

식품포장에 있어서 탈산소제 이용기술

김수일 / 동국전문대 포장과 교수

1. 서론

식품의 저염화, 저당화가 진행됨에 따라 중간 수분식품이나 다수분식품의 미생물적 변패를 방지하기 위한 품질보존기준 및 포장기술이 더욱더 중요시되고 있다.

최근 들어 합성보존료 등의 식품첨가물은 가능한 한 사용하지 않는 경향이 있으며 미생물의 생육에 필요한 수분·온도·PH·산소(호기성균의 경우)등의 환경조건을 생육에 부적합한 범위로 제어함으로써 미생물적 변패를 억제하여 식품의 보존성을 향상시키는 방법이 널리 행해지고 있다.

최근에는 보다 자연적인 품질보존제로서 탈산소제, 가스치환제 혹은 알콜발생제 등이 널리 사용되어 면류, 생과자 등의 Shelf Life가 연장되었다.

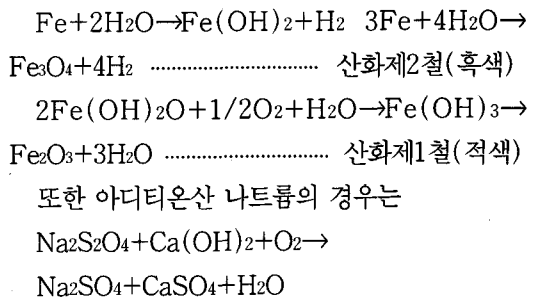
이러한 보존기술은 특별한 가열살균이나 저온유통 등을 행하지 않아도 포장 내의 환경조건을 개선하는 것에 의해 식품의 품질을 유지하는 방법이며 종래부터 행해지고 있는 진공 포장이나 가스치환포장에는 없는 특징을 가지고 있기 때문에 그 이용이 급속도로 신장하고 있다.

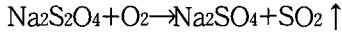
2. 탈산소제의 종류와 특징

2-1. 탈산소제의 개요

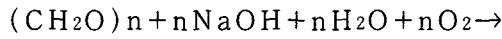
탈산소제(Free Oxygen Scavenger)는 1925년 Maude에 의해 개발되었으며 처음에는 철분과 황산철을 이용하였으며 1933년에는 건조식품에 대해 철화합물계의 탈산소제가 사용되었다. 그 후에도 특수 목적에 한해 일부가 사용되었으나 식품포장(저장)을 위해 본격적으로 개발된 것은 1965년경 American Can Co.(ACC)가 palladium을 이용한 플래쉬(flash) 가스충전법이라는 새로운 기술을 얻기 시작하면서 탈산소시스템의 용용이 발달하였다.

탈산소제는 무기계인 금속과 유기계인 당류 등이 있는데 현재 시판되는 탈산소제는 무기용제중 철제가 대부분이며 화학반응은 다음과 같다.





와 같으며 유기체인 당류의 경우는 아래와 같다.



catechol+methyl·catechol+methyl-p-benzoquinone

이상과 같이 탈산소제는 화학반응에 의하기 때문에 포장내의 습도, 온도, 압력, 또는 촉매제 등에 따라 반응속도나 유리산소의 제거속도에 차이가 날 수 있다.

그런데 가장 널리 사용되는 철계 탈산소제는 철 분말이 최종적인 산화물을 어떠한 형태로 만드는가에 따라서 산소 소비량이 달라진다. 철

(Fe) 1g은 수산화철로 되는 경우에 산소 300ml(중량으로 0.43g)이 필요하게 된다. 따라서 철 1g이 산화하는데 필요한 공기량은 1500ml가 되어 매우 효과적이며 경제적이라 할 수 있다.

