

(별첨)



장기 비축저장 기술 요약서

- 농산물 수확후관리 기술 -



CaF

수확후관리 전문기업

특정한 시기에 수확된 농산물을 오랫동안 저장하는 것은 인류의 큰 바람 중 하나였습니다.

특히, 시간이 지날수록 꾸준히 발전되는 농산물재배기술로 인해 생산량은 급격히 증가하였지만, 저장기술은 그렇지 못했습니다.

그러던 중, 식물의 생리기작이 밝혀지고 냉동보관기술 및 포장기술의 발달로 농산물을 저장하는 기술 역시 큰 변곡점을 맞이하게 됩니다.

그 대표적인 저장방법으로 현재 널리 쓰이고 있는 CA(Controlled Atmosphere)저장과 MA(Modified Atmosphere)저장에 대해 알려드리고자 합니다.

본격적인 설명에 앞서 먼저 알아두어야 할 내용이 있습니다.

바로 원예산물의 저장을 어렵게 만드는 요인들입니다.

원예산물을 섭취하는 우리로서는 굉장히 나쁜 요인이라 할 수 있겠지만, 사실 이와 같은 요인들은 식물이 성장하여 열매를 맺고 노화하는 일련의 과정을 위해서는 꼭 필요한 생리활성입니다.

대표적으로 성숙노화에 가장 크게 관여하는 생리활성은 **호흡**과 **증산**, **에틸렌**입니다.

호흡은 동물뿐만 아니라 모든 식물이 살아가기 위해서는 꼭 필요한 단계이며, **증산** 역시 원예산물의 내부생육을 조절하는데 중요한 역할을 합니다.

에틸렌 또한 성숙노화호르몬 중 하나로 호흡 및 증산과 큰 연관을 가져 식물의 노화를 촉진하는데 큰 역할을 합니다.

따라서 오래 저장하기 위해서는 이러한 생리활성을 아예 멈추는 것이 좋지만, 현실적으로는 불가능하기 때문에 이를 천천히 늦추는 데에 초점을 맞추고 있습니다.

따라서 이러한 이유로 이 노화를 촉진시키는 **3가지(호흡, 증산, 에틸렌)**를 늦추는 가장 효과적인 방법으로 **CA저장**과 **MA저장**이 대표적이라 할 수 있습니다.

CA (Controlled Atmosphere Storage)

CA저장은 어원 그대로 대기를 통제하여 식물의 생리를 조절하는 방법입니다.

대기를 통제한다는 것은 숨쉬고 있는 대기조성을 바꿔버린다는 의미가 됩니다.

따라서 기존 저온저장에 이산화탄소 비율을 높이고, 산소 비율은 낮춤으로써 **호흡**과 **증산**을 낮출뿐만 아니라 더불어 발생하는 에틸렌 역시 줄일 수 있습니다.

이러한 CA저장은 장점과 단점이 극명하게 나뉘지는데 먼저 장점은 저장고를 활용하기 때문에 대량저장이 가능합니다.

그러나 단점으로는 시설비가 많이 들고, 저장고 내 조성이 일반 대기조성과 다르기 때문에 작업이 용이하지 않습니다.

따라서 단점을 보완하기 위한 다양한 응용CA저장법이 하나씩 나오기도 하였으며, 그 중 하나가 MA저장 입니다.

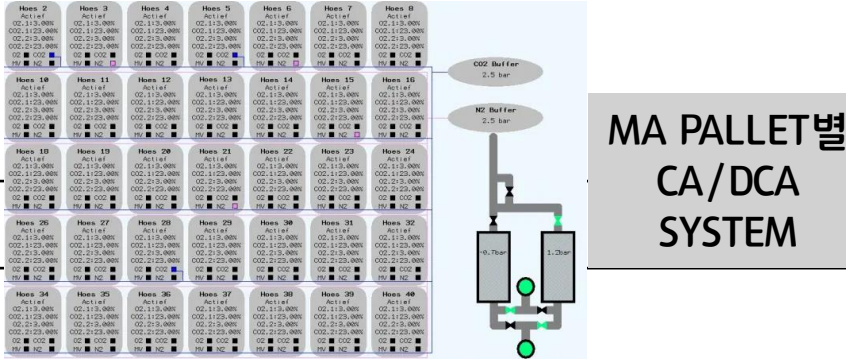
MA (Modified Atmosphere Strotage(packaging)

MA저장은 플라스틱 필름(PE필름)을 이용하여 포장 내 이산화탄소는 증가시키고 산소는 감소시키며, 내부 습도 또한 높여져 증산을 억제시켜 주는 저장법입니다.

