

농·수·축산식품의 포장

하영선 / 대구대학교 식품공학과 교수

목 차

1. 서론	3-2. 방어의 gas치환포장
2. 청과물의 선도보존포장	3-3. 연어 절단육의 선도보존포장
2-1. 청과물의 선도보존	4. 축육의 선도보존포장
2-2. 청과물의 선도보존포장	4-1. 소비지용 육류의 gas치환포장
3. 어육의 선도보존포장	4-2. 우육의 gas치환포장 예
3-1. 어육의 gas치환포장기	5. 결론

1. 서론

생활수준이 향상됨에 따라 우리들의 식생활도 급속히 변화되어 왔다. 제2차 대전 후의 기아시대는 양적 만족도에만 치중하였으나 이제는 다종 다양한 기호를 중요시할 뿐만 아니라 신선성, 안전성, 자양성, 영양 성분 balance성 등 다양화, 고도화로 농·수·축산물 등의 신선식품(fresh food)에 대한 요구가 매우 커지게 되었다. 미국에서는 식생활이 건강에 미치는 영향에 관심이 커짐장병, 암 등의 예방을 위해 신선야채, 신선어류(유효성분: eicosapentane산) 등의 수요가 급격히 증가하는 경향이다. 그리고 독신자, 맞벌이 부부, 노령자 가정은 일주일 이상의 냉장수명이 보장된 신선식품(fresh food : super market에서 구매할 수 있고 가정용 전자레인지로 조리 가능한 것)을 요구하고 있다.

이와 같이 소비자 식품의 선도를 중시하기 때문에 야채, 과일 등의 청과물과 어육 및 축육 분야에는 각

종 선도보존기술과 포장기법이 사용되고 있다. 또한 저온유통시스템(cold chain system)이 완비됨에 따라 선도보존 포장된 농·수·축산식품은 생산지에서 소비지까지 선도와 맛을 보존한 채로 유통될 수 있게 되었다. 특히 어육과 축육의 경우에는 선도보존방법의 하나로써 각종 가스를 조합시킨 가스 치환포장이 행해지고 있다. 포장계내의 환경기체를 조절하는 포장기법으로는 환경기체조정포장(MAP)과 환경기체제어포장(CAP)이 있으며 이들 포장기술에 의한 냉장식품은 21세기에는 현재의 무균(화)포장식품과 레토르트 포장식품의 수요를 넘어설 것으로 전망된다.

한편 신선식품의 포장에 관련된 냉장, 조정·제어 포장기술 및 관련 재료·설비의 급속한 발전으로 인해 지금까지 선도유지의 관점에서 문제가 많았던 산지일차가공, 소비자포장의 문제점들이 해결될 수 있게 되었다. 따라서 일차가공처리에 의한 산지에서의 농·수·축산물의 고부가

가치화, 출하 조정으로 인한 가격 평준화 등 산지소득의 향상을 도모할 수 있다.

이와 같은 산지일차가공, 산지포장화는 수송 중에 발생하는 농·수·축산물의 파손으로 인한 로스의 감소, 일차처리로 인한 비가식부의 제거에 의한 수송·저장 비용의 절약, 농·수·축산물의 처리·조정·소비에 따라 발생하는 폐기물의 산지 리사이클화를 가능케 할 뿐만 아니라 소비지에의 집중적 폐기물 발생을 경감시킬 수 있다. 이와 같이 농·수·축산물의 산지일차처리, 산지포장화는 유효한 수단이다.

또한 포장재료에 의한 지구환경의 악화도 관심이 점차 고조되고 있다. 특히 각종 환경규제와 Green Round 등의 포장환경에 대비한 리사이클화, renewable화의 방도가 아직 확립되지 않은 플라스틱제 포장재의 소비에는 지구환경보전이라는 의무적인 제한요인의 존재를 인식하고 더우기 총합적인 성자원화, 지구환경의 총합적 손실을 최소화하

는 방안을 탐색하고 또한 생활을 질적향상에 유용한 농·수·축산식품 포장의 개발, 이용을 하는 것이 궁극적인 중요성이다.

2. 청과물의 선도보존포장

최근에는 식생활의 향상과 더불어 더욱 더 품질이 높은 식품이 요구되게 되어 청과물도 신선하고 맛이 좋은 것을 공급하기 위해 유통조건이 정비되고 여러가지 유통자재가 개발되어 선도보존기술이 널리 실용화되고 있다.

그러나 청과물은 그 종류가 매우 많고 형상과 품질특성, 생리특성 등도 다양하며, 실제로 유통되는 환경조건도 매우 다양하여 개개의 청과물의 선도보존을 효과적으로 재현성이 좋게 행하는 것은 매우 어려운 문제이다. 청과물의 선도를 보다 좋게 보존하기 위해서는 청과물의 생리특성과 유통기자재, 포장자재 등의 기능과 이화학적 특성 등을 정확하게 파악하고 저온으로 유지하는 등 매우 철저하고 세심한 유통상의 대책을 세워야 한다.

2-1. 청과물의 선도보존

2-1-1. 선도에 관계되는 중요요인
토마토나 양상추 등의 야채나 사과, 포도 등의 과일도 플라스틱 포장재로 포장하는 수가 많다. 일반적으로 야채나 과일은 호흡작용에 의해 생화학 반응이 진행되어 발열되고, 증산작용에 의해 수분이 증발되어 위조현상이 일어나며, 그 결과 조직이 연약하게 되어 곰팡이나 세균이 발육하여 부패가 진행되게 된다.

청과물의 선도보존포장에는 청과

물에 대한 지식과 포장재료에 대한 지식이 동시에 필요하다. 청과물 포장을 하는 경우, 청과물 연구자는 포장자재의 특성에 대하여 이해할 필요가 있으며, 포장재료 연구자는 청과물의 생리특성을 이해할 필요가 있다. 이 두 지식이 융합하여 비로소 적절한 청과물 포장이 가능하게 된다.

청과물을 포장하기 위해서는 매우 많은 데이터가 필요하다. 날포장 필름은 기체투과성이 높고 물성적으로도 우수한 재료가 요구되는데, 포장자재의 개발목표가 정해지면 적정자재의 개발은 충분히 가능하고 구체적인 물리특성의 측정에 의해 충분한 데이터가 정비될 수 있을 것으로 생각된다.

