

# 식품산업에 있어서 공기청정

김 병 삼

한국식품개발연구원 저장유통팀  
선 임 연 구 원

## 1. 서언

21세기는 정보, 생물공학과 함께 환경문제가 인류사회의 주요 관심분야로 떠오르고 있다. 식품산업에 있어서는 과거의 양(quantity)위주의 식문화에서 질(quality), 나아가서는 건강과 안전성을 추구하는 형태로 바뀌어가고 있으며 사람들의 생활수준이 향상될수록 이러한 경향은 거스를 수 없는 흐름인 것이다. 재래식의 식품 가공 형태는 점차 사라지고 공장 규모 즉 KS나 ISO, HACCP등 엄격한 품질관리 기준에 의하여 제조 관리되는 환경하에서 생산되는 대규모의 식품산업형태로 바뀌고 있다. 안전성문제로 모 음료회사가 하루아침에 지난날의 영광을 저버리고 시장 경쟁에서 어려움을 겪었던 예를 국내에서도 볼 수 있었으며 유통과정중 변패나 식중독 사고에 의하여 회사의 이미지가 일시에 추락하는 사례가 허다하다. 요즘들어 식품회사들이 리콜제도를 확대하고 심지어는 1차산물인 원료 농산물에 대해서까지도 소비자 리콜이 실시되고 있는 실정이다.

식품산업은 타산업에 비하여 대체로 영세한 산업이다. 일부 제과나 음료회사를 제외하면 종업원수나 생산규모가 중소기업 규모를 면치 못하고 있는 형편이다. 제조 공정중의 2차 오염에 의한 미생물학적 변패가 유통 기한을 단축시키기도 하고 반품을 유발하기도 한다. 그러나 한편으로는 식품은 우리의 생명을 키우는 가장 기본적인 것으로서 다른 어떠한 산업보다도 청정한 공정하에서 제조되어야함은 말할 필요도 없다. 선진외국의 경우는 1차 농산물까지도 콜드체인시스템이 적용되어 수확 후 소비자 손에 들어가기까지 전 과정이 저온하에서 이루어지고 있다. 우리나라의 경우도 최근에는 냉동식품을 비롯하여 수산물과 축산물의 경우는 저온유통시스템이 체계화되어가고 있으나 농산물의 경우는 비로소 작년부터 정부의 정책사업으로서 기반을 구축하여가고 있는 실정이다. 국민들이나 제조업자의 관심이 안전성에 대하여 증가할수록 이러한 경향은 증가할 것이며 더 나아가면 온도관리 뿐만아니라 미생물학적 오염을 비롯한 제조과정중의 환경관리에 신경

을 기술훈 것으로 보인다.

2차오염에 대한 예방책으로서 최근들어서는 바이오클린룸의 활용을 비롯하여 무균포장, 광촉매, 오존, 자외선 등의 여러가지 물리화학적 방법이 이용되고 있다. 최근들어 모 식품회사에서 판매되고 있는 무균포장밥은 제조공정 환경의 무균관리에 의해 생산되는 제품으로 식품산업의 대표적인 청정기술 적용 사례이다. 여기에서는 식품 산업과 관련한 오염과 관리 형태 그리고 이를 해결하기 위한 청정기술의 적용 예를 소개하기로 한다.

## 2. 식품산업에 있어서 오염과 관리

### 2.1 식품제조 공정에서의 오염

식품 제조, 유통 공정에 있어서의 오염물질은 표 1에서와 같이 분류할 수 있지만 오염 경로를 크게 미생물이 포함된 공기에 의한 내부오염과 오염부분이 직접 접촉되어 생기는 외부오염으로 나눌 수도 있다(표2). 특히 식품 공장에서의 공기 오염의 문제는 상당히 심각하다. 이들 오염 및 유해 물질로는 미소입자(부유분진), 미생물, 가스 등 이들에 의한 식품처리중의 오염이 우려된다. 또한 식품은 다른 공산품에 비하여 비교적 값이 싸므로, 원가 절감과 가공업자, 유통업자 및 소비자의 인식 부족 때문에 무균화 기술에 의한 위생 처리가 소홀히 되어온 감이 없지 않다. 이러한 가공 및 유통과정에서 높은 수준의 품질과 위생을 유지하기 위해서는 미생물을 비롯한 먼지, 불순물 등을 근원적으로 제어할 청정기술과 설비 및 관리가 필수적으로 요구된다.

표 1. 오염물질의 종류

분 류	오염물질의 종류
미생물	연화되어 썩은것, 곰팡이가 자라는 것, 효모, 미생물 부산물에 의한 색, 냄새, 독소 등
식 물	잎, 줄기, 씨(종자), 표피, 껍질, 로프(실, 끈), 고무 등
동 물	털, 뼈, 피, 곤충, 곤충알, 새끼 등
화합물	비료, 살충제, 농약(동·식물에 축적되어 있는 것이 문제), 호르몬제, 항생제 등
광물질	흙, 엔진오일(윤활유), 바퀴 돌아갈 때 끈끈한 윤활제, 돌, 모래, 기름, 금속 등

표 2. 식품 제조, 유통 공정의 오염경로

내부오염(공기오염)	외부오염(접촉오염)
○외기의 침입누설 ○냉난방기의 공기오염 ○제조작업 공정의 공기오염 ○냉각포장 공정중의 공기오염 ○운반판매중 오염	○포장자재 오염 ○제조기계, 기구 오염 ○작업원에 의한 오염

식품의 원재료인 농, 수, 축산물의 경우 전술한 바와 같이 가공전의 1차오염과 가공, 유통과정중의 2차오염으로 분류할 수 있는데 여기서는 주로 2차 오염에 대하여 논하고자 한다. 식품 제조 공정상의 미생물의 주요 오염 경로는 아래와 같이 열거할 수 있다.

- (1) 기계기구의 구조가 불합리하거나 청소가 부적절한 것
- (2) 제조 공정중 가열 건조 냉각등 공기에 노출되어 오염되는 경우
- (3) 공정중 또는 포장 운반중 오염
- (4) 포장용기 자재 마개 등 외부 반입 자재의 불결 오염
- (5) 충전작업 중 공기 흡입 또는 작업원의

손이나 신체

(6) 작업원의 작업방법, 복장, 개인위생 호흡

(7) 제조장의 환경 관련 간접적인 원인

가. 외부공기의 혼탁 비산

나. 환기구 흡기구 또는 후드(hood)의 오염

다. 공조기의 성능

라. 천장 벽 바닥재의 재질과 구조

마. 제조장의 배치와 청결 (화장실 생활공간 등)

바. 발전작업 : 모터의 진동 과밀한 작업인원, 기계성능상 열악

사. 공장입지나 계절

아. 용수, 배수, 냉각수, 수증기, 압축공기의 배관재와 수질 등

식품제조 공정중 오염경로의 중요도를 보면 식품과 직접 접촉할 수 있는 기계, 기구, 배관, 작업원의 손, 모발 등이 우선이고 환경적인 것은 간접적이다. 그러나 환경적 열악함은 공중균을 증가시켜 쉽게 확산되기 때문에 간과해서는 안된다.

### 2.2 공중균(air born microorganism)

공중에 부유하는 미생물도 청정실 공학적 견지에서 보면 진애나 분진의 범주에 속하는 것이다. 그러나 미생물이라 하여 특히 Bioclean 개념으로 취급하는 것은 미생물은 미생물 종류에 따라 적절한 환경 조건이 주어지면 일정시간 후에는 기하학적 수치로 증식하여 식품을 변질 변패시키며 간혹 독소를 분비하고 피(Cluster)를 형성하며 병독성이 되고 비산 또는 질환이 전염 확산된다.

공중균을 종류별로 보면 크게 (1) 세균 (2) 진균 (3) 효모로 나눌 수 있다. 청정공학적 견지에서는 그 크기가 일반적으로 0.3~10 $\mu$ m의 크기이며 흔히 표면의 점조성으로 인하여 피(Cluster)를 형성하거나 오염진애나 물방울과 같이 비산하고 있음으로써 이보다 더 큰 입자로도 볼 수 있다. 그러나 진균의 포자는 홀로 비산할 수 있고 세균이나 효모 또는 균사체가 단독 또는 물방울과 같이 비산할 수도 있다. 그 외 입자도가 더 적은 바이러스가 있으나 이는 생세포의 세포에서만 번식하므로 예외로 볼 수 있다.

표 3. 공기 중에 부유하는 세균의 크기

세균종류	크기(mm)	비 고
포도상구균	0.7~1.2 $\phi$	화농균
대장균	0.4~0.7 $\ell$ 1~5 $\ell$	병원균
디프테리아균	0.5~1b 1~6 $\ell$	병원균
결핵균	0.2~0.5b 1.5~4 $\ell$	병원균
효모	1~3b 3~6 $\ell$	비병원균
고초균	1~2b 5~10 $\ell$	비병원균
유산균	0.5~1.0b 1~7 $\ell$	비병원균

b : 폭,  $\ell$  : 길이,  $\phi$ : 직경

부유균, 낙하균 등의 개념은 공중균의 상황이나 농도에 관한 척도이다. 그 외에 표면균이라 하여 기계 인체 등 표면 단위 면적당 세균의 수와 종류를 말할 때도 있다. 청정도와 공중균과의 관계는 일반 청정실의 기준 입자를 0.3 또는 0.5 $\mu$ m로 하고 있으므로 청정실 분진 측정 수치 중에 일부는 공중균일 수 있다. 이들의 상관관계를 입증할 이론적 근거는 없으나 진애 1g 중 세균 약 40,000개, 진균 10,000개 효모 10,000개 내열균 7,000개정도 있다는 실험

적 자료가 있다. 일반적으로 NASA의 실험자료를 많이 원용한다. 여하간 분진 숫자보다는 공

중균 숫자가 적음으로 분진의 제어 즉 청정화로 미생물제어에 그대로 응용할 수 있다.

표 4. KGMP에서 준용하는 청정도와 공중균

청정도등급	Class	환기횟수	관리기준
1A	100	풍속0.3~0.5m/sec 층류	낙하균 1개/시/9cmφ이내
1B	10,000	20회/시 이상	낙하균 5개/시/9cmφ이내 부유균 20개/m <sup>3</sup> 이내
2	100,000	10회/시 이상	낙하균 20개/시/9cmφ이내
3	없음	밀폐구조 환기장치	기준없음 청결유지

### 2.3 식품공장의 위생관리

식품제조 공장의 위생관리는 식품이 우리가 섭취하는 것이라는 인식하에 건강과 직결되는 점을 염두에 두고 실시되어야 하며 그림과 같이 철저한 계획하에 위생관리를 실시한다. 특히, 무균화 포장식품에 있어서는 초기 균수를 가능한 억제시키는 것이 필수적이다. 무균화 포장에서는 포장후의 살균은 실시하지 않으나 제조공정에서 조리를 목적으로 하는 것을 포함하여 어떠한 형태로든 가열을 행한다. 이러한 가열은 세균포자의 살균은 어렵지만 저온 세균

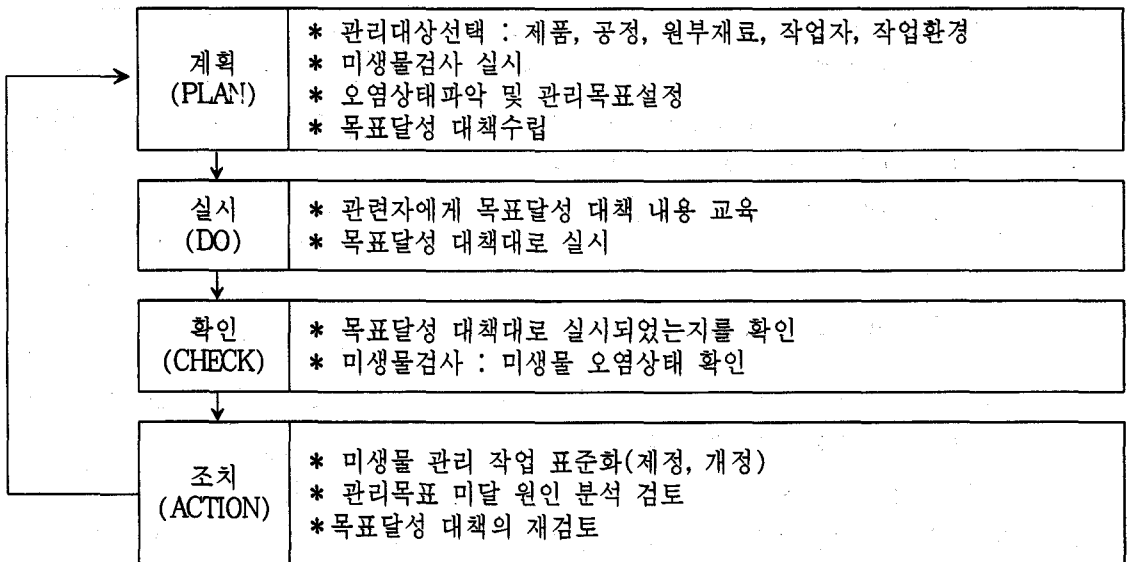


그림 1 식품공장의 미생물 관리요령

을 포함하여 대부분의 내열성 균은 거의 완전히 살균할 수 있다.

가공식품에 있어서는 주원료이외에도 많은

부원료 및 첨가물을 사용하고 있는데 이들은 각양각색의 다른 미생물에 의해 오염되어 있으며 그 오염수준도 상이하다. 천연향신료, 대두

단백, 전분 등의 건조분체는 일반적으로 내열성 아포균의 오염정도가 높다. 특히 어패류, 축산물, 신선농산물등은 2차 오염에 대한 우려가 크므로 주의하여야 한다.

표 5. 아채샐러드용 식자재의 균수 (cfu/g)

품 명	일반세균수	대장균군수
양배추의측첫째장	$1.3 \times 10^4$	$3.9 \times 10^3$
양배추의측둘째장	$3.9 \times 10^3$	$6.3 \times 10$
양배추의측셋째장	$6.0 \times 10^2$	$1.3 \times 10$
중심부	$1.2 \times 10$	0
양배추의측첫째장	$6.9 \times 10^3$	$1.1 \times 10^2$
양배추의측둘째장	$1.4 \times 10^2$	0
양배추의측셋째장	0	0
중심부	0	0

미생물 오염을 방지하기 위해서는 하나의 대책으로서는 불충분하고 많은 대책을 유기적으로 종합하여 동시에 추진하여야 한다.