이는 기존 일반시설인 저온저장고나 소포장이 가능해 다양한 농산물 판매장에서도 쉽게 도입이 가능하며, 배추,감,사과 포장 등에 주로 이용합니다.

그러나 이러한 MA저장은 ‘저장’ 이라기 보다는 ‘포장’의 개념이 더 강해 packaging이라는 표현과 주로 중복 사용되며, 아직 다양한 품목에 도입하기 까지 다양한 많은 연구와 실증이 따라야 할것입니다.


CA 저장 vs MA 저장 비교 1/2

	CA저장 (Controlled Atmosphere Storage)	MA 저장 (Modified Atmosphere Packaging Storage)
정의	1) 저온을 바탕으로 하여 대기조성과는 다른 공기조성의 조건 (산소농도 1~5%, 이산화탄소 농도 1~5%)에서 저장하는 방법 2) 저장 기간 중 계속적으로 기체 조성을 1% 이내로 조절	1) CA저장과 유사하나 별도의 시설없이 가스투과성을 지닌 polyethylene이나 polypropylene film 등의 적절한 포장재를 이용하여 CA저장의 효과를 얻는 방법
효과	1) 호흡의 억제 2) 에틸렌 생성 및 작용 억제 3) 유기산의 감소, 과육의 연화, 엽록소의 분해 등과 같은 과실의 숙성과 노화현상 지연 4) 미생물의 성장과 번식이 억제	 <p>MA PALLET별 CA/DCA SYSTEM</p>
단점	1) 초기 설비 투자 비용이 높음 2) 전문적인 관리가 필요	
보완	1) 플라스틱 필름 등으로 상품을 포장하는 MA 저장법으로 대체	
유형	1) 급속CA (rapid CA) 질소발생기를 이용하여 24시간 이내에 원하는 산소 농도로 조절하는 방식 2) 초저산소CA (ULO-CA) 산소농도를 한계농도인 1%까지 낮추어 저장하는 방식 3) 저에틸렌CA (low ethylene CA) 에틸렌 제거장치 (분해기, 흡착기)를 이용하여 에틸렌 농도는 낮추는 방식 4) 밀폐식 (static CA) CA조성 후 이산화탄소, 에틸렌 농도가 높아질 때 강제적으로 공기를 빼내서 제거하는 방식 5) 배출식 (purge CA) 이산화탄소, 에틸렌 농도가 높아지면 질소발생기로 질소를 발생시켜 가스를 배출구로 배출하는 방식	1) 수동적 MA저장 1. 작물의 호흡에 의한 산소 소비와 이산화탄소의 방출로 포장 내에 적절한 대기가 조성되도록 하는 저장방법 2. 이때 포장에 사용된 필름은 가스확산을 막을 수 있는 적절한 투과성을 지니고 있어야 한다. 2) 능동적 MA저장 1. 수동적 MA방식으로는 포장 내의 기체조성을 조절하는 데 한계가 있으므로 이러한 단점을 극복하기 위하여 포장 내부의 공기조성을 원하는 농도의 가스로 채워주는 방법 2. 능동적 MA저장에 사용되는 필름은 표면에 계면활성제를 처리하여 결로현상을 방지하는 방담필름과 항균물질을 첨가한 항균필름 등이 사용된다.

