

총설

# 과실채소 신선도 기술연구

Review on the postharvest technology of fruits and vegetables

박형우 | 저장유통연구단

Hyung-Woo Park | Safety, Distribution and Marketing Research Group

## 국외 과실채소 신선도 방법연구 진전

사람들의 생활수준이 높아짐에 따라 식용하는 과일과 채소의 질에 대한 요구도 전례 없이 높아졌다. 그리고 과실채소의 신선과 영양 가치도 매우 중요시 되었다. 따라서 과실채소 신선도에 대한 요구도 더욱 높아지게 되었다. 상대적으로 말하면 국외의 과실채소의 선도 유지기간술은 국내보다 더욱 높다. 이것은 바로 중국이 국외의 선진 기술 습득을 요구하는 시대가 이르렀음을 말한다. 종합적으로 결론지으면 다음과 같다.

영국은 식용할 수 있는 '과실채소 신선도 유지제'를 연구·개발하였는데, 이는 자당(사카로즈)·전분·지방산과 지방 물질을 배합한 반투명 크림이다. 사용법은 분부·박막·스며들게 하는 방법으로 감귤, 사과, 가지 등 표면에 덮는 것이다.

이렇게 하면 보존 기간은 거의 200일 이상에 이른다.

일본은 일회용 신형 비닐 '신선도 유지막'을 연구·개발하였다. 투수성이 지극히 좋은 나일론 투명막으로 만들었는데, 두 겹 사이에는 삼투압이 높은 알갱이 설탕 시럽이 들어가 있다. 근년 이래로 저기압으로 저장하는 (subatmospheric pressure storage) 과실채소의 신선도 유지 기술이 국외에서 널리 응용되었다. 기압을 낮추어 낮은 기압과 고온을 조합, 응용하는 기술이다. 아울러 낮은 압력의 공기를 이용하여 순환하게 함으로써 과실채소에 유리한 저장 환경을 만들게 한다.

영국은 근채류의 고온 저장 기술을 연구하였는데, 이 기술은 고온을 이용하여 근채류에 대해 발아를 억제 하는 작용이다. 저장 온실의 온도를 23℃로 통제하고, 상대 습도를 75% 환경을 조성해 주면 장기간 저장할 수 있다. 경제 발전과 기술

이 진보함에 따라 선진국은 과실 채소에 대한 신선도와 포장 기술이 발달하게 되었다. 이러한 성과는 다음과 같다.

### 과일과 채소를 신선도를 유지하는 새로운 방법

미국의 한 회사는 계절된 과일과 채소를 신선하게 유지하는 새로운 방법을 연구해 냈다. 연구원들은 치즈와 식물유 중에서 추출한 아세틸 Glycerin monostearate(GMS)를 이용하여 특수한 막을 만들었다. 이 막은 투명하고 식용할 수 있으며, 냄새가 없는 얇은 막이다. 계절 과일이나 채소 표면에 붙여서 탈수나 검게 변하는 것을 방지하고, 미생물 침입을 막아준다. 이러한 까닭으로 계절한 과실채소의 신선도를 장기간 유지하게 하는 것이다.

### 항공수송 과실채소 신선도 유지법

과일과 채소를 비행기로 운송하는 중에 신선도를 유지하지 위해 미국의 한 회사는 포장 상자 속의 산소를 감소시키고 질소를 증가시켜서 신선도를 유지하는 방법을 연구해 냈다. 이 방법은 비행기 운송 중에 에어컨 성능이 있는 신형 포장상자를 이용하였다. 이러한 포장은 특별히 제작한 한 겹의 얇은 막이다. 얇은 막의 섬유는 산소 분자를 흡수할 수 있을 뿐만 아니라, 질소를 통과하게 할 수 있다. 즉 공기를 얇은 막을 통과 시켜서 포장한다. 그런 후 질소함량이 98%에 이르게 하면 과실채소의 호흡 작용이 완만해져서 장기간 신선도를 유지할 수 있다.

### 식용할 수 있는 과일 신선도 유지제

영국의 한 회사는 식용할 수 있는 과일 신선도 유지제를 만들었다. 자당(사카로즈), 전분, 지방산과 지방 물질을 배합한 반투명 유액인데, 이것으로 분부하거나, 바르고, 스며들게 한다. 이러한 방법으로 사과, 감귤, 수박, 바나나, 토마토 등 과일과 채소 표면에 사용한다. 이러한 방법으로 하면 보존 기간은 거의 200일 이상에 이른다. 이러한 신선도 유지제는 과일 표면에 한 겹의 밀봉막을 형성되어, 산소가 과일 내부에 진입하는 것을 방지하게 하고, 과일의 숙성화 과정을 연장하게 하여서 신선 작용을 일으키게 한다. 이러한 신선도 유지제는 또한 과일과 함께 먹을 수 있다.

