

# 식품의 무균공과 공조 설비

김 병 삼 | 한국식품개발연구원 유통연구단  
유통연구단장  
E-Mail : bskim@kfri.re.kr

## 1. 서 언

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 반품

을 유발하기도 한다. 그러나 한편으로는 식품은 우리의 생명을 키우는 가장 기본적인 것으로서 다른 어떠한 산업보다도 청정한 공정하에서 제조되어야 함은 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 신경을 기울일 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. 식품공업의 공기청정 필요성

### 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(표 2).

특히 식품 공장에서의 공기 오염의 문제는 상당히 심각하다. 이들 오염 및 유해 물질로는 미소입자(부유분진), 미생물, 가스 등 이들에 의한 식품처리 중의 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.

식품의 원재료인 농, 수, 축산물의 경우 전술한

표 2. 식품 제조, 유통 공정의 오염경로

내부오염(공기오염)	외부오염(접촉오염)
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 외기의 침입 누설</li> <li>○ 냉난방기의 공기오염</li> <li>○ 제조 작업공정의 공기오염</li> <li>○ 냉각 포장공정중의 공기오염</li> <li>○ 운반 판매중 오염</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 포장자재 오염</li> <li>○ 제조기계, 기구오염</li> <li>○ 작업원에 의한 오염</li> </ul>

바와 같이 가공전의 1차오염과 가공, 유통 과정중의 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 또는 흡기구 또는 후드(hood)의 오염
  - 다. 공조기의 성능
  - 라. 천장 벽 바닥재의 재질과 구조
  - 마. 제조장의 배치와 청결(화장실 생활공간등)
  - 바. 발전작업 : 모터의 진동 과밀한 작업인원, 기계성능상 열악

표 1. 오염물질의 종류

분 류	오염물질의 종류
미생물	연화되어 썩은 것, 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
화학물	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 3. 공기 중에 부유하는 세균의 크기

세균종류	크기(mm)	비고
포도상구균	0.7~1.2 $\phi$	화농균
대장균	0.4~0.76 $\ell$ 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

사. 공장입지나 계절

아. 용수, 배수, 냉각수, 수증기, 압축공기의 배관재와 수질등

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 borne 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 기하적 수치로 증식하여 식품을 변질 변패시키며 간혹 독소를 분비하고 괴(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 괴(Cluster)를 형성하거나 오염진애나 물방울과 같이 비산하고 있음으로써 이보다 더 큰 입자로도 볼 수 있다. 그러나 진균의 포자는 홀로 비산 할 수 있고 세균이나 효모 또는

표 4. KGMP에서 준용하는 청정도와 공중균

청정도 등급	Class	환기횟수	관리기준
1A	100	풍속 0.3~0.5m/sec 층류	낙하균 1개/시/9cm $\phi$ 이내
1B	10,000	20회/시 이상	낙하균 5개/시/9cm $\phi$ 이내 부유균 20개/m <sup>3</sup> 이내
2	100,000	10회/시 이상	낙하균 20개/시/9cm $\phi$ 이내
3	없음	밀폐구조 환기장치	기준없음 청결유지

균사체가 단독 또는 물방울과 같이 비산할 수도 있다. 그 외 입자도가 더 적은 바이러스가 있으나 이는 생세포의 세포에서만 번식하므로 예외로 볼 수 있다.

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 진에 1g 중 세균 약 40,000개, 진균 10,000개 효모 10,000개 내열균 7,000개정도 있다는 실험적 자료가 있다. 일반적으로 NASA의 실험자료를 많이 원용한다. 여하간 분진 숫자보다는 공중균 숫자가 적음으로 분진의 제어 즉 청정화로 미생물제어에 그대로 응용할 수 있다.

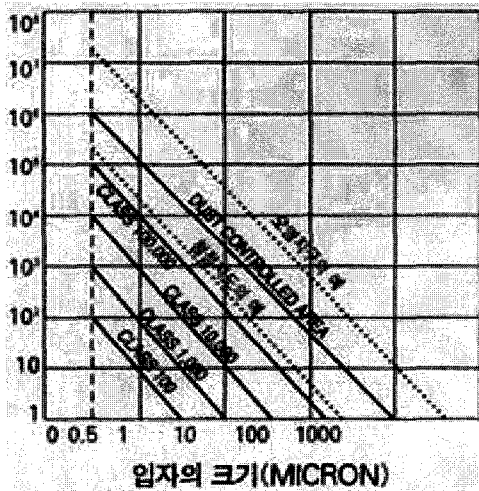


그림 1. 연방규격과 외기의 오염도

CLEAN ROOM의 청정도에 관한 규격은 여러 가지가 있으나 일반적으로 미국 연방규격(U.S FEDERAL STANDARL 209E)가 사용되고 있다. 또 세균에 관해서는 미국항공우주국(NASA) 규격(NHB5340-2)가 사용되고 있다. 크린룸의 설계는 통상 이들 규격을 기본으로 실행하지만 사용하는 상황도 심분 고려하여 검토할 필요가 있다. 다음은 이들 규격의 요지를 표시하는 것이다