MAP (Modified Atmosphere Packaging) 정의

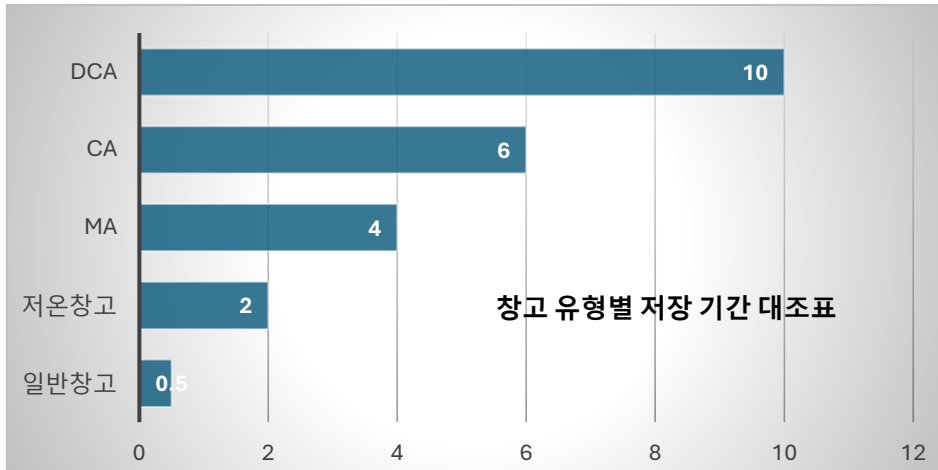
- 1 고분자 필름으로 호흡하는 작물을 밀봉함으로써 포장 내 산소와 이산화탄소의 농도를 바꾸는 기술
- 2 낮은 산소와 높은 이산화탄소 농도는 포장된 작물의 대사과정에 영향을 주거나 부패를 야기하는 유기체의 활성을 억제함으로써 저장수명을 연장한다.

CA 저장 vs MA 저장 비교 2/2

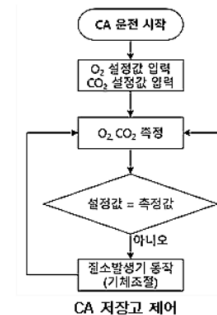
	CA저장 (Controlled Atmosphere Storage)	MA 저장 (Modified Atmosphere Packaging Storage)												
특징	<ul style="list-style-type: none">- 저장고 내 대기의 조성을 인위적으로 조정하여 대기와 다른 공기 조성을 가진 상태에서 저장하는 것- 성공적인 CA 저장고 운영을 위해서는 정확한 온도관리, 가스농도 유지 및 제어가 필수- 이중벽을 통한 저장고의 밀폐 중요- CA 저장의 효과를 높이기 위해 에틸렌 제어 필수(흡착식, 자외선 파괴식, 촉매분해식)	<ul style="list-style-type: none">- 원예생산물을 내포장하여 신선도를 유지하는 기술- 산소소비와 이산화탄소를 방출시켜 포장내에 적절한 대기가 조성되도록 하는 저장법- 포장필름의 가스차단성, 생산물의 호흡에 의해 포장 내부의 산소농도 저하, 이산화탄소 농도 증가로 품질 변화 억제												
효과	<ul style="list-style-type: none">- 호흡, 에틸렌 발생, 연화, 성분변화와 같은 생화학적, 생리적 변화에 의한 작물 노화 지연- 에틸렌 작용에 대한 작물의 민감도 감소- 작물에 따라 저온장해(바나나)와 같은 생리적 장해 개선- 곰팡이(호기성) 발생률 감소	 <div>MA PALLET별 CA/DCA SYSTEM</div>												
단점	<ul style="list-style-type: none">- 시설비 및 유지비가 높음- 공기조성이 부적절한 경우 장해 발생(작물마다 최적의 공기 조성 비율 다름)- 저장고를 자주 열 수 없어 저장물의 상태 파악 어려움- 작업자의 안전관리 유의 필요- 저장고 내외의 기압이 불균형하므로 이중벽 설치 필요출처													
설비구성	<ul style="list-style-type: none">- 압력유지장치: 내부압력 조절- 이산화탄소 흡착기: 과일, 채소로부터 발생된 이산화탄소 필터로 제거- 질소발생기: 산소를 제거하고 순도 높은 질소가스 주입- 제어장치: 저장고 내의 산소, 이산화탄소 농도를 측정해 제어- 에틸렌흡착기: 에틸렌가스(식물 숙성 호르몬) 제거													
특성		<ul style="list-style-type: none">- MA 포장내의 적정 산소와 이산화탄소 농도 유지를 위해 생산물에 따라 필름의 종류, 두께, 포장물량, 보관 및 유통온도 고려 필름의- 이산화탄소 투과성이 산소투과성보다 3~5배 높아야 함- 증산 작용 때문에 필름에 투습도 필요- 필름의 인장강도 및 내열강도 필요- 접착작업 등 상업적 취급, 인쇄 용이 필요- 포장 내 유해물질 없어야 함												
기타	<div># 대기성분과 CA저장고의 가스 농도 비교</div> <table><thead><tr><th></th><th>질소</th><th>산소</th><th>이산화탄소</th></tr></thead><tbody><tr><td>일반대기</td><td>78%</td><td>21%</td><td>0.03%</td></tr><tr><td>CA저장고</td><td>90~96%</td><td>2~5%</td><td>2~5%</td></tr></tbody></table>		질소	산소	이산화탄소	일반대기	78%	21%	0.03%	CA저장고	90~96%	2~5%	2~5%	<ul style="list-style-type: none">- 폴리에틸렌(PE): 가스 투과도가 높아 채소, 과일의 포장에 주로 활용(가장 많이 사용)- 폴리프로필렌(PP): 방습성, 내열성, 내한성, 내약품성, 광택 및 투명도가 높아 채소류의 수축 포장에 활용- 폴리비닐클로라이드(PVC): 채소류와 과일 및 식품포장에 활용- 최신기술로 PE 필름(50μm)활용, 30mm 홀 가공, 적정습도를 유지하며 응축수가 생기지 않도록 제작- MA 펠릿날개포장 로봇팔 자동포장기계 개발(포장시간 1분내)
	질소	산소	이산화탄소											
일반대기	78%	21%	0.03%											
CA저장고	90~96%	2~5%	2~5%											