한편 청과물의 고선도 유통시스템을 구축하기 위해서는 우선적으로 청과물 개개의 생리특성에 관한 data가 정비되어야 할 것이다. 청과물의 호흡량은 일반적으로 CO₂ 배출속도로 계산하는데, 사용재료의 품종, 재배조건, 수확시기, 측정조건 등이 당연히 달라 값이 매우 다양하며, 같은 청과물이라도 매년 품종과 특성이 크게 다르다.

또한 청과물은 생물이어서 개체차가 매우 크고 대부분의 경우 이와 같은 점들이 선도보존효과의 재현성을 나쁘게 하는 큰 요인이 되고 있다.

앞으로 가능한 한 재현성이 있는 선도보존포장을 행하기 위해 개개의 청과물에 대한 생리특성 데이터를 정리하여 청과물 취급 매뉴얼을 작성하고 포장자재에 관한 정량적인 데이터를 갖추어야 하며, 이들 데이터가 충분히 축적되어 정리된 경우에는 이를 이용하여 보다 정확한 포장설계를 행할 수 있을 것으로 기대

된다.

선도보존에 필요한 청과물별 데이터로서는 다음과 같은 사항들을 들 수 있다.

- (1) 품질평가지표와 그 측정방법
- (2) 저장 온습도 환경과 증산속도
- (3) 청과물별 최적 저장온습도 및 저온장해의 유무

- (4) 청과물별 최적 산소농도, 탄산가스 농도와 그 허용범위(가스장해의 유무)

- (5) 청과물의 호흡량과 그에 영향을 미치는 요인(정량적 데이터 필요)

- ① 품종, 재배조건
- ② 수확시기, 숙도, 기상조건
- ③ 형상, 부위
- ④ 환경온도(일반적으로 상온영역에서는 Q₁₀이 2, 저온영역에서는 3~5로 된다)

- ⑤ 환경습도
- ⑥ 진동, 충격(진동을 받으면 호흡량이 증가한다)

- ⑦ 물리적 손상, 절단 등의 처리와 시간적 경과(상처나 절단으로 호흡량이 급격히 높아진다)

- ⑧ 환경기체조성(산소 농도가 낮고 탄산가스 농도가 높으면 호흡이 억제된다)

- ⑨ 미생물(미생물에 의한 침해로 인해 호흡이 높아진다. 또한 미생물이 에틸렌을 생성하는 경우도 있다)

- (6) 에틸렌 생성과 그 작용(정량적 데이터 필요)

- ① 에틸렌의 생성 및 작용 타입의 구분(대구보(大久保) 분류)

A : 에틸렌을 생성하며, 외부 에틸렌의 작용을 받는다

B : 에틸렌을 생성하지만, 외부 에틸렌의 작용을 받지 않는다

C-1 : 에틸렌을 생성하지 않지만,

외부 에틸렌의 작용을 받는다

C-2 : 에틸렌을 생성하지 않고, 외부 에틸렌의 작용도 받지 않는다

②청과물별 에틸렌 생성량과 에틸렌 감수성

③에틸렌 생성량에 영향을 미치는 요인

- 품종, 재배조건
- 수확시기, 속도, 기상조건
- 형상, 부위
- 보존 온습도
- 보존 자세
- 진동, 충격
- 손상, 절단 등
- 환경기체조성

• 미생물

또한 선도보존에 필요한 포장재별 데이터로서는 다음과 같은 사항들을 들 수 있다.

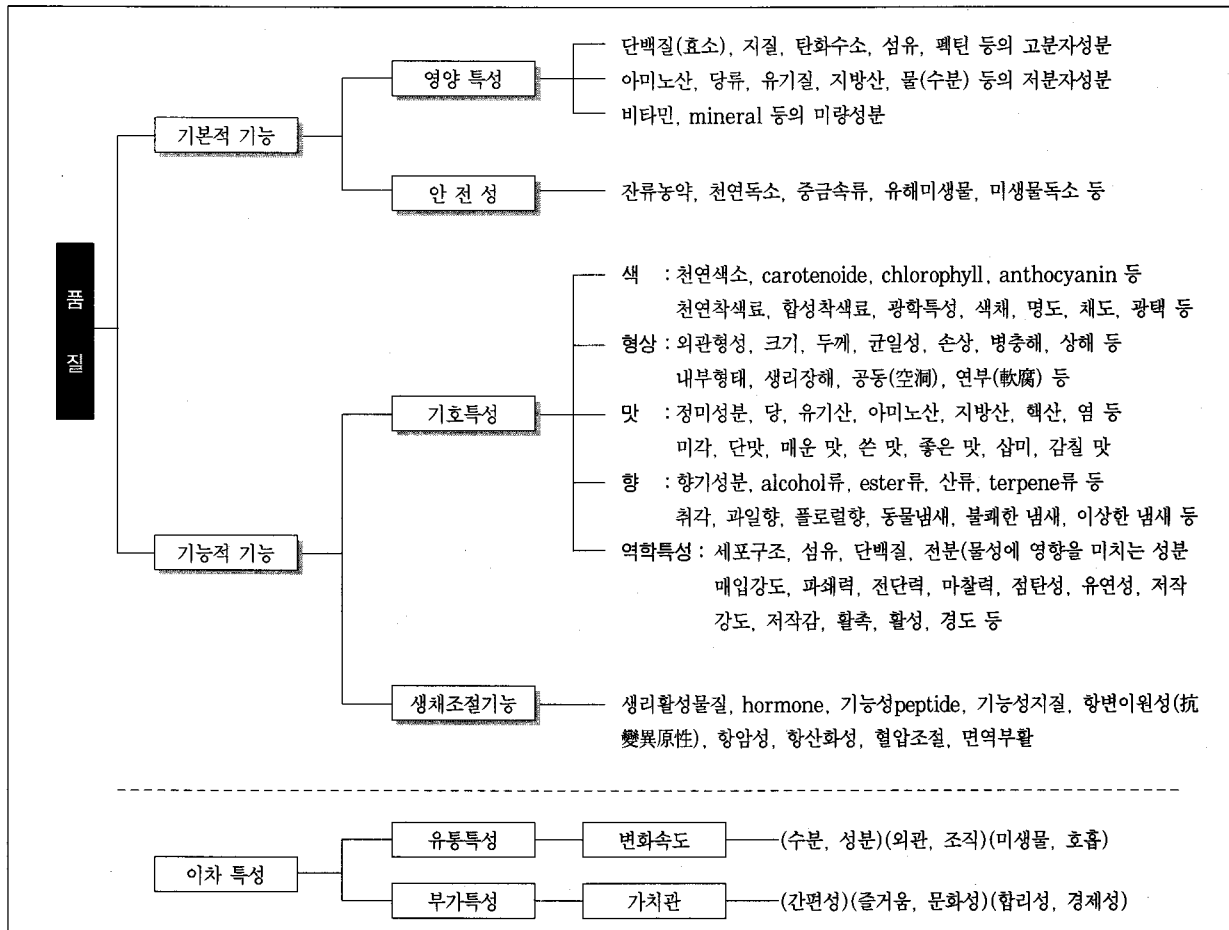
- (1)자재의 종류, 두께(분포), 강도
- (2)산소 투과성, 탄산가스 투과성과 온습도 의존성
- (3)수증기 투과성과 온습도 의존성
- (4)흡수성, 습도조절 등
- (5)기체 투과도(종이, 유공(有孔)플라스틱에 대하여)
- (6)연입제(練入劑)의 종류, 성질과 양
- (7)방담성(防曇性)과 그 효과
- (8)항균성(抗菌性)과 그 효과