표 5. 청정도의 기준 설명

CLASS (m <sup>2</sup> )	0.5 $\mu$ m 이상의 입자의 최대치 개/ft <sup>3</sup> (개/ℓ)	0.5 $\mu$ m 이상의 입자의 최대치 개/ft <sup>3</sup> (개/ℓ)	온도 °C	상대습도 %	압력 mmAq	조도 Lux
100 (3.5)	100 (3.5)	< 10 (< 0.35)	권장치 : 22.2 ±0.14 ~ ±0.28	50%이상일 때 부품의 고장, 낮을 때 정전기가 문제된다	DOOR를 닫은 상태에서 1.27	1,076 ~ 1,615
1,000 (35)	1,000 (35)					
10,000 (350)	1,000 (35)					
100,000 (3,500)	1,000 (35)					

표 6. 미국 연방규격

CLASS (m <sup>2</sup> )	0.5μ이상의 입자의 최대치 개/ft <sup>3</sup> (개/ℓ)	0.5μ이상의 입자의 최대치 개/ft <sup>3</sup> (개/ℓ)	생물입자의 최대치 개/ft <sup>3</sup> (개/ℓ)	생물입자의 최대치 개/ft <sup>3</sup> (개/ℓ)
100 (3.5)	100 (3.5)		0.1 (0.0035)	1,200 (12,900)
1,000 (35)	1,000 (35)	65 (2.3)	0.5 (0.01760)	6,000 (64,600)
10,000 (350)	10,000 (350)	700 (25)	2.5 (0.0884)	2.5 (0.0884)

표 7. 식품분야(haccp) 시설분야

분야	대상분야	대책	청정도				위험도에 따른 식품분류
			100	1000	10000	100000	
식품, 수산물 가공	햄, 생햄, 소세지, 생선묵, 오뎅, 연제품, 냉각, 포장생산시설	곰팡이, 미생물, 유기화합물 오염방지 선도 유지		*	*	*	위해 요소 Class A의 식품은 자동적으로 이 범위에 들어간다  일반 적 위해 요소를 갖는 제품으로서 위해요소 Class B,C,D,E,F가 다 포함됨
유제품	요구르트, 우유치즈, 생과자, 충전시설		*	*	*	*	
음 료	술, 맥주, 청량음료 병충진 시설			*	*		
양 조	된장, 고추장, 발효시				*	*	
제라면, 일반식품 제조	면제품, 마카로니, 스파게티, 포장공정				*	*	

※ 식품은 같은 품목이라도 제조 방법이나 보존 유통 방법에 따라 달라질 수 있다

### 3. 식품의 무균가공과 건조 기술

#### 3.1 서론

무균가공법이란 상업적으로 살균한 제품(commercially sterile product)을 무균환경(sterile environment)하에서 미리 살균한 용기에 무균적으로 충전하고 밀봉하여 저장성이 연장된 제품을 얻는 방법이다. 무균가공법이란 Nicholas Appert가 1809년에 통조림의 제조원리를 발견한 이래 식품가공기술상의 최대의 혁신으로 평가되고 있으며, 이의 도입으로 인하여 식품산업분야의 획기적인 변화를 가져왔다.

종래의 canning 공정과 무균가공 공정의 차이점은 canning 공정에서는 먼저 전처리된 원료식품을 용기에 충전, 밀봉하여 충분한 열처리를 한 후 즉시 냉각시켜 상업적 멸균상태의 제품을 얻는 반면에 무균포장 공정에서는 식품과 포장용기를 따로 살균하여 충분히 냉각시킨 후 무균상태에서 충전, 밀봉하여 무균상태의 저장성이 연장된 제품을 얻게 된다.

이러한 무균포장방법은 종래의 retorting 이나 hot pack 방법에 비해 많은 장점을 제공한다. 우선 가공방법에 있어 초고온순간살균법(UHT sterilization)을 사용하므로 무균포장된 제품은 풍미, 색, 영양가, 조직감 등의 측면에서 품질이 향상되고, 용기의 크기에 관계없이 품질이 균일한 제품을 얻을 수 있다. 특히 무균포장 방법은 retorting이나 hop pack 방법을 적용할 수 없는 열에 민감한 제품들의 포장에 적합하며 종전에는 금속이나 유리에 제한되던 포장재를 thermoplastic 이나 종이를 바탕으로 하는 재질을 사용하기 때문에 값이 싸고, 취급이 용이하며, 작은 단위의 포장을 사용하는 1회용 시장을 창출했다. 이외에도 무균포장방법은 제품의 저장수명을 높여주고 저장 및 유통 중 제품을 냉장할 필요가 없으므로 energy 절감효과를 가져

오고, 사용 후 폐기성이 우수한 장점도 있다.