CA 저장 vs DCA 저장 비교

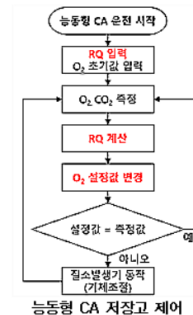
	CA저장 (Controlled Atmosphere Storage)	DCA저장 (Dynamic Controlled Atmosphere Storage)
정의	- 저장 전체 기간 동안 대기(O ₂ , CO ₂ , 온습도)를 일정 수준으로 제어하고 유지하는 방법입니다.	- 농산물의 필요에 따라 실시간으로 대기(산소, 이산화탄소, 온습도, 질소, 에틸렌)를 동적으로 조정하는 방법입니다.
대기 제어	- 산소(O ₂), 이산화탄소(CO ₂), 습도의 고정된 수치	- 실시간 측정을 기반으로 대기(산소, 이산화탄소, 온습도, 질소, 에틸렌)를 지속적으로 조정합니다.
유연성	- 조건이 지속적으로 설정되고 유지되므로 유연성이 떨어집니다.	- 변화하는 보관 조건에 보다 유연하고 신속하게 대응할 수 있습니다.
보관기간	- 안정적인 조건으로 인해 중장기 보관에 적합합니다.	- 실시간 조정이 가능하므로 초장기 보관에 더 적합합니다.
에너지 소비	- 일반적으로 조건이 장기간 고정되어 있기 때문에 에너지 집약도가 더 큼니다.	- 실시간 요구 사항에 따른 조정을 통해 잠재적으로 에너지 효율성이 향상될 수 있습니다.
제품보존	- 최적의 조건을 유지함으로써 호흡, 숙성, 부패를 늦추는 데 도움이 됩니다.	- 필요에 따라 조건을 조절하여 호흡, 숙성, 부패를 늦추며 신선도를 유지하고 부패를 방지할 수 있습니다.
기술 요구사항	- 비교적 간단한 기술이지만 정밀한 모니터링 장비가 필요합니다.	- 센서와 자동화를 활용한 더욱 발전된 기술로 매개변수를 동적으로 조정합니다.
애플리케이션	- 일반적으로 과일, 채소 및 기타 농산물을 중장기 보관하는 데 사용됩니다.	- 일반적으로 보존 요구 사항이 다양하거나 빈번한 모니터링이 필요한 까다로운 농산물에 적합합니다.
비용	- 대량 보관 시 장기적 비용 효율성이 높습니다.	- 고급 장비 및 첨단기술로 인해 초기 비용이 더 많이 듭니다.
제품에 대한 적응성	- 동일한 보관 시설 내에서 다양한 농산물에 대한 적응성이 떨어집니다.	- 동일한 보관 시설 내에서 다양한 농산물과 각기 다른 보존 요건에 더 잘 적응합니다.



