

식품공업에 있어서의 세정기술

허종화 · 문준식
경상대학교 / 식품공학과

1. 서론

국민소득의 증대와 삶의 질의 향상은 식생활의 형태를 변화시키고 있으며, 부가가치를 높여야 하는 식품공업에서 위생 및 안전성을 위한 효과적인 세정방법이 중요하게 대두되고 있다.

즉, 식품공장에 있어 기계 기구나 바닥 등의 세정 살균 및 해충의 방제, 공장 작업장의 위생관리 등 식품공장에서 행해지고 있는 세정·소독관리의 필요성은 식품의약품(FDA)의 발족과 때를 같이하여 소비자요구와 국제 무역자유화를 눈앞에 둔 현시점에서 더욱 요구된다고 하겠다.

최근 식품공장의 세정·소독 관리에 대하여 그 대책이나 취급하는 자세에 새로운 변화가 보이고 있다. 과거 식품위생지도에의 대응방법은 소극적인 자세가 강하게 나타났으나, 이것이 최근에는 좋은 품질과 높은 안전성을 확보하여 소비자에게 안심하고 먹도록 하기 위한 대량생산과 판매유통 방법들이 새롭게 나타나고 있는데 여기에 적합한 세정 소독 관리방안이 필요하다.

2. 식품공업에서의 오염과 세정방법

1) 오염원

식품 공업에서 오염원은 미생물의 생육환경을 제공해 주는 식품 원료 자체가 될 수 있으며 수확후 전처리, 수세, 절단, 혼합과정에서 첨가되는 용수, 부원료, 식품첨가물 등

표 1. 오염물질의 종류

분 류	오염물질의 종류
미 생 물	연화되어 썩은 것, 곰팡이가 커는 것, yeast, 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
화 학 물	비료, 살충제, 농약(동·식물에 축적되어 있는 것이 문제), 호르몬제, 항생제 등
광 물 질	흙, 엔진오일(윤활유), 바퀴 돌아갈 때 끈끈한 윤활제, 돌, 모래, 기름, 금속 등

표 2. 식품오염경로

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

도 오염원의 역할을 하게 되고 가열, 냉동, 건조 등의 공정에서 공급되는 공기와 장치 및 용기등과 공장내부의 벽체에 부착한 식품잔재, 곰팡이 등이 중요오염원이 될 수 있다.(표 1)

이들 오염경로를 크게, 미생물이 포함된 공기에 의한 내부오염과 오염부분이 직접 접촉되어 생기는 외부오염으로 나눌 수 있다.(표 2)

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 되어 온 감이 없지 않다. 이러한 가공 및 유통과정에서 높은 수준의 품질과 위생을 유지하기 위해서는 미생물을 비롯한 먼지, 불순물 등을 근원적으로 제어할 세정기술과 설비 및 관리가 필수적으로 요구된다.

2) 세정기술

식품의 제조과정은 원료, 전처리, 가공, 포장, 제품으로 진행된다. 각공정중에 식품의 세정 살균은 원료를 전처리 하는 공정중에 행해지는 경우가 많으며 전체공정중에서도 상품의 안전성과 고품질 유지를 위해서 미생물에 대한 제어기술이 요구된다.

식품원료(농·축·수산물), 식품용용기, 식품제조용용기, 작업자, 건조물(벽, 천정, 바닥) 등 식품공장에서의 종합적인 세정·소독 관리는 가공 공정에서 위생적 처리로 소비자 건강보호를 할 수 있다는 측면에서 중요한 과정의 하나이다.

효과적인 세정을 위해서는 오염물을 효과적으로 분리→분리된 오염물 제거·폐기→세정한 표면을 원하는 상태로 유지→세정 원료의 재오염 방지→제품 손상을 피해야 한다.

(1) 건식세정법

건식세정법(Dry Cleaning)은 보다 작고 저렴한 비용으로 사용이 간편하고, 원래의 건조한 상태를 유지하는 장점이 있으나, 먼지 확산으로 재오염 우려, 분진에 의한 화재 및 폭발사고 위험과 작업자에게 진폐증을 일으킬 위험이 있다.

① 기류세정법(Aspiration Cleaning)은 압축

공기를 이용해서 원료와 오염물의 비중 차로 분리하며, 쌀 보리 등 곡류와 견과류, 밤, 호도, 잣 등의 오염물질을 제거한다.

