

청과물의 저장기술

경북대학교 식품공학과
교 수 최 종 옥

1. 청과물의 수확후 효과적인 저장관리의 필요성

현재 사과의 생산량은 유목의 성목화와 재배기술의 향상에 따라 가까운 장래에 100만톤 내외의 생산량에 도달하는 날이 멀지 않을 것으로 예측된다.

이와 같은 많은 량의 사과를 수확후 소비자에게 신선하게 공급하기 위하여는 생산자들의 사과의 수확후 저장생리와 저장관리에 대한 정확한 이해와 실행이 무엇보다도 요청된다.

먼저 사과의 월별출하를 일본의 Aomori현의 경우와 비교해보면 우리나라의 수확후 관리기술의 수준을 금방 알수가 있다. 한국의 경우 사과출하는 9월경부터 시작하여 매월 10%이상 출하되며 후지의 수확기인 11월에는 약 35%로 절정에 이르러 익년 1월경에는 전체적으로 90%가 출하되는 것이다. 한국에 비해 일본의 경우 월별 출하량은 9월부터 익년 1월까지의 월10% 이하로 출하되며 익년 3월에 14%로 최고출하를 나타내어 8월까지 사과가 소비자에게 공급되고 있다.

이런 현상은 한마디로 수확후 관리기술이 일본에 비하여 우리나라가 훨씬 뒤떨어져 있음을 입증하는 것으로 일본에서는 수확후 관리기술을 통하여 사과의 출하조절 기능이 가능함을 보여주는 자료이다. 100년의 역사를 지닌 우리나라의 사과 산업은 이제부터 수확후 관리에 대한 연구와 기술 보급이 시급히 요청되고 있다.

2. 수확후의 호흡에 미치는 환경요인

수확후의 과실이나 채소의 품질을 유지하기 위하여는 그들의 생활생리를 가능한한 억제하지 않으면 안된다. 일반적으로 호흡은 생활생리의 총합적인 결과를 나타내는것으로 이해되어 왔고 호흡에 영향을 미치는 주된 환경요인에는 다음과 같은 것들이 있다.

1). 온도

- 2). 습도
- 3). 환경기체
- 4). 부패, 손상

3. 저장전 청과물의 취급

1). 과실의 수확적기 판정법

과실의 수확은 유통, 판매시의 품질과 저장성에 중요한 영향을 미치는 것으로 적절한 수확 시기의 선정은 매우 중요하다. 특히 과실은 수확후의 사용목적에 따라 바로 유통시켜 판매코자 하는 경우와 저장하려는 경우 그 수확적기가 달라지게 된다. 수확후 곧바로 판매코자 하는 사과나 나무에서 그 과실의 중량, 향기, 색등이 완숙된 상태에서 수확하는 것이 바람직하고, 저장을 목적으로 할 경우에는 완숙이 되기전에 수확하는 것이 저장에 훨씬 유리하며 과실의 속도는 기상조건, 재배조건 및 지역에 따라 차이가 있다.

과실은 그 수확적기를 정확하게 판정하는것이 매우 중요하므로 간단히 살펴보고자 한다.

수확적기는 만개일로부터의 일수, 적산온도, 과실의 색, 맛, 경도, 화학성분(굴절당도, 과육의 오드 반응, 산도등), 종자의 색, 호흡량등으로 판정할수 있으나 모두 상당한 경험이 있어야 하며 경험이 있다하더라도 그 해의 기상조건에 따라 변동이 있으므로 상당한 주의를 요한다. 일반적으로 조기수확하면 착색이 나쁘고, 맛이 좋지 않으며, 저장성도 좋지 못하게 된다. 또한 너무 늦게 수확하면 과육이 연화되어 부패되기 쉬울 뿐아니라 영양성분의 소실등으로 식미가 저하된다.

실제로 농민들이 이용하기에는 다소 어려움이 없지 않으나 현재까지의 수확적기 판정법중 가장 정확하다고 여겨지고 있는 방법은 호흡량을 측정하는 것이다. 모든 청과물은 속도의 진행에 따라 그 종류 특유의 호흡형을 나타내며 사과는 일시상승형의 호흡형을 나타낸다.

과실의 비대성장은 S자형의 생육곡선을 그리게 되며 이에따라 사과의 호흡량은 성장중 꾸준히 감소하다가 과실의 비대기가 거의 끝나는 시기부터는 이른 바 Climacteric rise라고 하는 호흡량의 일시적인 상승현상이 나타나게 된다. 이러한 Climacteric rise를 시작하기 전을 Clateric minimum, 그리고 호흡량이 가장 높게 상승했을 때를 Climacteric maximum이라 하며 사과의 수확은 Climacteric minimum 8일내에 수확하는것이 저장성이 좋으며 생과로 곧 유통시키고자할 때는 과실로서의 상품적 가치가 가장 높을때인 Climacteric maximum직전에서 수확하는 것이 바람직하다.

최근에는 사과 과심부의 에틸렌의 농도를 가스크로마토그래피로 측정하여 수확한 사과의 저장한계와 그에 따른 저장법을 추천하고 있다

2)에 냉

3) 소독 및 상자쌓기

5. 청과물의 저장

청과물을 포함 한 생선식품 및 가공식품의 저장방법과 저장시설은 표 1과 같다.