2.2 탈산소제의 종류와 특징

탈산소제는 [표 1]과 같이 여러가지 타입이 있어 식품의 성질이나 변질속도에 맞추어 이용할 수 있도록 되어 있다. 안정성, 비용, 취급의 용이함 등을 고려하여 무기계와 유기계로 나눌 수 있으며, 유지 외에는 산소와의 반응에서 수분을 필요로 하는데 이 수분을 어디서 얻는가에 따라서 자력반응형과 수분의존형으로 나눌 수

[표 1] 탈산소제의 분류 및 특징

탈산소제의 분류	특징
1. 소재에 의한 분류 가. 무기계 : 철분 나. 유기계 : ascorbic acid, catechol	* 무기계 : 안정성, 비용면에서 우수함 * 유기계 : 금속탐지기에 걸리지 않음
2. 반응양식에 의한 분류 가. 자력반응형 : 일정량의 수분을 함유 나. 수분의존형 : 식품으로부터 수분을 얻음	* 자력반응형 : 공기에 노출과 동시 반응 시작, 신속한 취급 * 수분의존형 : 수분활성이 높은 식품에 사용, 내수성이 있음
3. 반응속도에 의한 분류 가. 속효(速效)용 : 0.5~1일 나. 일반용 : 2~3일 다. 지효(遲效)용 : 5~6일 만에 산소 흡수	* 자력반응형은 소재의 량, 브랜드 방법, 포장재의 투과성에 영향을 받음 * 수분의존형은 온도와 수분증발속도에 영향을 받음
4. 용도에 의한 분류 가. 수분함량에 따라 고, 중, 저, 초건조식품용으로 분류 나. 냉동식품 다. 전자레인지식품용 라. 날개포장식품용 마. 커피용	* 수분의존형은 식품의 수분활성도에 따라 반응속도를 조절하여야 하며 수분활성도가 높은 식품은 변질되기 쉬어 속효용을 사용하여야 한다 * 자력반응형은 수분활성도가 낮은 식품에 사용되며 건조제와 병용할 수도 있다
5. 기능에 의한 분류 가. 단순기능형 : O ₂ 만 흡수 O ₂ 흡수+CO ₂ 흡수 O ₂ 흡수+CO ₂ 흡수 O ₂ 흡수+알코올 발생 O ₂ 흡수+산소검지제	* 탄산가스 발생형은 유기계소재(ascorbic acid)로 만들었으며 산소 흡수로 봉지의 수축에 따른 외관을 보완 * 탄산가스 흡수형은 구운 커피에서 발생하는 탄산가스의 흡수와 산화방지로 향기보존 * 알콜 발생형은 브랜드 케익과 같은 알콜함유 식품의 향기 보존을 위함
6. 형태에 의한 분류 가. 날포장 소대(小隊) 나. PTP포장 다. 자동투입용 릴 포장	탈산소제를 고정 적리시키기 위해 이중포장, 칸막이 봉지, 칸막이 캔, 양면테이프를 이용한 고정, 특수 포장기에 의한 부착 등의 방법을 사용하고 있다

있다. 산소의 흡수속도에 따라 속효형, 일반형, 지효형으로 나누며 탈산소제를 포장하고 있는 포장재의 통기성과 소재의 양, 브랜드 방법에 의해 흡수속도를 조절할 수 있다.

온도의존성은 자력반응형보다 수분의존형이 크며 이는 수분의 증발속도와 관계가 있기 때문이며 냉장시보다 냉동시 탈산소 속도는 늦어진다. 수분이 많은 식품은 변질되기 쉬워 빨리 탈산소가 되는 속효형을 사용하여야 하며 건조식품은 변질되지는 않지만 습기를 싫어하므로 건조제와 병용 가능한 저수분 식품용의 것이 사용된다. 한편 전자레인지에서 가열이 가능한 전자레인지용, 냉동식품용, 초건조식품용 등이 있다. 기능면에서는 단순히 산소만 흡수하는 것, 탄산가스도 흡수하는 것, 탄산가스를 배출하는 것, 에탄올을 배출하는 것 등이 있어 식품에 맞게 선택하여 사용할 수가 있다.

2.3. 탈산소제의 이용기술

탈산소제의 철분, 아스콜빈산, 갈변물질 등의 산화물질을 통기성이 좋은 작은 봉지에 넣은 것으로 포장용기 안의 잔존 산소농도를 단시간에 저하시키는 것에 의해 미생물의 증식을 억제하거나 식품중 유지의 산화, 식품류의 퇴색 등을 방지하여 식품의 품질 및 풍미를 유지한다. 또 곤충류의 부화 및 증식을 방지하는 효과도 있다. 탈산소제는 가스치환에 비해 순간적인 탄산소기능을 할 수 없다는 단점이 있으나 가스치환포장에서는 불가능한 저산소 농도의 유지가 가능하고 진공포장이나 가스치환포장에서 요구되는 높은 수준의 고차단성 포장재료가 반드시 필요하지 않은 큰 이점을 가지고 있다.