(9)에틸렌 제거능

- ①제거용량
 - ②제거속도와 에틸렌농도, 온습도의 관계
 - ③탈착의 유무
 - ④효과의 재현성
- (10)에틸렌 투과성과 온도의존성

이들 데이터가 축적되어 정리되면 이들을 이용하여 보다 정확한 포장설계를 행할 수 있을 것이다. 이를 위해서는 우선 시판 포장필름에 대해서는 적어도 산소투과성, 탄산가스투과성, 수증기투과성에 대한 측정치를 표시하도록 하여야 할 것이다.

[그림 1] 식품의 품질요소와 평가 point



2-1-2. 청과물의 품질요소와 선도
 청과물에도 고품질이 요구되고 있는데 고품질이란 구체적으로 어떠한 것이고 소비자는 어떠한 고품질을 요구하는가를 알기 위해 우선 '품질'에 대한 정리를 하여 보면 '품질'이란 물품이 지닌 성질·특성인데, 식품의 경우에는 [그림1]에 나타난 바와 같이 영양이 있고 안전한 것이 품질의 '기본적 특성'이며, 또한 식품이 인간의 감각, 생리에 미치는 작용과 역할이 '기능적 특성'이다. 기능적 특성에는 ①인간이 감각기관에 미치는 작용, 즉 '맛이 좋다' 등으로 표현되는 기호특성과 ②혈압 조절작용이나 콜레스테롤 저하작용 등의 이른바 '기능성식품'에 해당하는 생체조절기능을 지닌 특성이다.

기호특성에는 외관, 색, 맛, 향기, 역학특성 등이 있으며 모든 식품의 품질지표로서 대단히 중요하고 소비자의 구매의욕을 자극하는 중요한 요소가 되고 있다.

그리고 이차특성으로서 ①유통과

정에 있어서 '기호특성의 안정성'과 경시변화(經時變化)의 크기로 평가하는 유통특성과 ②풍요로운 생활에 기여하는 간편성, 문화성, 합리성, 경제성과 같은 가치관으로 평가하는 부가특성이 있다.

청과물의 품질에는 ①유통단계에 취급하는 경우의 품질, ②구입시에 선택기준이 되는 품질, ③먹을 때에 판단되는 품질의 3가지로 구분된다. 유통단계에 취급하는 경우의 청과물 품질이란 각종 특성의 균일성, 수량의 정확성, 등급 구분의 타당성 등 상업적 관리상 필요한 품질이며, 구입시와 먹을 때에 판단되는 품질기준은 '외관, 색, 맛, 향, 역학특성 등'으로 주로 소비자가 판단하는 품질요소이다([표 1] 참조).

기호특성의 평가법으로서 성분을 측정하는 방법, 과학·역학적인 비파괴분석법에 의한 성분측정, 품질평가 및 관능평가 등 여러 가지 방법이 있는데, 개개의 식품이 어떤 기호특성을 지니고 어떤 점에서 품질이 좋은가를 파악하는 것은 청과

물의 선도·품질의 보존에 있어서 매우 중요하며 이들 기호특성이 유통의 각 단계에서 어떻게 평가되는가도 대단히 중요하다.

소비자가 청과물의 구입시에 무엇을 판단기준으로 하는가에 대한 조사결과, 야채의 경우는 9할 정도, 과일의 경우에는 6할 정도가 선도라고 답했다([표 2] 참조).

선도는 대단히 중요한 요소인데 '선도는 구체적으로 어떤 것인가'를 알아보면 '싱싱함'이나 '광택' 등과 같이 측정하기 어려운 특성으로 되어 있는 수가 많다([표 3] 참조).

선도에 있어서 '어떠한 특성을 품질로서 평가하겠는가'를 판매업자에게 설문조사한 바, 청과물의 종류에 따라서 다양한 품질특성으로 분류되고 있다([표 4] 참조).

이들이 개개의 청과물의 중요한 품질특성이지만, 현상은 아직 외관 특성이 중요시되고 있으며, 오히려 맛, 향 등의 성분특성에 대한 평가는 전반적으로 낮게 나타났다.