** 상기 도표는 월동배추에 대한 저장기간입니다.

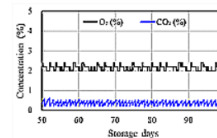


CA 저장고 제어

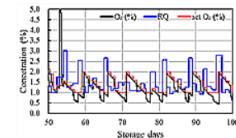


능동형 CA 저장고 제어

○ CA 저장 및 능동형 CA저장 기체 농도 제어 결과



CA 저장 기체농도 제어



능동형 CA 호흡률 변화에 따른 기체농도 제어

★장기저장을 위한 약품처리 및 그외 방법

약품 또는 처리방법	시장평가
미산성차아염소산수	<p>락스 희석액과 유사하지만, 락스의 염기성에서 오는 세정력과 표백 기능이 없어 주로 살균 용도로 사용됩니다.</p> <p>•농도 논란: 식약청은 10ppm 미만을 허용 기준으로 하지만, 효과적인 살균을 위해서는 10ppm 이상이 사용중이며, 이로써 사용처 직원들의 내부 고발과 함께 지속적인 논란이 이어지고 있습니다.</p> <p>•정부 규제: 식약처는 "인체에 해가 없음"이라는 표현이 적절하지 않다고 보고 있으며, 정부는 살균제 관련 표현을 법적으로 규제하고 있습니다. 그러나 식약청의 자발적 신고 방식과 느슨한 관리감독으로 끊임없는 논란이 발생하고 있습니다.</p> <p>•소비자 우려: 소비자들의 알 권리가 충분히 보장되지 않는다는 비판이 존재합니다.</p> <p>•사용 현황: 공기를 제어하는 DCA/CA 방식은 초기투자 비용이 커서 저렴하며 주변에서 쉽게 사용할 수 있는 방법으로 저장창고에서 현재까지 널리 사용되고 있습니다.</p> <p>이런 논란 속에서도 여전히 널리 활용되고 있는 만큼, 더욱 철저한 관리와 명확한 기준이 필요할 것 같습니다.</p>
오존UV 플라즈마	<p>산소 분해를 통한 오존 발생으로 살균 효과를 제공합니다.</p> <p>•장점: 에틸렌 제거 및 미생물 살균 효과가 뛰어납니다.</p> <p>•단점: 비린내가 남으며, 오존의 적정 농도 유지가 어렵고 발생 장치의 빠른 부식으로 인해 효과 검증이 필요합니다.</p> <p>•허용 기준과 실사용 농도 차이: 허용 기준 농도는 0.12ppm 이하이지만, 농산물 저장을 위해서는 1ppm 이상의 오존이 필요하다는 주장이 있습니다.</p> <p>•오존 잔류 처리 문제: 현재 은나노 및 활성탄 제거 장치 외에는 적절한 처리 기술이 없어 관리 비용이 높습니다. 또한, 오존 잔류량 측정 장치의 정확도가 일정하지 않아 창고 노동자들의 건강에 미치는 영향에 대한 논란이 지속되고 있습니다.</p> <p>결론적으로, 살균 효과가 뛰어나지만 유지 관리와 인체 유해성에 대한 논란이 있는 만큼, 보다 정밀한 측정과 효과적인 잔류 처리 기술의 개발이 필요할 것으로 보입니다.</p>
1-MCP	<p>농약으로 분류되지만, 미량 분사 시 인체에 무해하다고 평가되어 현재 사과 저장창고의 99%에서 사용 중입니다.</p> <p>사용 현황: 사과의 숙성을 막아 저장 기간을 연장하는 효과가 있으며, 대규모 저장창고에서 널리 활용되고 있습니다.</p> <p>법적 논란: 롬앤하스(스마트프레쉬)로부터 농약관리법 위반 혐의로 에코플랜츠(이프레쉬) 국내 업체가 형사 고발된 상태입니다.</p> <p>품질 영향: 1-MCP는 에틸렌 생성을 억제하여 숙성을 막지만, 그로 인해 사과의 향이 줄어들어 맛이 떨어질 수 있다는 평가가 있습니다.</p> <p>현재 논란과 법적 이슈가 있는 만큼, 관련 규제 및 소비자 인식이 더욱 명확해질 필요가 있어 보입니다.</p>

■'이프레쉬'와 '스마트프레쉬' 비교

구분	'이프레쉬'	'스마트프레쉬'
제조사	에코플랜츠 (국내 벤처기업)	롬앤하스 (다국적기업)
형태	1-MCP 발생장치	1-MCP 성분 함유
가격 (14.3㎡당)	12만원	15만원
매출액 (2008년)	3억원대	20억여원
출시연도	2008년	2005년
취급방식	일반 농지재	농약

CaF는 화학물질을 사용하지 않고도 시장에 고품질의 과일과 채소를 제공합니다.



CaF
Cold & Fresh

★ Controlled Atmosphere ★



★ Modified Atmosphere ★



★ Hybrid Controlled Atmosphere ★



**Modified
Atmosphere
+ Controlled
Atmosphere**