표 1 저장방법과 저장시설

저장방법	저장시설
냉기 저장	환기저장고 송풍저장고 지하저장고 터널저장고
저온 저장 기체조절저장	냉장 냉동고 CA저장고 감압저장고

(1). CA (Controlled Atmosphere) 저장

한국에서 CA저장에 관한 연구는 1980년경부터 소개되기 시작하였으나 시설장비의 부족과 저장기술의 미숙으로 실패되었고 실험실적 연구는 농진청에서 시행하였으나 실용적인 결과는 나오지 못하였다. 그러던 중 1989년 한국정부가 FAO와 CA저장에 관한 연구를 체결하여 이 PROJECT(FAO/ROK/TCP/8952)를 경북대학교 농업과학기술연구소에서 수행하게되었다.

본 연구소에서는 이제 5년차 연구를 수행중이며 그간의 결과로 정부당국 생산자 및 생산자 단체와 기업에서 CA저장에 대한 관심을 가지게 되었다.

1). 저장법의 원리

CA저장의 기원은 1917년 KIDD와 WEST가 변형 환경대기하에 저장한 과실과 채소의 호흡작용에 관한 연구를 수행하여 1927년에 최초의 실용화 연구를 실시하였다. 환경대기중 산소를 감소시키고 탄산가스 농도를 증대시킴으로서 청과물의 대사작용이 감소되었고, 온도의 저하로

이 대사작용이 더욱 더 크게 감소되는 것을 확인하였다.

이러한 잇점을 알게된 많은 기술자들은 이 특수한 저장형태에 맞는 과실과 채소의 저장에 있어서 CA를 응용하였다.

탄산가스 증가와 산소 감소에 대한 감응은 여러가지 과실과 채소의 품종에 따라 많은 차이가 있어 이들의 최적기체 농도는 넓은 범위로 변할 수도 있다. 최적 기체조성의 선택은 품종과 속도, 그리고 환경과 재배조건에 엄격히 제한을 받는다. 그러므로 저장조건은 여러 재배지역에서의 경험에 따라 다소 차이가 있다. 오늘날 많은 품종에 대한 CA의 효과는 아직 충분히 알려져 있지 않고 있으며 환경대기 조성은 실용적 수준까지 추천되지 않고 있다.

2). 저장의 효과

과실의 CA저장의 실제적 효과는 다음과 같이 요약된다.

- ① 호흡 작용의 감소, 즉 climacteric maximum의 감소 및 호흡의 일시 상승 전과 후의 기간의 연장.
- ② 산소와 에틸렌의 상호 작용에 기인된 에틸렌의 대사 작용에 미치는 효과의 감소로 노화증상의 발현 지연.
- ③ 저장력의 증대, 즉 2배의 저장력과 노화현상도 상당히 지연.
- ④ 조직경도의 보존, 즉 이는 세포막에 작용하는 효소들에 미치는 탄산농도의 영향에 기인.
- ⑤ 높은 팽윤성, 과실에 다즙 및 바삭바삭한 물성이 높다.
- ⑥ 산도, 당도와 비타민C의 손실이 적음. 영양적, 기호적 품질이 우수함.
- ⑦ 엽록소의 제한적 분해, 색소의 안정성이 높다.
- ⑧ 저온 장해, spot, 부패, 갈변 및 scald 등 생리적 장해 현상의 억제 또는 제한.
- ⑨ 특히 저산소, 고농도 대기하에서 곰팡이의 생육 억제.
- ⑩ 저장후 유통 중의 self life 연장

3). CA저장의 발전

CA저장의 연구 방향은, 과거 수년 동안 최적 기체 조성에 대한 연구에서 얻은 경험과 산업기술의 발달에 따른 새로운 장비의 출현과 건축기술의 발달을 기반으로 하여 점진적으로 변하고 있다.

연구의 경향과 CA방법의 발전기술을 요약하면 다음과 같다.

- a. 평형상태의 O₂와 CO₂(저장실내 CO₂흡수장치가 없음)
- b. CO₂제거, 고농도 (7-10%)
- c. CO₂제거, 저농도 (0-3%)
- d. O₂의 감소, 그결과 CO₂감소(ULO:Ultra Low Oxygen)
- e. O₂의 농도를 1%이하로 감소(HLO:Hyper Low Oxygen)
- f. 감압하에서 CA(LPCA)
- g. Low ethylene CA(LECA)
- h. Rapid CA
- i. CO₂를 이용한 예비처리
- j. Dynamic CA(여러가지 형태)
- k. 초기 산소자극(IOS)

4). CA에 있어서 에틸렌의 중요성

성숙호르몬인 에틸렌은 산소 존재하에서 생합성된다. 생합성은 조직내 산소가 낮은 농도, 또는 탄산가스가 높은 농도일때 심하게 억제된다. 또한 exogenous 에틸렌은 호흡률을 증가시키므로 저장실내 환경대기의 에틸렌은 제거해야 된다.

에틸렌이 저장에 미치는 영향, 특히 CA하에서 영향은 최근에 재검토하여 그 중요성이 저온 및 저산소조건하에도 실제로 증명되었다. 즉, 3°C이하, 산소 2%미만의 환경조건에서 과실을 저장하면서 에틸렌의 제거는 사과의 산도, 조직경도 등에 우수한 유지효과가 있다.

에틸렌 제거의 효과를 요약하면 다음과 같다.

- ① 높은 조직경도(수확시기에 따라 차이)
- ② 저장력의 연장(강한 호흡억제)
- ③ 휘발성물질과 기타물질 생성의 감소
- ④ 엽록소 분해의 감소
- ⑤ Scald의 억제