- ② 전자 금속 검출기(Magnetic Separators)는 전류를 끊었다가 연결시켜 주면 철금속과 비철금속 분리로, Slag(광재), 돌, 탄화된 윤활유, 금속이 섞인 윤활유 등에서 오염물질을 제거하는데 사용된다.
- ③ 체분리법(Screening of Foods)은 원료를 입자의 크기나 분포도에 따라 분리 제거하는 방법으로서 모래, 돌 등의 작은 입자 제거에 쓰이는 Drum Screen과 설탕, 밀가루, 향신료, 전분에 활용되는 Flat Bed Screen 등이 있다.
- ④ 마쇄법(Abrasion Cleaning)은 절구를 이용하여 갈아서 오염물질을 제거하는 방법으로 Brusher, Disc, Vibrator를 이용한다.
- ⑤ 정전기 세정법은 일정한 습도하에서 원료의 정전기 부하의 차이를 이용해 전하를 띤 입자가 반대의 전하를 띤 거나, 어스(Earth)된 롤러(Roller)나 격자(Grid)에 의해 붙여서 제거하는 방법으로 매연 집진 장치와 같은 원리로 커피, 차 등의 분체 식품에 일정한 습도를 줘서 먼지, 줄기, 잎 성분을 제거하는 방법이다.

(2) 습식 세정법

습식 세정법(Wet Cleaning)은 물을 사용하면 균일한 세정으로 단시간에 작업이 가능한 장점이 있으나, 젖은 물에 의한 재오염 가능성이 있다.

- ① 침지법(Soaking Cleaning)은 회전기, 압축공기의 속도, 분무수의 갯수와 압력에 따라 정화효율이 달라지며 온수를 쓸 때

오염물질 제거가 잘 되나, 미생물 오염이 우려된다.

- ② 분무 세정(Spray Water Cleaning)은 식품 표면에 물을 분무시켜 씻는 방법이다. 습식 세정 중 가장 많이 사용되며, 세정효율은 분무시 사용하는 수압과 수온, 사용수량, 분무갯수, 식품과의 거리, 씻는 시간 등에 의해서 세정효율이 좌우된다.
 - 부유세정(Floatation Cleaning) : 식품과 오염물질의 밀도(부력)차이에 의한 분리방법이다. 그 중에 포말부유세정(Froth Floatation Cleaning)은 식품과 부유물질의 흡습성의 차이를 이용해 분리하는 방법으로 광물성 기름과 세제의 유탁액을 희석시키고 여기에 공기를 불어 넣으면서 오염된 완두를 침지시키면 오염물이 거품물에 떠오르게 되어 제거할 수 있는 방법이다.
- ③ 초음파 세정법(Ultra Sonic Cleaning) 고주파에 의한 진동의 이용으로 의료용기구, 계란 표면, 안경 세척 등에 이용되는 방법이다.

3) 세정제

일반적으로 불순물의 분리에 이용되는 세정제로는 다음과 같은 것들이 이용된다.

◦ 물의 이용

오염성분에는 수용성의 물질이 많으므로 물을 이용한 세정법이 많이 사용된다. 수용성물질의 수용성을 높이기 위해 온수를 사용하기도 하며, 식품 원료를 손상시키지 않도록 저온하에서 얼음을 사용하기도 한다.

◦ 계면활성제의 이용

분자속의 친수성기와 소수성기의 양친용매 성 밸런스에 의해 기체와 액체, 기름과 물, 고체와 액체등의 경계면에 잘 흡착하여 경계면의 자유에너지를 저하시키며, 물, 기름, 기타 계면상태를 변화시키므로서 알카리 유화 효과에 의해 식품소재의 불순물을 제거한다. 보통 세제성은 약하지만 살균력이 강하므로 살균제로서 사용된다.

◦ 산 알카리의 이용

칼슘(대리석분말)과 같은 산에 용해되는 물질과 알카리에 용해되는 물질(유지의 유화), pH를 조절할 수 있는 산화제와 알카리

제 등이 사용된다.

◦ 효소의 이용

오염의 대상이 되는 성분에 의한 전분분해 효소와 단백질분해효소를 사용하는 것으로 저분자화하여 수용성을 이용하여 제거한다.

◦ 주방용세제 공업규격

주방용세제의 공업규격은 중금속이 1.0ppm 이하, 생분해도가 90% 이상이 되어야 하며, 식기 세척용세제의 성분중 트리폴리인산염은 25~45%, 규산나트륨 12~14%를 차지하며 (표 3), 이들 세제에는 피부보호를 위해 디에탄올 지방산아미드가 포함되어야 한다.

