고 보고되었다<sup>16</sup>. 이산화염소는 현재 살균소독제로 많이 사용되고 있는 수용성 산화제로서 여러 연구 논문에서 포도<sup>17</sup> 및 사과<sup>18, 19</sup>등의 처리에 있어 효과적으로 미생물을 죽이고 보존기간에도 좋게 평가되었다. 또한 미국식품의약국(FDA)에서 사과와 피망과 같은 과일과 야채에 5 ppm의 이산화염소 사용을 허용하고 있다<sup>20</sup>. 이산화염소는 대부분 수용액 제조용인 액상형태의 제품이 대부분이나 수용액 상태에서 매우 빠르게 경시변화가 발생할 뿐만 아니라 취급, 보관, 이동이 용이하지 않으므로 농산물 적용에 어려움이 있다. 현재 지속적이고 충분한 살균효과를 가지기 위한 가스형태를 적용하기 위한 흡착제 및 포장 시스템을 적용한 안정적인 보존 방법으로 농산물의 특성 및 환경조건에 따른 가스제어 기술 연구가 진행 중이다<sup>21</sup>.

### 4) 항균물질

저장 유통기간 중 미생물에 의한 과실의 변패를 억제하거나 예방하는데 선도 유지제등이 최근 많이 사용되고 있으며 자몽종자추출물(grape fruit seed extract)인 천연 항균제를 포함한 필름을 딸기에 적용한 연구 및 자몽종자 추출물과 제올라이트의 일정 비율로 함유한 항균포장지의 방울 토마토와 밀감의 저장 중 품질 특성 연구에서 천연항균제 항균필름 및 박스포장에서 제품의 신선도를 연장하였다고 보고되었다<sup>22</sup>. 약용식물에서 추출한 천연항균소재 및 감귤류 종자 추출물도 원예 산물 선도유지 및 보존성에 높은 항균 활성을 가진다고 보고되었다<sup>23, 24</sup>. 또한 항균성을 가진 chitosan을 필름에 압축성형 및 코팅 처리한 chitosan 필름, potassium sorbate를 첨가하여 제조한 필름, nisin을 도포한 필름 등이 보존성 목적으로 적용하였으며 저장성이 향상되었다고 보고되었다<sup>25</sup>.

### 5) 방담포장 (Antifogging film)

주로 과실을 예냉후 포장재에서 상온 유통시키면서 과실 표면에 물방울이 맺혀 미생물이 침투하는 등 품질저하를 가져다준다. 이 현상은 포장재 필름 부분은 소수성이며 물은 높은 표면 에너지를 가지고 있어 안정적인 구형 형태의 물

방울을 이루고자 한다. 이러한 물방울 맺힘을 방지하기 위하여 가스 투과성이 조절된 CPP필름에 Surface active agent (계면 활성제)를 처리하여 고분자와 물 사이의 접촉각 (표면장력)을 줄여 균일한 층으로 퍼지게 함으로써 방담 필름으로 사용할 수 있다(26). 또한 이러한 방담필름에 기능성 물질을 부여하여 적용하면 제품의 선도 유지에 이중적 효과를 나타낼 수 있다. 일반적으로 0.5~4%정도의 계면 활성제가 방담 포장재에 적용되고 있으며 대부분 fatty acid esters (glycerol and sorbitol stearate, fatty alcohols, and ethyloxylates of nonly pheols)이며 방담효과가 뛰어난 polyglycerol esters가 필름에 적용되고 있다.

6) 필름포장

신선한 과실을 포장하면 호흡작용으로 포장재 내부에 산소의 소모와 이산화탄소 증가가 진행되고 에틸렌 가스등이 축적되게 된다. 이러한 환경조건에서는 포장 과실의 추수를 촉진시키고 미생물 균의 발생으로 과실의 품질저하를 가져다준다. 과일 포장에 적합한 플라스틱 필름의 일반적 특징은 적당한 가스 투과성, 투습성이 있어야 하며 밀봉이 용이하고, 투명할 뿐만 아니라 인쇄적성이 크며 저온에서 경화한다거나 강도가 저하되지 않아야 한다. 또한 화학적으로 안정하고 위생적이며 경제적인 가격을 가져야 한다. 특히 선택적 가스 투과성이 있는 필름을 적용한 MA(modified atmosphere) 포장기술은 과실의 신선도 유지에 가장 중요한 요인이다. 일반 합성수지 필름에 미세한 기능성 구멍을 만든 친공 필름(27)과 물리적 방법(연신; 延伸)에 의해 미세기공(평균 80)을 형성한 PE 필름으로 기체 투과가 용이한 필름(28)등이 과일 포장에 적용 또는 개발 연구 진행 중에 있다. Table 2는 일반적으로 과일류에 적용되는 필름의 종류와 투과도 특성을 나타낸 것이다.

