청과물 선도유지필름 「P-PLUS」

'P-PLUS' : Freshness Packaging Film

構 添 孝 陽 / 스미토모베이크라이트 (주) P-PLUS 개발부

Ⅰ. 서론

P-PLUS란 패키지(Package)에 기능을 플러스한다는 의미로, 파우치 안의 가스농도환경을 청과물의 선도 유지에 최적인 조건으로 조정하는 기능을 가진 포장이다.

일반적으로 가공식품의 가스환경 조정은 포장할 때에 한다. 한편 P-PLUS는 포장 직후에는 공기와 같은 가스농도이지만, 그 후 청과물 자체의 호흡에 의한 산소 소비, 이산화탄소 배출과 필름의 가스투과량의 밸런스에 의해 최적의 가스농도환경에서의 평균 상태에 도달하는 구조이다.

청과물의 포장소재로는 2축 연신 폴리프로필렌필름(OPP)이나 저밀도 폴리에틸렌필름(LDPE)가 많이 이용되고 있다.

P-PLUS도 같은 소재를 사용하고 있기 때문에 P-PLUS 마크가 없으면 알 수 없는 경우도 많다.

P-PLUS는 홋카이도, 큐슈 등의 멀리 떨어진 원산지에서부터 수도권까지의 장거리 수송이나 커트신선야채 포장의 D+ 2~3 판매나 풋콩의 맛 유지 등을 실현해서 소비자의 높은 선도 청과물에 대한 수요가 높아짐에 따라 P-PLUS는 필요불가결의 존재가 되고 있다.

1. P-PLUS의 선도유지 메커니즘

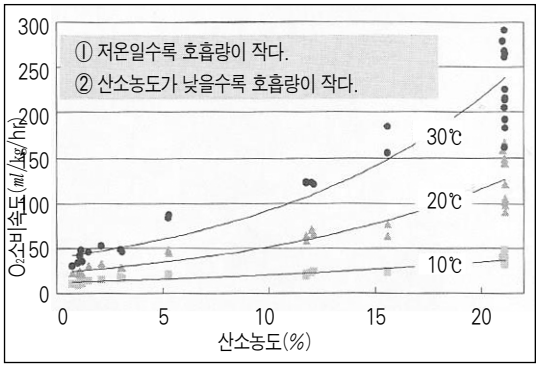
청과물은 수확 후에도 식탁에 오르기까지 살아서 호흡을 계속하고 있다. 밭에서 저장한 당 · 유기산 등의 호흡기질을 분해해 생명유지를 위한 에너지를 얻는다.

가장 대표적인 호흡기질인 글루코오스는 산소가 충분히 있는 상태에서 호흡하면 다음의 화학식과 같이 산소를 빨아들여 이산화탄소와 물로 분해한다.

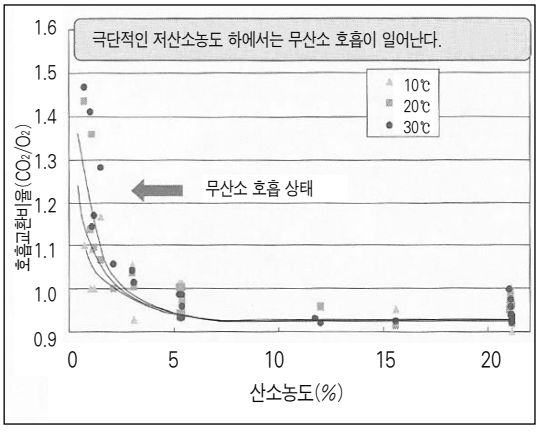
$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6H_2O + 674kcal$$

호흡이 활발하면 당이나 유기산의 소모가 심해져 선도 저하가 진행된다. 한편 무산소 상태에서도 호흡은 계속되며, 에탄올 또는 산화한 아세트알데히드가 발생해 이취에 의해 상품성이 저하한다.

〔그림 1〕 아스파라거스의 산소소비속도(자사 실험)



〔그림 2〕 아스파라거스의 호흡교환비율
(호흡교환비율=CO_2 배출량÷O_2 소비량)



$C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2 + 25kcal$

따라서 유기소 상태로 청과물의 호흡을 제어하는 것이 선도유지에 필요한데, 이를 위해서,

① 품온을 저하시킨다.