1) 작업장의 구조

작업장은 통상 오염작업구역과 비오염작업구역으로 나누며 후자는 준 청결작업구역과 청결작업구역으로 나눈다. 무균화 포장에 있어서 청결작업구역은 바이오클린룸으로 설계되어있다. 각 작업구역에 있어서는 상호오염을 방지하는 것이 중요한데 이를 위하여 각 구역은 잘 분리되어 있어야 한다. 각 구역단의 작업원의 이동, 특히 오염작업구역으로부터 비오염작업구역으로의 작업자의 이동은 원칙적으로 금지하는 것이 좋다. 사용하는 기구류도 각 작업구역별로 구분하여 전용하는 것이 좋으며 원료나 반제품등 구역간 이동을 피할 수 없는 경우는 그것을 운반하는 운반차와 작업원의 복장을 세정 살균할 수 있는 시설을 갖추어야 한다. 기타 식품공장의 구조에서 미생물오염 예방을

위하여 중요한 점을 열거하면 다음과 같다.

① 공장내부는 세정하기 쉬운 구조로 하여야 한다.

② 제조 가공설비가 제품과 접촉하는 표면은 매끄러우며 요철이 없고 틈이 없어야 한다.

③ 가스켓, 패키지는 구멍이나 독성이 없고 흡수성이 없는 것으로 사용하여, 제품이나 세정제가 침투되지 않도록 해야 한다.

④ 공장의 바닥면과 배관 탱크의 밑면은 경사지게 하여 액이 고이지 않도록 해야 한다. (바닥의 경사는 1.5/100~1/100 정도가 적당하다.)

⑤ 설비는 간단히 점검하고 분해할 수 있는 구조여야 한다. (분해세정이 어려운 구조일 경우 CIP시설 도입을 검토하는 것이 좋다.)

⑥ 원료나 설비의 세정수는 냉각수와 섞이지 않도록 한다.

⑦ 공장내에 증기가 유출되어 벽이나 천장에서 응축되지 않도록 하고 특히 외벽의 단열이 부족하여 결로가 발생하지 않도록 해야한다. 결로가 생긴 부분은 오랫동안 습기가 있는 상태로 되어 곰팡이가 발생하기 때문에 올바른 단열시공이 필요하다.

⑧ 제품과 직접 닿는 면의 재질은 식품에 대하여 안정해야 하고 세정제 및 살균제에 대한 내부식성이 좋은 것을 선택해야 한다. 일반적으로 제품에 닿는 재질은 스테인레스강이 이용되고 고무, 플라스틱 재료를 사용하는 경우에는 식품위생법에서 정하는 규격에 합격되는 재질을 설정해야 한다.

⑨ 벽은 먼지가 퇴적하지 않도록 수평돌출부위가 없도록 하고 구석은 R지게 하여 청소 및

배수가 용이하게 하여야 한다.

⑩ 배수관은 냄새, 위생해충 등의 이동을 차단 할 수 있도록 금망을 설치하고 특히 트랩을 설치하여 배수관중의 공기가 실내에 들어오지 않도록 해야 한다.

⑪ 기계류를 설치할 시 세정시 작업에 필요한 공간을 확보하여야 한다. (벽과 기계와는 약 1m, 기계 바닥과 작업장 바닥과는 40~60cm 정도의 간격을 두는 것을 원칙으로 한다.)

## 2) 방서 및 방충관리

식품공장의 방서 및 방충대책은 미생물 오염 방지를 위해서도 필요하지만 그 몸체나 배설물이 혼입되는 것을 막기 위해서도 필요하다. 그 대책으로는 공장내외에서의 발생을 막고 생산 공정내에 침입하지 않도록 하는 동시에 일단 침입하면 살충제나 방제기 등을 써서 없애야 한다.

방서 대책으로는 다음과 같은 것이 있다.

### ① 쥐의 침입구 침입로 봉쇄

쥐는 집을 만들거나 먹이를 얻을 목적으로 공장에 침입한다. 침입구는 하수배관이나 문의 틈이다. 침입방지를 위해서는 문의 틈이 8mm 이하가 되도록 하고 하수관 입구는 8mm이하의 금망을 가는 것이 필요하다.

### ② 쥐의 보금자리 제거

쥐는 사람의 눈에 띄는 곳에는 거의 나오지 않는 것이 보통이기 때문에 공장내에 쥐가 없다고 잘못 판단하는 경우가 많다. 사람이 그다지 출입하지 않는 장소가 쥐의 보금자리 대상이 된다. 따라서 먼저 이러한 장소를 정리 정돈하고 구조적으로 틈이나 구멍이 없도록 점검

보수하여야 한다.

### ③ 쥐 먹이가 되는 것을 제거

쥐가 침입하여 보금자리를 만들고 산다는 것은 먹이가 많다는 증거이다. 먹이가 죄는 것은 제거해야 거해야한다. 잔반이나 식품부스러기는 철재의 용기에 넣어 완전히 뚜껑을 한다.

방충방법은 다음과 같다.

① 작업장의 창이 고정창이 아닐 경우는 16메쉬이상의 망을 설치한다.

② 출입문에 합성수지로 만든 말이나 에어커튼을 설치하여 파리, 모기, 하루살이 등의 침입을 줄인다.

③ 작업자 또는 원재료 제품동이 실내외에 반입이나 반출시 벌레의 침입을 막기 위해 2중문으로 하되 자동 또는 반자동으로 하여 항상 밀폐시킨다.

④ 공장의 외부 또는 실내에서는 생산라인에서 멀리 떨어진 장소에 유인물이나 유인물(먹이, 화학물질)을 부착하여 벌레를 유인하고 흡인, 전격, 접촉제 등을 써서 잡는다.

⑤ 원료창고, 제품창고, 포장재창고는 밀폐하여 벌레의 침입을 막는 동시에 정기적으로 방충제나 살충처리를 실시한다.

## 3) 곰팡이 관리

곰팡이포자는 비산성을 갖고 있어 대기중에 자유로이 확산된다. 작업장 한 구석에 곰팡이 집락이 발생한 경우에는 그 사업장의 공간 전체가 곰팡이 포자로 오염되어 있다고 생각해야 한다. 곰팡이의 방제에서 어려운 이유의 하나는 이점에 있다.

식품공장에서 곰팡이의 피해는 식품의 품질을 떨어뜨리고 곰팡이 독을 생성하기도 하고

공장의 바닥이나 천장 등에 오염되어 환경이 불결하게 되는 원인이 되기도 한다. 식품공장에서 곰팡이가 많이 발견되는 곳은 습도가 높고, 건물구조상 통기가 나쁜 장소와 결로가 생긴 부분이다.

4) 작업자 관리

작업자는 식품을 오염시키는 주된 요인중의 하나이며 설비, 시설이 아무리 잘 갖추어진 공장이라 하더라도 작업자의 위생의식이 부족하게 되면 소기의 성과를 거둘 수 없다.

작업자에 의한 유해세균의 식품오염을 2대별하면 첫째, 작업자의 건강상태에 의한 것으로 설사를 하거나 화농성 질환 또는 손에 상처가 있는 사람은 작업에서 배제하여야 하며 식품위생법에서 규정하고 있는 종업원 건강진단을 반드시 받아 전염성 질환이 있는 사람을 제조 식품으로부터 격리하여야 한다.

둘째, 작업자의 관습적 위생관념의 미비를 들 수 있다. 손의 청결 소독, 두발과 몸의 청결, 복장 및 신발의 청결에 대한 주기적인 교육과 올바른 행동수칙을 정하여 실시하여야 하며 식품산업의 특성상 계절적인 요인에 의하여 임시 작업인원의 채용시 상기의 위생수칙에 대

한 교육을 실시하여야 한다.

5) 세정 및 살균의 중요성

무균화 식품의 제조에 있어서 그 제조 환경과 기계기구(원료와 함께 주요한 미생물 오염원이 되고 있다. 기계 기구류로부터의 오염을 방지하기 위한 요점은 어디에 문제가 있는가를 검사하여 그 문제점을 제거하는데 있다. 일반적인 오염원은 액상 및 페이스토상, 등을 파이프 수송을 하는 경우가 많으며 야채 사과의 경우 고형물을 자르거나 블렌딩하는 공정이 있는 경우 컷터나 블랜더로부터 오염되기 쉬우며 과즙액 등의 농축이나 각종 저장탱크도 오염의 가능성이 높다. 또한 벨트 콘베어류도 오염도가 높으며 작업용 테이블은 측면, 이면, 각부에 오염도가 높다. 오염원이 발견되면 이것을 세정, 살균에 의해 제거하여야 한다. 종래의 식품가공기계에 있어서는 구조적으로 오염원이 되기 쉽고, 또한 세정 및 살균이 어려운 것이 많았다. 최근의 것은 많이 개선되었으나 기계를 선정할 때는 주의할 필요가 있다.

다음으로 세정과 살균의 관리로 기본적으로 정기적, 신중히, 확실히 하는 게 필요하다. 따라서 세정살균의 작업기준과 수순을 정할 필요

표 6. 세정, 살균의 수순 및 검사판정기준

세균살균공정	세 정			살균	검사판정기준
	전작업	세제로 세척	후작업		
기본작업  구분	물 또는 온수(20~40℃)로 오염물을 세척하여 제거, 필요시 브러시 사용	전 작업에서 제거하지 못한 것을 세제를 푼 뜨거운 물(50℃)로 브러시를 사용하여 완전히 세척 제거. 기계는 분해가능한 부분은 분해하여 행한다. 기계의 틈등 세척이 어려운 부분에 대하여 심분 주의한다.	물 또는 온수(25~40℃)로 세제액을 완전히 제거한다.	원칙적으로 세척 후 실시한다.	(세정) 육안검사-식품이 접촉하는 장소의 표면, 움푹한 곳에 기름 또는 기타의 오염물이 잔류하고 있지않아야함.

세균살균공정	세 정			살균	검사판정기준
	전작업	세제로 세척	후작업		
1. 식품이 직접 접촉하는 기계설비* 도 구기구** a. 내식성재질 (스텐레스, 플라스틱등) b. 비내식성재질(스텐레스 이외의 금속)	기본조작과 동일상 동	약알칼리 세제사용 이외는 기본조작과 동일상 동		* 150~200ppm(유효 염 소) NaOCl액 10~15분 침적한다. ** 50~100ppm(유효 염 소) NaOCl액 10~15분 침적한다. * 0.5%역성 비누액 또는 에틸알콜 70%를 분문(사용전 물로 세척) ** 0.5% 역성 비누액에 30분 이상 침적 (사용전 물로 세척)	화학검사-육안 검사에 이어 전 분, 지방의 반응 이음성이어야함 (살균) 세균검사 (100cm <sup>2</sup> 당) 세균수:10개이하 대장균군:음성
2. 식품이 직접 접촉하지 않는 기기, 도구, 바닥, 벽 등	상 동	상 동	상 동	50~100ppm(유효 염 소) NaOCl액, 역성비누에 30 분이상 침적(사용전 물로 세척)	(세정) 육안검사-상동
3. 벽, 천장, 창	물세척이 가능한 장소는 물로 세척	중성세제를 문힌 헝겊으로 닦은 후 물로 세척			
4. 손 (장갑을 착용한 경우의 세정 포함)	① 비누 또는 중성 세제를 사용하여 물 또는 온수로 충분히 오염물질을 제거 ② 물또는 온수로 비누 및 세제를 제거			① 역성비누액 또는 에틸알콜을 손에 분무하여 10 초이상 방지하여 소독 ② 종이타올로 닦은 후 온풍에 건조	(살균) 세균검사-손 바닥 및 손가락 전면을 닦아서 취한다. 생균수:50이하 대장균군:음성
5. 장갑, 앞치마	비누 또는 중성 세제로 충분히 씻은 후 물 또는 온수로 행귀낸다.			50ppm(유효농도)NaOCl액 또는 0.5%역성비누액을 분무 또는 30분 이상 침적	
6. 작업복, 모자	통상의 방법으로 세탁				

가 있으며 그 기준과 수순에 따라 작업을 한 후에는 반드시 효과가 있는지를 검사하여 확인하여야 한다. 그다지 효과가 나타나지 않을 경우 세정살균을 다시 하여야 하거나 방법, 세제, 살균제 등의 종류 농도등을 재검토하여 가장 효과적인 방법을 선택하여야 한다.

세정살균의 작업기준, 수순, 검사판정기준에 대하여 냉장식품공장을 대상으로 하여 작성한 것(표 6)을 참고로 하여 각자의 식품공장에 맞는 기준을 확립할 필요가 있다.

세정,살균에 있어서 주의할 점이 몇 가지 있는데 먼저 그 순서에 있어서는 최초에 세제를



이용하여 오염을 제거하고 이를 행귀낸 후 그 다음으로 살균처리를 행한다. 세정에 사용하는 물의 온도는 위험하지 않은 범위내에서 높을수록 살균력이 우수하다. 기계세정의 경우 60~75℃가 적당하다.

살균제를 사용할 때는 오염을 완전히 제거한 후에 사용하는 것이 원칙이다. 식품등의 유기물은 살균제를 불활성화하여 효력을 저하시킨다. 적절한 유효농도 이외에서의 사용도 대단히 중요하다. 유효농도 이외에서는 효과를 기대하기 어려우며 또한 유효농도 이외에 장기간 사용을 계속하면 내성균의 출현이 문제된다. 일부 식품공장에서는 살균제 사용 대신 스팀을 사용하는 경우도 있는데 스팀은 세정에는 유효하나 살균효과는 기대하기 어렵다. 특히 금속 표면은 스팀의 접촉시간이 짧으면 온도가 저하되어 살균은 불가능하게 된다. 세균의 1회 세포 분열에 요하는 시간이 30분일 경우로 비교할 때 세정살균을 행하지 않으면 균수가 50에서 출발하여 8시간후에는 약 330만이 된다. 이것에 비하여 균수가 50으로부터 출발하여 매 2시간마다 세정, 살균을 행하여 그것에 의해 각 회 90%의 균을 제거할 경우는 8시간후의 균수는 328로 억제된다. 이것을 볼 때 기계기구의

세정, 살균이 상당히 중요한 것을 이해할 수 있다.

## 2.4 식품산업의 GMP

### 1) 식품공장의 GMP도입

GMP(Good Manufacturing Practice)란 품질이 보증된 우수의약품을 제조하기 위한 기준으로서 제조소의 구조, 설비뿐만 아니라 원료의 구입 및 제조, 포장, 출하의 전 공정에 걸쳐 제조와 품질의 관리에 관한 조직적이고 체계적인 규정을 말한다. GMP 내용은 인위적인 실수방지, 의약품에 대한 오염 및 품질변화 방지, 품질보증 시스템으로 분류된다.

각국에서 GMP도입은 먼저 의약품 제조에 적용되었으며, 이어서 비슷한 내용이 식품제조에 적용되었다. 그 내용은 다음과 같다.

1962년 FAO와 WHO의 합동 식품 규격위원회가 발족이 되었으며, 식육 및 육가공품, 어패류 및 어패류 통조림 등 심의를 위한 규격 중 「Hygienic Code of Practice(식품의 위생적 취급규범)」이 포함되었다.