다른 적용 가능한 과일 신선도유지 플라스틱 필름으로서 OPP나 PE에 방담제를 첨가하거나 혹은 표면 도포한 방담필름, 향균물질을 도포한 필름, 무기다공질에 의한 에틸렌 흡착 필름 등의 기능성 포장소재 개발이 가능하다.

7) 골판지포장

골판지는 라이너와 골심지의 기본 구성을 가지고 있으며

원료 (크라프트 와 슈트라이너), 원지의 강도 (AA, A, B, C급), 골 형태 (A, B, C, E골), 시이트 기준 (SF, SW, DW, TW)에 따라 다양한 종류로 분류된다. 과일 포장용으로 주로 쓰이는 골판지 상자는 이중 양면 골판지 (DW)로 표면에는 B골과 이면에는 A골을 사용한다. 또한 표면 라이너의 색상에 따라 크게 백색과 원색 골판지상자로 나뉜다. 백색 골판지상자는 다양한 재질구성으로 표면라이너에는 SC(Slotted Container)마닐라판지와 WLK(White Liner Kraft)원지를 사용하며 원색골판지상자는 백색 골판지상자보다 다양한 재질구성 및 표면 라이너원지로 황색으로 높은 평량의 원지를 사용한다(29). 또한 국내 과일 상자형태는 홈판형(slotted type boxes)의 모든 날개의 길이가 같고 바깥날개가 맞닿는 0201형을 사용한다. 그리고 상자 윗면이 개봉되어 투명한 필름이나 그물망을 씌우기도 한다. 사과(30), 참외(31) 및 과일(32) 포장용 골판지의 물성 연구 및 기능성 골판지 상자로 포장한 포도(33), 토마토(34), 애호박(35)이 품질유지에 효과가 있다고 보고되었다.

3. 최근 과일포장재 경향

최근 국민 생활수준의 향상과 더불어 품질이 높은 제품 요구 및 산지에서 고부가 가치를 높이기 위한 상품화 전략으로 과실의 신선도 보존을 위한 포장재 적용되고 있는 추세이다.

1) 소포장화

현재 소비자의 편익을 위주의 상품화 전략으로 소포장화가 확대되고 있다. 대부분의 농가에서 15 kg 골판지 상자를 이용하여 출하하고 있으며 (Table 3) 소비자가 원하는 형태의 날개 또는 선물용 과실을 위한 1~5 kg 골판지 및 다공 PE 플라스틱 백 또는 망 포장으로 점차 소포장 화하여 판매되고 있다. 소량단위 주요 구매자인 일반 소비자에게 인기가 있으며 농가에서도 소포장이 수취 값이 15 kg 포장상자보다 높아 소포장 출하를 선호하고 있다.

2) 표준화 및 규격화

포장의 표준화 및 규격화는 복잡한 유통경로에 대한 과실의 신선도를 유지시키고 시장 활동을 촉진시켜 줄 뿐만

Table 2. The permeation rate of the types of plastic films commonly used in fruit packaging (28)

Name of films	Thickness(μm)	Oxygen Permeation (25°C, 90%RH) ml / m <sup>2</sup> · 24hr · atm	WVTR (40°C, 90%) g / m <sup>2</sup> · 24hr
OPP	25	1,500	5
LDPE	25	7,500	18
PS	25	6,000	150
PVC	15	370	520
Polyolefin stretching film	15	23,000	140

**Table 3.** The common standards on corrugated boxes for oriental melon (Data of Gimcheon Agriculture technology center)

Materials	Package size				Standards
	Weight (kg)	length(mm)	width(mm)	height(mm)	
Corrugated boxes	3	366	244	95	KSA11-48
	5	440	330	115	KSA11-39
	10	440	330	170	KSA11-39
	15	440	330	240	KSA11-39
	15	450	305	260	NAQS
	20	440	330	305	KSA11-39

아니라 물류의 효율성을 높여 물류비 절감에 크게 기여할 수 있다<sup>(36)</sup>. 포장규격 또한 소비자의 요구에 만족하도록 다양화가 이루어질 필요가 있다. 결국 과실포장의 표준화는 유통비용 절감 및 효율화에 따른 판매 경쟁력 향상으로 소비자의 수요 증대와 생산 농가의 소득에 직접적인 역할을 한다.