② 청과물의 환경가스조성을 저산소, 고이산화탄소 조건 하로 하는 것이다.

이 ①, ②를 대형 창고에서 실시하고 있는 것이 아오모리현의 후지사과에서 실시되고 있는 CA(Controlled Atmosphere)저장이다. CA저장은 선도유지에 적합한 환경가스를 강제적으로 저장고에 넣어 항상 일정한 가스농도를 유지하고 있다.

MA(Modified Atmosphere)포장은 청과물 자체의 호흡량과 필름의 가스투과량의 균형에 의해 포장 체내를 청과물 선도유지에 적합한 저산소 · 고이산화탄소의 환경 조건으로 만들고 있다. 그러나 CA저장은 대규모 설비이기 때문에 이동할 수 없어서 산지에서의 사용으로 한정된다.

한편 MA포장은 개포장, 1상자 단위의 집합포장에도 대응할 수 있기 때문에 저장도 가능하해 주로 유통, 판매용으로 사용되고 있다.

P-PLUS는 이 MA포장에 속한다.

동사에서 임의의 가스조성에 제어 가능한 장치를 작성하고, 가스크로마토그래피로 측정한 아스파라거스의 호흡량(산소소비속도로 나타남)의 데이터를 나타냈다(〔그림 1〕). 이때의 이산화탄소 농도는 0%로 측정하고 있다. 예컨대 30℃의 아스파라거스는 공기 중에는 산소 21%의 환경에 있고 산소소비속도는 240㎖/kg/hr이지만, 같은 온도에서 산소농도를 6%로 하면 60㎖/kg/hr로 1/4로 저하했다.

이로 인해 온도를 내리기 어려운 환경에서도 산소농도를 저하하는 것으로 호흡량을 저하할 수 있다는 것을 알 수 있었다.

한편, 산소농도를 너무 내리면 무산소 호흡을 일으키기 때문에 유산소호흡은 그 비율(호흡교환비율)이 1이라면 무산소 호흡은 1을 초과하게 된다. 호흡교환비율과 산소농도의 데이터를 나타냈다(〔그림 2〕).

〔표 1〕 청과물의 온도별 호흡량 CO_2 ㎎/㎏/hr

	5℃	15℃	25℃
풋콩	42	104	223
양파	4	10	25
토마토	10	20	50
양상추	17	36	64
오이	14	56	110
브로콜리	97	207	692

(이시야(石谷) 1992)

이 결과 아스파라거스는 산소농도 3% 이하에서부터 호흡교환비율이 상승해 무산소 호흡을 일으키는 것을 알 수 있었다. 따라서 아스파라거스의 선도 유지에는 호흡을 떨어뜨리기 위해서는 저온과 저산소가 좋지만, 극단의 저산소상태에서는 반대로 무산소 호흡으로 이동할 위험이 있기 때문에 산소 5%정도가 좋은 것이라는 것을 알 수 있었다.

여기에서는 산소농도를 주로 이야기하고 있지만, 이산화탄소농도도 높게 하면 호흡속도가 저하한다.

최적의 산소, 이산화탄소농도로 하기 위해서는 필름을 선택해야 하는데, 사용온도환경, 포장중량이 동일한 경우에는 호흡량이 높은 청과물일수록 필름의 산소투과량을 높게 할 필요가 있다.

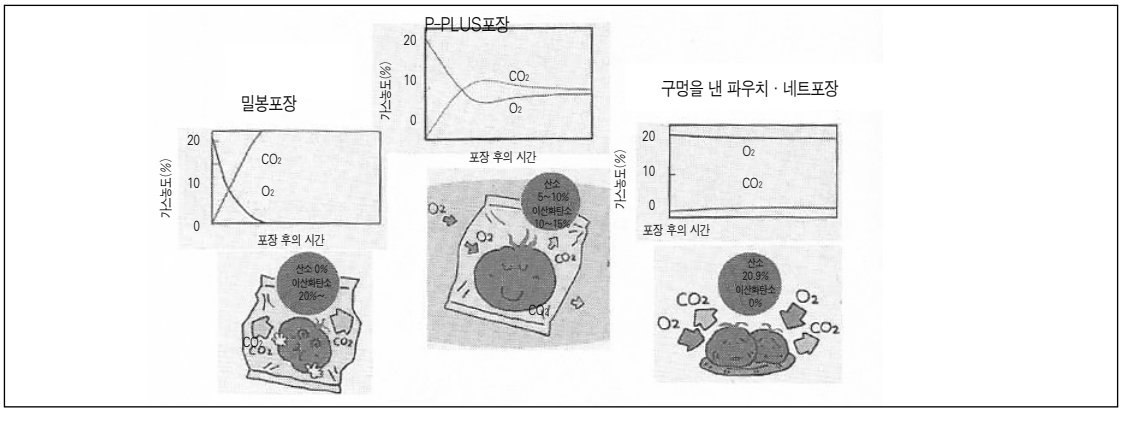
이것은 무산소 상태에서의 에탄올 냄새의 발생을 막기 위해서다. 또한 같은 채소라도 호흡량은 품종에 따라 다르고, 커트 채소는 커트의 형상에 따라 다르며 작게 자를수록 호흡량이 커진다. 각각의 실험에 의해 검증해야만 한다.