표 3. 세제의 공업규격 및 성분

주방용 세제 공업규격		식기 세척용 세제	
항 목	품 질	성 분	조성 (%)
계면활성제 상당분	15% 이상	이온계 계면 활성제	2~4
pH(25°C)	6.0~8.0	트리폴리인산염	25~45
메틸알코올	1mg/g 이하	규산나트륨	12~14
비스	0.05ppm 이하	규산칼륨	0~25
중금속	1.0ppm 이하	황산나트륨	0~22
생분해도	90% 이상		

3. 식품공업의 GMP와 Clean Room

1) 식품공장의 GMP도입

GMP(Good Manufacturing Practice)란 품질이 보증된 우수의약품 제조하기 위한 기준으로서 제조소의 구조, 설비뿐만 아니라 원료의 구입 및 제조, 포장, 출하의 전 공정에 걸쳐 제조와 품질의 관리에 관한 조직적

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

특히 미연방규정집 제21GMP가 적용된 것을 보면 다음과 같다.

“식품이 안전하고 위생적인 조건하에서 제조, 포장, 저장되었는가를 확인하기 위하여 식품의 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 4, FDA, WHO, NASA의 공기중 부유 균농도를 비교 설명한 것은 표 5와 같다.

◦ 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 1992년 KGMP 기준 적격업소 지정신청이 되었다. 우수의약품 제조관리 기준의 KGMP 클린룸 등급은 표 6과 같다.

표 4. NASA의 청정도 Class별 생물입자량 기준 (NHB 5340.2, 1967)

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

표 5. 균농도의 비교

공기청정도 Class	FDA 개/m ³ (개/ft ³)	NASA 개/m ³ (개/ft ³)	WHO 개/m ³
100	-	-	1>
100	3.5 (0.1)	3.5 (0.1)	5
10,000	-	18 (0.5)	100
100,000	88 (2.5)	88 (2.5)	500

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 고장처리의 4가지에 기초를 두고 있다.

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

오염방지는 원재료의 유해 중금속이나 잔

식품공업에서 GMP의 포인트는 WHO에서

류 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 대처 방법 등을 포함시킨다.

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

표 6. KGMP에서의 클린룸 등급

청정도 등급	해 당 작 업 실	구 조 조 건	관 리 기 준
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/9cmφ이내 또는 부유미생물 최대치 1개/m ³ 이내 ② 입자수 : 클라스 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/9cmφ 또는 부유미생물 최대치 20개/m ³ ② 입자수 : 클라스 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 10회/시 이상 ② 필터 : Pre+Med ③ 온습도 조절 ④ 액제, 연고제 : 양압 내용고형제 : 주변양압	① 낙하균 20개/시/9cmφ 또는 부유미생물 최대치 200개/m ³ ② 입자수 : 클라스 100,000 ③ 갱의, 수세, 마스크
IV	I II 이외의 작업실, 보관소, 시험실	① 환기 ② 필터 : Pre	① 갱의, 수세 ② 원부자재 외부청소

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

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

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 식품공해면에서 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), 헹굼(Rinsing)의 세가지 단위 조작으로 구분되며, 세정과 소독 목적으로 최근 CIP(Clean In Place) 장치가 많이 이용되고 있다.

CIP장치는 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

4) 클린룸 설비와 관리

일반적으로 클린룸 분야는 반도체 등의 공업용 클린룸과 식품, 의료분야 등과 같이 미생물(균)을 대상으로 한 Bio 클린룸으로 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 소비

자의 인식이 급격히 높아지고 있는 실정이기 때문에 우수 식품 제조(GMP)를 위한 클린룸의 요구는 더욱 커질 것이다.

식품 산업에는 전자 정밀 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%RH이하로 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 이상이 많으며 기류방식은 순환식을 주로 한다. 그 이상의 청정도는 층류식(수직, 수평유동)을 이용한다. 식품공업에서의 Bio 클린룸 청정도 요구는 표 7과 같다.

표 7. 식품공업에서의 Bio 클린룸 청정도 요구

(입자직경 : 0.5 μm)

용도	Class			
	100	1,000	10,000	100,000
우유, 술, 유산균 음료				
청량음료의 충전공정				
유제품, 생과자 포장공정				
햄, 소세지 제조				
버섯 재배				
식육, 어육 가공				

Bio 클린룸 공조설비의 주요 부분중에서 문제되는 부분은 다음과 같다.

① 공기냉각, 가열용 열교환기

일반적으로 Plate Fin Coil이 쓰이고 있는데, 특히 문제되는 부분은 겨울의 동결, Steam Coil의 파손, 배관의 접속법을 들 수 있다.

② 공조용 송풍기

시록코형 송풍기가 많이 사용되고 있는데, 다음과 같은 문제점이 있다.

- 소음은 가공공장 60phone이하, 검사실 55phone이하로 유지되어야 하며, 먼지가 나지 않는 Bio 클린룸 전용의 소음 재료를 사용한다.
- 풍량부족 : HEPA필터 사용 관계로 고압이 요구되며, 등풍량 장치를 사용하여 항상 일정 풍량 공급이 필요하다.