[표 1] 청과물의 품질요소와 평가 point

구분	미니토마토	오 이	broccoli	asparagus	양상추	딸 기	멜 론
색	색의 질기 광택	색 광택 꽃의 색	색의 질기 광택 색조	색 광택	색 광택 줄기의 갈변	색의 질기 광택	색
외관	크기 크기 열과	크기 모양 상처 굴곡	크기 모양 절단면의 색 개화정도	크기 굴곡 절단면의 색 끝부분의 상태	크기 모양 절단면의 색 결구상태	크기 모양	크기 모양 그물모양의 외관상태
맛	감미		식미	식미		감미	감미
향						향	향
물성	저작감	저작감				저작감	저작감
품질의 안전성	선도	선도	선도 유통기간 선도보존	선도 유통기간 선도보존	선도 유통기간 선도보존	선도	선도
부가가치	가격, 품질의 균일성, 선별정도, 중량의 정확도, 하역상태, 포장적성						
기 타	출하량(입하량), 등급별 출하비율, 품종, 산지, 생산의 안정성, 계속성						

[표 2] 청과물의 선택기준(%)

선택 기준	야채	과일
선도	86.1	59.3
외부에서 본 색과 광택	11.1	17.6
등급(크기, 무게)	5.5	9.3
맛(숙도·감미도·산도)	19.5	42.4
산지나 품종명	9.9	18.2
성수기 여부	49.9	42.2
기타(가격 등)	16.5	11.8

[표 3] 청과물의 선도기준(%)

선도기준	야 채	과 일
형상	19.3	26.5
색·광택	48.4	61.5
경도	20.3	16.5
관념(느낌)	13.2	26.5
싱싱함	52.9	20.5
기타	4.9	4.1

[표 4] 청과물 선도보존의 원리, 목적, 기술 및 자재

원리	목적	기술	자재
저온보존 저온유통	호흡의 억제 증산의 억제	예냉 저온보존	예냉시설, 예냉상자, 단열용기 보냉차, 냉동차, 보냉 container 축냉제, 온도관리 label
수분조절	증량감소, 위조의 방지 갈변, 이취의 억제	포장(MAP) 포장(CAP) 가스보냉차 감압	포장재의 재질, 두께, 구멍의 유무 산소·탄산가스 농도조절 환경온습도 조절 감압 container
에틸렌제거	대사, 성숙의 억제	흡착제거 분해제거	에틸렌흡착제 에틸렌분해제
에틸렌생성억제	대사, 성숙의 억제	생리활성물질	연일포장재, 선도보존재
원적외선 저선량방사선	생체의 활성화	포장	ceramic 등의 연일 포장재

2-1-3. 청과물 선도보존의 기본과 문제점

청과물의 품질저하는 주로 그 생명활동의 소산인 ①수분증산에 의한 증량감소, 위조 ②호흡에 의한 성분소모 ③대사활동에 의한 성숙, 연부(軟腐) 등이 중요 요인이다. [표 4]에 청과물 선도보존의 원리, 목적, 기술 및 자재에 대하여 나타났다. 일반적으로 호흡량, 증산량이 높은 청과물일수록 품질저하가 빠르고, 환경온도(보존온도)가 높을수록 호흡량, 증산량이 높아 품질저하가 커진다. 따라서 수확 후 바로 냉각(예냉)하여 저온으로 보존하여야 한다.

청과물의 생명활동은 저온으로 하면 확실히 저하되어, 선도(품질)보존의 기본은 '수확후 신속히 냉각하여 호흡, 증산, 대사를 억제하고 포장에 의해 증산, 건조를 억제하여 저온 하에서 보존·유통 시킨다'는 것이다. USDA(미농무성) 핸드북에는 저온장해를 일으키지 않는 청과물은 낮은 온도(0~2℃)에서 보존·유통시키는 것이 바람직한 것으로 나타났는데, 우리나라의 청과물 유

통에는 반드시 이와 같은 저온조건으로 유통되지는 않고 실제로는 10~20℃ 정도의 온도로 유통되거나 고온다습한 하절기에도 보냉차를 이용하지 않고 그대로 상온에서 유통되는 수가 많아 선도저하의 큰 요인이 되고 있다.

청과물을 플라스틱 필름 등으로 밀봉포장한 경우, 청과물 자체의 호흡으로 인하여 포장내의 산소농도가 감소되고 탄산가스농도가 증가되어 저산소·고탄산가스 조건에 의한 호흡억제효과, 즉 MA(Modified Atmosphere)효과가 나타나 더욱 더 호흡이 억제되고 성분소모 등이 억제되어 선도(품질)가 보존된다. 이 때의 플라스틱 필름은 개개의 청과물이 정상적으로 호기호흡을 하여 생명을 유지시킬 수 있는 최저한의 산소를 투과시킬 필요가 있다. 또한 호흡에 의해 생성된 탄산가스도 적당히 투과하여 포장계 밖으로 방출시킬 필요가 있으며, 특히 탄산가스 장해를 일으키기 쉬운 청과물에 대해서는 그 농도가 과잉되지 않도록 포장재의 선택에 주의하여야 한다.

선도보존을 위한 적정산소·탄산가스 농도는 청과물의 종류, 보존온도 등에 따라 다르다.

증산을 방지하기 위해서는 포장이 필요하지만, 호흡량이 많은 청과물인 경우에는 산소 공급을 지속할 필요가 있어서 일반적으로 개봉계포장(開封系包裝)이 행해진다. 양상추의 handkerchief포장이나 오이, 토마토 등의 통풍poly포장 등이 그 예이다.

청과물은 저온하에서도 증산되어 플라스틱 필름으로 포장하는 경우에는 내부에 결로현상(結露現象)이 생겨 부패세균의 번식원인이 된다. 이를 방지하기 위해 과잉의 수분을 공급하거나 습도를 적당히 지니는 자재를 이용하는 경우도 있다. 또한 포장에 의해 성숙, 추숙 등을 촉진하는 식물 hormone인 에틸렌이 포장내에 축적되는 수가 있어 에틸렌 감수성이 높은 청과물인 경우에는 품질저하의 원인이 되기 때문에 에틸렌의 축적을 방지하는 방법이 필요하다.

2-1-4. 청과물의 선도보존기술

청과물 선도보존의 기본은 위에 적은 바와 같으며, 최근에 선도(품질)보존에 관한 기술개발이 활발하게 이루어져 매우 많은 선도보존기술이 개발되어 실용화되고 있다.

최근의 기술개발에서는 에틸렌제거에 있어서도 고습도하에서 흡착, 선택제거 등 기체투과에도 가스선택투과성을 포함한 조합기술 등 내용적으로도 상당히 충실해졌으며 청과물의 다양성을 고려한 작목별(作物別)기술도 많이 개발되었다.

이들 청과물 선도보존의 중심이 되는 기술은 저온관리기술과 기체투

과성을 조절한 포장에 의한 생리활성의 제어이다. 생체내에서 일어나는 현상의 대부분은 효소반응이며, 그 활성은 온도에 크게 의존하기 때문에 활성이 높은 청과물은 온도제어 없이는 품질보존을 효과적으로 행할 수 없다. 따라서 예냉장치나 저온수송의 역할은 매우 크다.