2. P-PLUS에 의한 우위성

청과물의 종류나 포장된 내용량, 나아가 유통온도에 의해 청과물의 호흡량이 다르다(〔표 1〕). 따라서 호흡량에 따라 필름의 산소투과량을 선택할 필요가 있다.

청과물을 OPP, LDPE로 밀봉포장하면 수분이 날아가기 어렵기 때문에 시듦 방지에 이 밀봉포장이 좋지만, 대부분의 청과물은 산소투과도가 부족하기 때문에 파우치 안이 산소 결핍이 되거나 에탄올 등의 이취가 발생한다.

〔그림 3〕 P-PLUS와 다른 포장형태와의 차이



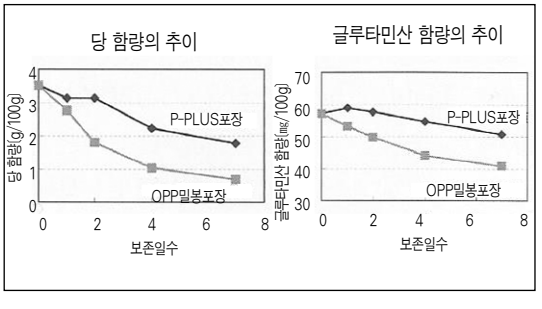
〔표 2〕 P-PLUS 효과의 예

품목	P-PLUS 효과 (대상 포장재와의 선도 비교)	대상 포장재
청매실	황화를 방지해 20℃ 3일간 연장	펀치 구멍 포장
아스파라거스	시듦, 커팅 부분의 구멍을 방지해 12℃ 4일간 연장	무포장
풋콩	황화, 갈변, 건조를 방지해 12℃, 25℃ 3일간 연장	네트 포장
완두콩	황화, 건조를 방지해 12℃, 25℃ 4일간 연장	펀치 구멍 포장
오이	구멍, 건조를 방지해 12℃ 4일간 연장	펀치 구멍 포장
고마츠나	황화, 건조를 방지해 12℃ 4일간 연장	오픈 포장
도토리	변색, 알코올 냄새를 방지해 12℃ 2일간 연장	다공 파우치
송이버섯	공기 중 균을 방지해 10℃ 4일간 연장	랩 트레이
쑥갓	황화, 건조를 방지해 12℃ 6일간 연장	오픈 포장
스위트콘	단맛의 유지가 가능	무포장

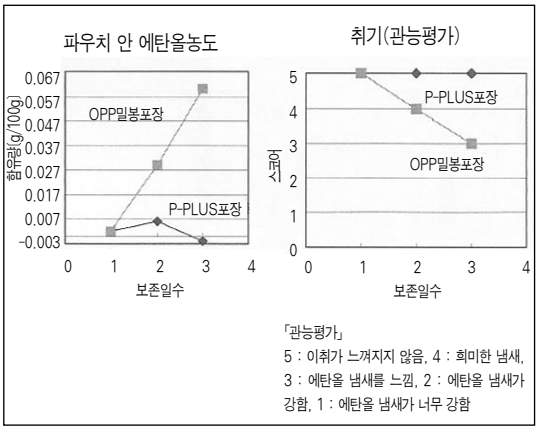
한편, 필름에 5㎜정도의 펀치 구멍을 만들거나 개구부를 열지 않으면 메말라버리거나 호흡을 억제할 수 없어서 선도가 저하해버린다(〔그림 3〕).