### 고온 처리 신선유지법

영국은 근채류의 채소 고온 저장 기술을 연구, 개발하였다. 이 기술은 고온을 이용하여 근채류 채소에 대해 발아를 억제 하는 작용이다. 저장 온실의 온도를 23℃로 통제하고, 상대 습도를 75%하면 장기간 저장할 수 있다. 그러나 이러한 조건 아래에서 채소는 '부생성진균'에 쉽게 감염되어 반점이 생긴다. 현재 영국은 어떻게 하면 이러한 부생성진균을 억제할 수 있을 것인지에 대해 연구 중이다. 보도에 의하면 양파는 이러한 조건 아래에서 거의 8개월을 저장 할 수 있다고 한다.

## 신형 과실채소 신선유지 보호막

일본에서는 일회용으로 사용하는 과실채소 신선도 유지 보호막을 연구, 개발하였다. 두 겹의 투수성이 지극히 좋은 나일론 투명막으로 조성되었는데, 두 겹 사이에는 침투 압력이 높은 알갱이 설탕 시럽이 들어가 있다. 이러한 신선도 유지막을 사용하여 과일이나 채소를 포장하면 과실채소 표면으로부터 침투한 수분을 흡수하여서 신선도를 유지할 수 있다.

## 과일 신선도 유지 포장상자

일본의 또 다른 한 회사는 과일 신선도 유지 포장상자를 만들었다. 골판지 상자의 골에서 한 겹의 폴리에틸렌 막을 안에 덧댄다. 그런 후에 다시 미량의 과일 소독제가 함유된 방수 밀랍을 발라서 과실채소 수분이 증발하는 것을 방지하고 호흡을 억제하여서 신선도를 유지하게 한다. 이러한 포장 상자로 과일을 포장하면 1개월 내의 과일을 신선하게 한다(Fig. 1).

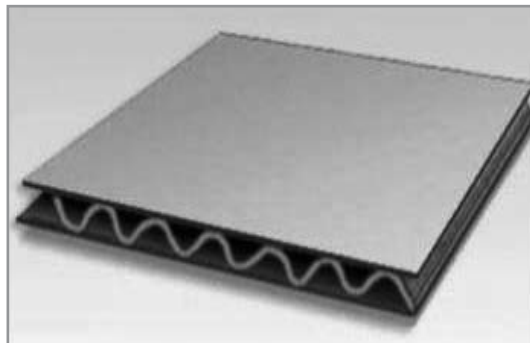


Fig. 1. polyethylene coated paper board box

## 감압 처리 신선도 유지법

근년 이래로 기압을 낮추어 저장하는 (subatmospheric pressure storage) 과실채소 신선 기술이 국외에서 빠르게 널리 응용되었다. 이러한 신선도 유지 방법은 결코 복잡하지 않다. 주로 기압을 낮추어 낮은 기압과 고온을 조합하는 방법이다. 아울러 낮은 압력의 공기를 이용하여 순환하게 함으로 과실채소에 유리한 저장 환경을 만든다. 저장실의 저기압은 실내공기를 펌프질하여 진공이 되게 하고, 저기압을 13,300Pa 이하로 억제하게 한다. 공기 중의 상대습도는 실내에 설치된 가습기(增濕氣)로 통제한다. 일반적으로 90% 이상이 되게 하여야 한다. 공기를 빨아들여서 실내 산소 함량이 감소하면 과실채소의 호흡은 가장 낮은 수준을 유지한다. 동시에 실내 일부분의 이산화탄소와 에틸렌 기체 등을 제거하면 과실채소를 장기간 저장하는데 유리하다.

## 국외 과실채소 신선도 유지 재료 연구 진전

끊임없는 연구와 신선도 유지 재료, 각종 설비도 신선도 발전에 큰 영향을 주었다.

### 신형 비닐 신선도 유지막

일본에서 일회용으로 사용하는 신형 비닐 신선도 유지막을 만들었다. 투수성이 지극히 좋은 두 겹의 나일론 투명막으로 조성되었는데, 두 겹 사이에는 침투 압력이 높은 알갱이 설탕 시럽이 들어 있다. 이러한 비닐막을 이용하여 과실채소를 포장하면 완만하게 과실채소 표면에 침투된 수분을 흡수하여 신선도를 유지할 수 있다.