#### ○ 미국

1963년 「의약품 제조에 관한 GMP」가 제정 공포되었으며, 1969년 FDA의 「식품에 대한

표 7. NASA의 청정도 Class별 생물입자량 기준 (NHB 5340.2, 1967)

공기청정도 Class	생물입자 최대수 (개/ft <sup>3</sup> )	낙하하는 생물입자 수(개/ft <sup>2</sup> ·week)
100	0.1	1,200
10,000	0.5	6,000
100,000	2.5	30,000

GMP규제」공포, 1973년에는「저산성 식품 통조림에 대한 GMP」가 시행되었다.

특히 미연방규정집 제 21GMP가 적용된 것을

보면 다음과 같다.

“식품이 안전하고 위생적인 조건하에서 제조, 포장, 저장되었는가를 확인하기 위하여 식

품의 제조, 가공, 포장, 혹은 보관시 사용된 기구, 방법, 업무 및 관리가 적정제조관리 수칙에 따랐는가, 혹은 작동되었는가, 그리고 운영되었는가를 결정하는데 적용한다.”

미국 NASA의 청정도 Class별 생물입자량 기준은 표 7, FDA, WHO, NASA의 공기중 부유균농도를 비교 설명한 것은 표 8와 같다.

표 8. 균농도의 비교

공기 청정도 Class	FDA	NASA	WHO
	개/m <sup>3</sup> (개/ft <sup>3</sup> )	개/m <sup>3</sup> (개/ft <sup>3</sup> )	개/m <sup>3</sup> 100
100	—	—	1>
100	3.5 (0.1)	3.5 (0.1)	5
10,000	—	1.8 (0.5)	100
100,000	88 (2.5)	88 (2.5)	500

표 9. KGMP에서의 클린룸 등급

청정도 등급	해당작업실	구조조건	관리기준
I	무균조작을 요하는 제제의 원료 청량, 조제, 충전	① 클린부스, 클린벤치 또는 층류 클린룸 ② HEPA 필터, 풍속 0.3~0.5m/sec ③ 수직 또는 수평류 온습도 조절	① 낙하균 최대치 1개/시/9cm ϕ 이내 또는 부유미생물 최대치 1개/m <sup>3</sup> 이내 ② 입자수 : 클래스 100기준 ③ 1B 내에 설치 ④ 무균복장
II	작업관기구역(주사제, 점안제, 안연고제 등)	① 난류형 클린룸 환기횟수 20회/시 이상 ② 필터 : Pre + Med ③ 양압, 온습도 조절 ④ 전용의 갱의실 및 준비실 Pass Box	① 낙하균 5개/시/9cm ϕ 또는 부유미생물 최대치 20개/m <sup>3</sup> ② 입자수 : 클래스 10,000 ③ 탈의, 수세, 갱의, 무균복장 ④ 각종 자재 및 원료의 외부 살균 반입
III	중앙청량실 비무균 제제의 조제, 충전, 무균실의 전실(탈의실, 준비실, Pass Box내)	① 난류형 클린룸 환기횟수 20회/시 이상 ② 필터 : Pre + Med ③ 온습도 조절 ④ 액제, 연고제 : 양압 내용고형제 : 주변양압	① 낙하균 20개/시/9 ϕ 또는 부유미생물 최대치 200개/m <sup>3</sup> ② 입자수 : 클래스 100,000 ③ 갱의, 수세, 마스크
IV	I II 이외의 작업실, 보관소, 시험실	① 환기 ② 필터 : Pre	① 갱의, 수세 ② 원부자재 외부청소

○ 한국

보건사회부가 1977년 3월 15일 「우수의약품 제조관리 기준」(KGMP, Good Manufacturing Practice in Korea) 제정, 보건사회부(예규 373호) 공포 후 여러차례 개정하였으며, 고품질의 신뢰성에 따른 국제경쟁력의 강화를 위해 1992

년 KGMP 기준 적격업소 지정신청이 되었다. 우수의약품 제조관리기준의 KGMP 클린룸 등급은 표 9와 같다.

식품공업에서 GMP의 포인트는 WHO에서 권장한 의약품 GMP를 그대로 적용시켜서 관리해야 한다.

즉, ① 확인(Identification) ② 오염방지(Contamination Prevention) ③ 2중 점검(Double Check) ④ 표시의 관리(label Control) ⑤ 증거 보존(Evidence Preservation)의 5가지 점에 기초를 두고 있으며, 일본의 경우는 제조관리, 품질관리, 구조설비 및 고정처리의 4가지에 기초를 두고 있다.

확인(Identification)은 원재료에서 제조공정을 거쳐 최종 제품에 이르기까지의 안전성(특히 미생물학적)에 대한 것이다.

오염방지는 원재료의 유해 중금속이나 잔류 농약등의 오염에서 제조과정중의 이물질의 혼입, 식중독균이나 부패 세균의 부착 방지, 기계, 기구의 세정, 청소 등을 포함한다.

2중 점검은 인간의 과오에 의한 오염을 막기 위한 것이며, 식품공장의 위생관리에서 빼놓을 수 없는 것이다.

기록의 보존은, 원재료의 선별에서 중요 공정의 관리 상황이나 제품검사 등에 대한 기록의 보존과 함께, 이들 관리의 세밀한 계획과 실시상황, 결함, 사고 등의 발생과 대처방법등을 포함시킨다.

일반적으로 식품공업에서의 무균화 방법에는 약품분무, 살균, 고온살균, Air Filter방법 등이 있다.

약품 분무법은 일반적으로 유독하다. 일부 식품에서 포장 전에 약액을 분무하거나, 침투시키는 방법을 행하고 있으나, 식품 공해의 면에서 금지될 가능성이 많다.

살균에 의한 방법은 일반적으로 널리 이용되고 있으나, 살균력이 낮고, 조사강도, 시간에 문제가 있어 불완전하다.

고온 살균법은 증기를 사용하는 방법으로, 비교적 원시적이며, 옛날부터 가스, 방사선에 의한 방법은 식품에 흡수될 위험이 있어 바람직하지 않다.

이상으로 볼 때, Air Filter를 사용하여 완전 무균의 공기중에서 작업하는 것이 설비비도 싸고 안전하며 식품 공해 면에서 생각하더라도 우수한 방법이 될 것이다. 따라서 식품공업에서 Bio Clean Room은 GMP를 위해서 매우 중요하다.

## 2) GMP를 위한 CIP세정과 소독

위생적이고 질이 좋은 식품을 생산하기 위해서는 원료의 정선은 물론, 식품을 양질로 가공하기 위한 식품가공기계 선택, 기계 설치와 생산과정 및 정리 작업에서 위생적인 관리가 반드시 필요하다. 식품가공 기계 장치의 위생관리는 크게 세정(Cleaning), 살균(Disinfection), 행굼(Rinsing)의 세 가지 단위 조작으로 구분되며, 세정과 소독 목적으로 최근 CIP(Clean In Place) 장치가 많이 이용되고 있다.

CIP 장치는 자동제어로 극히 단시간에 세정 소독이 가능하게 되어 있다. 이 장치는 노동 집약적인 수동 세정이나 이동 세정 장치에 비해 가격이 싸고 효율적이므로 최근에 식품 공업에 적용 증가 추세에 있다.

## 3) 위해분석, 중요관리점 방식 (HACCP System)

식품공장의 GMP와 병행하여 최근에 미국에서는 새로운 미생물 제어방식으로 위해분석, 중요관리점방식(Hazard Analysis Critical Control Point System, HACCP)이 일부 시행되고 있다. 위해분석(HA)은 어떤 식품의 제조시에

원재료를 중심으로 미생물에 의한 위해나 그 가능성을 검토하여 문제의 미생물을 제거(살균, 제균)하거나 2차 오염의 방지대책을 확립하는 기초자료를 구하고, 식품의 제조공정에서 배제하기 힘든 위해의 가능성이 있으면 허용의 한계를 정하는 것으로 미국과학 아카데미의 미생물 위해 분류(NASA, 1969, PUb. No. 1683)에 기초하여 일반적인 위해 특성에서 그 요인을 다음 3가지로 분류하고 있다.

- ① 제품에 상하기 쉬운 성분을 함유하고 있음
- ② 유해 미생물 살균을 위해 잘 관리된 가열공정이 없음
- ③ 유통중 미생물이 증식하여 건강에 유해한 결과를 초래할 우려가 있음

중요 관리점(CCP)은 식품의 제조 공정에 있어 미생물의 오염 가능 장소에서 다음 사항을 포함하여 제조 표준서를 작성하여 관리하게 된다.

- ① 시설, 설비의 위생유지
- ② 기계, 기구의 위생
- ③ 종업원의 개인 위생
- ④ 일상의 미생물 관리 체제
- ⑤ 미생물의 증식과 온도관리

### 3. 식품산업에서의 청정기술의 적용

#### 3.1 바이오클린룸(Bio clean room)

바이오클린룸이란 미생물을 제어할 수 있는 청정실이다. 입자제어를 통한 미생물 제어임으로 일반 청정실과 원리는 같다. 종류형 또는 난류형 청정실과 클린 Booth 등을 사용한다. 그러나 다음과 같은 특징이 있다.

- (1) 물로 청소가 용이할 것
- (2) 살균 약제에 부식이나 변형되지 않을 것
- (3) 작업중 미생물의 비산이 우려되거나 증기나 식품분진이 발생하여 흡입 배기할 경우 실내압을 음압으로 하고 Air Barrier를 통해 청정 양압이 유입되는 형태가 되어야 한다. 이때 배기 여과장치가 필요하다. 이때 차압은 0.5~3mmH<sub>2</sub>O 정도이나 흔히 1.25mmH<sub>2</sub>O를 많이 쓴다.

#### 1) 청정실 적용공정

식품공업의 제조상 조건에 청결과 위생은 필수적이지만 여기서는 입자 제어를 통한 청정실의 필요공정을 열거코자 한다.

- (1) 충전실 : 무균충전이 필요할 때
- (2) 냉각실 : 외기 냉각을 필요로 할 때 흔히 Fan을 사용하기 때문에 공중균의 오염이 우려된다. 만두, 도시락, 냉동식품, 그레놀당 등 냉각후 포장할 경우
- (3) 제조실 : 최종 열멸균을 하지 않고 제조되는 두부, 어묵 등의 제조공정은 가급적 청정화할 필요가 있다.

표 10. 냉각용 선풍기에 있는 균 (cfu/g)

선풍기 송풍 유무에 따른 차			선풍기 날개에 부착한 균수	
낙하균	방냉소	선풍기송풍	낙하균	균수 (진에 1g중)
세 균	12	179	세 균	43,000
효 모	0	1	효 모	10,500
곰팡이	1	26	곰팡이	16,000
합 계	13	107	합 계	69,500

#### 2) 요구청정도

공중균은 대부분 수적비말이나 진애와 같이 동반비산한다고 여겨지므로 입자는 5 $\mu$ m이상이라고 본다. 그러나 0.3 $\mu$ m 정도의 세균이나 그보다

더 큰 효모 포자의 비산도 충분히 가능함으로 중간 Filter 이후에는 HEPA Filter가 필요하다. 사실상 중간 Filter만으로도 대부분의 공중균을 제거할 수 있다.

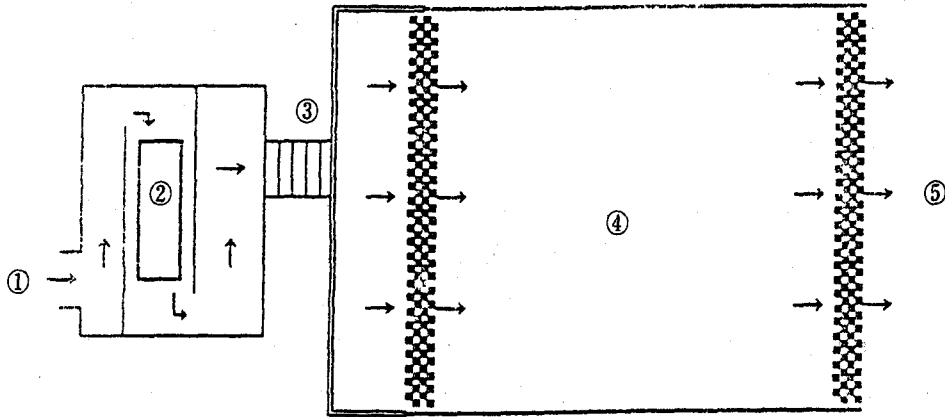
문제는 공중균의 오염이 어느 정도 식품의 보존성에 영향을 주느냐 하는 것이다. 이를 고려할 때 class 100정도의 무균실 보다는 class

10,000정도의 청정실이 보편적이다. 이러한 제균조건보다는 청정실의 운영 관리 즉 청소소독 개인위생 등이 더 중요하다.

3) 청정실의 구조와 재료

(1) 내장재

일반청정실의 내장재 요건에 특히 고려하여야 할 점은



① Air Inlet ② UV-Lamp ③ Fan  
④ Clean Room ⑤ Air Outlet

그림 2 자외선을 이용하는 공기청정 개념도

표 11. 식품 업종별 청정도

업종	내 용		Class
어육가공	어묵	냉각실	1,000
		포장실	10,000
식육가공	햄버거	사입실	10,000
		냉각실	1,000~10,000
		포장실	10,000
과장공장	카스테라	포장실	1,000
	전병	포장실	10,000
음료수공장	생주스	충전	1,000~10,000
	우유	충전	1,000
잼공장	페스트	충전	10,000
떡국수공장	포장	냉각	1,000~10,000
김치류공장	포장	장	10,000~100,000

- 가. 내약품성 : 소독약에 견딜 것
- 나. 방곰팡이성 : 습기에 의해 곰팡이가 번식하지 않을 것
- 다. 내습성 : 습기가 차면 미생물이 번식한다.
- 라. 청소하기 쉬운 것 : 특히 물 청소 한 후에 물방울 등이 남지 않는 구조일 것
- 마. 그 외 : 내마모성 무진성 내구성 기밀성 등은 일반 청정실과 같다.

## (2) 바닥

먼지가 나지 않고 마모성이 적을 것, 내약품성 특히 산, 알칼리에 강할 것, 청소가 용이하고 배수가 잘 될 것, 작업중 물이 있어 미끄럽지 않을 것, 대차나 하중에 파손되지 말 것이다.

가. 물탈에 내수성 도료

- 나. 인조석 테라조 ( 또는 +Epcxy계 도장)
- 다. 합성수지계 씨트(Urethan Epoxy 등)
- 라. 타일 이때에는 특히 하중에 크랙이 가지 말아야 하며 틈새의 sealing이 Epoxy계 수지로 하여 미생물의 번식이 없도록 특히 유념할 것.

## (3) 걸레받이

벽과 바닥의 접촉 부분을 둥글게 하는 것으로

- ① 먼지가 구석에 끼지 않게
- ② 청소하기 쉬우며 청소찌꺼기가 남지 않게 하기 위함이다.