특히 생리활성이 높은 야채의 선도보존기술에 관한 문제점을 살펴보면 다음과 같다.

(1)야채의 생리특성 파악

①품종, 재배조건, 수확시기, 숙도 등을 정확하게 파악한다.

②각종 온도에서의 호흡량, 가능하다면 CA(MA) 조건하에서의 호흡량을 파악한다.

③MA효과의 정도 등을 파악한다.

④에틸렌 작용의 유무와 효과가 있는 경우는 그 정도를 파악한다.

⑤저온장해, 탄산가스장해 등을 일으키기 쉬운가를 파악한다.

(2)유통온도제어

①예냉을 확실하게 행한다.

②날포장과 겉포장에 있어서는 예냉·보냉 효과와 아울러 환경·폐기물 문제를 고려할 필요가 있다. 단열용기, 보냉제, 축냉제의 이용을 어떻게 할 것인가를 파악한다.

③유통환경의 저온화(적어도 10℃ 이하 확보)

보냉차, 냉동차의 이용, 시장의 저온화, 하역시의 주의 등 매우 세심한 대응이 필요하다.

④경우에 따라서는 쇠빙(碎氷)을 사용하여 Icing(0℃)을 응용한다.

⑤저온관리기술·시스템, 온도·시간관리 label 등을 이용한다.

(3)날포장용 플라스틱 필름

①증산은 필름포장으로 방지할 수 있으나 과습과 결로(結露)에 주의하여야 한다.

②온도와 호흡량 등에 따라 투과성이 다른 재질, 두께, 특성의 필름을 선택한다.

•가스투과성이 다른 필름

•pin hole의 크기와 숫자가 다른 필름

•두께가 다른 필름

•무기다공질 연입량이 다른 필름

③필름이 갖는 가스의 선택투과성(O₂:CO₂ 투과비율)에 대해서도 주의하여야 한다.

(4)기능성 골판지상자 포장

①수분투과성의 제어

②가스투과성의 제어

③에틸렌의 제거

④기타

(5)plus α 효과로서의 기능성 포장 부자재

①에틸렌 제거제

②에틸렌 생성억제제

③항균제

④수분조정제

⑤기타

(6)선도보존기술·자재의 유통과정에서의 평가

①원리의 해명이 충분히 되어 있는가?

②선도보존효과의 재현성이 충분히 확인되어 있는가?

③선도보존효과를 나타내는 온도범위, 가스농도, 청과물의 생리특성(특히 호흡량) 등의 조건 범위가 명확하게 되어 있는가?

④품질이 급속히 저하되는 위험한 조건범위와 사고 방지책이 명확하게 되어 있는가?

(5) 야채의 선도보존에 이용된 경우, 가격으로서 어느 정도 평가되고

있는가?

이와 같이 청과물의 선도보존기술에는 매우 세심한 주의가 필요하다.

우선, 청과물의 생리특성을 충분히 파악하여야 한다. 특히 설정된 유통온도대에 있어서 호흡량의 파악은 중요하여 정확한 조건 설정을 위해서는 오차정도를 알 필요가 있다.

다음에 유통과정에서의 온도제어는 매우 중요하다. 예냉 종료시의 온도 체크, 보냉을 위한 외장자재, 수송차량의 저온화, 온도관리시스템 등의 문제점을 들 수 있다.

날포장을 하는 경우에는 그 청과물의 호흡량에 맞는 필름의 선택이 중요하며, 이를 위해서는 앞으로도 더욱더 새로운 포장필름의 개발이 필요하다. 개발의 방향은 기체투과성이 높고 기체의 선택투과성도 있으며, 물성도 우수한 필름으로서 새로운 자재의 등장도 고려된다. 기능성 골판지나 에틸렌 제거제, 수분조정제, 축냉제 등의 포장 부자재의 활용도 적절한 조건하에서의 이용이 기대된다.

확실하게 선도보존포장을 행하기 위해서는 무엇보다도 유통과정에서의 온도를 확실하게 유지관리하여야 한다.

현재 각종 저온유통시스템(cold chain system)이 제안되어 실용화되고 있다. 미국에서는 국내용이나 수출용 쇠빙을 이용한 Icing(0℃)이 broccoli, asparagus 등에 널리 행해지고 있으며, 간단하고 확실하게 저온을 유지할 수 있는 방법으로써 검토되고 있다. 또한 유통과정에서의 온도관리에는 온도·시간관리 label의 이용이 유효하여 실용화가 시험되고 있다.

2-2. 청과물의 선도보존포장

2-2-1. 청과물 선도보존용 플라스틱 필름의 개발

포장의 역할은 취급의 간편화, 상품성 향상 등도 중요하지만 청과물의 증산방지, 대내(袋內)의 기체조성을 조정하여 호흡을 억제하는 등의 선도보존효과를 기대한 노력이 기울여지고 있다.

증산은 플라스틱 필름으로 포장하면 충분히 억제되지만 오히려 과습, 결로에 주의하여야 한다. 오래전부터 행해져온 청과물의 handkerchief 포장, 유공포장 등의 개봉계 날포장은 증산억제효과 등의 선도보존효과는 그다지 크지 않으나 산소결핍으로 인한 혐기호흡에 의한 품질저하의 위험성을 크게 줄일 수 있다. 개봉계 포장에는 주로 방습셀로판, 방담성 연신 PP, PS, LDPE 등이 이용되고 있다.

상처가 나기 쉬운 야채의 고선도 유통을 행하는 경우, 야채를 충분히 예냉시킨 후 유통온도, 야채의 호흡량 등에 가장 적합한 가스투과성을 지닌 플라스틱 필름을 선택하여 밀봉포장함으로써 선도보존 효과를 얻는데, 이때 플라스틱 필름은 투명성, 강성(剛性) 등이 우수하고 야채의 호흡량 등의 생리특성에 적합한 가스투과성의 것을 선택하여야 한다. 이와 같은 목적에 맞는 플라스틱 필름으로서 다음과 같은 것들이 고려된다.

우선 산소투과 level이 다른 플라스틱으로서는 LDPE, MDPE, HDPE, ethylene-vinylacetate공중합체, PS, 연질 PVC, polybutadiene, polymethylpentene(PMP),

cellulose acetate등이 있다.