### 식용할 수 있는 신선도 유지제

영국은 식용할 수 있는 신선도 유지제를 만들었다. 이 신선도 유지제는 자당(사카로즈), 전분, 지방산과 지방 물질을 배합한 반투명 크림이다. 분부 하거나, 바르고, 스며들게 하는 방법으로 감귤, 사과, 수박, 바나나, 토마토 등 과일과 채소 표면에 사용한다. 그러면 보존 기간은 거의 200일 이상에 이른다. 이러한 신선도 유지제는 과일 표면에 한 겹의 밀봉막을 형성하여, 산소가 과일 내부에 진입하는 것을 방지하고, 과일의 숙성화 과정을 연장하게 함으로써 신선 작용을 일으키게 한다. 또한 이러한 신선도 유지제는 과일과 함께 먹을 수 있다.

## 전자 신선도 유지기

국외에서는 ‘전자 신선도 유지기’가 나왔다. 이러한 종류의 기계를 과실채소 저장실에 두면 저장실에 보관한 과일과 채소가 급방 수확한 것처럼 75일간의 신선도를 유지하는데, 그 효과(好果率)는 95% 이상이다. 이러한 신선도 유지 기계는 고압의 음전하에서 나온 공기비타민과 오존을 이용하여 신선도를 유지하게 한다. 공기비타민은 과실채소를 신선대사 과정의 효소화로 진행하게 한다. 따라서 과일과 채소의 호흡 정도를 낮추어서 과실을 빨리 숙성하게하는 에틸렌의 생성을 감소시킨다.

### 고온 처리 신선도 유지법

영국은 근채류(줄기류의 채소)의 채소에 대한 신선도 유지방법으로 고온저장 기술을 연구, 개발하였다. 이 기술은 고온을 이용하여 근채류 채소에 대해 발아를 억제 하는 작용이다. 저장 온실의 온도를 23℃로 억제하여, 상대 습도를 75%로 하면 장기간 저장할 수 있다. 그러나 이러한 조건 아래에서 채소는 부생성 진균에 쉽게 감염되어 반점이 생긴다. 현재 영국은 어떻게 하면 이러한 부생성 진균을 억제할 수 있을 것인지에 대해 연구 중이다. 보도에 의하면 양파는 이러한 조건 아래에서 거의 8개월을 저장 할 수 있다고 한다.

### 감압(減壓) 처리 신선도 유지법

국외에서는 근년 이래로 기압을 낮추어 저장하는 (subatmospheric pressure storage) 과실채소 신선 기술이 널리 사용되었다. 이러한 신선 유

지 방법은 기압을 낮추어서 저온과 고온을 적절하게 조합하는 방법이다. 그리고 낮은 압력의 공기를 이용하여 순환하게 함으로 과실채소에 유리한 저장 환경을 만들게 하는 것이다. 저장실의 저기압은 실내공기를 펌프질 해 진공이 되게 하여서 기압을 100mmHg 이하, 최저는 8mmHg로 통제한다. 공기 중의 상대 습도는 실내에 설치된 가습기(增濕氣)로 조절한다. 일반적으로 90% 이상이 되게 하여야 한다. 공기를 빨아들여서 실내 산소 함량이 감소하면 과실채소의 호흡은 가장 낮은 수준을 유지한다. 동시에 실내 일부분의 이산화탄소와 에틸렌 가스 등을 제거하면 과실채소를 장기간 저장하는데 유리하다.

최근에 미국에서 다기능 신선도 유지제인 SNOWFRESH를 연구, 개발하였다. 소개에 의하면 이러한 종류의 신선도 유지제는 4종의 인체에 무해한 생화학물로 조성되었다고 한다 : 시트릭산(Citric Acid), Vitamin C, sodium pyrophosphate, 엽화칼슘 등이다. 이러한 것들은 과실채소의 산화(oxidation)와 효소적 갈변(Enzymatic Browning)작용을 효과적으로 억제한다. 사용 시 실내에서 살포한 분말이 1~3%의 용액으로 되도록 하여야 한다. 과실채소에 스며들도록 하고, 스며든 과실채소는 최소한 5일 간 원래의 색깔과 조직을 유지할 수 있다. 이러한 신선도 유지제는 사용하는 과정 중에 어떠한 이상한 냄새가 없다고 한다.