보통 R : 20~40mm 정도로 하는데 바닥재를 내장하여 올릴 경우와 기성품을 쓸 수 있다. 이 때 벽과의 틈이 없게 해야하며 물이 고이지 않게 할 것이다.

## (4) 벽

먼지가 나지 않고 청소하기 쉬우며 소독약에 견딜 것 등의 성질은 바닥과 유사하나 물청소한 후에 물이 남지 않게 창틀, 문틀 등은 경사가 되어 있어야 한다. 되도록 창틀의 폭을 줄이도록 할 것.

흔히 쓰는 재료로는 콘크리트에 도당 하는 경우 Epoxy 또는 Urethane 계 도료, 도장된 알루미늄강재의 파넬(ISOWALL) 그 외 도기 Tile을 사용할 경우 이때는 특히 깨어짐과 틈새의 Sealing이 완벽할 것.

배관이나 기계가 통과할 경우 밀폐가 완전하여야 하며 부득이 한 경우에는 실내압 양압으로 처리하여 외기의 수입이 차단될 것. 특히 Convayor의 통과시 유의할 것이다.

## (5) 천정

재질은 벽과 같은 것이면 가능하다. 일반 청정실과 같은 특성이나 특히 내압의 변동에 충격으로 인한 균열이 가지 않도록 구조적으로 완전할 것이다. 물로 청소할 수 있어야 하며 수증기 발생시 결로 하게 되면 제품에 낙하되지 않도록 구조될 것(경사 또는 HOOD설치 등) 전등이나 환기구 Filter Box등은 안으로 매입되어 청소하기 쉽고 먼지나 물방울이 남지 않을 것 등이다. 벽과의 접촉부위는 바닥과 같이 둥글게 할 것.

## (6) 창문틀 또는 출입문

벽재와 같은 요건이다. 그러나 항시 내면은 벽과 같은 면으로 하며 창틀은 폭이 없거나 있어도 경사가 외어 있어 청소한 후 물기나 먼지가 쌓이지 않게 할 것이다.

배기 담퍼나 그릴 등을 설치할 경우 방서 장치가 되도록 8mm 이내로 하여 쥐의 출입이 없

을 것

(7) Air shower나 Pass box등도 이상에 준함

(8) 배관 전선등

되도록 매립 구조로 할 것이지만 부득이한 경우에는 벽과 천장에 충분한 거리를 두어 청소가 용이하고 보수가 용이하게 할 것임.

특히 Sanitary Piping의 경우 분해 청소를 하여야 함으로 작업실면적이나 벽과의 간격에 유의할 것.

벽이나 천장을 관통한 경우 sealing이 완전

할 것.

(9) 배수구

배수로와 배수구는 항상 물이 고이지 않도록. 충분한 경사가 있어야 하고 찌꺼기 등 청소제거가 용이 할 것. 배수구는 Trap을 설치하여 외기의 역류가 되지 않도록 할 것. 특히 Pump나 멸균이 등 기계 장치의 하부가 청소하기 어려움으로 배수로와 배수구의 설정에 유의할 것이다.

(10) 클린 Booth

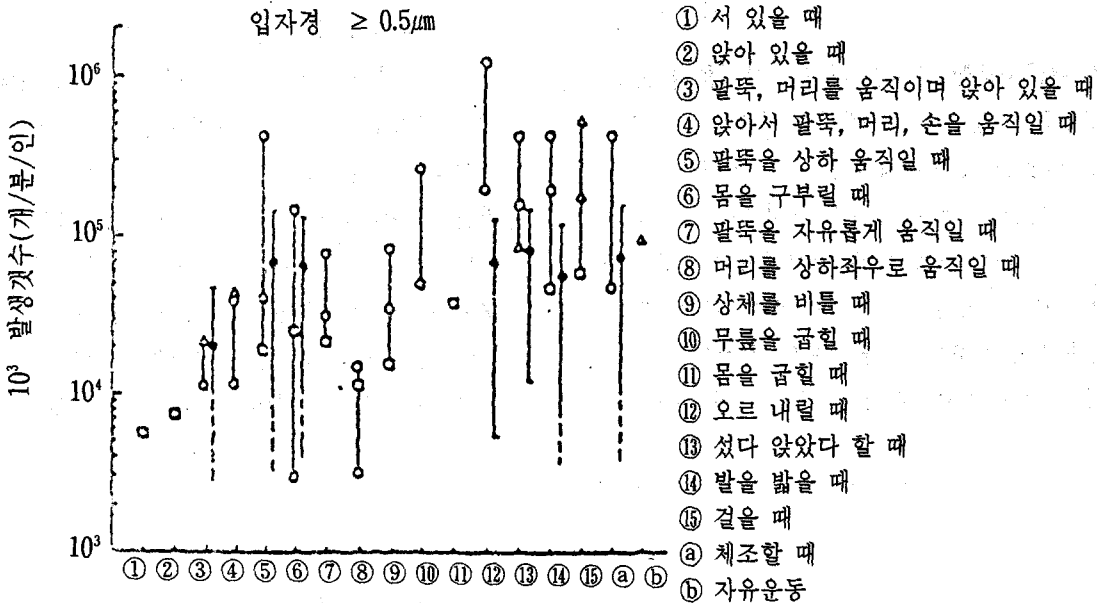


그림 3 인체로부터의 발진량

표 12. 미 항공우주국 NASA의 규격

BCR 급별	입자		생물입자		압력 mmAq	온도 ℃	습도 %	기류 기류속도 기류방식	조도 LUX
	입경 μm	누적입자 개/l	부유량 개/l	침강량 개/m <sup>3</sup> 주					
Class 100	$\geq 0.5$	$\leq 3.5$	0.0035	12,900	1.3이상	지정치	40~45	총류방식 0.45m/s (0.1m/s) 난류방식 ( $\geq 20/H$ )	1,080 ~1,620
Class 10,000	$\geq 0.5$ $\geq 5.0$	$\leq 350$ $\leq 23$	0.0176	64,600					
Class 100,000	$\geq 0.5$ $\geq 5.0$	$\leq 3500$ $\leq 25$	0.0884	323,000					

비닐로 된 클린 Booth의 설치가 가장 경제적 이고 보편적이어서 소개코자 한다. 식품제조 공장을 전면 청정실로 한다는 것은 구조적으로 보나 경제성으로 보나 어려운 점이 많다. 특히 중요한 일부공정. 즉 충전실이나 일부 냉각실 등에 클린 Booth를 설치하는 경우가 많다. 이때에 특히 주의할 것은 공기의 흐름이다. 외부 공기의 유입이 있어서는 안되겠다. 커텐의 길 이가 충분하여 바닥까지 내려오게 하여 내부의 실내압이 유지되도록 할 것이다.

3.2 무균화 포장(aseptic packaging)

1) 무균화포장을 위한 바이오 클린룸의 관리  
 무균화 포장식품은 식품을 살균(가공시 열에 의한 살균을 포함) 세정하여 초기균수를 최소 한 후 이를 무균에 가까운 상태에서 포장하는 것으로 따라서 가공 이후 단계에서의 공중낙하 균에 의한 오염을 예방할 수 있는 클린룸이나 클린부스가 필요하다. 클린룸의 청정도 기준은 항공우주국(NASA)의 규격(표 12)이 널리 채

용되고 있다. 이 경우 클린룸의 급별로서 100, 10,000, 100,000의 3가지로 나뉘어져 있고 이들은 각각 ft<sup>3</sup>내에 0.5 $\mu$ m이상의 미립자 (진애, 미 생물)이 100개, 10,000개 100,000개 이내에 있는 것을 나타내고 있다.

무균화 포장식품의 포장에는 Class 10,000의 바이오 클린룸이 이용되는 경우가 대다수이며, 포장밥과 같은 일부의 무균포장 식품은 Class 100에서도 생산되고 있다. 이 정도 Class에서는 낙하균의 문제가 거의 없으나, 문제는 외부로부터 가져오는 미생물에 있다. 클린룸내에 최대의 오염원으로서의 가능성을 가지고 있는 것은 그 속에서 작업하고 있는 작업자이다. 인체는 분당 10,000개 이상의 미립자를 피부, 모발, 폐로부터 방출한다. 그림 3은 인체로부터의 발진량을 나타내고 있는데 의복이나 신발에도 많은 먼지와 기타의 미립자가 부착되어 있는데 그곳에는 세균도 공존하고 있다. 따라서 클린 룸내에 들어가 작업하는 작업자는 충분한 주의 를 하여 미립자를 부착하고 작업장내에 들어가

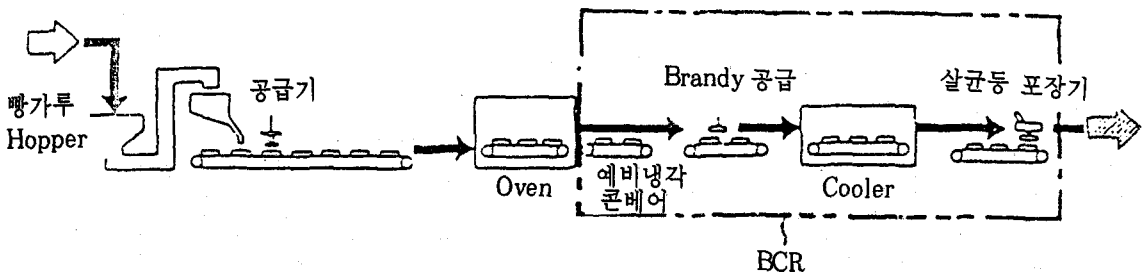


그림 4 카스테라 케익 제조 Process



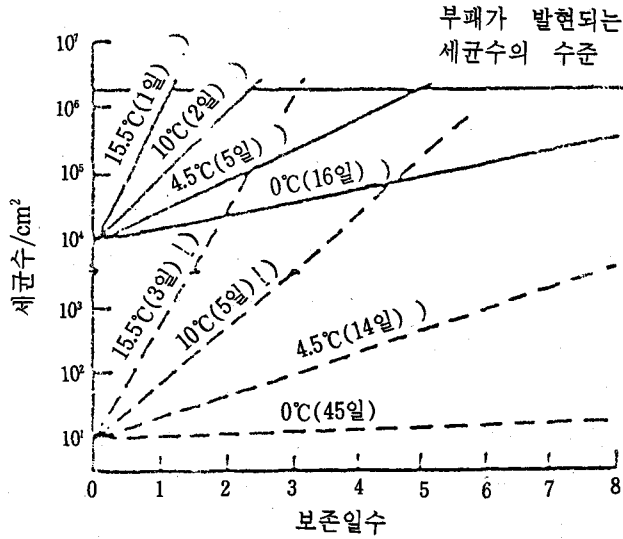


그림 5 프랑크푸르트소세지의 부패(NETO 발생)까지의 일수, 초기세균과 보존온도의 영향

표 13. 무균화 포장한 식육가공품의 균수(입수직후)

품종	배양 온도 (°C)	균수	
		10 <sup>2</sup> 이하의 %	10 <sup>2</sup> 이상의 %
햄(A사)	10	76	27
	35	93	7
소세지(A사)	10	86	14
	35	97	3
햄(B사)	10	100	0
	35	100	0
소세지(B사)	10	100	0
	35	100	0

표 14. 무균화 포장한 식육가공품의 균수 (10°C, 30일후)

시료	배양 온도 (°C)	균수(/g)					
		0	10	10 <sup>2</sup>	10 <sup>3</sup>	10 <sup>4</sup>	10 <sup>5</sup>
햄(A사)	10	48.3	9.6	6.4	3.2	22.5	9.6
	35	45.1	12.9	6.4	6.4	25.8	
소세지(A사)	10	70.9	3.2	3.2	6.4		3.2
	35	70.9	3.2	3.2	6.4		16.1
햄(B사)	10	96	4				16.1
	35	76	24				
소세지(B사)	10	84	8			8	
	35	84	8			8	

주) 균수란은 해당검체의 %를 나타낸 것임

지 않도록 하여야 한다.

그림 4에서는 카스테라 제조공정의 무균화 포장 시스템을 나타내고 있다. 카스테라 제조시는 빵을 굽는 과정에서 살균이 되나 이후 냉각공정부터 포장공정까지를 바이오클린룸내에 설치하여 제품의 2차오염을 차단한다.

## 2) 식품의 초기균수와 보존성

무균화 식품에 있어서 초기균수를 낮게 억제하는 것의 중요성은 이미 서술한 바 있으나 그것은 무엇보다도 보존성에 영향을 미친다. 표 13, 14는 무균화 포장한 식육가공품의 초기균수와 10°C, 30일 보존후의 균수를 측정한 결과가 있는데 이것을 비교해 보면 초기균수가 그 후의 균의 증식에 미치는 영향이 큰 것을 알 수 있다. 입수 직후의 균수를 나타내는 표 13에 있어서는 A, B 양사 모두 제품의 균수는 300이하이나 그 내역은 A제품은 약 85%는 콜로니형이 전혀 없었고(균수 0으로 표시), 나머지 약 15%에는 1~29개의 콜로니가 형성되었다. (10<sup>2</sup>이하의 %로 표시). B사의 제품은 전체가 0이다. 10°C, 30일 보존후의 균수를 나타낸 표 14에 의하면 A사 제품은 최고 10<sup>5</sup>의 것을 포함하여 상당히 증가된 것을 알 수 있으나 B사 제품에서는 이 단계에서도 세균수 0의 것이 80% 이상을 점하고 있으며 10<sup>2</sup>을 넘는 것도 10%가 되지 않는다.

## 3) 클린룸 설비와 관리

일반적으로 클린룸 분야는 반도체 등의 공업용 클린룸과 식품, 의료분야 등과 같이 미생물(균)을 대상으로 한 바이오클린룸으로 나눌 수 있다. 식품공업에서 식품 원료의 처리, 조리, 가공, 저장, 포장 및 유통의 전과정에서 새로운

기술의 연구 개발과 도입이 진행되고 있다. 특히 원료의 조리, 가공, 포장 등의 공정은 기계화에 의해 연속적으로 대량 생산되고 비교적 많은 유통 과정을 거치고 있어 필연적으로 품질과 위생적인 문제를 안고 있어 제어할 클린룸 설비가 필수적이다. 식품 공업의 품질 및 위생(무균화)에는 다음 사항이 요구된다.