단일필름(단체 필름)은 가스투과성이 일정한 level의 것밖에 없어서 선도보존포장에의 적용범위가 제한된다. 따라서 같은 플라스틱이라도 가스투과성 level이 다른 것이 필요한데 이와 같은 필름으로서 다음과 같은 것들이 고려된다.

①밀도가 다른 PE(저밀도(LDPE), 직쇄저밀도(LLDPE), 중밀도(MDPE), 고밀도(HDPE)).

②가소제 함량을 달리한 PVC, PS 등

③vinylacetate 함량이 다른 EVA(ethylene-vinylacetate공중합체) 필름

④투과성이 매우 큰 polyolefine (polybutadiene, polymethylpentene 등)

⑤무기다공질(zeolite 등의 종류, 입도)의 연입량 등을 달리한 필름

⑥두께가 다른 필름(예를 들면 LLDPE의 15~20mm)

⑦pin hole의 크기와 수가 다른 필름

⑧구멍의 크기와 수가 다른 필름 등

현재 이와 같은 관점에서 각종 필름이 개발되어 실용화되고 있다.

또한 산소와 탄산가스의 투과량 비율도 개개의 청과물의 선도보존 효과에 따라서 큰 영향이 있다. LDPE의 가스의 투과율 비율은 약 1:3.5:14이며, 야채를 포장한 경우의 대내의 평형산소농도가 2~3%인 경우에도 탄산가스농도는 5%이하로 평형이 된다. 한편 pin hole을 뚫은 필름은 탄산가스 선택투과성이 없어서 높은 산소농도이거나 높은 탄산가스농도로 평형이 된다. 즉 탄산가

스가 호흡억제에 좋은 경우는 비율이 작은 쪽이 좋고 탄산가스장해를 일으키기 쉬운 야채에 대해서는 생성된 탄산가스가 신속히 포장재 밖으로 방출될 필요가 있어 비율이 크고 탄산가스 상대투과성이 높은 필름이 바람직하다. [표 5]에 각종 polyolefine 필름의 가스투과성과 산소·탄산가스의 투과성 비율에 대하여 나타냈다.

이 표에서도 알 수 있는 바와 같이 공표된 양자의 투과성 비율도 상당한 차이가 있어 정확한 값은 아니다. 앞으로 필름의 개발과 동시에 O₂·CO₂ 투과성과 그 비율 등의 각종 물성치에 대한 정확한 측정데이터가 정리되어야 하며 나아가서 포장재에 표시하도록 하여야 할 것이다.

2-2-2. 청과물 선도보존용 기능성 포장재료

선도보존용 기능성 포장재료라 하여도 그 중에는 여러가지 재료가 있으며 같은 재료라도 여러가지 기능을 가진 것이 있다. 그 중요한 것은 기능성 필름, 기능성 시트, 기능성 골판지, 단열용기, 축냉제, 온도·시간 관리용 감열 label, 에틸렌 제거제, 코팅용 항균, 제균제 등이 있으며, 선도보존용 기능성 포장재료의 종류를 상기의 8가지로 구분하여 이들 개개의 재료 중의 형태, 재질, 기능 등을 종류별로 살펴보면 다음과 같다.

(1) 기능성 필름

- ①가스투과성이 높은 단체 필름
 - 포장형태 : 주로 밀봉계포장
 - 사용목적 : 대내 가스조성의 제어
 - 자재의 종류

[표 5] polyolefine 필름의 가스투과도

문헌 (ml/m ² ·24hr·atm)	저밀도			고밀도			무연신			연신		
	polyethylene			polyethylene			polypropylene			polypropylene		
	N ₂	O ₂	CO ₂	N ₂	O ₂	CO ₂	N ₂	O ₂	CO ₂	N ₂	O ₂	CO ₂
영목등(197) 25℃, 25μm	2800	7900	42500	600	2900	9100	760	3800	12600	315	2500	8500
		2.8	15.2		4.4	13.8		5.0	16.6		7.9	27.0
			5.4			3.1			3.3			3.4
제품과학연(1968) 24℃, 30μm 포장기술원람	2400	9120	35500	800	2810	10200		3500	12700			
		3.8	14.8		3.5	12.8						
			3.9			3.6			3.6			
미국(ASTM1966) 25℃, 25μm Mod. Plast. Encyc.	2880	8800	46400	670	2960	9280	640	4000	12800	280	2050	6400
		3.1	16.1		4.4	13.9		6.3	20.0		7.3	22.9
			5.3			3.1			3.2			3.1
수구(1990) 20℃, 25μm 공업재료	1400	4000	18500	220	600	3000	200	860	3800	100	550	1680
		2.9	13.5		2.7	13.6		4.3	19.0		5.5	16.8
			4.6			5.0			4.4			3.1
이보내(伊保内)(1970)(환산) 21℃, 20μm plastic입문	3480	14630	56100	810	4920	11220						
		4.2	16.1		6.1	13.9						
			3.8			2.3						
저수(1990) 20℃, 20μm	3100	12000	42000							730	3000	9100
			3.5									3.0
전농(1990) 20℃, 30μm	1900	6600	24900							300	1300	45003
			3.8									3.5
석곡(1990)(GP) 25℃, 30μm		5800	26700								1600	5900
			4.6									3.7
평균 O ₂ :CO ₂		3.5	14.3		4.2	13.5		4.7	17.8		5.5	17.8
			4.4			3.4			3.6			3.3
Salame, M(1967) ACS Polymer rep. 계산식(25℃, 20μm)	3200	10000	36000	600	2000	12000	1600	5400	20000			
		3.1	11.3		3.3	20.0		3.4	12.5			
			3.6			6.0			3.7			

▲ LDPE, OPP, 연질 PVC, PS, ethylene vinylacetate 공중합체, polybutadiene, silicone막 등

▲ 유공필름

a) 눈에 보이는 크기의 구멍을 기계적으로 뚫은 것

b) 눈에 보이지 않을 정도의 작은 pin hole을 만든 것

(2) 가스투과성이 낮은 단체 및 적층 필름

- 포장형태 : 주로 개봉계포장
- 사용목적 : 대내 가스조성의 제어, 방담, 투명성 등의 외관 개선
- 자재의 종류 : 연신 vinylon,

polyacrylonitrile, nylon의 적층 필름 등

(3) 무기다공질 연입 필름(base는 주로 LDPE)