## 해외 과실채소 신선유지기술 연구동향

과실채소 신선도 유지는 반드시 해결하여야 할 난제이다. 이러한 기술을 연구하는 외국 과학자들의 노력으로 최근에는 과실채소 신선도유지 기술

이 가일층 진일보 되었다.

## 식용성 신선도 유지제

영국은 식용할 수 있는 신선도 유지제를 만들었다. 이 유지제는 자당(사카로즈), 전분, 지방산과 지방 물질을 배합한 반투명 크림이다. 이것을 분부하거나, 바르고, 스며들게 하는 방법으로 감귤, 사과, 수박, 바나나, 토마토 등 과일과 채소 표면에 사용한다. 그러면 보존 기간은 거의 200일 이상에 이른다. 이러한 신선도 유지제는 과일 표면에 한 겹의 밀봉막을 형성되어, 산소가 과일 내부에 진입하는 것을 방지하고, 과일의 숙성화 과정을 연장하게 함으로써 신선 작용을 일으키게 한다. 이러한 신선도 유지제는 또한 과일과 함께 먹을 수 있다.

## 신형 비닐 신선도 유지막

일본에서 일회용으로 사용하는 신형 비닐 신선도 유지막을 만들었다. 투수성이 지극히 좋은 두 겹의 나일론 투명막으로 조성되었는데, 두 겹 사이에는 침투 압력이 높은 알갱이 설탕 시럽이 장착되었다. 이 비닐막을 이용하여 과실채소를 포장하면 과실채소 표면에 침투된 수분을 흡수하여, 신선도를 유지할 수 있다.

## 감압(減壓) 처리 신선도 유지법

근년 이래로 저기압으로 저장하는 (subatmospheric pressure storage) 과실채소 신선 기술이 국외에서 빠르게 널리 응용되었다. 이러한 기술

은 결코 복잡하지 않다. 주로 기압을 낮추어 낮은 기압과 고온을 조합, 응용하는 것이다. 그리고 낮은 압력의 공기를 이용하여 순환하게 함으로써 과실채소에 유리한 저장 환경을 만든다. 저장실의 저기압은 실내공기를 펌프질해 진공 상태로 만들고 기압을 100mmHg 이하, 최저는 8mmHg로 조절한다. 공기 중의 상대습도는 실내에 설치된 가습기(增濕氣)로 통제한다. 일반적으로 90% 이상이 되게 하여야 한다. 공기를 빨아들여서 실내 산소 함량이 감소하면 과실채소의 호흡은 가장 낮은 수준을 유지한다. 동시에 실내 일부분의 이산화탄소와 에틸렌 기체 등을 제거하면 과실채소를 장기간 저장하는데 유리하다.

## 고온 처리 신선도 유지법

영국은 근채류의 채소 고온저장 기술을 연구, 개발하였다. 이 기술은 고온을 이용하여 근채류 채소에 대해 발아를 억제 하는 작용이다. 저장 온실의 온도를 23℃로 억제하여, 상대 습도를 75%하면 장기간 저장할 수 있다. 그러나 이러한 조건 아래에서 채소는 부생성진균에 쉽게 감염되어 반점이 생긴다. 현재 영국은 어떻게 하면 이러한 부생성진균을 억제할 수 있을 것인지에 대해 연구 중이다. 보도에 의하면 양파는 이러한 조건 아래에서 거의 8개월을 저장 할 수 있다고 한다.

## 국외 과실채소 물리와 화학 신선도 유지 연구

현재 국외 과실채소 신선도 유지 수단은 주로 물리와 화학 두 부류이다. 서로 다른 신선도 유지 원

리를 근거로 새로운 기술을 연구해 냈다. 신선도 유지도 착안점은 서로 다르지만, 모두 신선도 유지에 대해 중요한 작용을 하는 3대 요소이다. 먼저, 시들어 가는 후숙 과정을 조절하는 것으로, 일반적으로 호흡작용을 조절한다. 두번째는 미생물을 조절하는 것인데, 부패 세균을 제어하는 것이다. 세번째는 내부 수분 증발을 조절하는 것으로, 주로 환경 중의 상대습도와 선포간의 수분의 결구를 조절하는 것이다. 이 중 비교적 선진적인 신선도 유지 기술은 주로 다음과 같다. 임계저온고습 신선도 유지, 세포간 수분 결정화 기체 조절 신선도 유지, 오존 공기조절 신선도 유지, 저선량 전자파 처리 신선도 유지, 세포 팽압력 조절 신선도 유지, 기체조절 신선도 유지 등이다.