③ 팩케이지형 공조기

식품 공장에서 특히 팩케이지의 이용율이 높아지고 있는데 향은 향습용으로 쓸 때는 Cooler측을 on-off시키면 온습도의 일정한 유지가 힘들므로 냉각측은 항상 on하고 Heater로 제어해야 하며, 클린룸용으로 쓸 때는 소형인 경우 팩케이지 내장의 송풍기 압력이 부족하므로 Booster Fan을 설치해야 한다.

④ 가습장치

- Pan형 가습기 : 가습기는 Heater출구측에 부착하는 것이 좋다.
- 원심형 가습기 : 2.5~6 l/h 정도에서 미립자는 5~10 μ m의 입자로 분무되는데 수질이 가장 큰 문제이므로 연수장치가 필요할 경우가 있다.
- 전극식 증기 발생기 : 최근 개발된 것으로

정밀한 향은 향습실, 클린룸 등에 사용되는데, on-off식이었으나, 지금은 Step제어, 비례제어가 가능하다.

⑤ 온습도의 관리

식품공장에서의 온습도 설비는, 다음의 조건을 구비해야 한다.

- 생산라인에 적합한 자유로운 환경 조절이 가능할 것 : 용도에 따른 환경박스를 준비하여 어떤 종류의 환경도 가능할 것.
- 반개방상태에서도 -30 $^{\circ}$ C의 환경이 가능할 것 : 라인 위에서와 워크의 출입구에 간격이 있어도 냉각 또는 가열이 가능할 것
- 온습도, 청정도의 3기능을 내장할 것 : 온도 : -30 $^{\circ}$ C~80 $^{\circ}$ C, 습도 40~90%, 청정도 100(울션)~100,000
- 이동이 간단할 것

⑥ 식품공업에서의 청정도 관리는 다음과 같은 전체적인 관리가 달성되어야 한다.

- 건축구조, 냉장재료, 평면플랜
- 공기조화 설비
- 환기, 배기설비
- 동력전기, 조명, 약전설비
- 생산 공정 설비
- 위생 급·배수 설비
- 방재설비
- 반송설비
- 보수 보전
- 관리(입실관리, 복장관리 등)
- 작업방법

5. 오존에 의한 미생물 세정기술

1) 살균방법

살균시스템은 미생물과 관련된 것으로 살

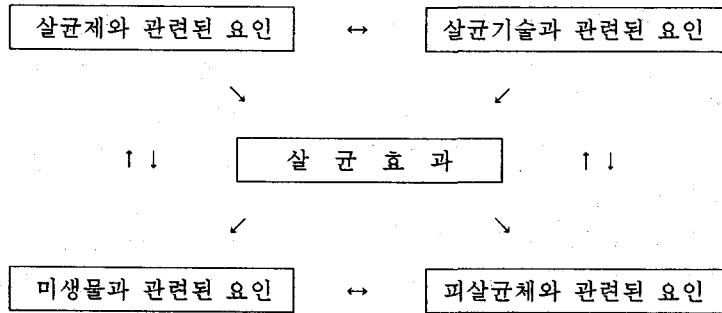


그림 1 살균효과와 연관된 시스템

공중부유미생물 감소, 작업원과 작업의복 처리, 실내 반입물의 청정도를 위해 제균, 멸균은 매우 중요하며 가열, 여과법, 약품, 냉

균제, 살균기술(방법 등), 피살균체와 연관된 요소는 살균효과에 직접적인 영향을 끼친다. 그림 1은 각요소들에 대한 상호작용관계를 나타낸 것이다.

수 및 자외선, 오존, 전기집진기 등이 이용된다.(그림 2)

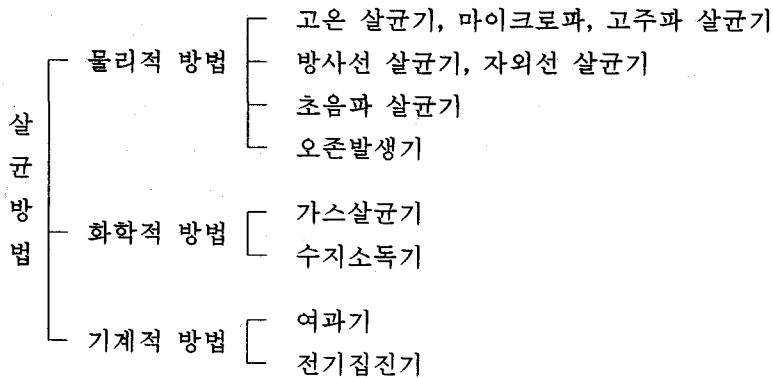


그림 2 살균방법의 구분 및 이용기구

(1) 가열방식

건열멸균방식은 건조공기중에서 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/cm²) : 30분
- 121℃(1.0kg/cm²) : 20분
- 126℃(1.4kg/cm²) : 15분

(3) 여과방식

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

(4) 자외선 방식

254μm 부근파장의 자외선의 멸균작용을 이용하는 방식으로, ⁶⁰Co로 부터의 γ선 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.