- 내용물인 식품의 살균 및 제균 방법 개량
  - 식품 공업
- 포장 재료 개발 - 화학 공업
- 가공, 포장, 환경의 무균화
- 무균성 유지

기계화에 의한 대량 생산과 생산자와 소비자의 인식이 급격히 높아지고 있는 실정이기 때문에 우수 식품 제조(GMP)를 위한 클린룸의 요구는 더욱 커질 것이다. 식품 산업에는 전자정밀 공업에서와 같은 청정도는 요구하지 않으나 원료, 용수, 공기, 용기와 장치, 종업원, 포장, 유통의 모든 단계에서 오염될 가능성이 크므로 특별히 가공의 전 공정과 유통 단계에서 원료와 용수 및 장치, 공장 내부의 살균 등도 중요하다. 식품공장에서 식품의 변질 방지 목적으로 온습도 조건을 결정하는 경우가 많은데, 건성의 곰팡이는 55%RH 이하로 할 필요가 있으며, 온도만을 생각하면 건구 10°C 이하로 할 필요가 있으나 이 조건은 사람의 보건용 공조조건과 큰 차이가 나는 문제점이 있다.

이런 문제점을 해결하기 위해 햄·소세지 공장 등의 포장공정에서는 이런 조건에 가까운 Bio 클린룸화를 하여 효과를 높이고 있는데, 대체로 청정도 10,000 이상(입자직경 0.5 $\mu$ m)이 많으며 기류방식은 순환식을 주로 한다. 그 이

상의 청정도는 층류식(수직, 수평유동)을 이용한다.

- 식품공업에서의 청정도 관리는 다음과 같은 전체적인 관리가 달성되어야 한다.
- 건축구조, 냉장재료, 평면플랜
- 공기조화 설비
- 환기, 배기설비
- 동력전기, 조명, 약전설비
- 방재설비
- 반송설비
- 보수 보전
- 관리(입실관리, 복장관리 등)
- 작업방법

### 3.3 공기살균과 오존처리

#### 1) 공기살균 기술

살균시스템은 미생물과 관련된 것으로 살균제, 살균기술(방법 등), 피살균체와 연관된 요소는 살균효과에 직접적인 영향을 끼친다. 공중 부유 미생물 감소, 작업원과 작업의복처리, 실내 반입물의 청정도를 위해 제균, 멸균은 매우 중요하며 가열, 여과법, 약품, 냉수 및 자외선, 오존, 전기집진기 등이 이용된다.

#### (1) 가열방식

건열 멸균 방식은 건조 공기중에서 가열하는 처리방식으로 가스 또는 전기에 의해서 직접 가열하는 방식과 가열한 공기를 순환시켜서 건조고열상태로 유지시키는 방식이다. 통상 직접 가열시는 다음의 조건에서 실시된다.

- 135℃~145℃ : 3~4시간
- 160℃~170℃ : 1~4시간
- 180℃~200℃ : 0.5~1시간

○ 200℃이상 : 0.5시간 이상

#### (2) 고압증기방식

가장 신뢰성이 있는 방식으로 처리시간이 짧은 장점이 있다. 적당한 온도 및 압력의 포화수증기로 가열해서 멸균하는 방식으로 다음의 조건에서 통상 행해진다.

- 115℃(0.7kg/cm<sup>2</sup>) : 30분
- 121℃(1.0kg/cm<sup>2</sup>) : 20분
- 126℃(1.4kg/cm<sup>2</sup>) : 15분

#### (3) 여과방식

여과장치에 의해 미생물을 제거하는 방식으로, 여과장치로서는 멤브레인(Membrane)필터, 자기필터 등이 사용되고 있다. 이 방식은 실내 유입공기의 멸균 및 가열처리가 불가능한 용액 처리 등에 사용되고 있다.

#### (4) 자외선 방식

254 $\mu$ m 부근파장의 자외선의 멸균작용을 이용

표 15. 균의 멸균에 필요한 자외선량

균 종	균 명	배지상 균의 멸균시 필요한 자외선량( $\mu$ W·min/cm <sup>2</sup> )
곰팡이	녹색포자(치즈류번식)	650
	올리브색포자(사과, 과일)	650
	올리브포자(굴)	2,200
	흑색포자(전식품)	6,600
	황록색포자(곡물)	3,000
	청록색포자(곡물·천초)	2,200
	흑색포자(과물·야채)	5,500
	회색포자(육)	850
백색포자(크림·버터)	250	
효모류	청주효모	326
	맥주효모	314
	생강효모	351
음성균	대장균	90
	티푸스균	74
양성균	백색포도구균	151
	황색포도구균	155
	장구균	248
	결핵균	250

하는 방식으로,  $^{60}\text{Co}$ 로 부터의  $\gamma$ 선 등에 비교하면 투과력이 매우 약하기 때문에 표 8에서 나타난 바와 같이 표면에 부착된 미생물의 멸균 등에 이용되며, 물, 실내공기, 시설표면(천정, 벽)등에 있어서의 멸균에 사용되고 있다.

자의선 조사는 식품의 위생적 품질보장, 오염수준의 감소, 품질개선 효과를 볼 수 있으며 처리의 간편성과 신선식품의 성분이나 성질을 크게 변화시키지 않는 장점이 있다. 또한 자외선 처리된 청정공기가 통과되는 실내에서의 식품제조공정에서 위생성을 높일 수 있다.

2) 오존처리

(1) 오존의 살균효과

오존은 강력한 살균력과 산화력을 가지므로 살균, 산소부자, 이취(냄새)의 분해 등의 효과가 있기 때문에 농수축산물 경쟁력 강화를 위한 품질향상, 식품의 선도유지, 무균화 포장의 요구에 맞추어서 오존 발생장치와 식품산업에

의 응용기술이 절실히 요구되고 있다.

국내의 오존을 이용한 가공식품의 가공기술 개발은 극히 미비한 단계이며, 그 응용은 거의 없는 형편이다. 그러나 선진국인 미국, 일본, 유럽(프랑스) 등에서는 이미 1800년대에 수질의 정화 및 상수도에 살균 및 탈취, 탈색, 나쁜 맛의 제거에 이용하고자 하는 노력이 시도되어 왔으며, 현재는 상수도의 수질 정화에 있어서 일본만 보더라도 1,000여개소에서 오존 사용이 채택되고 있으며, 식품산업에도 응용되어 농수축산물의 오염물 제거, 선별, 수세, 포장 등에 활용되어 신선도 유지와 저장성의 향상, 변색과 냄새(異臭) 등 품질악화의 방지 등에 널리 이용되고 있다. 식품에 오존을 사용하고 있는 일본의 경우, 생선야채, 절임류, 생면 등의 제조공정중에 오존수에 의한 세정 방법이 많이 사용되고 있으며, 포장내에 오존가스를 봉입하는 방법이 개발되고 있다.

표 16. 식품산업에 있어서의 오존의 살균 목적과 농도

오존구분	살균대상	목적	농도
기상오존	냉동·냉장고 쇼케이스	생선식육 냉장고 살균 신선도 유지 과실 야채의 보냉, 보존기간 연장	0.1~0.5ppm
	식품가공 조리실, 포장실	조리기기, 작업외의 살균, 방균, 탈취	0.04~0.4ppm
	양돈장, 양계장	전염병 예방, 악취, 유해가스 제거	0.1~0.4ppm
	주방	방충, 탈취	0.02~0.5ppm
액상오존	생선식품 제조 어패류의 냉염수 살균 냉동식품의 해동 야채류, 과실류의 세정 살균	살균, 선도유지 냄새 제거	0.4~3mg/ℓ
	식품가공공장의 세정	조리기기, 바닥살균	0.4~3mg/ℓ

오존(O<sup>3</sup>)은 표 16에 나타난 바와 같이 기상 오존은 0.04~0.5ppm의 농도에서 냉장고, 식품가공조리실, 양계장, 주방 등에 이용되며 액상오

존은 생선식품, 냉동식품, 야채류 등에 0.4~3mg/ℓ의 농도로 미생물 살균효과를 볼 수 있다. 자연계에서 염소의 7배 정도로서 불소 다음으로

산화력이 강해 살균, 탈취, 탈색능력이 뛰어나며, 일정기간이 경과하면 산소로 환원되어 2차 오염물을 남기지 않는 장점과 함께 적정조건을 벗어날 때는 식품공장, 저장실의 공간과 인체에 나쁜 영향을 끼칠 우려가 있으므로 식품산업에의 응용 가능성과 응용 최적 조건을 확립함으로써 식품 산업에서의 오존은 제조공정상의 미생물제어에 활용될 수 있을 것이다.

(2) 저장실에서의 살균 효과

식품공장에서의 식품 변패 주요원인으로 작용하고 있는 진균(효모, 곰팡이)은 일반 세균에 비해 매우 적은 수로 존재하지만 종류가 다양하며, 포자를 형성하고 있는 종이 많다.

실내 오존에 의한 대장균, 포도상구균, 녹농균, 크로스트리듬의 살균율은 오존농도 약 0.9ppm에서 1.1ppm, 노출시간 5초 동안 100%로 높은 수치이다(표 17). 표 18에서는 실내의 오존농도 분포가 0~0.15ppm 조건하에서 5분후

의 진균에 대한 살균율은 88.2%로 나타났으며, 10분후는 78.8%, 30분 후에는 92.2%로 미생물 살균효과를 볼 수 있다.

오존의 살균효과를 이용한 살균소독의 기술은 근래에 상수도에서의 살균, 수영장에서 살균, 식품공장에서의 살균소독에서 폐수의 정화, 탈취, 농약 등의 화학물질의 분해 등 기타 다방면으로 이용되어 왔다. 오존가스농도 0.5ppm에서 15시간 오존을 살포한 후 각 위치에 따른 균의 멸균효과는 표 19와 같다. 저장실내의 *Salmonella Enteritidis* 제균율은 평균 99.95%로 나타났고, 오존 발생기의 살포 방향의 불균일함 혹은 실내 공기의 흐름과 저장실내의 위치와 높이에 따라 제균효과는 90%이상의 범위에서 약간의 차이를 확인할 수 있지만 유의적 차이는 없다.

고온과 고습도 하에서는 오존의 농도가 낮아지기 때문에 멸균능력이 떨어지며, 온습도의

표 17. 오존에 의한 미생물의 사멸 효과

미 생 물	오존수 농도(ppm)	미생물(cell/ml)	노출시간(sec)	살균율(%)
대 장 균	0.96	10 <sup>5</sup>	5	100
포 도 상 구 균	1.08	10 <sup>5</sup>	5	100
녹 농 균	1.01	10 <sup>5</sup>	5	100
클 로 스트 리 둌	0.96	10 <sup>5</sup>	5	100

표 18. 공중부유 진균에 대한 오존살균 효과 예 (오존농도 : 0~0.15ppm)

살 균 효 과	오존처리시간(min)			
	0	5	15	30
생 균 수 (cells)	321	38	68	25
생 균 율 (%)	100	11.8	21.2	7.8
살 균 율 (%)	0	88.2	78.8	92.2

환경제어를 할 경우 높은 멸균효과를 나타낼 수 있어 식품 제조현장 및 저장실 등에 실용화 될 수 있을 것으로 기대된다.

표 19. 저장실내의 각 위치에 따른 Salmonella Enteritidis 제균효과 예

번호	위 치	처 리 후 균 수	제 균 율 (%)
1	벽상(높이 2m)	<2.00002	>99.9
2	벽중(높이 1.2m)	3.2305	>99.
3	벽하(노면)	<2.00002	>99.9
4	벽상	4.5786	>90.
5	벽중	2.6990	>99.
6	벽하	3.0000	>99.
7	벽상	<2.00002	>99.9
8	벽중	2.9031	>99.
9	벽하	2.0000	>99.9
10	중앙부	2.6990	>99.
11	중간	2.4771	>99.9
12	모서리부	<2.00002	>99.
13	상자내부1	3.32424	>99.9
14	상자내부2	2.6021	>99.
15	상자내부3	3.7076	>90.9
16	상자내부1	<2.00002	>99.9
17	상자내부2	<2.00002	>99.9
18	상자내부3	<2.00002	>99.9
평균치		2.6244 ± 0.9375	>99.9%

(3) 자외선과 오존을 병용한 살균법

수산식품에서 계맛살의 유통과 제조과정에서는 많은 일반 미생물과 곰팡이가 보이며, 반면에 가열공정후 제품을 냉각하는 공정에는 공중 낙하 미생물은 적은 반면 포장실에는 일반 세균수가 많으며, 특히 곰팡이 Staphylococcus Aureus, Coli Aerogenes Group이 검출되고 있다. 식품을 살균, 포장하는 경우에는 무균포장 System이 필요하며, Bio 클린룸 세정 살균 장치, 수산 연제품의 제조기계, 포장 기계의 일체화가 필요하다. 이러한 것으로 볼 때 계맛살의 냉각과 포장실은 Class 10,000 정도의 무균실(Bio 클린룸)로 하는 것이 요구된다. 수산 연제품의 초발 균수를 최소화하는 것 뿐만 아니

라 미생물의 2차 오염을 막기 위해 기계 및 기구의 미생물 검사를 철저하게 하여 이 결과를 현장에 피이드 백(Feed Back) 되게끔 감시기(Inspector)를 설치하고 아울러 수산 연제품의 가열부터 포장까지의 공정을 조절하는 조절기(Controller)가 필요하다.

식품공장의 미생물 제어 대책방안으로서 자외선과 오존을 병용함으로써 살균효과를 높일 수 있다. 물리적 살균 처리법으로서 자외선 살균 램프가 이용되며 여기에 오존을 병용하여 균제어기술을 높일 수 있다. 또한 자외선 살균 장치와 오존 발생기를 이용한 수온조절조에 수산물을 넣어 살균을 할 수 있으며 그 효과는 표 20과 같다.

표 20. 처리방법에 따른 살균효과

처 리	반응시간(분)				
	0	10	20	30	60
기 포	<20	<20	$4.5 \times 10^2$	$4.7 \times 10^3$	$8.3 \times 10^5$
기포+O <sub>3</sub>	<20	<20	$7.3 \times 10^3$	$4.1 \times 10^3$	$2.6 \times 10^4$
기포+UV	<20	<20	$1.7 \times 10^2$	$2.1 \times 10^2$	$1.8 \times 10^2$
기포+O <sub>3</sub> +UV	<20	<20	$3.1 \times 10^2$	$1.7 \times 10^2$	$1.2 \times 10^2$

60분 동안 기포만으로 처리된 미생물의 살균에 비하여 기포와 오존의 병용은 그 생존수가 약  $10^{10-1}$ , 기포와 자외선병용은  $10^{10-3}$ , 기포, 자외선, 오존으로 병용처리시  $10^{10-3}$ 으로 감소되었으며, 기포·오존·자외선을 동시에 이용한 것이 가장 효과가 높다.

### 3.4 광촉매

산화티탄을 시작으로 금속산화물은 빛의 쪼임에서 여러 가지 물리학 현상을 일으킨다는 것이 알려져 있다. 특히 근년에는 수중이나 대기중의 유해 물질의 분해·정화의 분야에서 응용연구가 열심히 이루어지고 있다. 광촉매란 「빛의 쪼임에 의해서 그 반응이 촉진되어지는 것」을 말한다. 광의로 말하면, 엽록소 중 클로로필이 광촉매이고, 이로 인하여 광합성 반응이 광촉매 반응이 된다. 또 일반적으로 광촉매라고 하는 것은, 산화티탄(TiO<sub>2</sub>)이나 산화아연(ZnO)등과 같이 금속 산화물을 말하는 경우가 많다.