탈산소제 봉입포장은 진공포장이나 가스치환

포장과 같이 별도의 포장기를 필요로 하지 않고 포장재 내부에 식품을 투입하고 다시 탈산소제를 봉입한 후 밀봉하는 간단한 작업으로 이루어지고 있으나 다음의 순서를 지켜야 한다.

- 1) 식품을 포장하고 있는 파우치의 산소량을 완전히 흡수할 수 있는 탈산소제의 질과 양을 결정하여야 한다.
- 2) 포장하려고 하는 식품의 수분함량을 알아야 한다. 수분함량이 70% 이상인 내용물에 대하여는 그 효과가 줄어든다.
- 3) 가스차단성이 있는 포장재료를 사용하여야 한다.
- 4) 탈산소제의 외포장을 개봉한 후에 장시간 경과된 것을 사용해서는 안된다.
- 5) 포장하려고 하는 식품내에 혹은 파우치에 탈산소제와 반응하는 식품첨가물이 있는가를 조사하여야 한다.
- 6) 포장용기나 포장재료의 내부에 식품을 투입하고 탈산소제를 넣은 후에 완전히 밀봉하여야 한다.

2.4. 탈산소제의 효과

2.4-1. 직접적인 효과

탈산소제는 산소를 제거하는 것으로 대상물에 대한 산화방지, 세균 및 곰팡이의 번식 방지, 변·퇴색방지, 방충효과, 식품성분 유지 등의 효과가 있으며 [표 2]와 같다. 대상물은 식품에만 국한하지 않고 여러가지 상품에 적용할 수도 있다.

산화방지를 넛츠류, 스낵류 등의 식품은 물론 의류의 변색 및 퇴색방지, 비타민류, 클로필 등 영양소의 보존, 의약품의 변질방지, 식품의 풍미 향미보존, 금속제품의 녹방지 등 폭넓은 효



[표 2] 탈산소제의 효과와 적용식품류

효 과	적 용 식 품
산화방지	넛츠류(아몬드넛츠, 캐쉬넛츠, 넛츠초코렛, 콩, 참깨, 땅콩 등), 스낵류(포테이토칩, 콘스낵, 쿠키, 크래커 등), 유탄중석면류(라면, 용기면 등), 유가공품(버터, 전지분유, 치즈 및 치즈가공법 등) 달걀가공품, 건어물, 한과류, 동결두부, 초코렛, 분말주스, 파베기 등
방균, 방곰팡이	생과자, 빵류(카스테라, 식빵, 호도과자, 케익, 파이 등), 면류(생면, 생라면, 우동 등), 어묵, 농산물(표고버섯, 박고지, 무말랭이, 꽃감, 고추가루, 건조야채 등) 수산물(오징어 및 오징어 가공품, 반건조 가다랭이 등), 치즈 및 치즈가공품
변·퇴색 방지	수산가공품(건멸치, 김 맛김, 미역, 다시마, 건새우, 대구알, 명란, 창란 등), 동결두부, 건조육, 향신료 등
방충효과	곡식류(쌀, 보리, 콩, 소백분, 콩과자, 땅콩 등), 농산가공품(고추가루, 말린 표고버섯, 꽃감, 건조야채 등), 한약재(백지, 방풍, 당귀, 산수유, 홍삼 등)
식품성분 유지	인삼 및 인삼가공품, 한약재, 의약품 원료 및 약품(비타민류), 현미 및 효소, 소맥배아, 커피, 녹차, 향신료 등

[표 3] 카스테라의 푸른 곰팡이 발생과 산소농도와의 관계

구 분	시험초기 산소농도(%)	보 존 기 간 (일)								균사 확인시 산소농도(%)	
		3	5	7	9	12	14	16	20		
탈산소제 포장	0.1이하	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
질소가스 치환포장(99.9%이상)	0.1이하	-	-	-	-	-	-	-	+	+	0.25
질소가스 치환포장(97.5%)	0.5	-	-	-	+	+	+				0.42~0.49
질소가스 치환포장(95%)	1.0	-	-	+	++	++					0.99~2.98
질소가스 치환포장(85%)	3.0	-	+	++	++						2.94~2.98
대조구	21.0	-	+	++	++						