## 국외 과실채소 물리 신선유지 기술 연구

### 임계(臨界)저온고습 신선도 유지

1980년 대 일본 홋카이도대학에서 빙온고습 신선도 유지에 대한 연구를 시작하였다. 이후 국내외의 많은 연구기관들이 임계저온고습저장(CTHH)를 채택하여 연구, 개발하기 시작하였다. 즉 재료가 냉해점 온도 이상인 0.5-1℃정도 되도록 조절하게 한 것이다. 임계점저온고습 저장의 신선유지 작용은 두 방향으로 연구되었다. 첫번째, 과일이 냉해를 입지 않는 전제 하에서 가능한 가장 낮은 온도로 하면 과실채소가 신선도 유지 기간 동안 호흡 강도를 효과적으로 억제 하여서 쉽게 썩는 과일 품종을 휴면상태로 이르게 한다. 두번째, 상대습도가 높은 환경을 채택한 것인데, 과일 수분이 증발되어 무게 손실을 효과적으로 감소시키는 것이다. 원리상으로 말하면, CTHH는 과일이 신선도 유지

기간 내의 부패 변질을 방지할 수 있으며, 또한 과일이 시드는 것을 억제할 수 있다. 이것은 비교적 이상적인 신선도 유지 방법이다. 임계저온고습환경에서 기타 신선도 유지 방식을 결합하도록 하는 것도 신선유지의 한 방향이다.

### 세포간 수결정화 기체조절 신선유지

결정화수기술(結句化水技術)은 비극성분자(—어떤 물체가 기체가 되려는 타성)가 일정한 온도와 압력 조건을 이용하여 물결합과 분리되어 용형수화물(溶形水合物 Clathrate hydrate)로 형성되게 하는 것을 말한다. 결정화 기술을 이용하면 과실채소 조직 세포간의 수분이 결정화수로 형성되어서 모든 체계 중의 용액 점도가 높아진다. 따라서 다음 두 가지 효과가 발생한다. 첫번째는 촉매반응(酶促反應-Enzyme catalysis)이 신속하게 속도를 늦추어서 유기체계가 생리활동을 억제하도록 하게 한다. 두번째, 과실채소 수분 증발과정을 억제하게 한다. 이는 식물의 단기 신선유지 저장을 위해 참신한 방법이다. 일본의 동경대학 학자는 크세논을 이용하여 양배추, 화훼의 결정화수를 추출해 냈으며, 그리고 신선유지가 필요한 공예방면에 대한 탐색도 시도 되었다. 그러나 고순도 크세논은 원가가 너무 높아서, 연구자들은 종종 타성기체를 혼합하고 압력을 높여서 또 다른 신선유지 원리를 찾았다. 따라서 원가가 많이 낮추어 졌다.

### 오존 기체조절 신선도 유지

오존은 산소를 강화시키며, 훌륭한 소독제이고 살균제다. 그리고 과실채소의 미생물과 그 분비물의 독소를 제거할 뿐만 아니라, 과실채소의 유기물의 가수분해를 억제 또는 지연시켜 준다. 따라

서 과실채소의 저장 시간을 연장시켜 준다. 오존은 1785년 발견된 기체살균제인데, 널리 응용되어 식품, 운수, 저장, 수돗물 등의 영역에서 응용되기도 하였다. 오존 기체조절 신선도 유지는 근년 중국에서 개발된 신선유지 신기술이다. 화남이공대학에서 이 기술을 이용하여 썩기 쉬운 여자 과일에 신선도 유지 기술을 사용하였는데, 어느 정도 효과를 거두었다. 신선도를 유지시키는 작용에는 3개 분야에서 효과를 거두었다. 첫번째는 에틸렌의 발생을 제어하여 과일의 후숙작용(後熟作用)을 억제시킨다는 점이다. 두번째는 일정한 살균작용으로, 과일의 곰팡이와 부패를 방지한다는 점이다. 세번째는 과일 표면의 기공 수축을 유도하여서 과일의 수분 증발을 막고 중량 감소를 억제 시켰다는 점이다.