그래서 P-PLUS는 직경 20~200㎛의 미세구멍을 1㎡당 10~약 1,000개정도 설치해 밀봉을 해도 이취가 발생하지 않고 호흡을 억제해서 선도를 유지할 수 있도록 조정하고 있다.

〔그림 4〕 풋콩의 영양성분의 변화(20℃ 보존, 자사 실험)



〔그림 5〕 커트 양배추의 에탄올농도와 취기 (12℃ 보존, 자사 실험)



더욱이 동사에서는 각종 MA조건 하에서 다수의 청과물에 대한 선도평가 데이터, 온도별 호흡량 데이터, 실험실 보존실험데이터, 유통실험에 의한 검증 등 다수를 보유하고 있으며, 그것들을 바탕으로 고객의 요구에 세밀하게 조정 · 대응할 수 있다.

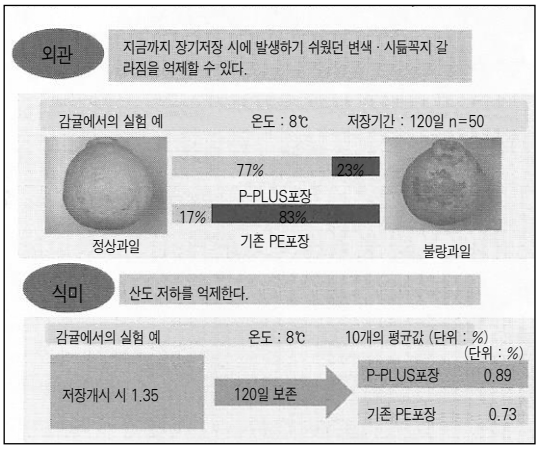
P-PLUS는 개별포장, 큰 파우치, 용기의 톱씰 필름에 대응 가능하며, 유통판매용, 업무용, 가정의 냉장고 보존용으로 사용되고 있다.

3. P-PLUS 선도유지효과

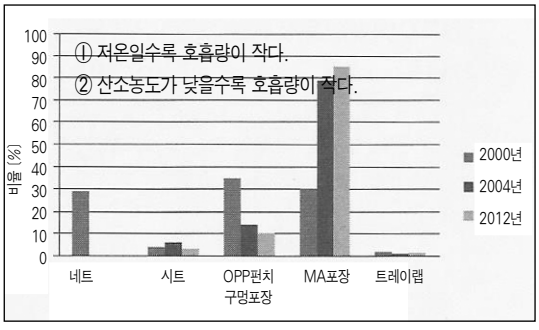
P-PLUS는 이미 선도가 저하하고 있는 청과물을 포장해 선도를 향상, 회복하는 것은 불가능하다.

호흡을 적게 하는 것으로 선도가 저하하는 속도를 늦추는 기능이기 때문에 포장할 때에는 신선한 청과물을 담을 필요가 있다. 신선한 청과물을 포장한 경우의 P-PLUS 선도유지효과의 예를 나타냈다(〔표 2〕).

〔그림 6〕 감귤의 실험결과(8℃ 보존, 자사 실험)



〔그림 7〕 매장 조사에 따른 풋콩의 MA포장 사용율



이 표는 비교대상이 되는 포장재에 비해 P-PLUS가 몇일이나 선도유지일수를 연장했는지를 보여주고 있다.

풋콩, 채친 양배추, 감귤 등의 선도유지효과에 관해 다음에 설명한다.

풋콩은 「다다챠콩」, 「신석차콩」, 「아키타향오엽」 등 최근 브랜드명을 붙여 판매하고 있는 것이 많다. 이는 풋콩의 품종에 의해 달콤함, 맛, 향을 다른 품종과 차별화할 수 있기 때문이다.

단, 풋콩은 수확 후 유통 중에 특성이 저하하기 쉽기 때문에 이 차별화에는 P-PLUS가 큰 도움이 되고 있다.

풋콩의 영양소 데이터를 나타냈다(〔그림 4〕). 풋콩은 여름철 상온에서 유통판매되고 있다. 풋콩 자체의 호흡량이 높기 때문에 신선도가 저하하기 쉽다.