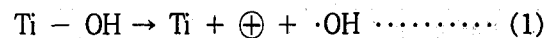
이런 광촉매의 역사는 비교적 새로운 것으로, 1972년에 동경대학의 島 교수등에 의해서 발견된 물의 분해가 시초로 되어있다. 그 후 1970년대 후반은 성에너지의 시류에 편승하여, 태양에너지 변화에 관련한 물의 완전분해 반응

의 연구가 주류를 이루었다. 1980년대에 들어와서, 유기합성 반응등 귀금속 연구가 이루어지고 있다. 또 근년에는 지구환경 문제와 맞물려 물이나 대기의 청정화에 관련한 연구가 많이 행하여지고 있는 현상이다.

또 당초는 산화지단의 미분말을 사용하는 방법이 주류를 이루었으나 처리 후 분말의 분리가 곤란하여 실용적이지 못했다. 여기에 최근에는 기반이나 뼈לט 등의 각종 기재에 광촉매의 유리했다는 보고가 많이 나오고 있어 실용화를 위한 연구가 활발해져 있다.

광촉매 원리의 개략을 그림에 표시하였다. 광촉매에 어떤 파장이하의 빛을 쪼이면 표면에서 전자(-)가 튀어나온다. 이 전자가 튀어나온 흔적을 (+)라고 부르는 홀이 형성된다. 산화티탄과 같은 금속 산화물의 표면에는 OH<sup>-</sup>가 많이 존재하고 있고 이 OH<sup>-</sup> 힘은 정공의 영향으로 OH 라디칼(·OH)로 해서 분리된다.(식1)

이 OH 라디칼은 상당히 강한 산화 환원력을 가지고 있어 수중이나 대기중의 미량유해 물질을 분해하고 정화한다.



광촉매의 응용분야는 상당히 많은 분야에 걸

쳐왔다. 그중 최근 학회 등에 보고 된 것부터 환경에 관련되는 것을 몇 개를 선정하여 표 21에 표시하였다.

표 21. 광촉매의 원리개략

분 류	항 목
물의 정화에 관한 것	· 도리하로메단의 분해, 제거 · 배수의 정화 · 유기 할로젠화물의 분해, 제거 · 수도수의 정화
대기의 정화에 관한 것	· 질소 산화물의 분해, 제거 · 악취물질의 분해 · 자동차용 공기 정화기 · 휘발성 유기할로젠화물의 분해, 제거
기타	· MRSA 등의 세균의 살균 · 건재의 방취, 향균 · 치폐의 번성억제 · 유출중유의 자연분해 등

전항에 표시된 살균과 같은 분야는 자외선 조사법이 주류를 이루고 있다. 이것은 주파장 185nm의 강력한 자외선 LAMP(고 에너지)를 쬐이는 일보다 살균을 하는 것에 있다. 그러나 이 방법에는 운영 COST가 커지므로 인하여 대기중의 산소를 산화해서 오존을 발생하는 부작용

표 23. 배추의 저온저장 중 품질 변화 비교

	초기값	처 리 구			
		S1	S2 (MAP)	S3 (TiO2)	S4 (MAP+TiO2)
비타민 C (mg%)	25.28	22.29	22.98	24.62	23.21
환원당 (mg%)	23.13	18.51	18.53	21.42	21.10
클로로필 함량 (mg%)	10.75	8.03	8.12	8.62	8.59
정선 손실 (%)	0	8.45	8.51	7.35	7.59

\*S1 : 대조구, S2 : 0.03mm MAP, S3 : 광촉매 부착, S4 : MAP + 광촉매 (MAP : Modified Atmosphere Packaging, 환경조절포장)

용이 수반된다. 단, 광촉매는 조성법이나 광원의 종류·강도에 의해서 성능이 크게 차이가 난다. 따라서 각종 사용법에 의해 설계를 변경하는 것이 필요하게 되고, 표 22는 그 한 예이다.

표 22. 「광촉매구로스」의 사양(一例)

항 목	단 위	기 본 사 항
기재의 재질	-	유리섬유 구로스
광촉매의 재질	-	산화지단계 광촉매
구로스의 종류	-	막사 조직목 열린구로스
구로스 후도	mm	0.40
구로스 폭	mm	250
구로스 중량	g/m <sup>2</sup>	500
광촉매의 유지량	wt%	3.0~15.0(가변)
광촉매의 막두께	μm	0.2~1.0(가변)
광촉매의 비표면적	m <sup>2</sup> /g	50
구로스의 인장강도	kgf/25mm폭	40
구로스의 광투과율	%(at254nm광)	37.0

< 배추의 선도 유지에 대한 광촉매의 효과 >

- 시험 재료 : 배추(노지 봄 배추, 평택산)
- 광촉매의 사양 : 표 22 참조
- 시험 기간 : 1999. 6. 12 ~ 1999. 8. 12
- 시험 조건 : 온도 : 1±0.5℃, 습도 : 80 ~ 90%RH
- 포장 형태 : 플라스틱 컨테이너에 3 ~ 4포기씩 세운 채 적입



<습식공기청정시스템을 이용한 무균보존시스템의 원리>

① 물방울 미세한 물방울 발생 및 기체 액체 접촉 단계 (-이온 발생)

냉수 zet분사 고속기류 레너드 효과 (공기 청정기내)

(물방울 미세물방울에 의한 취기(냄새) 먼지등의 포착)  
(물방울 미세물방울에 의한 공기 냉각)

사이클론식 기체 액체 분리 (공기 청정기 사이클론내)

② 기체 액체 분리 step(단계) (마이크로 level 이상의 미세물방울 제거) (진기 만들기 완성)

기류접촉 기류반송 (냉장실내)

③ 재균 청정화 단계 (진기 청정 효과, 냉각 효과)

□ 고찰  
하고 아울러 곰팡이 등 부패균의 생육을 억제 시키는 것으로 보고되고 있다.

○ 광촉매 장치는 특정 파장의 자외선을 조사하면 OH<sup>-</sup>가 떨어져 나와 산화, 환원 작용에 의하여 에틸렌가스를 비롯한 유해가스를 분해

○ 본 실험에서와 같이 광촉매 장치를 저온 저장고의 증발기 하단에 설치한 경우 품질면에

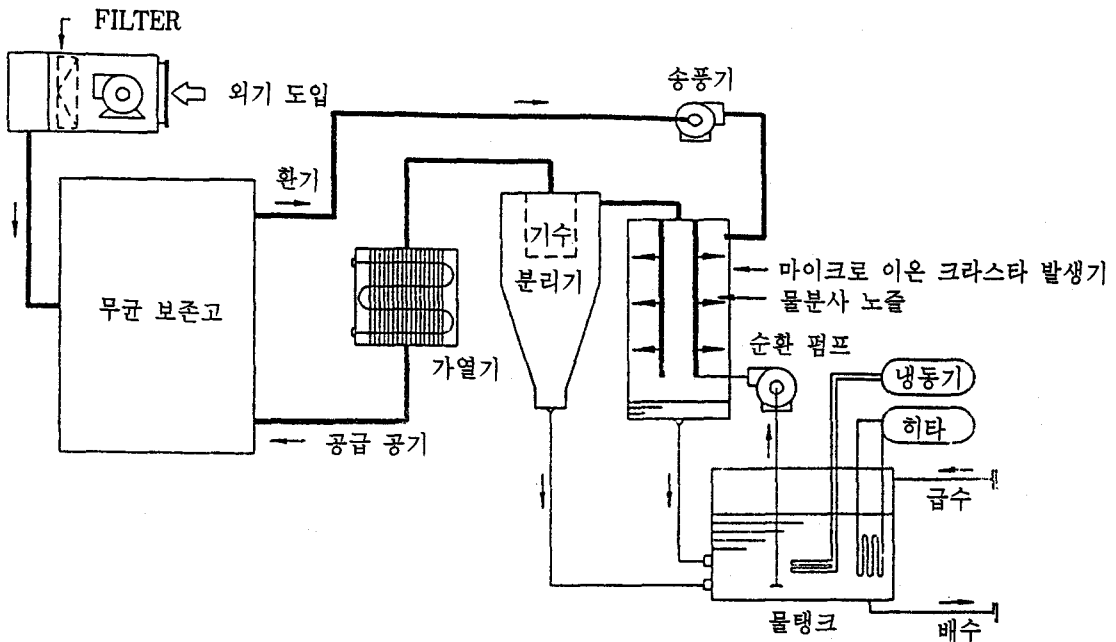


그림 6 무균보존시스템의 개념도

서 다소 양호한 결과를 보였는데 이는 광촉매 장치에서 발생하는 OH가 산화 작용에 의하여 곰팡이 균등의 생육을 억제하고 또 에칠렌 가스 등 유해가스를 분해 제거하여 선도 유지에 긍정적으로 작용한 것으로 사료되었다.

0 표 23에서 보면 1개월 저장후 전반적인 품질 변화는 광촉매 장치를 부착한 처리구가 부착하지 않은 처리구에 비하여 선도면에서 양호한 결과를 나타내었고, MAP 처리한 경우 처리하지 않은 처리구에 비하여 더 낮은 결과를 가져왔다.

### 3.5 습식공기청정기술을 이용한 무균보존고

#### 1) 습식공기청정시스템의 원리

##### (1) 진기발생과 제균, 탈취, 제진의 원리

지구 표면 위의 대기에는 동식물에게 유익한 공기의 비타민이라 하는 -이온이 포함되어 있다. 자연계에서는 대표적으로 구름이 발생하고 비, 눈이 내리는 과정에서 이들 유해물질 유해 먼지 등이 제거되어 대기의 정화를 이룬다. 그 한 예가 태풍이고 태풍이 한번 지나간 후 대기의 정화가 이루어진다. 또 폭포 급류 하수에서 물이 암석등에 격하게 충돌해서 분열해 미세화 될 때에 다량의 -이온이 발생한다고 한다. 이것이 레너드 효과라 하는 현상으로 태풍과 같은 강우시에도 나타난다. 태풍이 한번 지나간 후의 대기의 상쾌함의 주 요인이라 할 수 있다. 습식공기청정시스템은 이 자연계의 대 정화 작용을 인공적으로 행한 것인 동시에 동식물에게 유익한 “진기”를 만들어 내는 시스템이기도 하다.

습식공기청정시스템내에서는 물이 zet 분사

되어 그릇 내벽에 충돌해 분열 미세화 된다. 이 때에 레너드 효과가 발생하고 공기중의 산소등이 이온화되어 다량의 - 이온이 발생한다. 즉 물이 zet 분사되어 물방울화 될 때에도 정도는 적지만 같은 현상이 일어난다. zet분사수 및 이것이 분열 미세화되어 생성된 다량의 미세물방울은 고속기류(냉장실에서의 공기)와의 격렬한 기체, 액체 접촉에 의해 공기를 냉각함과 함께 공기중의 취기(냄새)등 가스성분 및 박테리아 바이러스 그외의 먼지를 고도로 포착한 후 공기 청정기의 사이클론효과에 의한 기체 액체 분리로 그 대부분이 그릇 내벽에 모이게 되고 다시 공기 청정기 아랫부분을 지나 냉수탱크로 돌아간다. 큰 먼지의 경우에는 오히려 미세한 물방울이 다량으로 달라붙어서 질량이 증가하고 분리되기 쉽게 되는 거라 할 수 있다.

공기 청정기에서 기체 액체 분리된 고속기류는 사이클론으로 보내져 다시한번 기체액체 분리 처리 된다. 공기 청정기 및 사이클론에 의한 기체액체분리에 의해서 마이크로 level 이상의 물방울 및 미세물방울이 제거된다. 이처럼 해서 만들어 낸 고도로 깨끗한 활성공기가 “진기”이고 다량의 - 이온과 sub마이크로 이하의 초 미세 물방울을 포함한다. 무균보존고의 진기는 저온일 뿐 아니라 100% 가까운 고습도 공기이기도 하다. 이 진기가 냉장고로 보내져 실내를 냉각함과 함께 식품, 생화등의 보존품 표면에 부착되어 있는 박테리아 바이러스와 그외의 먼지를 기류접촉에 의해 제거하고 실내의 냄새 등 가스성분 떠 다니는 먼지와 함께 공기 청정기로 기류반송한다. 그 결과 냉장실내 공

간은 고도로 깨끗해질 뿐 아니라 무균상태로 보존된다. 기류 접촉에 의한 제거효과는 진기 중의 다량의 - 이온과 sub마이크로 이하의 초미세물방울이 기여한다고 할 수 있는데 현시점에서는 상세한 원리는 아직 설명할 수 없다.

(2) 향온 고습도 유지의 원리

냉장실내의 온도는 냉수 탱크의 냉수온도(표준2)를 관리하는 것에 의해 향온으로 유지된다. 냉수온도는 냉동기에 의해 쉽게 제어할 수 있기 때문에 냉장실내 온도(보통 3 전후)의 관리는 깨끗함의 정도를 양호하고 용이하게 달성할 수 있다. 또 냉장실내 온도는 냉수온도보다도 크고 높은 정도이고 게다가 향온이기 때문에 냉장실내의 고습도로 안정 유지된다. 실제로 무균 보존고의 냉장실내 온도 습도는 안정되어 있다.

2) 무균보존고의 효과 및 특징

무균 보존고는 냉장고, 소생고, 해동고 뿐 아니라 숙성고 기능을 갖고 있다. 따라서 생선식품, 가공식품, 조리제 식품, 꽃꽂이 생화 등에 관하여 공장 매점, 소매점, 레스토랑, 요리집, 주문배달요리집, 연회장, 급식센터, 경식당, flower shop 등에서 폭 넓게 이용할 수 있다.

(1) 탈취효과

냉장실내에서 식품 등 보존품에서 발생한 냄새는 (진기와 함께) 공기 청정기로 들어가고 여기서 고도로 제거된다. 이 때문에 냉장실내의 거의 무취상태로 보존되고 식품등의 냄새(향기도 포함)가 다른 식품등에 옮겨가지 않는다고 하는 일반냉장고에는 없는 장점을 갖고 있다. 냄새 농도 비교결과를 아래 표에 나타내었다.

취기(냄새) 농도 비교 등을 냉장실내 용량에 비례하여 넣은 후 약 3일간 경과한 후 문의 packing 부분에서 실리콘 튜브를 끼워넣고 냄새채취 펌프를 사용해 냄새를 취기봉투에 채취한다. 취기 농도를 3점 비교식 취대법으로 측정된 결과는 표 24와 같이 무균 보존고의 냉장실내의 취기농도는 일반냉장고의 2 1/30이고 거의 무취에 가깝다.