현재 새로운 살균법과 새로운 포장 소재의 개발에 따라 다양한 형태의 무균포장 시스템이 개발되어 상업적으로 이용되고 있는데, 전세계적으로 1회용 유연포장재를 사용하여 생산되는 무균포장제품의 약 80%가 우유나 가공우유에 적용되고 있으며, 미국에서는 과일주스 제품의 약 90%가 무균가공방법에 의해 생산되고 있다. 무균포장방법은 초기에는 유제품이나 바나나 퓨레와 같이 열에 약하고 온고압살균법에 견딜 수 없는 제품 등에 주로 사용되었으나 최근에는 균질상의 다양한 액체식품 뿐만 아니라 작은 입자상의 식품을 포함하는 죽 상태의 제품에도 적용이 되고 있으며, 최근에 급속히 보급되고 있는 간편식인 ready-to-eat food 포장법의 주종을 이루고 있다. 현재 무균가공기술을 이용하여 제품화되고 있는 식품들은 액상의 균질식품(homogeneous foods)에서부터 큰 입자를 함유하는 비균질식품(heterogeneous foods)에 이르기까지 그 형태가 매우 다양하며 그 적용방법도 단순히 기존의 통조림 가공법을 대체하는 것에서부터 새로이 신선식품에도 적용하는 등 그 적용범위를 점차 넓혀가고 있다.

이와 같이 활발한 성장과 발전에 힘입어 최근에 IFT에서는 무균가공 및 포장기술을 1939년부터 1989년 사이의 50년간 식품과학분야에서 이루어진 최대의 기술로 선정된 바 있다.

#### 3.2 기본적인 무균가공 시스템(Basic Aseptic System)

식품의 무균가공은 근본적으로 식품 및 포장재의 전살균(Presterilization)과 이들의 무균적인 결합으로 이루어진다. 따라서 식품의 살균장치와 무균포장 설비는 무균가공시스템의 가장 기본적인 장치라 할 수 있다. 그림4는 기본적인 무균가공시스템

을 보여주고 있다. 그림에 표시된 바와 같이 무균가공시스템은 식품의 살균을 위한 일련의 열교환기와 멸균된 식품을 포장기까지 이송하는 설비를 포함하는 무균가공공정(aseptic processing unit)과 멸균된 식품을 무균상태하에서 충전·밀봉하는 무균포장공정(aseptic packaging unit)의 두 부분으로 구성되어 있다.

식품의 무균가공 및 포장공정을 살펴보면 우선 식품의 제품공급탱크(product supply tank)로부터 가열장치에 이르게 되면 열교환기를 통하여 식품이 일정한 살균온도에 이르도록 신속하게 가열(heating)하고, 이 온도에서 일정시간 동안 유지(holding)하여 제품을 상업적인 멸균상태에 이르게 한 후, 다시 열교환기를 이용하여 급속히 냉각(cooling)한다. 이와 같이 가열, 살균, 냉각의 연속

적인 공정에 의해 상업적인 무균상태로 처리된 제품은 무균실(aseptic zone)로 이송되어 미리 살균된 포장용기에 충전되고 밀봉을 한다. 이와 같이 연속적인 제품의 살균과 무균포장에 의하여 통조림과 마찬가지로 상온에서 저장이 가능한 저장성이 연장된 고품질의 제품을 얻을 수 있다.

현재 식품의 무균가공 및 포장을 위해 수많은 방법들이 개발되어 이용되고 있는데, 사용하는 식품의 특성에 따라 가장 적합한 무균살균장치와 무균포장방법을 결합하여 전체적인 무균포장시스템을 이루게 된다.

따라서 무균포장시스템에서는 제품과 가공공정 및 포장을 따로 분리하여 생각할 수 없으며 이들 모두는 서로 긴밀하게 연결되어 있어 결국은 하나라는 개념을 갖는 것이 무엇보다 중요하다. 왜냐하면