* 시험방법 : 카스테라에 푸른곰팡이를 접종하고 탈산소제와 질소가스 치환포장을 한 후 생육억제효과를 비교, 포장재질 : KOPP/PE, 보존온도 : 25℃, ()는 질소가스 치환율을 나타냈었음. 곰팡이 colony 발생현황 : - 확인되지 않음, + 확인됨, ++ 많이 확인됨

과가 있다. 곰팡이의 방지는 식품에서 뿐만 아니라 의류, 고급, 목공품, 광학렌즈 등에도 효과가 있고 세균의 번식방지로는 호기성균을 원하지 않는 식품에 사용할 때 효과가 있다. 충해방지는 곡식류에 발생하는 벌레알의 살충은 물론 의약품이나 나왕제로 만든 가공품의 충해발생을 방지한다. 그 밖에도 부분적으로 산소를 제거할 수도 있어 간이 CA저장에 청과물의 선도 보존에 큰 도움이 된다.

2-4-2 간접적인 효과

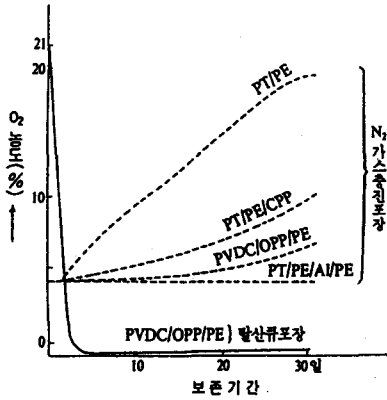
탈산소제를 사용함으로써 제품의 유통기한이 연장되어 생산, 유통, 판매의 효율화를 기대할

수 있고 생산계획, 재고관리, 유통손실의 절감, 판매지역을 확대할 수 있으며 별도의 설비가 없어도 포장이 가능하기 때문에 원산지에서 직접 포장이 가능하다. 또한 신제품 개발에 따른 고부가가치 창출이 가능하다.

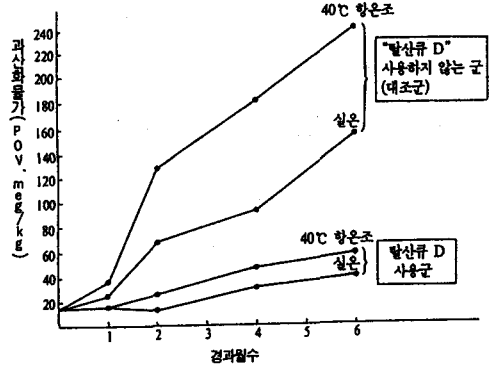
2-4-3 탈산소제의 안정성

탈산소제를 식품에 첨가하지 않고 별도로 포장하여 건조제와 같이 사용할 수가 있고 사용이 끝난 탈산소제의 내용물은 산화철 또는 수산화철이 되므로 폐기할 때 특별한 처리가 필요없으며 일반가정에서 일반폐기물과 같이 처리하여도 된다. 탈산소제에 인쇄된 잉크가 식품에 직

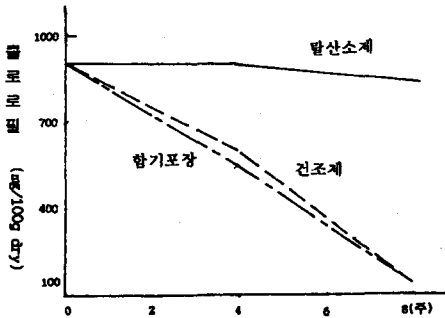
(그림 1) 용기내 산소농도 변화



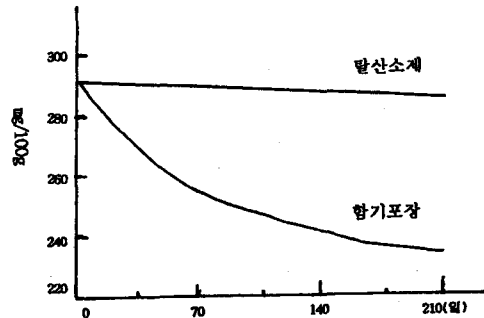
(그림 2) 맛김의 과산화물 가변화(40℃ 저장)