### 저선량 방사능 전처리 신선유지 및 자외선 신선유지

방사능 신선도 유지는 다이아몬드-60, 세슘-137에서 나온  $\gamma$  방사선을 이용한 것이다. 그리고 가속전자, X-방사선으로 유기체를 통과할 때 그 가운데 물과 기타 물질이 이온화를 발생시켜서 유리기(遊離基-free radical)나 이온을 생성하게 한다. 포장하지 않거나 미리 포장된 과일을 살충, 살균, 효소살균, 생리·생화학 작용 등을 조절한다. 브롬화물 에탄(Bromoethane · C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>O) 등의 화학 시험제로 대체할 수 있다. 신선도 유지 과일의 방사선 처리는 상대적인 사용량을 선택하여 일반적으로 3 kGy보다 적어야 한다. 그렇지 않으면 과일이 쉽게 물러지고 대량의 영양성분을 잃게 된다. 저선량 방사 전처리 신선유지는 기타 기술과 복합적으로 사용할 수 있다. 예를 들면 냉동, 표탕(飄蕩) 등의 기술과 상대적으로 결합하여 신선유지에 필요한 전자파 사용량을 감소시킬 수 있다. 또

거운 물을 침투하거나 증발(온도 50~55℃)시켜서 5분을 가열하면 더 양호한 신선도 유지 효과를 거둘 수 있다. 이러한 기술은 감귤, 복숭아, 앵두 등의 신선도 유지에 널리 응용된다. 자외선 신선도 유지기술은 안전하고 친환경적이며 고도의 효과를 거둘 수 있는 장점을 지닌 방법이다. 자외선으로 가장 큰 살균효과의 파장은 2,600Å이다. 자외선 기술로 포도·금귤·모과에 신선도 유지 방법을 채택하면, 세균과 진균에 대해 매우 좋은 멸균 효과를 갖고 있음이 밝혀졌다.

### 박막 (Paint film) 신선유지

이 기술은 포장, 스며들, Paint film 등의 방법으로 식품 표면이나 내부 이질계 위에 덮어서 공기 침입을 막고, 습도를 조절하며, 내용물이 손실되는 것을 방지한다. 그리고 외부환경의 유해한 영향을 저지하고, 호흡을 억제하며, 후숙과 시들어 짐을 완만하게 하며, 표면 미생물의 성장을 억제하게 하는 방법이다.

### 국외 과실채소 화학 신선유지 기술 연구

현재 광범하게 응용하고 있다. 과일을 신선하게 유지하는 paint film 재료로는 탄수화물, 단백질, 다당류, 지방(사카로즈), PA(polyvinylalcohol), 다당, 단백질과 지방류와 조합된 복합막이다. 미국의 한 특허기술을 소개하면 다음과 같다. 평균 분자량을 저분자량의 알콜 용액중에 분자량 2,000~80,000의 polyvinyl acetate로 하면 가식성 Paint film으로 만들 수 있다. 이러한 방법은 효과적으로 산소와 기타 기체를 막을 수 있어서 사과, 감귤, 복숭아, 망고, 자두의 신선유지에 이용된다.

일본 특허 JP4094641에 의하면, 흡수제와 에틸렌 흡수제를 이용하면, Paint film의 신선도를 오랫동안 유지시킨다고 한다. 미국 특허 US6005100에 의하면 해조당을 이용하여 과실채소의 신선유지를 연장한다고 한다. 영국 특허 GB435587에 의하면 셀락과 알콜을 응용하여 사과, 토마토, 기타 과일을 Paint film으로 신선도를 유지한다고 한다. 최근 미국 특허 US7012456에 의하면, 말릭산으로 과실채소의 신선도를 유지하는 영역 중에 널리 응용되고 있다고 한다. 그러나 확실한 체계를 밝히지 않고 있다.

고압 신선도 유지 기술은 1992년 미국에서 연구, 개발한 특허 기술이다. 그 작용 원리는 저장물이 밖으로부터 안으로 향하려 하는 정압(正壓)을 이용하는 것이다. 저장물 외부의 대기압이 내부 증발 압력 보다 높으면 충분한 정압의 차이가 형성된다. 일반적인 압력은 2500~4000mb의 대기압이다. 이와 같은 압력은 과일의 수분과 영양물질 밖으로 빠져 나가는 것을 막고 호흡속도와 성숙속도를 완만하게 해준다. 이러한 까닭에 과실의 저장 기간을 오랫동안 연장시켜 준다. 어떤 장과(漿果)의 유기산은 고압 신선도 유지의 효과를 높이는 데 도움이 된다. 이밖에 고압 신선도 유지기술과 냉장 기술이 결합하면 신선도를 높이는데 더욱 뛰어나다. 예를 들면, 포도는 5℃에서 5개월을, 딸기는 8℃에서 30일을 보존할 수 있다고 한다.