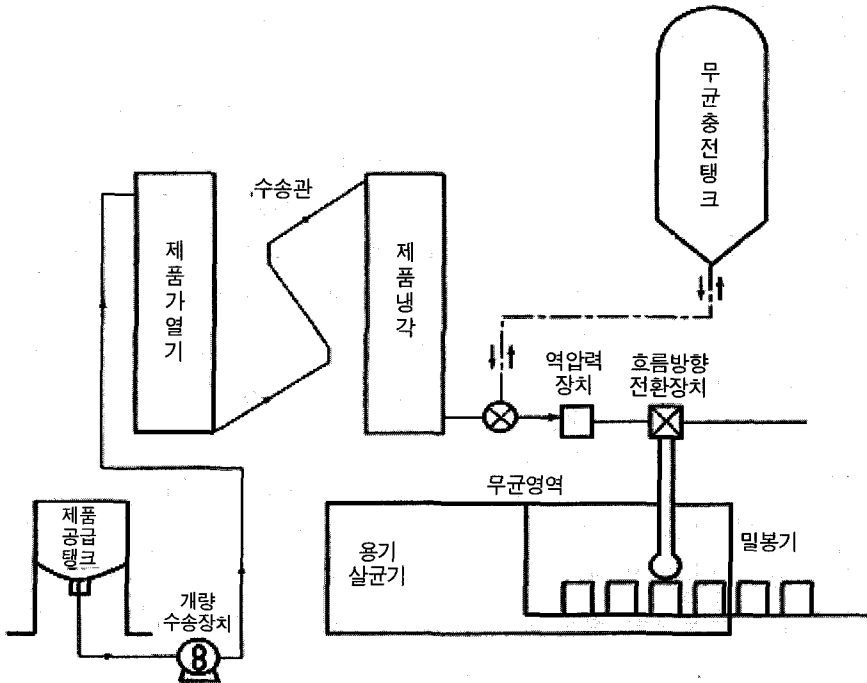


그림 2. 기본적인 무균포장 시스템의 개요

무균포장공정은 근본적으로 연속공정이므로 어느 한 부분이라도 무균처리에 실패하게 되면 전체적인 시스템의 성능에 지대한 영향을 미치게 되기 때문이다. 따라서 무균포장공정을 확립할 때에는 제품, 가공설비, 포장재 및 무균포장기의 살균뿐만 아니라 시스템 전반에 걸친 무균포장의 유지에 각별한 주의가 필요하다.

결국 무균포장 시스템에서 가장 중요한 것은 미생물 살균기술의 확립으로 식품에 내재하는 미생물, 포장재의 표면에 부착하는 미생물, 각종 기기류에 부착하는 미생물, 그리고 충전기 내의 무균실에 부유하는 미생물 등의 멸균 및 제균기술이 필요하다. (그림 2)

### 3.3 무균가공(Aseptic Processing)

통조림살균법과는 달리 무균공정에서는 먼저 식품을 따로 살균하고 별도로 살균된 용기에 무균적으로 충전하여 포장하는 방법을 사용하는데 식품을 포장용기에 충전하기 전에 상업적인 무균상태에 이르도록 가열살균하는 것은 무균포장제품의 생산에 있어 가장 기본이 되는 공정이다. 이 때 식품의 살균은 HTST(High Temperature Short Time)살균법이나 UHT(Ultra High Temperature)살균법을 주로 사용한다. 이미 설명한 바와 같이 HTST 살균법이나 UHT 살균법을 사용하면 식품의 향미, 색깔, 영양성분 등의 측면에서 품질이 우수한 제품을 얻을 수 있다.

일반적으로 저산성식품(low-acid food)의 무균가공에는 135-150℃의 초고온을 사용하여 제품에 따라 1-30초 정도의 열처리를 하며, 산성식품(acid food)또는 산성화식품(acidified food)의 경우, 95℃ 이하(흔히 93-96℃)의 온도에서 열처리를 행한다.

이와 같은 식품의 살균을 위해 무균가공공정에서

는 일련의 열교환기와 살균온도유지관(holding tube)으로 구성된 살균장치를 주로 사용하는데, 열교환기는 제품의 온도를 가공온도까지 가열할 때와 가열이 끝난 제품의 온도를 측정온도까지 냉각하는데 사용되며, 미생물에 대한 가열치사효과는 살균온도유지관에서 주로 일어난다.

### 3.4 무균포장실 (Aseptic Zone)

무균 포장실은 포장작업이 진행되는 동안 무균상태를 유지하도록 마련된 무균 포장기내의 일정한 공간으로, 이곳으로 무균처리된 포장재와 식품이 송입되어 무균조건 하에서 서로 결합이 이루어진다. 이 무균포장실은 포장재의 살균이 이루어지는 부분 또는 미리 살균된 용기가 포장기에 도입되는 부분에서부터 무균적으로 충전 밀봉된 제품이 무균 공간을 떠나기 전까지의 지역을 포함한다. 포장작업을 시작하기 전에 포장기내의 무균포장실은 상업적인 무균상태를 유지해야 하며, 이 때 사용되는 살균제는 무균포장실의 전면적에 대해 균일하게 작용해야 한다. 일단 무균포장실의 살균이 이루어지면 포장작업중 무균상태를 계속 유지해야 하는데, 무균포장실의 무균상태를 유지하기 위해 포장된 제품이 무균포장실에서 나올 때 실내의 공기도 충분한 속도로 밖으로 흘러나오도록 하여 오염물질이 무균실에 들어가는 것을 방지한다. 이 곳에서 사용되는 공기의 멸균은 여러 가지 방법을 사용할 수 있으나 흔히 incineration이나 ultra-filtration이 사용된다. 무균포장실의 무균성을 유지하기 위하여 과포화 수증기나 멸균공기를 가압상태에서 사용하거나 여과기를 통해 제균된 공기를 층류의 상태로 무균포장실 내에 주입한다. 일반적으로 먼지가 없는 공기에는 미생물이 존재하지 않으므로 일정한 용적 중에 존재하는 입자의 수나 입자의 크기를 사용하여 무균포장실의 무균정도를 표시한다. 무균포장에 흔히