(그림 3) 건조파이 클로로필 함량변화(25℃ 저장)



(그림 4) 녹차의 비타민 C의 함량변화(25℃ 저장)



접 묻어나지 않게 하기 위해 오버 코팅처리를 하였으며 포장내에서 산소를 흡수하는 과정에서 유해가스의 발생이나 열의 발생이 없고 사람이나 식품에 악영향을 주지 않으며 소재의 경우 특수처리된 활성 산화철로서 공인기관으로부터 안전성을 인정받아 원료의 구입에서 제품의 출하에 이르는 전공정이 위생적으로 제품의 품질 관리가 이루어지고 있다.

하기 위해 가스충전포장을 병용하기도 하며 대형 저장 사이로 등에 탈산소제를 적용할 경우 질소가스 사이로 내의 산소농도를 몇 %까지 떨어뜨린 후 적용하면 효과적이며 경제적이다. [표 4]는 탈산소제 봉입포장과 가스충전 및 진공포장을 비교하여 나타내었다.

2.4.4. 탈산소제 봉입포장과 가스충전 및 진공포장의 비교

탈산소제 봉입포장내의 산소 소비에 따른 부피의 감소로 제품의 외관이 손상되는 것을 방지

2.5. 탈산소제 봉입포장용 포장재료

탈산소제 봉입포장용 포장재료는 차단성이 우수한 재료를 사용하여야 하며 산소투과도의 경우 장기 보관용으로는 $5\text{cc}/\text{m}^2 \cdot \text{atm} \cdot 24\text{hr}(25^\circ\text{C})$ 이하, 장단기 보관용으로는 $10\text{cc}/\text{m}^2 \cdot \text{atm} \cdot 24\text{hr}(25^\circ\text{C})$ 이하의 것이 바람직하다.



[표 4] 탈산소제 봉입포장과 가스충전 및 진공포장의 비교

탈산소제 봉입포장	가스충전포장	진공 포장
<ul style="list-style-type: none"> * 산소제거율 100%임 : 화학반응에 의해 용기내 산소를 완전히 흡수 제거함 * 화학반응에 의하여 산소를 흡수하기 때문에 효과가 장기간 지속됨 * 용기내 잔존산소를 거의 없게 함 : 가스차단성 필름에 있어서도 다소의 산소투과성이 있으나 산소흡수능력이 큰 탈산소제를 사용하면 투과되는 산소를 모두 흡수하기 때문임 	<ul style="list-style-type: none"> * 산소치환율이 99% 이하임 물리적 치환이기 때문에 용기내 2~4%이상의 산소가 잔존 * 시간이 지남에 따라 용기내 산소량이 증가함에 따라서 치환시 상태를 오래동안 지속시키려면 고차단성 포장재료를 사용하여야 하므로 가격상승의 요인이 됨 	<ul style="list-style-type: none"> * 산소제거율이 불완전함 : 물리적 제거 방법이기 때문에 완전히 산소를 제거할 수 없음 * 용기내가 진공이기 때문에 압력차에 의하여 산소투과성이 증가하고 포장지가 제품에 밀착되면서 핀홀발생이 우려됨 * 고차단성 포장재의 선택으로 가격 상승의 요인이 됨

[표 5] 탈산소제 봉입포장에 사용되는 포장재의 특징

구분	재질(두께(μm))	수증기투과도 g/m ² · 24hrs	산소투과도 cc/m ² · atm · 24hr(25℃)	비고
장기보관	PET(12)/Al(7)/PE(40)	0	0	
	VM PET(12)/PE(40)	0.5~6	0.2~6	
	OPP(20)/EVOH(17)/PE(40)	4	0.3~4	
	OPVA(15)/PE(50)	4	0.5~3	
중장기보관	KOPP(20)/PE(40)	4	5~15, 1~5	
	KPET(12)/PE(50)	4	6~10	
	KONy(15)/PE(50)	7	6~10	
	KPT(22)/PE(50)	75	5~15	
단기보관	2 Layer co-extrusion Ny(100)	79	11~30	충분한 실험을 거쳐야 함
	ONy(15)/PE(40)	16	30~120	
	PET(12)/PE(40)	15	50~120	
사용불가	PT(20)/PE(40)	20	10~120	일반적으로 적용하지 않음
	OPP(20)/PE(40)	6	1500~2000	
	PP part coat		3000	
	PE		2000	

현재 많이 쓰이고 있는 재료는 KOPP/PE, KONy/PE, K-PET/PE 등의 라미네이트 필름이 사용되고 있다. [표 5]는 각종 포장재의 차단성을 나타낸 것이다.