유전자공정기술은 주로 과일이 생리성숙기 내의 에틸렌 생성을 감소시키고 과일이 성숙과정 중에서 물러지는 것을 연장시켜서 오랫동안 신선도를 유지시키는 방법이다.

사과, 복숭아, 바나나, 토마토 등 호흡이 가장 왕성한 시기의 과일은 성숙 과정 중에 자동으로 에틸렌의 나온다. 많은 연구자들은 다양한 방법으로 식물 중의 에틸렌 생성을 억제하는 방법을 찾았다.



현재 일본 과학자는 이미 에틸렌을 생성하는 유전자를 찾았다. 만약 이러한 유전자를 막을 수 있다면 에틸렌에서 나오는 속도를 완만하게 할 수 있을 것이다. 그렇게 함으로써 과실의 성숙을 늦추어서 과실채소를 실온에서 오랫동안 보존할 수 있을 것이다. 1995년에 어떤 학자는 AVCC 합성효소를 억제하는 이식유전자의 토마토를 배양하였다. 싱가포르 국립대학 생물학 부교수 恩格은 다음과 같은 연구를 도출하였다. 유전자를 바꾸자 과일은 단지 통상적인 상태에서 10% 에틸렌 기체가 나왔다. 과일의 연화(軟化)를 늦추는 것은 아스페리 나이가 (*aspergillus niger*)로부터 polygalacturonase, 펙타아제 등으로 조직세포를 완전한 유전자로 분해하도록 한 것이다. 따라서 DNA를 바꾸고 조작 기술을 이용하여 유전정보를 고치거나 반의 DNA 기술로 성숙 유전자를 조정하면 과일이 성숙하고 시들어짐을 지연시키며 신선도 유지를 연장시킬 수 있다.

세포 팽압 조절 신선도 유지는 온도·상대습도·표면조절정도·통풍기류 속도 등과 연관성있는 열동력학 특성 조절기술을 이용하거나, 상응한 조직 팽압 변화의 실험기술 과정을 거치면, 과일 세포 팽압이 완전무결하게 유지되어, 오래도록 신선도를 유지하는 방법이다. 벨기움 Leuven University에서는 사과·배의 조직 팽압조절 신선도 유지에 대한 연구를 하였는데, 비교적 양호한 중, 장기 신선도 유지 방법을 연구해 냈다.

기체조절 신선도 유지는 환경기체 성분을 조절하여서 식품 저장 수명을 연장시킬 수 있다. 미국과 이스라엘의 감귤 총 생산량의 50% 이상이 기체조절 신선도유지 방법을 이용한다. 뉴질랜드의 사과와 키위 기체조절 저장량은 총 생산량의 30% 이상이다. 영국의 기체조절 저장 능력은 22.3만 톤이다. 기타 국가 프랑스, 이태리 네덜란드 등의 기체

조절 사과는 총 저장량의 30% 이상에 이른다. 이러한 것으로 볼 때 기체조절 신선도 유지 방법은 미래에 유용하게 사용될 기술임이 증명되었다.

이미 연구개발한 기체조절 신선도 유지는 또한 CAP와 MAP 두 종의 형식으로 구분한다. CAP는 기체조절 저장기간 중의 기체는 항상 일정한 농도를 유지하도록 하는 것이다. MAP는 최초 기체조절 조절 중에서 예정된 기체조절 농도를 만든다. 다음의 저장기간은 다시 사람이 조절할 필요가 없다. MAP 기술은 과일이 썩는 호흡체계로부터 출발하여서 호흡작용의 쾌속 진행을 억제하고, 에틸렌의 생성을 억제하여서, 신선도를 유지하도록 한다. MAP가 식품의 저장기간을 연장시킬 수 있다는 것은 이미 업계에서 공인한 기술이다. 이 기술은 무공해 신선도를 유지할 수 있는 방법으로, 국제적으로 많은 주목을 받고 있다. 국외에서 저산소 CA기술 혹은 초저산소 저장을 과실, 채소에 적용한 후 CA 응용기술은 새로운 돌파구를 마련하였다.

현대 소비자들은 상품에 대해 신선하고 건강에 유익한 것을 요구하고 있다. 따라서 한 걸음 더 나아가 MAP 응용범위를 확대하여야 할 것이다. 그러나 MAP 기술은 CAP에 비해 아직도 상품의 부패, 안정성, 원가 등의 문제에 직면하고 있다. 이후의 연구자들은 몇 가지 방면의 문제점을 해결하여야 할 것이다.