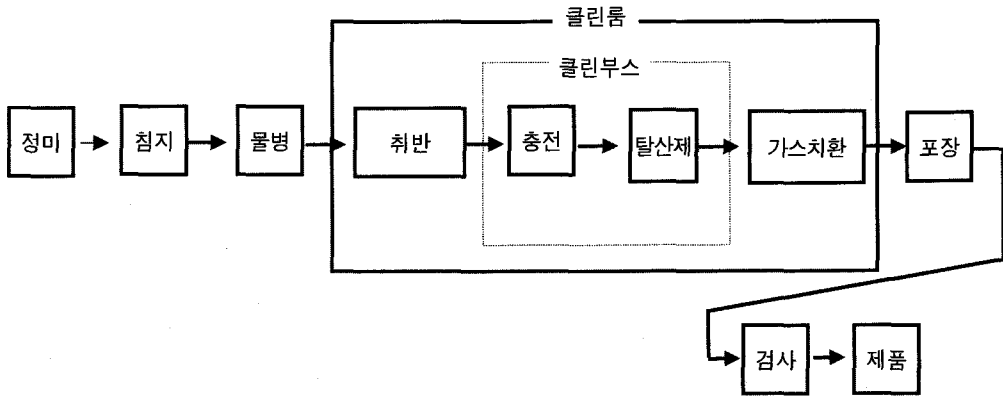


그림 3. 무균화포장밥 제조공장

이용되는 Class 100으로 분류되는 공기는 크기가 0.5-5m의 입자를 1 ft<sup>3</sup>의 공간에 100개 포함하는 것으로 HEPA(high=efficiency particle air) 필터를 사용하여 얻는다. 경우에 따라 Class 100의 공기보다 더욱 엄격한 기준이 요구되는데 이러한 경우 ultra filter를 사용하여 1m 이하의 입자도 제거가 가능하다. 이러한 방법으로 얻은 공기는 무균상태로 간주된다.

### 3.5 무균포장밥

여러 가지 가공밥류 중 최신의 공법인 무균화포장밥의 제조기술에 대하여 간략하게 언급한다. 무균화포장밥의 제조공정은 그림 3과 같지만 레토르트와 기본적으로 틀린 것은 충전밀봉후에 고압가열살균을 하지 않는 점이다.

무균화포장은 크린룸(clean room)에서 계량충전과 실링이 실시되므로 열처리가 필요 없다. Tray에 충전한 레토르트밥과 모양은 유사하지만 살균공정이 다르다. 기본적인 제조의 흐름은 전처리 공정에서 가능한 한 내열성균을 감소시켜 취반공정에서 무균밥을 제조하고 이것을 크린룸에서 무균상태 그

대로 포장하는 것이다.

한 개씩의 소형 솥으로 취반하여 그대로 무균용기에 충전하는 방법과 대형 솥으로 밥을 지어 풀어 헤친 다음 무균용기에 충전하는 방법, 그리고 용기 자체에 일정량의 원료를 넣고 가압스팀방식으로 처리하는 방법 등 3가지가 있다. 낙하균이 혼입되어 곰팡이를 발생시킬 가능성이 있기 때문에 탈산소제가 봉입되어 30~180일의 품질유지가 가능하다. 구체적인 사례로서 사또식품공업의 무균화포장밥 제조공정을 살펴보면 그림 3과 같다.

최초로 도정된 쌀이 파이프를 통하여 연속 세미장치로 보내져 깨끗이 세미된 다음 약 2시간 침지 후 물을 뺀 다음 계량, 충전공정으로 보내진다. 예로서 200g들이 무균화포장밥의 경우 침지쌀 110g을 최종제품의 형태대로 성형된 알루미늄제 소형 솥에 충전하고 정제수를 가하여 뚜껑을 닫는다.

이후 연속 취반라인으로 옮겨져 취반하여 이때 취반라인의 온도 및 시간관리가 무균화포장밥 제조의 노하우이며 취반내용은 기업비밀이다. 따라서 고장견학이나 각종 세미나 중에서도 전혀 공개되지 않고 있다.

단, 취반은 가스취반이며 초기 가열은 70℃로 시작하여 중간부분은 105℃로 그리고 뜸들이기는 90℃에서 80℃로 서서히 낮추는 것이 일반적인 공정의 내용이다. 이후 취반된 밥은 clean room내에서 무균용기에 충전된다. 이 무균실은 1ft<sup>2</sup>의 면적중 5μm이하의 먼지가 취반실을 10만개, 크린부스(clean booth)는 100개 이하로 관리된다.

일반 대기중의 먼지가 100~200만개인 것을 고려하면 무균실내의 위생관리가 매우 엄격함을 알 수 있다.

다음 공정은 밥이 충전된 용기에 질소가스를 분사하여 산소농도를 저하시키고 내면에 전자렌지에 사용할 수 있는 탈산소제가 부착된 리드필름을 포장재 실링한다. 실링 후 무균화포장밥은 clean room을 나와 냉각되면서 검사공정을 거쳐 박스포장라인에 옮겨진다. 이러한 일련의 라인에 배치되어 있는 인원이 6명에 불과하여 자동화율이 매우 높은 수준이다.