자외선 조사는 식품의 위생적 품질보장, 오염수준의 감소, 품질개선 효과를 볼 수 있으며 처리의 간편성과 신선식품의 성분이나 성질을 크게 변화시키지 않는 장점이 있다. 또한 자외선처리된 청정공기가 통과되는 실내에서의 식품제조공정에서 위생성을 높일 수 있다.(그림 3)

2) 살균효과

오존은 강력한 살균력과 산화력을 가지므로 살균, 산소부자, 이취(냄새)의 분해 등의

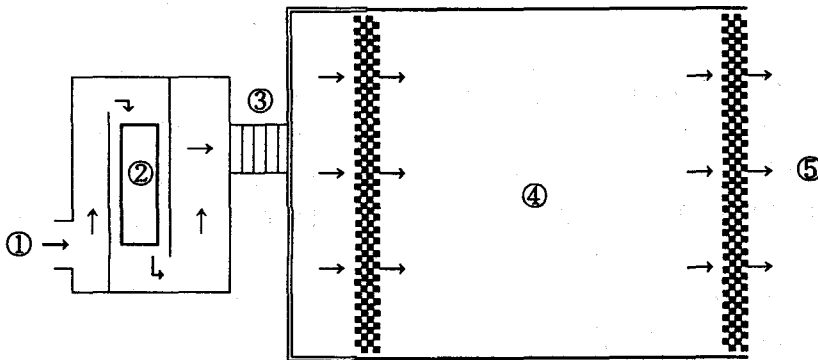


그림 3 자외선을 이용한 공기 청정개념도

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

표 8. 균의 멸균에 필요한 자외선량

균 종	균 명	배지상 균의 멸균시 필요한 자외선량 ($\mu W \cdot \text{min}/\text{cm}^3$)
곰팡이	녹색포자(치즈류변식)	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
효 모 류	청주효모	326
	맥주효모	314
	생강효모	351
음 성 균	대장균	90
	티푸스균	74
양 성 균	백색포도구균	151
	황색포도구균	155
	장구균	248
	결핵균	250

효과가 있기 때문에 농수축산물 경쟁력 강화를 위한 품질향상, 식품의 선도유지, 무균화 포장의 요구에 맞추어서 오존 발생장치와 식품산업에의 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 노

력이 시도되어 왔으며, 현재는 상수도의 수질 정화에 있어서 일본만 보더라도 1,000여 개소에서 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 제조과정중에 오존수에 의한 세정 방법이 많이 사용되

고 있으며, 포장내에 오존가스를 봉입하는 방법이 개발되고 있다.

○ 오존수에 의한 살균효과

액상에서의 살균효과는 거의 기상의 경우와 같은 형태인데, 미생물의 종류와 농도에 따라 차이가 난다. 특히 pH, 수온, 암모니아성 질소, 화학적 산소요구량(COD), 수중의 현탁물질 등 처리대상의 물리·화학적 환경조건에 따라 커다란 차이가 있다. 그러나 오존은 염소에 비해 pH와 온도의 영향이 적어 영양형세균을 용이하게 살균할 수 있으며, 일반적으로 호기성세균이 혐기성세균보다 감수성이 예민하고, 포자형성세균의 경우에는 저항성이 비교적 강하게 나타난다.

오존(O₃)은 표 9에 나타난 바와같이 기상 오존은 0.04~0.5ppm의 농도에서 냉장고, 식품가공조리실, 양계장, 주방 등에 이용되며 액상오존은 생선식품, 냉동식품, 야채류 등에 0.4~3mg/ℓ의 농도로 미생물 살균효과를 볼 수 있다. 자연계에서 염소의 7배정도로서 불소 다음으로 산화력이 강해 살균, 탈취, 탈

색능력이 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 응용최적 조건을 확립함으로써 식품산업에서의 오존은 제조공정상의 미생물제어에 활용될 수 있을 것이다.