· 사용목적 : 대내 가스조성의 제어, 에틸렌 등의 흡착·분해·방출, 향균성

· 연입제의 종류 : ① zeolite, ceramic, 산호분말 등

② 은치환 zeolite 등(향균성)

③ 기타

(4) 유기물 연입 필름

· 포장형태 : 주로 밀봉계포장

· 사용목적 : ① 방담성 부여

a) OPP에 계면활성제 연입

b) PVC wrap 필름에 계면활성제 연입

② 향균성, 선도보존성 hinokixyol 연입 등

③ 탈취·탈취제

(2) 기능성 시트

① 고급수성 폴리머를 주체로 한 것
· 사용목적 : 포장계내의 습도조정, drip의 흡수

② hinokixyol 등의 생리활성물질을 함침시킨 것

· 사용목적 : 청과물의 생리활성 조절, 추숙 억제, 곰팡이 발생 방지, 향균

③ zeolite 등을 함침시킨 종이
· 사용목적 : 에틸렌 등의 제거, 습도 조절

3. 기능성 골판지

1) 가스차단성을 갖게 하여 간역 CA효과를 목표로 한 것

2) 단열성을 갖게 한 것

3) 에틸렌 흡착능, 수분조절능을 갖게 한 것

4. 단열용기

· 재질 : ① EPS(발포 polystyrene) ② 발포 urethane ③ EPE(발포 polyethylene)

· 사용목적 : 간역보냉효과

5. 축냉제

형상 : ① 시트형 ② 스틱형

재질 : ① 흡수성 폴리머를 주성분으로 한 것(acryl amide, 전분 등)

② 전해질계의 것

6. 온도·시간 관리용 감열 label

7. 에틸렌제거제

1) 활성탄, zeolite 등에 의한 흡착 제거

2) KMnO₄, 브롬(취소(臭素))화합물 등에 의한 분해 제거

3) 기타 특수한 것

(4) 질산은(AgNO₃)과 티오황산 나트륨 - 절화 전용

8. 코팅용 항균, 제균제

가스제어, 에틸렌제거, 수분조정, 저온보존 등과 같은 기능면에서 어떠한 재료가 사용되는가를 알아보고자 한다.

우선 가스제어기능을 지닌 것으로는 필름이 압도적으로 많다. 청과물의 호흡량에 적합한 LDPE를 비롯하여 각종 단체필름 및 무기다공질을 PE에 연입시켜 기체투과성을 높임과 동시에 에틸렌흡착, 수분조정 등의 기능도 기대한 필름 등이 있다. 같은 원리를 응용한 골판지상자나 단열용기도 가스제어의 목적으로 사용되는 것이 있다.

에틸렌 제거에 있어서는 과망간산 칼리(KMnO₄)나 브롬화활성탄 등에 의한 에틸렌분해제의 쪽이 보다 확실한 효과가 얻어지는 것으로 알려졌으며, 에틸렌 흡착기능을 갖게 한 필름, 시트, 골판지상자, 제제(製劑) 등의 개발이 다양하게 이루어지고 있다. 에틸렌흡착기능을 지닌 것에 있어서는 재료특성을 실제로 바른 형태로 명확히 표시할 필요가 있다.

수분 조정의 목적에는 수분조정 시트가 주역을 맡고 있는데, 무기다공질 연입 필름이나 골판지상자 등도 수분조절기능을 지니고 있어 이를 강조한 것도 사용되고 있다.

하절기의 저온보존을 위해서는 EPS등의 단열용기의 사용이 불가결하였으나, 최근에는 환경규제가 강화되어 환경친화성재료인 골판지상자에 보다 높은 단열기능을 갖도록 하는 방향으로 개발이 진행되고 있다.

추냉제는 유통과정에서의 보냉효과를 높이는데 이용되고 있으며, 앞으로 유통과정에서의 온도관리에는 값싼 감열label이 널리 사용될 것으로 예상된다.

그 외에 연부나 곰팡이 발생을 방지하는 '항균성'이나 청과물의 생리활성을 조정할 목적의 것들을 들 수 있다.

2-2-3. 플라스틱필름에 의한 선도보존과 기능성필름의 역할

플라스틱필름은 정도의 차이는 있으나 산소, 탄산가스, 수증기 등의 기체를 투과한다. 청과물의 증산방지에는 거의 모든 플라스틱 필름이 충분한 성능을 지니고 있으며, 가장 양적으로 많이 사용되고 있는 PE 필름은 수증기투과성이 조금 더 높은 것이 바람직한 것으로 알려졌다.

청과물을 함기포장하면 호흡작용에 의해 산소는 소비되고 탄산가스가 생성되는데, 일정시간 후에는 청과물의 호흡량과 플라스틱필름의 기체투과도 사이에 balance 관계가 성립되어 공기조성보다 산소농도가 낮고 탄산가스농도가 높은 기체환경이 유지되게 된다.

이때의 기체조성은 청과물의 종류와 성장, 환경온습도 등의 보존조건, 필름의 가스투과도(재질, 두께, 구멍의 유무, 온습도조건) 등에 따라 다르며, 이 기체조성이 청과물의 호흡억제에 적당하면 MA효과가 나타나 선도가 양호하게 보존되는 기간(shelf-life)이 연장된다.