한편 자동포장의 측면에서 무균화포장밥을 살펴 보면 다음과 같다.

Aseptic package 의 소위 무균포장은 매우 엄격한 위생관리 하에서 충전, 포장이 이루어진다. 이에 반하여 실제 현장에서 실시되고 있는 것은 semi-aseptic 포장, 즉 무균화포장이다. 이른바 상업적 무균화포장이라고 말하는 것이다.

무균화포장이 보급됨에 따라 상미기간을 중요시 하면서 현실적인 aseptic포장으로 널리 보급되고 있는 것이 clean포장이며, 이는 무균화포장보다는 엄격한 위생관리 기준이 마련되어 있다.

무균화포장밥 제조에 사용되는 aseptic기술도 설비투자난 운영자금의 면에서 무리가 없는 clean포장이 보급될 것으로 보고 있으며 대부분의 무균화포장밥은 clean포장이다.

유통기간의 설정에 따라 aseptic의 관리수준이

차이가 있는 것도 사실이지만 현재 판매되고 있는 대부분의 무균화포장밥은 유통기간이 6개월로 되어 있으므로 거의 비슷한 수준의 무균도를 유지하고 있다. 예를 들면 tray용기를 사용하고 있는 에스비식품(히구찌상점), 사또식품, 예찌꼬제과는 6개월, flexible한 필름을 사용하고 있는 수퍼액트라이스는 60일간의 상미기간으로 되어 있다.

따라서 완전무균은 아니지만 clean도 100이라고 말할 수 있는 엄격한 clean 상태를 유지할 필요가 있다.

기술적으로는 취반한 밥을 용기에 담을 때 어떠한 무균상태 즉 clean booth를 만드는가가 중요한 관점이 된다. 또한 계량, 충전부의 기술도 대상이 되기 때문에 매우 어렵다. 따라서 1인분마다 최소 단위로 취반하는 포장밥 제조업체도 있다.

선발주자인 사또식품공업에서는 1인분씩 취반을 실시하고 있지만, 이는 무균상태의 유지나 계량, 충전의 정확도를 검토한 결과라고 한다. 반대로 에스비 식품과 합자로 무균화포장밥을 생산하고 있는 히구찌 상점에서는 15kg 들이 대형 솥으로 취반하여 무균실내에 설치된 clean booth 안에서 뒤섞고 용기에 충전한다.

한편, 포장공정에 관해서는 용기의 성형, 충전, 실링을 일괄적으로 실시하는 form-film-seal형 보다 컵 공급형이 손실이 적으므로 생산성이 우수하다는 것이 일반적인 견해이다. 이것은 계량, 충전이 항상 안정적으로 충전될 수 있을까하는 우려와 불량률이 컵 공급형쪽이 적기 때문이다. 다만 FFS형과 컵공급형의 가격차이는 1인분당 2엔이라고 한다. 이 가격차가 큰가 적은가는 공장 출하가격이 81엔에서 82엔인 무균화포장밥에서는 결코 적은 액수라고 말할 수 없을 것이다.

아지노모도가 개발한 「찬트고향」은 특허 기술인 생쌀을 한번에 용기 내에서 지을 수 있는 새로운

용기를 개발하였다. 과거의 레토르트 용기 내에서 지을 수 있는 새로운 용기를 개발하였다. 과거의 레토르트 용기는 120℃로 가열하면 차단성이 감소하였지만 同社의 기술개발연구소가 개발한 내열성 high barrier용기의 HK pack에 의하여 신제품의 개발이 가능하게 되었다. 부재료가 들어가는 비빔밥이나 게맛필라프 등의 제조는 멸균 처리한 원재료를 레토르트 살균기내에서 회전시키면서 혼합한

다는 특수기술을 사용하고 있다.

또한 동양수산이 93년 6월부터 판매한 「맛있는 밥」은 지어낸 밥을 과거의 레토르트 살균방식(가압가열살균)이 아니라 저온살균법을 이용함으로써 두 번 가열에 의한 맛의 변화를 방지하여 밥맛이 우수하다는 것을 특징으로 내세우고 있다. 이들 회사의 밥제품은 레토르트와 무균포장의 중간적인 기술을 채용하여 semi retort, 혹은 semi-aseptic이라

표 8. 각 청정도 구역에서 요구하는 환기조건의 설정 예

구 분	처리실	급기	실내압	최소전풍량	室순환기	최종필터
청 결 구 역	미반냉각실	◎	P	≥10회/hr	◎	HEPA 필터
	마무리, 포장실	◎	P	≥10회/hr	◎	고성능 90%
	초밥, 김밥작업실	◎	P	≥10회/hr	◎	고성능 90%
	샐러드실	◎		≥10회/hr	◎	고성능 90%
	냉각,보관실		E		◎	
준 청 결 구 역	마무리,출하실	◎	P	≥6회/hr	◎	중성능 80%
	가열,조리실	◎	N	排10회/hr	◎	중성능 80%
	육가공실		E		◎	
	어류가공실		E		◎	
	절입실	◎	P	≥6회/hr	◎	저성능 60%
	조미불출실		E		◎	
	야채절단실		N	排4회/hr	◎	
	취반실	◎	N	排10회/hr		
	세정제 vat실		P		◎	
	포장실		E			
	sanitary area	◎	P	≥6회/hr	◎	중성능 60%
	일 반 구 역	야채세정실		E	≥4회/hr	◎
야채냉장고			E		◎	
육냉장고			E		◎	
어류냉장고			E		◎	
식자재창고			E		◎	
쌀창고			E		◎	일반공조
오 염 구 역	폐기물처리실		N	排10회/hr		
	폐기물실		E		◎	
	반쯤처리실		N	排10회/hr		
	화장실		N	排10회/hr		