3) 저장실에서의 살균 효과

식품공장에서의 식품변패 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, 크로스토티둠의 살균율은 오존농도 약 0.9ppm에서 1.1ppm, 노출시간 5초 동안 100%로 높은 수치이다(표 10). 표 11에서는 실내의 오존농도 분포가 0~0.15ppm 조건하에

표 9. 식품산업에 있어서의 오존의 살균 목적과 농도

오존구분	살균 대상	목적	농도
기상 오존	냉동·냉장고 쇼케이스	생선 식육 냉장고 살균 신선도 유지 과실 야채의 보냉, 보존기간연장	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
액상 오존	생선식품 제조	살균, 선도유지 냄새 제거	0.4~3mg/ℓ
	어패류의 냉염수 살균		
	냉동식품의 해동		
	야채류, 과실류의 세정 살균		
	식품가공공장의 세정	조리기구, 바닥살균	0.4~3mg/ℓ

표 10. 오존에 의한 미생물의 사멸효과

미 생 물	오존수 농도(ppm)	미생물(cell/ml)	노출시간(sec)	살균율(%)
대 장 균	0.96	10 ⁵	5	100
포 도 상 구 균	1.08	10 ⁵	5	100
녹 농 균	1.01	10 ⁵	5	100
크 로 스토 리 듬	0.96	10 ⁵	5	100

표 11. 공중부유 진균에 대한 오존살균 효과예(오존농도 : 0~0.15ppm)

살 균 효 과	오존처리시간(min)			
	0	5	10	30
생균수(cells)	321	38	68	25
생균율(%)	100	11.8	21.2	7.8
살균율(%)	0	88.2	78.8	92.2

※ 공기중의 습도 : 81%, 온도 : 27°C, 배양시간 : 13일

서 5분후의 진균에 대한 살균율은 88.2%로 나타났으며, 10분후는 78.8%, 30분후에는 92.2%로 미생물 살균효과를 볼 수 있다.

오존의 살균효과를 이용한 살균소독의 기술은 근래에 상수도에서의 살균, 수영장에서의 살균, 식품공장에서의 살균소독에서 폐수의 정화, 탈취, 농약 등의 화학물질의 분해 등 기타 다방면으로 이용되어 왔다.

양계장의 저장실에서 그림 4와 같이 살균 효율을 높이기 위해 천정에서 오존을 살포시키고 상자 2열×3행으로 5단을 쌓았으며, 제일 윗단과 3단계 내부와 저장실의 각 위치에 따라 Salmonella Enteritidis식중독 병원균의 살균율을 관찰하였다. 오존가스농도 0.5ppm에서 15시간 오존을 살포한 후 각 위치에 따른 균의 멸균효과는 표 12와 같다. 저장실내의 Salmonella Enteritidis의 제균율은 평균 99.95%로 나타났다.

오존발생기의 살포 방향의 불균일함 혹은 실내 공기의 흐름과 저장실내의 위치와 높이

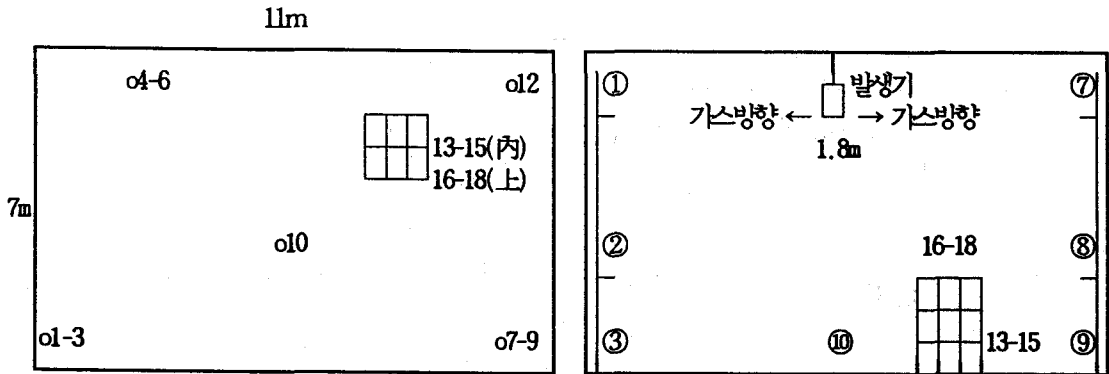
에 따라 제균효과는 90%이상의 범위에서 약간의 차이를 확인할 수 있지만 유의적 차이는 없다.

고온과 고습도 하에서는 오존의 농도가 낮아지기 때문에 멸균능력이 떨어지며, 온습도의 환경제어를 할 경우 높은 멸균효과를 나타낼 수 있어 식품 제조현장 및 저장실 등에 실용화 될 수 있을 것으로 기대된다.

또한 그림 5와 같이 오존발생기에서 생성된 오존수는 분무장치에 의해 오염공기를 멸균시킨 청정공기를 클린룸에 주입하여 청정도를 높일 수 있으며, 식품의 제조시 위생적인 상태를 유지할 수 있다.