일반적으로 청과물의 포장에는 기체투과성이 비교적 높은 LDPE, 연신PP(OPP), PS, PVC, ethylene vinylacetate공중합체, polybutadi-

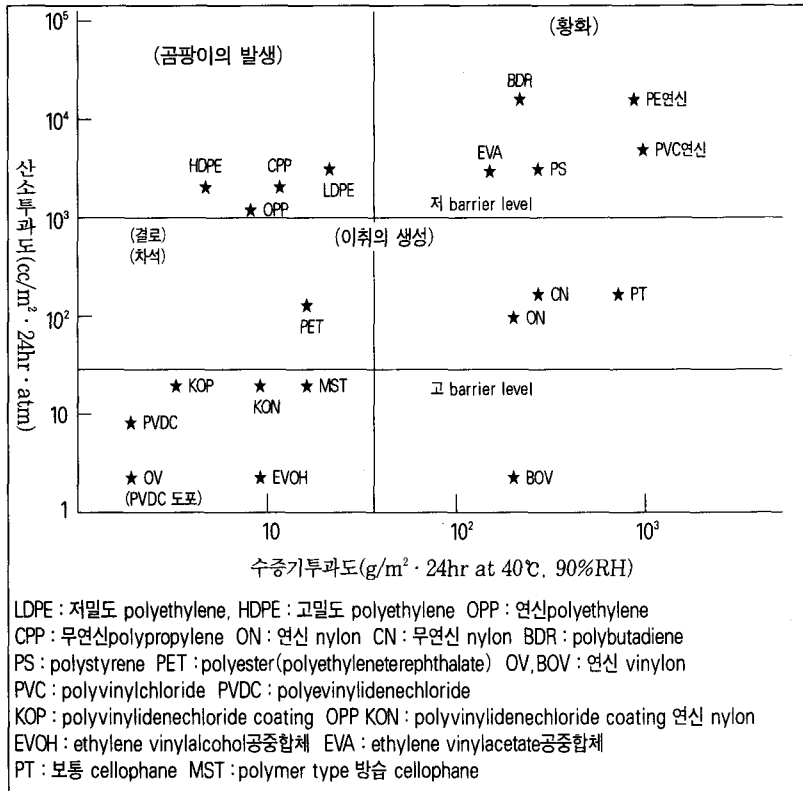
ene 등의 단체필름이나 LDPE에 zeolite 등의 무기다공질을 연입시킨 필름이 사용되는데, 어떤 경우에도 최적 기체환경을 만들어 주기 위한 포장조건의 설정이 필요하다.

호흡량이 높은 야채류는 특히 선도저하 속도가 빨라 포장에 의해 선도보존을 도모하는 경우가 많다. broccoli는 호흡량이 많은 야채의 일종인데 꽃봉오리의 황화 또는 이취의 발생과 같은 급격한 변화를 일으켜 품질이 저하되고 vitamin C의 감소도 급격히 일어나며 동시에 에틸렌의 품질열화 촉진작용도 나타나 포장재료의 시험에 이용되는 경우가 많다.

이 경우 산소투과성이 높을수록 꽃봉오리의 황화가 빨리 일어나고 산소투과성이 낮을수록 산소결핍으로 인한 혐기호흡에 의한 이취(異臭)의 발생이 나타난다(그림 2) 참조). 15℃의 보존조건에서 필름의 종류를 달리하여 시험한 경우, 무포장에서는 2~3일만에 황화가 일어났으며, 가스투과성이 가장 낮은 연신 PP (OPP)의 밀봉포장에서는 4~5일만에 이취가 발생했다. 그러나 26μm의 LDPE 및 이와 같은 정도의 가스투과성을 지닌 무기다공질 연입 PE 필름 등 4종류의 기능성포장재료로 포장한 경우에는 모두 12일까지 황화와 이취발생이 억제되어 shelf-life가 크게 연장되는 효과를 나타냈다.

[그림 2]는 종축(Y축)에 산소투과도, 횡축(X축)에 수증기투과도를 나타낸 경우의 각종 플라스틱 필름(두께 30μm)의 투과성의 위치를 나타낸 것이다. 또한 동시에 15℃ 보존시의 broccoli의 품질변화를 나타낸 것이다.

(그림 2) 플라스틱필름의 산소투과도, 수증기투과도 및 broccoli의 품질변화요인



(표 6) 기능성필름의 예와 특성

특성과 효과	주 재질	상품명	
에틸렌의 흡착	추속억제	PE+활성화규소	FH 필름
	CA효과	PE+다공질천연광석	Uni S
	방담성	PE+활성화염산칼슘	BF 필름
암모니아 등의 흡착	품질소화 방지	silica계 다공질광물+PE	Cryshal 필름
가스 투과성 향상	CA효과	PE계 연신 필름	Santechs S 필름
	방담성, 결로 방지 상품성향상		
가스 투과의 균질성 향상	CA효과의 안정화	PE	Hitech 필름
투명성 향상	방담성, 결로방지 상품성향상	OPP	F&G 필름 San Orient 'AF' 필름
	조습교과	PE	SC 필름
	(CA효과는 필름의 재질에 따라 다르다)	이축연신 poly vinylalcohol	보브론

일반적으로 수증기투과성이 낮으면 결로가 많아 새균에 의한 연부가 발생하고, OPP와 같이 산소투과성이 낮으면 이취의 발생이 나타났으

며, 또한 polybutadiene과 같이 산소투과성이 높은 경우에는 황화가 단시간에 나타났다.

따라서 이 시험결과에서는 20 μ m

정도의 얇은 LDPE나 무기다공질 연입 포장재로 두께 20~30 μ m정도의 것이 적당한 것으로 나타났다. 무기다공질 연입 PE 필름은 같은 두께의 무첨가재료에 비해 가스투과성이 약간 높고 수분조절기능도 다소 커져 그만큼 호흡량이 많은 청과물의 포장에 바람직한 것으로 나타났다.

이 무기다공질 연입 포장재의 기능에 대해서는 여러 가지 논의가 있으나 고습도하에서는 기대한 만큼 에틸렌을 흡착하지 못하는 것으로 거의 밝혀지고 있다.

일반적인 polyolefine 필름 등과 비교해서도 기능성 포장재의 엄청난 효과를 기대하는 것은 아직 어려운 실정인데 청과물의 특성을 잘 파악함으로써 상당한 개선이 가능할 것이다.

무기다공질 연입의 효과가 있다고 하면, 에틸렌도 포함한 가스투과성의 증가와 수분조절기능 등에 의한 것 등이 총합된 것으로 파악된다.

(표 6)은 시판되고 있는 중요한 선도보존용 기능성 필름에 대하여 그 재질, 기능, 특성 등을 나타낸 것이다.

이들 필름은 에틸렌 흡착, 가스투과성 등의 기능을 지녀 청과물의 종류에 따라 적절한 포장재가 선정되어 사용되고 있다.

에틸렌흡착 포장재는 PE에 활성화규소, 천연광석이나 활성화 탄산칼슘을 첨가하며, 암모니아흡착 포장재에는 silica계 다공질 광물이 연입되고 있다. (계속)