※ P(positive) = 正壓, N(negative) = 負壓, E(equal) = 等壓

불리는 포장기술이며 아지노모도나 동양수산은 제품에 레토르트라는 말을 표시하지 않고 있다.

Aseptic포장이라고 표현을 하여도 무균포장, 무균화포장 그리고 clean포장의 엄밀한 구분이 없을 뿐 아니라 레토르트에 대해서도 일정 조건하에서 121℃, 4분의 살균을 실시하는 것이 의무로 되어 있지만 이것이 semi-retort가 되면 식품위생법상의

규정이 없어 구분이 명확하지 않다는 문제도 있다.

포장법에 있어서 균대책으로는 일반생균은 탈산소제나 가스등의 불활성가스를 충전하여 실시하지만 내열성 아포균을 최소한으로 억제하는 기술을 채용하고 있다. 내열성 아포균은 원료쌀에 포함되어 있는 것으로서 전분이 100%이면 번식하지 않는 성질을 가지고 있다.

표 9. 식품공장의 공기청정도

업종	작업공정	공기 청정도(class)	
식품	어육가공장	생선어묵 냉각실	1,000
		생선어묵 포장실	10,000
	식육가공장	햄버거 사입실	10,000
		햄버거 냉장실	1,000~10,000
		햄버거 포장실	10,000
		햄 포장실	10,000
		햄 포장실 전실	100,000
		소시지 포장실	10,000
	과자공장	카스테라 포장실	1,000
		구운납작과자 포장실	10,000
생과자, 생크림 제조실		10,000	
음료공장	유산균, 청량음료 충전실	10,000	
	과즙음료 충전실	10,000	
낙농공장	우유 충전실	1,000~10,000	
	분유 건조실	10,000	
	치즈반죽 작업실, 포장실	10,000	
	아이스크림 충전실, 포장실	10,000	
	버터, 마가린 포장실	10,000	
잼공장 떡공장 제면공장 절임공장	페이스트 충전실	10,000	
	방냉, 포장실	1,000~10,000	
	냉각, 포장실	1,000~10,000	
	포장실	10,000~100,000	
기타	설탕정제	100	
	된장, 간장, 제국실	10,000	
	무균포장 제조	10,000	
농업	稻花培養	10,000~100,000	
	표고, 팽이버섯 배지방냉실	1,000~10,000	
	표고, 팽이버섯 접종실	100	
	누에 인공사육실	10,000	

무균화포장밥 제조업체에서는 내열성 아포균에 대한 대책으로서 취반한 밥의 수분을 60~62%로 낮추어서 정균을 실시함과 동시에 pH4.6의 산성에 조정하여 품질유지를 기하고 있다. pH 조정에는 일반적으로 초산이나 사과산 등의 첨가제가 사용되고 있다.

백반의 경우는 이러한 균대책에 의해 정균이 거의 완벽하게 되지만 부재료가 들어가면 그렇게 간단하지 않다. 밥에 부재료가 혼합됨으로써 부재료의 수분이 밥에 이행되어 내열성 아포균이 활동하기 시작할 가능성이 있기 때문이다.

따라서 백반의 경우 상업적살균이 아닌 완전살균을 실시하고 균을 제거하여 제조하는 방법이 다시 주목되고 있다. 또한 부재료의 표면을 단백응고시켜 수분의 침출을 방지하는 방법도 실시하고 있으며, 하나의 기술뿐만 아니라 몇 개의 기술을 조합하여 부재료 혼합밥이 제조되고 있는 실정이다.

### 3.6 식품공장의 건조설비의 문제점과 개선 대책

#### 3.6.1 양압 · 환기관리

##### ● 문제점

- ① 생산라인의 변경, 비기팬의 증설 등이 원인으로 공장 전체가 음압화되어 있다(곰팡이의 번식, 진애, 위생해충의 침입).
- ② 문의 개발 등에 의해 실간의 차압이 유지되지 않는다.
- ③ 라인의 변경 등에 의해 배기후드, 덕트가 기능을 발휘하지 않는다.
- ④ 실압관리가 불충분하다.
- ⑤ 필터가 막혀 도입외기가 감소하고 있다(음압화).

##### ● 개선대책

- ① 배기풍량을 측정하여 필요한 외기도입을 추가한다.