**3) 기능성 포장재 적용**

이미 앞서 설명한 바와 같이 포장기술의 발달로 인한 상품성 유지를 위한 기능성 포장재의 적용이 활발히 진행되고 있다. 또한 포장적용 형태로 유통 중 외형 손상이 쉽게 발생하는 제품에 난좌포장이나 필름 몰드형태 및 트레이 포장 등의 사용이 늘어나고 있는 추세이다 .

**4) 환경을 고려한 포장재 적용**

과실 포장은 주로 제품 손상에 대한 외부의 충격을 완화 목적으로 플라스틱 포장상자가 쓰였으며 최근 소비자의 취향이 소포장화 됨에 따라 고분자를 소재로 한 필름포장으로 상품화가 증가되고 있는 추세이다. 현재 국내에서 생산되는 포장소재의 약 46% 정도가 고분자를 이용한 난분해성 포장소재이며 최근 환경오염에 대한 문제로 대두되고 있다. 지금까지 생분해성 고분자의 다양한 연구개발이 활발히 진행되고 있으나<sup>(37, 38)</sup> 농산물 포장에 대한 환경 친화적 연구 및 적용이 미미하다. 더욱이 고분자를 소재로 한 포장재의 경우 사용 후 분해가 어려워 세계적으로 사용 규제를 점차 강화되고 있는 실정이므로 국내 및 수출포장용 과실 포장에도 신선도 특성과 환경적 요소를 고려한 포장재 연구개발의 중요성이 증가되리라 예상된다.

**결 론**

최근 품종 개량 및 다양한 전처리 과정을 통하여 과실 품질이 많은 향상을 보이고 있다. 농산물 포장 기술도 지속적 선도 유지에 큰 역할을 하였으며 특히 수확후 취급, 저장, 유통단계에서 제품의 부패로 인한 상품성 저하에 대해 효과적이며 안정적으로 적용되어 왔다. 현재 다양한 제품에 대한 첨단 포장기술 연구개발이 되고 있지만 과실의 신선

도 보존을 위한 기능성 포장재 적용 개발은 여전히 발전 단계로 농산물의 특성을 고려한 많은 연구가 필요로 한다. 더욱이 내수용 및 수출용 농산물의 국제 경쟁력을 가지기 위하여 농산물 적용 포장재의 저렴한 가격 경제성과 선도유지를 위한 기능성 및 환경 친화적 특성을 가지는 요소들을 고려한 지속적 연구의 필요성이 절대적으로 요구된다.

**참고문헌**

1. 농림부, 2005 농림통계연보.
2. 환경사랑 1999. 농산물 신선도 유지에 좋은 새로운 포장상자 개발, 19.
3. Chakraverty, A. *et al.*, 2003. Handbook of postharvest technology: cereals, fruits, vegetables, tea, and spices. Marcel Dekker Inc, New York.
4. 정문철 1997, 농산물의 선별기술 현황 및 연구동향, 30(4), 152~162.
5. 권현중 외 3인 1998 CA 및 저온 저장후 ‘쓰가루’ 과실의 품질변화. 원예과학기술지, 39(4), 449~453.
6. Kays, S.J., Postharvest physiology of perishable plant products. Van Nostrand Reinhold Inc, New York,
7. Hobson, G.E. and Davies, J.N. 1972. Biochemistry of Fruits and Their Products. *Academic press, NY*, 2, 437-482.
8. Wills, R.B.H., *et al.* 1989. Physiology and biochemistry of fruit and vegetables. In R. B. H. Wills, et al. (Eds.), Postharvest: An Introduction to the Physiology and Handling of Fruit and Vegetables. chapter 3, 17-38.
9. 전병철 외 6인, 2004. 표면 개질된 제올라이트를 포함한 폴리 에틸렌 필름의 선도유지기능. 한국식품저장유통학회지, 11(4), 478~484.
10. 정천순 외 3인, 2003. 숯을 이용한 에틸렌가스 흡착 기능성 포장지 개발. 원예과학기술지, 21(2), 153~156.
11. 이보경 외 4인, 2003. 천연제올라이트의 전처리 방법에 따른 에틸렌 흡착 효과. 산업식품공학, 7(2), 97~101.
12. 전병철 외 6인, 2004. 표면 개질된 제올라이트를 포함한 폴리 에틸렌 필름의 선도유지기능. 한국식품저장유통학회지, 11(4), 478~484.
13. Serek, M., Sisler, E.C., and Reid, M.S., 1994. Novel gaseous ethylene binding inhibitor prevents ethylene effects in potted flowering plants. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 119(6), 1230-1233.
14. Watkins, C.B., Nock, J.F., Whitaker, B.D., 2000, Responses of early, mid and late season apple cultivars to postharvest