표 24. 취기농도 비교 결과

	취기농도	비 고
무균 보존고	7.4	(주)환경부서센터
일반 냉장고	229	측정치(83.10)

(2) 식품 위생상의 안전

① 안전하게 보존할 수 있다.

식품을 취급하는 경우에 가장 유의해야 할 일은 그 식품위생상의 안전이다. 안전상으로 가장 중요한 것은 부패의 방지이다. 부패는 단백질, 지질(지방), 당질(탄수화물)외의 유기물이 미생물의 작용으로 부패해서 독소와 악취를 생성하고 그 위에 형태, 촉감, 색, 광택 등이 나쁘게 변하는 현상이다.

단백질, 당질, 지질의 순으로 부패되기 쉽고 이들 부패의 원인이 되는 미생물은 주로 마령서균, 마른풀균, 대장균, 락산균(우유산화균)등 각종의 부패균류이다. 이들 부패균류는 자연계에 다수 존재한다. 보통은 이들 세균류가 번식하기 어려운 상태 「산성, 저온, 건조, 정균 물질(염분등)이용」에 식품을 두는 것으로 부패를 방지한다. 그러나 무균 보존고에서는 진기에 의한 식품 표면의 제균, 냉장실내의 청정공간

표 25. 무균 보존고와 일반 냉장고의 저장 비교 실험(1)  
(4일간 연속 보관)

품 명	일반 냉장실					무균 보존고				
	중량 (g)				냉장후의 상태	중량 (g)				냉장후의 상태
	냉장전	냉장후	감량	감소율		냉장전	냉장후	감량	감소율	
돼지고기	74	54	20	27	표면건조 붉은기가 없음.	71	66	5	7	거의 변화 없다. 색 변화 없다.
돼지고기 안심	80	61	19	23.8	표면건조 붉은기 있음	80	74	6	6	거의 변화 없다. 색 변화 없다.
양상치	478	438	40	8.4	표면이 시들고 있다.	573	554	19	3.3	변화 없다.
토란	207	192	15	7.2	표면은 변함없음 약간건조	204	202	2	1	표면 변화 없음. 절단면 변화 없음
포도	155	151	4	2.6	색변화 없다.	209	207	2	1	색변화 없다.
바나나	851	835	16	1.9	약간 검은색으로 변화.	803	798	5	0.6	거의 변화 없다.
생표고버섯	91	51	40	44	건조하다.	89	79	10	11.2	변함없다.
시금치	323	254	69	21.4	잎이 시들어있다.	300	272	28	9.8	거의 변화 없다.

비고) 일반냉장실 온도 : 1 - 4 상대습도 : 70 - 75% (송풍식)  
무균보존고 온도 : 2.2 - 2.4 상대습도 : 95 - 98% (송풍식)

의 유지, 안정한 저온의 유지 등에 의해 부패균류의 번식을 막고 식품의 안전한 보존을 가능케 한다.

② 출고 후 며칠 씩 보존 할 수 있는 상태가 좋아진다.

세균의 번식은 단기간이 “유도기”를 거쳐 수적으로 급속히 증가하는 “대수기”가 있음을 알 수 있고 최초의 세균수(처음 발생하는 경우)가 적은 만큼 번식이 늦다. 무균 보존고 냉장실 내에서는 식품 표면에 부착된 세균이 큰 폭으

로 감소한다. 따라서 출고 후 식품 표면에서 일어나는 세균 번식이 현저히 지연되고 출고후 보유상태가 상당히 좋아진다. 그러나 이것은 생선식품과 가공식품과 같이 평상시는 내부에 세균을 거의 갖고 있지 않던가 갖고 있어도 적을 경우에 성립하는 것이고 감자 샐러드와 같이 조리 직후에 이미 내부에 상당수의 세균을 갖는 것에 대해서는 보유 연장 효과는 상당히 저하된다.

③ 신선도의 보존과 유지

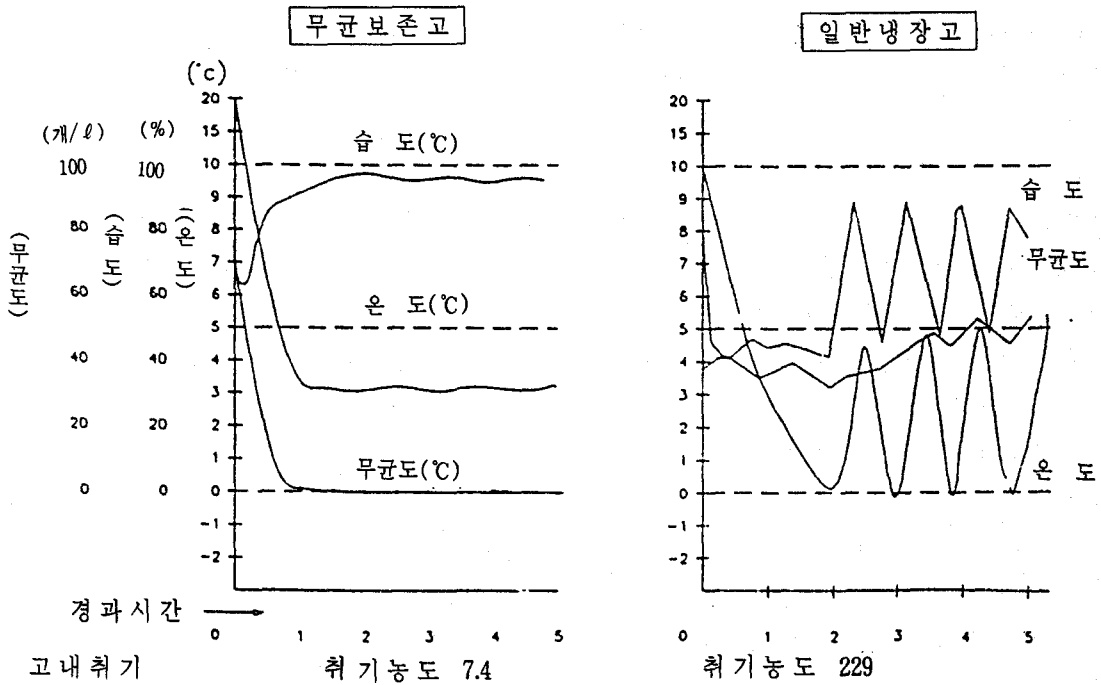


그림 7 무균보존고와 일반냉장고의 온, 습도변화

냉장실내의 공간을 온도 3°C 전후, 습도 90% 이상이며 또한 무균, 무취, 먼지가 없는 깨끗한 상태로 유지되고 게다가 진기에 의해 표면제균효과도 있기 때문에 생선식품의 신선도는 장기간 보존하고 유지될 수 있다. 예를 들어 어패류, 살코기 등의 변색(갈변등)이 적고 야채나 꽃꽂이용 생화는 소생효과(후술)도 있어 싱싱함이 오래 보존된다. 또 뱀장어, 어패류 등의 생체보존도 중량의 감소없이 장기간 가능하다. 식품끼리 냄새나 향이 옮겨지는 일도 없다.

(3) 이상적인 해동

무균 보존고는 식품을 보존함과 동시에 냉동 식품을 해동 할 수도 있다.

이상적인 해동은 세포를 파괴하지 않으며, 원래 상태로 되돌리는 것이기 때문에 진기 보존고는 이상적인 해동이라 해도 좋은 우수한 해동을 할 수 있다. 그 원리는 「진기 해동 보존고」의 설명자료에 기술되어 있기 때문에 여기에서는 생략하고 진기의 기여에 대해서만 다음에 간단히 언급하겠다. 냉동풍에 접촉하는 진기는 저온 고온도에서 고도로 깨끗한 공기이기 때문에 이상적인 해동을 하는데 크게 기여한다는 것은 확실하다. 또 진기에 포함되어 있는 다량의 마이너스 이온과 초미세 물방울도 기여하고 있지만 이것도 현시점에서는 설명하지 않겠다.

#### (4) 우수한 숙성 효과

육류 고기는 사후강직을 거쳐 상당히 시간이 경과한 후 숙성이 진행되는 것으로 알려져 있습니다. 숙성이 진행되면 고기가 부드러워지고 그와 함께 단백질 성분에 의해 이노신산 생성이나 당질(탄수화물)의 당화에 의한 저분자화 등으로 정미성분이 증가해 풍미가 좋게 된다. 이 숙성은 널리 알려진 바와 같이 자기 효소에 의한 자기소화작용에 기초한 것이다. 숙성 진행 상태는 온도에 의해 달라지지만 진기 보존고에서는 쇠고기라면 저온해동 후 3~5일(3℃ 전후 보존시) 돼지고기, 닭고기라면 저온 해동후 1~2 일(3℃ 전후 보존시)에 숙성한다. 저온 고습도에서 고도로 깨끗한 공기인 진기에 의해 안정하고 또한 효율적인 숙성을 할 수 있다.

#### (5) 과일·야채의 숙성억제 효과

과일의 숙성은 과즙중에 생성된 성숙호르몬인 에틸렌( $CH_2=CH_2$ , 상온에서는 기체)에 의해 촉진된다. 그렇지만 과일을 진기 보존고 냉장실에 넣으면 진기가 과일에서 발산하는 에틸렌 가스를 항상 제거하기 때문에 냉장실내 에틸렌 농도는 현저하게 저 농도로 보관된다. 이 결과 과일중의 에틸렌이 외부로 발산되는 것도 촉진되고 과일 중 에틸렌 농도도 현저하게 저하된다. 이 결과로 진기에 의한 저온 안정유지 효과에 의해서 과일 숙성억제가 가능하다.

#### (6) 식물의 소생효과

식물은 건조에 의해 세포중의 수분을 잃고 사들어 죽게 되지만 한계를 넘지 않는 건조도합내(乾燥度合內)라면 그 세포내에 수분을 보충해 주는 것으로 소생될 수 있다. 예를 들어

잎이나 과일피에 물을 뿌려도 그다지 소생하지 않고 뿌리부터의 흡수에 의해 소생한다는 것은 일상적으로 자주 경험하고 있다. 이것은 잎이나 과피에서는 단순하게 물이 퍼지는 것으로 세포내로 물이 보충되기에는 어렵다는 것을 나타낸다. 그렇지만 진기 보존고 냉장실 안에 야채, 과일이나 생화를 넣으면 만나질 정도에서 소생한다. 이것은 진기에 포함되어있는 다량의 마이너스 이온과 초미세물방울의 효과라 생각된다. 현 시점에서는 특히 후자의 초미세 물방울의 기여가 크다고 추정되고 있다. 이것은 초미세 물방울이 비교적 용이하게 식물조직내부로 들어가 결과적으로 다수의 세포내로 침투하여(세포막 경유) 받아들이기 쉽게 된다는 것을 알 수 있기 때문이다.

### 3.6 농산물 저장고의 공기제어와 환기

#### 1) 저장고의 환기제어

여러 가지의 농업 생산물은 수확 후 단기간 또는 장기간 저장하게 된다. 생산물의 물적 허용수준을 유지하기 위하여 저장기간 동안 제공되어야 할 환경제어 정도는 생산물에 따라 매우 다르다. 어떤 생산물은 냉장 또는 제어 공기 저장 등의 매우 높은 수준의 환경제어가 필요하다. 이러한 저장은 여기에서 언급하지 않는다. 또 건조가 주된 문제인 곡물의 저장도 포함하지 않는다. 그러나 여러 식품 작물들 예를 들면 온도가 약간 낮은 늦여름이나 초가을에 수확을 하는 감자, 양배추, 양파 같은 작물들은 환기 저장고에서 안전하고 효과적으로 저장할 수 있다. 환기 저장고는 주위 온도와 습도가 소요 범위에 있을 때 실외 공기를 선택적

으로 저장 공간으로 들어오게 하는 시설물이라 규정한다.

신선한 과일과 채소 저장에서 생산물의 질의 유지가 우리의 궁극적인 관심거리이다. 이러한 생산물은-비록 수확이 되었다 하더라도-여전히 살아있으며, 모든 생물체의 호흡 특성의 화학 과정을 계속한다.

저장 과채류의 질을 연장하기 위해서는 생명 과정을 유지하는 적절한 저장 환경을 제공하는 것이 필요하다. 이들의 생명과정은 점진적으로 물질을 소비하여 궁극적으로 모든 생리적인 기능이 끝난다. 가장 현실적인 해결책은 생산물에 손상이나 질적 저하가 가속되지 않으면서 살아있는 생산물을 유지하기 위한 최소 화학반응을 유지할 수 있는 환경을 제공하는 것이다. 온도, 습도, 압력, 이산화탄소, 산소와 에틸렌 제어를 포함하는 완전한 환경제어(CA, controlled atmosphere)는 가끔 비용이 너무 많이 든다. 그래서 실제 저장 환경은 주위의 기상 조건에 어느 정도 좌우된다. 그러나 목표 제어 수준은 저장 기간 동안 생리적인 변화를 제약할 수 있거나 제어하는 완전한 환경제어가 가능해야 한다.

만약 주위를 하지 않으면 병충해나 여러 종류의 미생물 역시 저장 생산물의 부패를 도와주는 경과가 된다. 곡물에서는 낮은 함수율과 낮은 온도는 일반적으로 곤충과 미생물을 제어한다. 그러나 많은 원예 작물은 탈수를 방지하기 위하여 습도를 높게 유지해야 한다. 온도와 습윤 정도가 적정 수준에 이르지 못할 경우에는 여러 종류의 살균제와 살충제를 사용할 수 있다. 환기 생산물 저장고 내부의 환경조건은

다음과 같은 요건에 영향을 받는다. (a) 외부 기상조건, (b) 건물 지공, (c) 건물내 환경변형 시스템, (d) 저장생산물에 의해 발생된 열, 수분과 휘발성 물질, 생산물 저장을 위한 건물과 환경 변형 시스템을 설계할 때 기술자는 저장해야 될 생산물의 특수 요건에 대한 예측이 필요하다.

생산물 저장고를 설계하는 데 필요한 주된 자료는 저장 온도, 습도, 공기구성과 환기율 등이다. 저장환경 조건과 생산물의 고유 성질의 함수로서 각 생산물의 증산과 호흡률 또한 알아야 한다. 같은 작물이라도 품종이 다르면 가끔 서로 다른 요건을 가지기도 한다. 그러므로, 일반적인 법칙으로 저장 시스템을 결정하기 전에 고려 중인 작물과 위치에 대한 특성요건을 얻기 위해서 지방 농촌진흥원에 확인하는 일이 최선이다.