첫째, 계통적으로 부동한 과일 품종에 대해 가장 좋은 기체 환경을 선택하는 것일 것이다. 둘째, 과일과 기체성분 간의 상호작용의 데이터를 더 많이 연구하여야 할 것이다. 셋째, 더욱 유익한 컴퓨터 프로그램을 만들어 서로 다른 매개변수의 조건하에서(온도, 습도 등) 상품에 가장 적합한 포장재료를 선택하도록 하여야 할 것이다. 넷째, 개선된 MAP체계나 미생물 성장을 억제하는 기술을 채택하여 MAP 체계중의 미생물의 위해(危害)를 조절

하여야 할 것이다. 다섯째, 삼투성(滲透性)의 개선을 통하여 외기온도 파동을 상쇄하는 포장 필름을 개발하여야 할 것이다. 여섯째, 더 좋은 연구 환경을 만들어서 식용성, 물리성 보호, 공용성 MAP 포장체계를 갖추도록 하여야 한다. 그리고 MAP 기술이 환경오염에 문제와 원가소모 문제를 해결하여야 할 것이다. 일곱째, MAP 체계의 지속적인 기초성 생리학과 미생물학의 연구가 장차 이상의 문제를 해결할 수 있도록 하여야 할 것이다.

국내·외 과일의 신선도 유지에 관련된 영역 중의 신선도 유지제, 보존재, 신선도 유지 포장의 연구에 대한 많은 연구가 이루어 졌고, 연구방향은 점차 재료학, 식품화학, 유기화학, 유전생물학, 유기공학 등 여러 영역으로 발전되고 있다. 신선도 유지 방법은 현재 단일원리 연구 방향에서 복합 방향으로 나아가고 있다. 즉 냉동, MAP, 녹색방부제, 저사용량 방사 전처리 신선유지 및 자외선 신선유지, 유전공정 등 각종 신선도 유지기술의 복합 연구와 응용은 국제적으로 널리 사용되고 있는 추세이다. 이밖에 이후의 연구 중에 종사하는 사람들은 신선도 유지 이외의 과일의 맛, 품질 등에 주안점을 두고 있다. 따라서 과일의 신선도, 성숙도, 손상과 입맛, 색깔, 안전성 등 종합적인 품질 보증이 있는지 여부를 평가하여야 할 것이다. 끊임없이 발전하는 과학기술의 바탕 위에서, 일 년 내내 신선하고 안전하고 고 양질의 과일과 다양한 과실채소를 반드시 제공하여야 할 것이다.

### ● 참고문헌 ●

- 이명, 이성, 천능, 과실 채소의 부패와 선도유지제의 분석방법, 식품과 발효공업, **33**(1), 105-108, 2007
- 왕지염, 장위, 정준문, 딸기의 상온신선도 유지 기술, 식품과기, **32**(9), 229-231, 2007
- 안홍, 육제품의 식선도와 수분활성도 응용법, 향진경제, (2), 61-62, 2000
- 안건신, 산처리가 표고의 수확 후 신선도에 미치는 영향, 우석경공업대학보, **23**(1), 14-16, 2004
- 포정빈, 임려행, 절화 운송에서 신선도 유지 포장기술, 포장공정, **25**(4), 47-50, 2004
- 포빈, 위옥추, 전처리 방법에 따른 저장효과, 북방원예, (4), 37-38, 2006
- 포영기, 중국채소, (2), 41-45, 1990
- 화세춘, 곽하복, 사과와 고압전장 처리를 통한 신선도 유지기술, 산동농업대학보, **23**(3), 295-298, 1992
- 채우성, 하신래, LDPE/SiO<sub>2</sub>를 이용한 과실 채소의 신선도 유지용 필름, 포장공정, **29**(7), 29-30, 2008
- 채우성, 조동백, 포도의 신선도 포장, 포장공정, 2004, **25**(1), 42-43
- Nowak J, 전수화, 절화의 냉장기술연구, 원예학보, **17**(2), 149-152, 1990
- Sch., 취저능, 사과와 배의 저장연구, 세계농업, (12), 23-24, 1991

**박 형 우** 농학박사

소 속 : 한국식품연구원 유통연구단

전문분야 : 가공식품 포장, MA 포장, 유통

E - mail : hwpark@kfri.re.kr

T E L : 031-780-9147