4) 자외선과 오존을 병용한 살균법

수산식품에서 게맛살의 유통과 제조과정에서는 많은 일반 미생물과 곰팡이가 보이며, 반면에 가열공정후 제품을 냉각하는 공정에는 공중낙하 미생물은 적은 반면 포장실에는



번호 : 검체위치(檢體位置)

그림 4 저장실내의 검체위치

표 12. 저장실내의 각 위치에 따른 Salmonella Enteritidis 제균효과 예

번호	위치	처리후 균수	제균율 (%)
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	상자외부1	<2.00002	>99.9
17	상자외부2	<2.00002	>99.9
18	상자외부3	<2.00002	>99.9
평균치		2.6244 ± 0.9375	>99.9 %

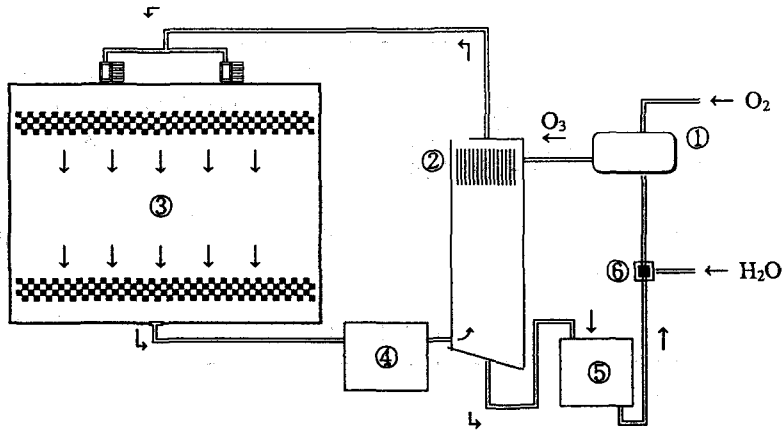


그림 5 오존수 멸균방식 예

- ① 오존발생기 ② 오존분무장치
- ③ 청정실 ④ 오염공기순환장치
- ⑤ 저장조 ⑥ 펌프

일반 세균수가 많으며, 특히 곰팡이 Staphylococcus Aureus, Coil Aerogenes Group이 검출되고 있다.

식품을 살균, 포장하는 경우에는 무균포장 System이 필요하며, Bio 클린룸 세정 살균장치, 수산 연제품의 제조기계, 포장기계의 일체화가 필요하다.

이러한 것으로 볼 때 게맛살의 냉각과 포장실은 Class 10,000정도의 무균실(Bio 클린룸)로 하는 것이 요구된다.

수산 연제품의 초발 균수를 최소화하는 것 뿐만 아니라 미생물의 2차 오염을 막기 위해 기계 및 기구의 미생물 검사를 철저하게 하여 이 결과를 현장에 피이드 백(Feed Back) 되게끔 감시기를(Inspector)를 설치하고 아울러 수산 연제품의 가열부터 포장까지의 공정을 조절하는 조절기(Controllor)가 필요하다.

식품공장의 미생물 제어 대책방안으로서 자외선과 오존을 병용함으로써 살균효과

표 13. 처리방법에 따른 살균효과

처 리	반 응 시 간 (분)				
	0	10	20	30	60
기포	<20	<20	4.5×10^2	4.7×10^3	8.3×10^5
기포+O ₃	<20	<20	7.3×10^3	4.1×10^3	2.6×10^4
기포+UV	<20	<20	1.7×10^2	2.1×10^2	1.8×10^2
기포+O ₃ +UV	<20	<20	3.1×10^2	1.7×10^2	1.2×10^2