저장 생산물의 부패 미생물의 확산을 가속화시키는 손상, 표피 파괴, 질병 또는 다른 질적 저하 등이 없다고 가정하면, 과채류에서의 호흡과 증산율은 일정한 저장기간 후에 생산물의 질을 결정하는 두 가지 주된 요소가 된다. 저장 생산물의 손상, 표피 파괴와 마손은 흠이 없는 생산물과 비교해서 수분 손실이 무려 40% 이상 된다. 생산물의 표피손상은 때때로 부적절한 수확, 처리, 수송시스템에 기인할 때도 있다. 포장의 열부하와 함께 호흡과 증산은 냉장 저장 시스템의 열부하에 영향을 미치는 주된 요소이다.

## 2) CA 저장기술

CA저장에 대한 최초의 학문적 접근은 1917년 KIDD와 WEST가 변형 환경대기하에 저장한

과실과 채소의 호흡작용에 관한 연구를 수행하여 1927년 최초의 실용화 연구를 실시하였다. 환경대기중 산소를 감소시키고 탄산가스 농도를 증대시킴으로써 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 CA저장을 응용하였다.

탄산가스의 증가와 산소의 감소에 대한 감응도는 여러 가지 과실과 채소의 품종에 따라 많은 차이가 있어 이들의 최적 기체농도는 넓은 범위로 변환할 수도 있다. 최적 기체 조성의 선택은 품종과 숙도, 그리고 환경과 재배조건에 엄격한 제한을 받는다. 그리고 저장조건은 여러 재배지역에서의 경험에 따라 다소 차이가 있다.

### (1) CA저장의 기본 원리

CA저장방법중 CA란 영문으로 controlled atmosphere의 약자로 저장고내의 공기조성이 정상적인 경우(산소 20.9%, 탄산가스 0.03%, 질소 79%)에 비해 이들 각 가스의 조성비를 인위적으로 조절한 상태를 유지하면서 산물을 저장함으로써 저장중 산물의 질적, 양적손실을 최소화할 수 있는 발전된 저장방법의 일종이다.

산물의 저장시 저장고내의 공기조성 가스류중 산소의 농도를 낮추고 탄산가스의 농도를 높혀 줌으로써 얻을 수 있는 효과에 대한 연구는 약 70여년전으로 거슬러 올라갈 수 있지만 이러한 효과에 대한 중요성의 재인식과 실용화에 관한 시도는 최근 30여년전부터 시작되었고 현재에는 변질이 심한 청과물의 장기 저장방법

으로 중요한 위치를 차지하고 있다. 이 저장방법은 기존 냉장저장방법에 대한 별도의 대체 저장방법이 아니라 저온저장방법을 기본으로하여 보다 신선도 연장 효과를 높이고저 행하는 저장방법이다. 즉, 청과물의 저장시 저장고의 온습도를 각 품목의 저장에 적합토록 냉장설비를 운영하고 더 나아가 저장고내의 가스조성을 적절히 변화, 유지시킴으로 신선도유지 기간을 극대화하는 저장방법이다.

따라서 CA저장 기술을 언급키 위해서는 냉장기술과 저장고내의 가스조성을 변화, 유지시키는 기술에 관한 내용이 동시에 다루어져야 하지만 냉장기술에 관해서는 앞장에서 이미 다루어졌기 때문에 본장에서는 생략한다.

과일 및 채소류는 생명유지를 위해 수확전에 이들 내부에 축적된 각종 영양성분을 수확후에도 소비하는 대사활동을 계속한다. 이 때 과일 및 채소류가 생명유지에 필요한 에너지는 호흡을 통하여 얻어지는데 이 경우 호흡을 위해서는 산소가 필수적이고 부산물로 물과 탄산가스를 배출한다.

산소 → 영양성분(포도당) → 에너지 + 물 + 탄산가스

수확된 청과물의 호흡이 왕성하게 이루어진다면 청과물에 축적되었던 각종 영양성분의 손실은 물론 품질에 직접 관련된 조직감, 색, 향 등의 열화와 미생물의 번식이 용이하여 짐에 따라 부패 변질이 빠르게 진행된다.

따라서 청과물의 품질유지를 위해서는 호흡법을 낮추어 주는 것이 과채류 저장에서 매우 중요하다. 이를 위한 일차적인 방법으로는 현재 널리 이용되는 냉장저장 방법에서와 같이



청과물의 품온을 적절히 낮추어 주는 처리가 있고 더 나아가 청과물 주위의 공기조성중 호흡과 밀접한 산소의 농도를 낮추어주고 탄산가스의 농도를 높게 유지시키는 환경가스 조성의 조절이 필수적이다.

일반적으로 청과물이 냉해를 입지 않는 온도 이상에서는 품온의 온도를 10℃ 내려줌으로서 호흡율은 1/2 정도로 저하되며 동일한 온도에서도 환경가스를 적절히 유지시킴으로서 2/3~1/2 정도 낮출 수 있다. 또한 청과물의 호흡율은 저장고내에 축적된 에틸렌에 의해서도 큰 영향을 받는다. 에틸렌은 과일의 호흡시 발생하는 가스의 일종으로 이 가스가 저장고내에 축적되면 호흡을 보다 왕성해지도록 자극하는 작용을 한다. 에틸렌의 이러한 효과를 노화촉진작용이라 할 수 있는데 이 가스의 역할은 탄산가스에 의해서 상쇄되는 것으로 알려져 있다.

따라서 환경가스 조절을 통한 호흡을 저하효과는 공기중의 산소농도만을 낮추어줌으로서 얻을 수 있는 것만은 아니기 때문에 탄산가스의 농도에 대한 고려가 필수적이다. CA저장을 통한 청과물의 신선도 유지를 위해서는 무작정 산소의 농도를 낮추고 탄산가스의 농도를 높혀준다고 그 효과를 얻을 수 있는 것이 아니기 때문에 적정환경가스 조성의 적용이 필수적인데 적정 환경가스조성은 품목과 품종에 따라 차이가 있음은 물론이거니와 재배조건, 산지, 수확기 및 수확후 처리조건 등에 따라서도 차이가 있다.

지금까지 상업적 목적으로 CA저장을 하고 있는 주요품목은 사과, 서양배, 바나나, 양배추,

토마토 등이 있으며, 이들의 저장에 적용되고 있는 환경가스조성을 보면 산소 및 탄산가스 농도는 각각 1~5% 수준인데 산소농도의 경우 1% 부근으로 유지시킬 때에는 산소농도를 정밀하게 조절하지 못하면 저장산물에 악영향을 미칠 수 있다. 일반적으로 산소농도가 1% 미만으로 유지되면 대부분의 경우 저장물이 생명유지를 위한 최소한의 호기적 호흡을 하지 못하고 혐기적 호흡 등 저산소 장애 현상으로 인한 품질저하가 매우 심하게 발생한다. 또한 저장품목에 따라서 차이는 있지만 과일류의 경우 환경가스 농도가 8~10% 정도 높게 유지시키면 사과, 배, 열대과일 등은 생리적 장애 현상이 발생된다.

## (2) CA저장 효과

과실의 CA저장의 실제적 효과는 호흡 작용의 감소, 즉 climacteric maximum의 감소 및 호흡의 일시적 상승 전과 후의 기간의 확대, 산소와 에틸렌의 상호 작용에 기인된 에틸렌의 대사 작용에 미치는 효과의 감소로 노화증상 발현의 지연, 저장력의 증대, 즉 2배의 저장력과 노화현상의 지연, 조직의 경도 보존, 즉 이는 세포막에 작용하는 효소들에 미치는 탄산농도의 영향에 기인, 높은 팽윤성, 과실에 다즙 및 바삭바삭한 물성, 산도, 당도와 비타민 C의 손실이 적음. 영양적, 기호적 품질이 우수함, 엽록소의 제한적 분해, 색소의 높은 안정성, 저온 장애, spot, 부패, 갈변, water core 및 scald 등 생리적 장애 현상이 억제 또는 제한, 특히 저산소, 고농도 대기하에서 곰팡이의 감소, 저장후 유통 중 self-life의 연장 등으로 요약된다.

### (3) CA저장의 발전

CA저장의 연구 방향은 과거 수년 동안 최적 기체 조성에 대한 연구에 의한 새로운 경험과 산업기술의 발달에 따른 새로운 장비의 출현과 새로운 공급기와 건축기술의 발달의 기초로 점진적으로 변하고 있다.

과실의 호흡작용에 의한 산소와 탄산가스의 환경대기는 산소 11~16%, 탄산가스 5~10%의 수준에서 평형상태에 도달하며 분리장치의 사용으로 환경대기를 제한 농도인 산소 2~3%, 탄산가스 2~5%로 변형시키고 있다. 더욱이 최근에는 극소의 O<sub>2</sub>(1~1.5%), CO<sub>2</sub>(0~1%) 수준에서 연구되고 있다. 이와 같은 결과는 냉동 시스템, CO<sub>2</sub>와 대사산물(휘발성 물질, 에틸렌)을 제거하는 장치 및 불활성 기체환경을 조성하는 장치의 우수한 수행의 덕분에 이루어진다. 그래서 CA조작의 기술들이 제안되었으며 이들간에 상당한 차이점이 있다.

연구의 경향과 CA방법의 발전단계를 요약하면 다음과 같다.

평형상태의 O<sub>2</sub>와 CO<sub>2</sub>(저장실내 CO<sub>2</sub>흡수장치가 없음)

- CO<sub>2</sub>제거, 고농도 수준(7~10%)
- CO<sub>2</sub>제거, 저농도 수준(0~3%)
- O<sub>2</sub>의 감소, 그결과 CO<sub>2</sub>감소(ULO : Ultra Low Oxygen)
- O<sub>2</sub>의 수준을 1%이하로 감소(HLO : Hyper Low Oxygen)
- Hypobaric Condition
- 감압조건(LPCA)
- Low Ethylene CA(LECA)
- 급속환경기체 및 온도의 감소(RCA)

○ CO<sub>2</sub>를 이용한 예비처리

○ Dynamic CA(여러가지 형태)

○ 초기 산소자극(IOUS)

제안된 방법들 중에서 이미 저장고에 채택되어진 가장 흥미있는 기술은 ULO, RCA, CO<sub>2</sub>예비처리, LECA이다. 많은 연구결과에서 CA저장의 온도와 O<sub>2</sub>조건에 도달하는 시간을 단축하는 것이 CA저장조건의 초기 및 중간단계가 지연된 것에 비하여 사과와 저장력이 우수함을 보고하고 있다. 이 기술의 잇점은 숙성지연, 높은 정도, 산도의 저감소, 높은 팽윤성과 결과적으로 증산작용의 저하에 기인된 중량감소가 적다는 것을 들 수 있다. 또한 생리적 장해(특히 Scald)가 저장중 매우 적게 나타난다.

공기를 질소가스로 치환하는 방법은 산소 연소법(Open-loop 또는 Closed-loop generator) 또는 액체질소 사용법, 공기를 산소와 질소로 분리할 수 있는 plastic-filter장치를 사용함으로써 달성할 수 있다.

## 4. 결론

청정한 환경에서만 안전한 식품의 생산과 유통이 가능하다. 의식주 중에서도 가장 우리의 생명과 직결되는 식품의 제조, 유통 공정은 이러한 측면에서 보면 어떠한 산업공정보다도 청정도가 중요하다고 하겠다. 그동안 소규모의 열악한 산업여건 때문에 작업환경이나 제조공정의 위생관리가 소홀한 점이 없지 않았으나 새로운 밀레니엄시대에 우리도 선진국처럼 환경과 생명을 소중히 여기는 습관에 익숙하여야 하겠다.

최근들어 클린룸, 광촉매, 오존, 습식공기청

정기술등 다른 산업분야에서 개발된 기술등이 식품산업에 잘 활용된 사례가 많다. 식품제조 산업은 생명체를 다루는 종합과학이다. 21세기에는 원료의 수확 단계부터 전처리, 제조, 유통의 전공정에 대하여 경제성있는 청정기술이 적용됨으로서 안전한 국민의 먹거리 산업이 자리 잡기를 바란다.

- 참고 문헌 -

1. 이병국(1996), 공기청정기술, 식품공업의 공

중균과 청정실, 9(1), 16

2. 김용진(1994), 공기청정기술, 공기청정용 멸균기술, 7(4), 14

3. 허중화, 문준식(1996), 공기청정기술, 식품공업에 있어서의 세정기술, 9(1), 27

4. 이태기(1996), 공기청정기술, 무균화 포장과 식품공장의 위생관리, 9(1), 58

5. 한국식품개발연구원 보고서(1994), 산지청과물 종합유통시설 설치를 위한 관련 설비와 기술

**NEWS**

**300mm 웨이퍼장비 개발경쟁**

「300mm(12인치) 웨이퍼 장비시장을 잡아라.」

300mm 제조공정용 장비의 세계시장 규모는 2000년 50억달러에서 오는 2001년 90억달러, 2002년에 132억달러를 형성할 것으로 전망되고 있다. 따라서 이 시장을 선점하기 위한 반도체 장비업체들의 발걸음이 바쁘다.

관련업체에 따르면 국내 반도체 장비업체들은 300mm 제조공정용 장비 가운데 앞공정의 핵심장비인 화학증착(CVD)장치, 애셔(Asher)장치, 화학·기계적연마(CMP)장치의 개발에 적극 나서고 있다.

이중 일부 장비업체들은 300mm용 베타 장비개발에 성공하고 반도체 소자업체의 300mm 파일럿 라인에 납품, 테스트를 진행함으로써 세계 우수 장비업체들과의 시장선점 경쟁에서 유리한 위치를 확보하고 있다.

더구나 반도체 장비업체들은 국내 소자업체들과 공동으로 300mm용 장비개발과 시험평가에 나섬으로써 공정분야 기술 및 노하우 축적에 많은 성과를 올리고 있어 장비 상용화 시점을 크게 앞당길 것으로 기대되고 있다.

화학증착장치분야에서는 주성엔지니어링(대표 황철주 <http://www.jseng.com>)이 가장 앞서 있다.

이 회사는 300mm 웨이퍼용 LPCVD장비(모델명 EUREKA 3000)를 개발하고 국내 반도체 소자업체에 연구개발(R&D)용으로 납품하고 일본수출을 추진하고 있다. 이어서 이 회사는 서울대·한양대 등과 공동으로 300mm 커패시터 형성용 바텀스트론튬 티타늄(BST) 유기금속화학증착(MOCVD)공정장비를, 현대전자·KAIST·전남대·서울시립대와 공동으로 배선형성용 300mm CVD장비를 각각 개발중이다.

선익시스템(대표 손명호 <http://www.sunic.co.kr>)은 현대전자·KAIST·코닉시스템과 공동으로 12인치용 BST MOCVD의 기초기술을 확보하고 액체소스 1cc까지 흘러도 막힘현상 없이 공정이 가능한 고효율 기화기(Vaporizer)를 개발했으며, 아펙스(대표 김상호)는 BST보다 탄탈륨 옥사이드 CVD장비 개발에 나서고 있다.