OPP에 펀치 구멍을 낸 포장으로는 호흡을 억제할 수 없어서 그림과 같이 단맛 성분인 당 함량, 글루타민산 함량이 각각 급격히 저하하고 있다. 한편 P-PLUS에서는 그 저하가 완만해 실제로 먹어도 맛있다.

채친 양배추의 데이터를 나타냈다(〔그림 5〕). OPP 밀봉 포장에서는 산소투과도가 부족해 보존 중에 무산소 상태가 되고, 에탄올 냄새를 발생시켜 버린다.

데이터는 양배추 안에 함유되고 있는 에탄올 농도이다.

또한 관능평가에서도 평가가 나빴다.

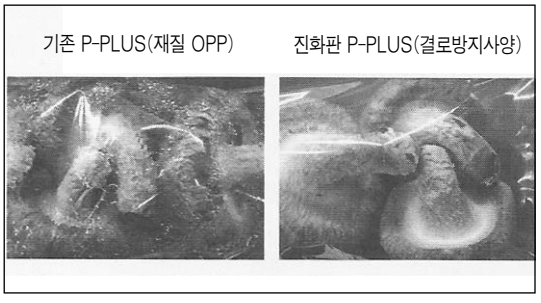
파우치 안 산소농도가 너무 높으면 취기가 발생하지는 않지만 자른 단면이 갈변한다. P-PLUS는 미세한 조정으로 에탄올 냄새, 갈변이 발생하지 않는다.

감귤을 3월 하순에 P-PLUS와 비교(기존 PE 개별포장) 보존실험 결과를 나타냈다(〔그림 6〕 참조).

평가는 껍질의 변색, 부패, 곰팡이, 시듦, 꼭지의 선도, 취기, 구멍, 표면, 과육의 색, 식미를 종합해서 평가하고, 불량과율(불량 개수를 전체 개수로 나눈 것)로 산출했다.

그 결과, P-PLUS는 120일 후에 77%의 양품율인 것에 대해 비교는 17%였다. 또한 식미에

〔사진 1〕 송이버섯의 결로 상황(10℃ 6일 보존, 자사 실험)



필요한 산도 유지하고 있었다. 이것에 의해 경쟁 산지가 출하하지 않는 5~6월의 판매가 가능해졌다.

4. P-PLUS의 사용 상황

동사에서는 2000년부터 매년 8월에 풋콩에 관한 매장 조사를 실시하고 있다.

이번에는 2000년, 2004년, 2012년의 포장형태 조사결과를 공표했다(〔그림 7〕).

이 조사는 전체를 망라한 것은 아니므로 공식적인 데이터가 아닌 단순하게 참고값으로 보길 바란다.

① 조사기간 : 2000년, 2004년, 2012년의 8월 상순

② 장소 : 일본 관동지역(도쿄, 나라, 치바, 사이타마)의 매장(2000년 : 25점, 2004년 : 46점, 2012년 : 59점)

③ 항목 : 포장형태

조사 결과, 관동지역의 매장에는 네트포장이 없고, OPP편치구멍포장의 사용이 줄었으며, MA포장이 85%를 차지하게 되었다.

P-PLUS는 MA포장의 80%이상을 차지했다.

5. 진화판 P-PLUS의 개발

기존의 P-PLUS는 시듦 방지를 위해 재질에 OPP, LDPE를 이용해 파우치 안을 습도가 높은 상태로 했다.

이 상태에서는 시간의 경과와 함께 필름 내면에 결로가 발생해 외관이 나빠진다는 지적이 있었다.

이것을 해결하기 위해 동사는 수증기 투과성을 높인 결로방지사양의 진화판 P-PLUS를 개발했다. 기존 P-PLUS와 결로방지사양 P-PLUS의 실험결과를 나타냈다(〔사진 1〕).

송이버섯에 결로가 생기지 않아 선도가 유지되고 있다.

이 필름은 고구마 등 유통판매 중에 곰팡이가 생기기 쉬운 청과물에도 효과가 있어서 판매를 개시했다.

앞으로 이 필름의 판매를 추진, 질 좋은 청과물의 유통, 특히 수출용도에 공헌해나갈 예정이다. ko

기술원고를 모집합니다.

포장과 관련된 신기술을
발표할 업체와 개인은
'월간 포장계' 편집실로
연락주시기 바랍니다.

편집실 : (02)2026-8655~9
E-mail : kopac@chollian.net