- 외기도입량은 건물의 기밀도에 따라 다르지만 대개는 배기량 +1.5회의 한기를 한다(양압도는 다르지만 청정구역간은 1.0~1.5mmAq로 하고, 동구역간에서는 0.5~1.0 mmAq로 한다).
- 출입구 문의 기밀화 또는 이중 문을 설치한다.
- 천정부나 전선관을 밀봉한다.

- 외기도입은 장래의 라인변경이나 배기량 증대에 대응할 수 있도록 계획한다.

- ② 각실의 실간 기류를 계획하고거기에 필요한 도입외기량을 계획한다.

- 충전실 등의 주요한 실은 출입구를 이중문으로 하여 +1.5~2.0mmAq가 되도록 한다.

- 실간 차압은 외기도입량, 급기, 환기량의 조정에 의해 행한다.

- ③ 배기계획을 잘한다. 효율적으로 배출되지 않는 가스의 배출도 고려한다(국소배기 제품 등 이용).

- ④ 중요한 실은 실압 게이지(수직형 마노미터 게이지 미압계)를 설치하여 매일 계측한다.

#### 3.6.2 동선관리

##### ● 문제점

- ① 제조실이 작업원의 통로로 되어 있다.
- ② 기자재 등의 開梱이 제조실내에서 행해지고 있다.

##### ● 개선대책

- ① 사람, 물건의 동선을 잘 정리하고 필요한 곳에 낭하, 문 등을 설치한다.
- ② 開梱室은 가능한 한 계획한다.

#### 3.6.3 덕트의 관리

##### ● 문제점

- ① 실내의 횡으로 되어 있는 덕트에 먼지가 퇴적한다.
- ② 덕트내에 먼지가 퇴적한다.

● 개선대책

덕트는 공조(냉난방)만이 아니라 기류제어, 먼지 제어도 고려하여야 한다.

- 덕트는 가능한 한 천장내에 배치하여 기류, 먼지 등을 고려하고 취출구는 분포가 잘되게 배치하여 아래로 불도록 한다.
- 환기덕트는 정지시키는 것도 좋지만 필요한 경우 흡입구는 필터를 부착하고 바닥에 가까운 곳에 설치한다.
- 급기덕크계는 필터를 설치한다. 중요한 실에는 중성능 이상의 효율로 한다.
- 배기덕크계는 가능한 한 곡선이 적은 단순한 통로를 만들도록 한다. 또, 끝에서 역지뎀퍼를 설치한다.(배기정지시의 먼지, 위생해충의 침입방지)
- 덕트내는 정기적인 세정, 살균을 행한다.

3.6.4 필터의 관리

● 문제점

- ① 필터가 막혀 풍량이 감소한다.

● 개선대책

- ① 필터-차압계를 설치하여 정기적으로 차압을 계획하고 세정 또는 교환한다.

3.6.5 유닛 쿨러의 관리

● 문제점

- ① 미생물의 번식이 우려된다
- ② 먼지제거 기능이 안된다.

● 개선대책

- 유닛 쿨러 방식을 고려한다.
- 실온이 5℃ 이하의 저온인 경우 유닛 쿨러방

식도 좋지만 실온이 높은 경우는 필터부착팬코일 유닛 방식 등으로 변경한다.

- 유닛 쿨러의 정기적인 분해, 세정, 살균을 실시하다.

3.6.6 클린룸의 관리

● 문제점

- ① 관리가 불충분하다
- ② 야간이나 휴일 운전은 어떠한가 명확하지 않다.

● 개선대책

야간이나 휴일도 운전하고 미생물의 증식을 방지하는 것이 바람직하다.

- ① 중요한 실은 외조기를 설치하고, 휴일도 운전한다. 풍량은 그 실의 1.5~2회 환기한다.
- ② 공조용 공조기의 회전수를 떨어뜨려 운전하는 방식도 좋다.
- ③ 온도는 최소설정을 한다.

3.6.7 결로방지 대책

● 문제점

- ① 실내의 천장, 벽이 결로하고 곰팡이가 발생한다.

● 개선대책

- ① 원인을 조사하고 대책을 세운다.
  - 증자술 등에서 발생하는 증기가 실내에 흐르는 경우는 실내공조를 하든가 국소배기를 한다.
  - 환기를 행한다
  - 곰팡이 방지용 도장을 한다.

- 참고문헌 -

- 1. 이병국(1996), 공기청정기술, 식품공업의 공중균과 청정실, 9(1), 16

2. 김용진(1994), 공기청정기술, 공기청정용 멸균기술, 7(4), 14
3. 허종화, 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 관련설비와 기술
6. 임종환, 식품과학과 산업 33권 2호(2000) p71-86 회원논단
7. 김병삼, 공기청정기술 2001. 6. Vol. 14 No. 2 / 식품공장의 공기관리, p79~88
8. 김명호, 한국공기청정협회, 제 18회 공기청정 기술 세미나'2001<실내환경 및 클린룸 기술, p61~69
9. 한국공기청정협회(2003), 공기청정편람, p.233~295