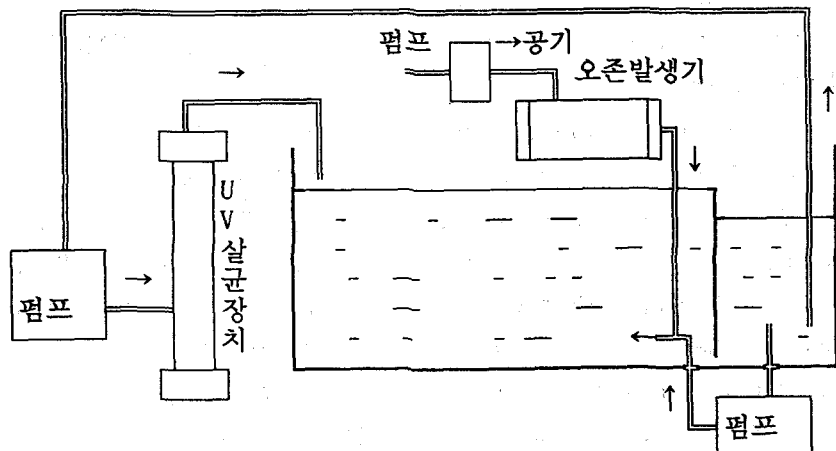


그림 6 UV와 오존 병용 살균장치

를 높일 수 있다. 그림 6과 같이 물리적 살균 처리법으로서 자외선 살균 램프가 이용되며 여기에 오존을 병용하여 균제어기술을 높일 수 있다. 또한 자외선 살균장치와 오존발생기를 이용한 수온조절조에 수산물을 넣어 살균을 할 수 있으며 그 효과는 표 13과 같다.

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

6. 결 론

식품공업에서 식품 원료의 처리, 조리, 가공, 저장, 포장 및 유통의 전과정에서 새로운 기술이 연구 개발과 도입이 진행되고 있다. 특히 원료의 조리, 가공, 포장 등의 공정은 기계화에 의해 대량 생산되고 비교적 많은 유

통 과정을 거치고 있어, 식품의 실제적인 품질과 안전성 향상을 위해서도 식품 미생물의 세정·소독을 실시하는 경향이 더욱 높아질 것이다.

또한, 기계화에 의한 대량 생산과 생산근로자의 작업원의 요구와, 소비자의 위생 및 안전성 요구의 증대로 세정과 소독을 목적으로 하는 CIP, 우수 식품 제조(GMP)를 위한 클린룸의 요구는 더욱 커질 것이다.

오존은 살균력과 산화력을 가지므로 미생물 제어, 이취(냄새)의 분해 등의 효과가 있기 때문에 생선, 야채, 절임류, 생면 등의 제조공정중에 세정 방법으로 많이 사용되고 있으며, 식품산업에서 미생물의 제어로 품질향상, 식품의 선도유지, 무균화 포장을 위해서는 오존 발생장치와 클린룸을 병용한 세정기술의 개발이 요구되고 있다.

-참 고 문 헌-

1. P. Fellows, Food Processing Technology, VCH, 1988

2. J.G. Brennan, J.R. Butters, N.D. Cowell, Food Engineering operations, Elsevier Applied Science, 1990.
3. 河端俊治 外, 無菌化包裝食品の製造管理技術, サイエンスフォーラム, 1983.
4. 太田靜行, 中山正夫, 食品の洗淨と異物除去, 地人書館, 1993.
5. Sidney H. Willing, Murray M. Tuckerman, William S. Hitchings IV, Good Manufacturing Practices for Pharmaceuticals, Marcel Dekker, 1982.
6. 日本工業出版株式會社, クリーンテクノロジー, 4(3), 1991.
7. 한국기계연구소, 클린룸 기술개발에 대한 조사연구, 1983.
8. 早川一也, 클린룸, 株式會社井上書院, 1985.
9. 川又亭, FDA, GMP とクリーン化對策, クリーソテクノロジー, 1994.5
10. 正一建設株式會社, B.C.R(Bio 클린룸) 技術, 제1집.
11. 北田薰, HACCP, -食品工場における殺菌システム設計の基礎と實際, 鶏卵肉情報 ヒンター-, 2(3), 1996.
12. 한국기계연구소, 클린룸 기술개발에 대한 조사연구, 1983.11.
13. 横關正直, オゾンガスによる環境消毒の一, 二例, クリーンテクノロジー, 1995. 11.
14. 한국공기청정연구조합, 청정실기술기준, 1995.

뉴스

중기청은 올해 중소기업 기술개발 자금으로 70억원 지원

중소기업청은 지방중소기업의 기술개발을 지원하기 위해 올해안에 9백개의 기술개발 대상품목을 선정, 모두 70억원을 지원할 계획이다.

3월 24일 중기청에 따르면 지방대학과 지방 중소제조업체들이 기술개발을 위해 구상한 컨소시엄을 대상으로 오는 8월까지 자금지원 신청을 받아 9월중 대상품목을 공고한 뒤 10월부터 자금을 지원키로 했다.

현재 대학과 중소기업간의 컨소시엄은 모두 50개로 1개 컨소시엄에 최소한 10개업체가 참여, 열처리등 중소기업의 공동기술 개발에 주력하고 있다.

중기청 관계자는 지방중소기업들이 직면하고 있는 공통 애로기술을 발굴, 개발자금을 우선적으로 지원할 방침이라고 밝혔다.

이와함께 중소기업의 신청을 받거나 수요조사를 통해 기술지도 대상업체를 선정, 교수와 모기업 인력, 연구기관등의 전문인력을 중소기업에 일정기간 파견해 지원키로 했다.