2.6. 용기내의 산소량 계산방법

용기내의 산소량(cc) = 용기의 전체 표적(부피)(cc) - 내용물 중량(g) / 1(비중) × 0.2(산소농도)로 계산할 수 있다.

3. 국내의 탈산소제 산업 현황

일본의 경우 탈산소제를 12개 회사에서 연 200억엔 시장을 가지고 있으며 대상 식품도 과자, 스낵, 생선식품, 청과물, 농산물, 수산물, 축산물 기호식품 등 폭넓은 분야에서 사용되고 있다. 국내의 경우 대한제당(주)에서 일본의 '에이지레스', 태풍켈에서 '케프론' 제품을 수입 공급을 하다가 자체 개발에 성공하여 보급하고

[표 6] 탈산소제 제조현황

회사명	제품명	생산품목	소재	시장점유율(%)
대한제당(주)	탈산Q	건조식품용, 고수분용, 가스흡수제	무기계	50
태풍켈	O ₂ ZERO	건조식품용, 고수분용, 가스흡수제	무기계	40
립멘	EVER FRESH	고수분용	무기계	8
엘립테크	산소잡이	고수분용	부기계	2

[표 7] 탈산소제를 사용하고 있는 식품현황

구분	적용식품	반응시간	반응형
고수분용	햄류(비엔나 햄), 떡, 면류, 된장	6~12시간	수분의존형
저수분용	곡류, 두류, 한과류, 건인삼, 고추가루, 육포	24~48시간	자력반응형
가스흡수제	김치	가스발생(CO ₂)즉시	자력반응형

[표 8] 산소흡수용량에 따른 가격비교

산소흡수용량	단가(원)	비고
200cc(공기 1000cc)	20~23	무기계, 산소흡수
100cc(공기 500cc)	17~18	"
50cc(공기 250cc)	15~16	"
30cc(공기 150cc)	13~15	"

있는 실정이다. 소재로는 무기계인 철분을 주성분으로 단순한 기능(산소만 흡수)을 가진 제품을 생산 공급하고 있다. 국내의 시장규모는 연 20억원 규모로 대한제당과 태풍켈에서 90%를 점유하고 있으며 적용식품의 경우는 비엔나소시지(제일제당, 롯데햄, 진주햄), 떡류(풀무원, 송학식품), 면류(풀무원, 송학식품), 장류(풀무원), 한과류(궁중병과), 건인삼(인삼조합), 고추가루(두산농산), 땅콩(정우제과, 우성식품), 육포 등 적용식품에 한계가 있음을 알 수 있다. 가격의 경우 산소흡수용량과 사용량에 따라 차이가 있으며 후발업체의 과당경쟁으로 정상적인 상거래가 어려운 형편이다.

4. 결론

탈산소제 포장은 지금까지의 포장기술과는 다른 획기적인 것이다. 식품에 대한 인간의 욕망은 그치지 않아 보다 신선하고, 보다 맛있고, 보다 안전한 식품을 항상 요구하고 있는데 탈산소제가 의도하는 방향과 완전히 일치한다. 그러나 식품의 변질에 관여하는 미생물이 호기성만 있는 것은 아니기 때문에 탈산소제를 이용하기 위해서는 그 특성을 충분히 파악하고 개개의 식품에 알맞는 사용방법을 채택하는 것이 중요하다. 또한 탈산소제의 시장확대를 위해서는 품질, 성능, 기능, 형태 등 상품자체의 개량, 신제품의 개발은 물론 기술서비스, 관련자재 및 기계의 개발 등을 모두 포함하여 노력을 기울여야 할 것이다. [K]