- application of 1-methylcyclopropene (1-MCP) under air and controlled atmosphere storage conditions. *Postharvest Biol. Technol.* 19: 17-32
15. Lee Y.S., *et al.*, 2006. Development of a 1-methylcyclopropene (1-MCP) sachet release system. *J Food Sci* 71(1): C1~6.
  16. 황태영 외 2인, 2005, 오존수 세척이 포장 참외의 품질에 미치는 영향. *한국식품저장유통학회지*, 12(3), 252~256
  17. Zoffoli, J.P., Latorre, B.A., Rodriguez, E.J., Aldunce, P. 1999 Modified atmosphere packaging using chlorine gas generators to prevent *Botrytis cinera* on table grapes. *Postharvest Biology and Technology*, 15 135-142.
  18. Lee, S.Y., Dancer G.I., Chang, S., Rhee, M.S, Kang, D.H. 2006 Efficacy of chloride dioxide gas against *Alicyclobacillus acidoterrestis* spores on apple surfae. *International Journal of Food Microbiology* 108, 364-368.
  19. Lee, S.Y., Gray P.M., Dougherty, R.H., Kang, D.H. 2004 The use of chloride dioxide to control *Alicyclobacillus acidoterrestis* spores in aqueous suspension and on apples. *International Journal of Food Microbiology* 92, 121-127.
  20. Food and Drug Administration (FDA) 1998 Guidance for industry-guide to minimize microbial food safety hazards for fresh fruits and vegetables Oct. 26.
  21. 데오테크 연구자료.
  22. 조성환 외 2, 2004. 항균포장지 제조용 식물성 자몽종자추출물제재의 항균 특성, *한국식품저장유통학회지*, 11(3), 411~416.
  23. 정윤경 외 4, 1998. 시설원예산물의 선도유지를 위한 항균소재의 개발. *한국식품저장유통학회지*, 5(3), 256~261.
  24. 오혁수 외 5, 2003. 감귤류 종자 추출물의 항균활성. *한국조리학회지*, 9(4), 69~80.
  25. 이주원 외 3인, 2003. 식품 포장용 항균 기능성 고분자 필름의 특성 및 평가. *한국식품저장유통학회지*, 10(4), 574~583.
  26. 박형우 외 3, 1996, 결로방지제가 MA필름의 물성에 미치는 영향, *한국포장학회지*, 2(1), 33~38.
  27. Barron C, *et al.* 2002. Modified atmosphere packaging of cultivated mushroom (*agaricus bisporus* L.) with hydrophilic films. *J Food Sci*, 67(1):251-255.
  28. 인터포어 연구자료
  29. 하영선 외 3인 2000. 참외 포장용 골판지 상자의 재질구성에 관한 연구. *한국식품저장유통학회지*, 7(2), 160~165.
  30. 김수일 외 3, 1997. 사과 포장용 골판지상자의 재질구성에 관한 연구. *한국포장학회지*, 4(1), 3~10.
  31. 하영선 외 3, 2000. 참외 포장용 골판지상자의 재질구성에 관한 연구. *한국식품저장유통학회지*, 7(2), 160~165.
  32. 조중연 외 4, 2001. 과실포장용 골판지 상자의 온습도에 따른 강도 변화. *한국포장학회지*, 7(2), 43~51.
  33. 박형우 외 3, 1998. 기능성 골판지 상자로 포장한 포도의 신선도 유지효과. *한국식품저장유통학회지*, 5(4), 331~334.
  34. 박형우 외 4, 2001. 기능성 골판지 상자에 포장된 토마토의 신선도. *한국포장학회지*, 7(2), 1~5.
  35. 박형우, 김상희, 1999. 기능성 필름이 부착된 골판지상자에 포장한 애호박의 신선도에 미치는 효과. *한국식품저장유통학회지*, 6(4), 406~410.
  36. 이수근 2001. 농산물의 포장 표준화에 관한 연구 . *한국포장학회지*, 7(1), 21~24.
  37. Wiles, D.M., Scott G. 2006, Polyolefins with controlled environmental degradability. *Polymer Degradation and Stability*, 1~12.
  38. Avella, M.A., *et al.*, Biodegradable starch/clay nanocomposite films for food packaging applications. *Food Chemistry*, 93, 467~474.