

HACCP의 환경 최적화를 위한 식품 클린룸 설계에 관한 연구

원영재* | 高麗大學校 / 中國 東南大學校
教授 / 工學博士
E-mail : yjwon0623@hanmail.net

ABSTRACT

This study proposed the optimum design values for the biological clean room system observing the regulations of Hazard Analysis Critical Control Point (HACCP). Even though the standard for industrial clean room system has been well established, the basis for biological food clean room system is the first stage. In order to prevent the contaminations in advance for food storages, processes, and distributions, the criterion of Hazard Analysis Critical Control Point is positively required. This study also suggested the possible ways of how to avoid the hazardous contaminations.

Key words: HACCP(Hazard Analysis Critical Control Point): 식품제조가공시설의 안전위해요소관리, LCD(Liquid Crystal Display): 액정화면 표시장치, GMP(Good Manufacturing Practice): 우수약품 제조관리기준, BCR(Biological Clean room): 의약품, 식품가공 등, ICR(Industrial Clean room): 산업용클린룸

1. 서 론

현대는 과학 산업, 첨단기술 산업의 시대로서 생산 공정의 초정밀화, 고순도화, 고청정화, 무균화 추세에 따라 첨단제품의 성능과 생산 수율을 향상시키기 위한 청정기술(Clean Technology)이 핵심 요소 기술로 발전해 왔다.

식품공장에서 바이오클린룸 운용은 그리 오래된 것은 아니지만 가공식품의 제조과정중 열멸균

시에 식품의 고유 풍미나 영양가의 상실을 방지하기 위한 목적과 특히, 최근 2004년의 만두사건, 2005년 김치파동, 2008년 생쥐 머리 사건 등의 식품 가공 환경에서 나타난 오염사건에 대한 소비자들의 식품에 대한 클레임이 증가 하고 있고 소비자의 “식품안전”에 대한 강경한 요구를 하고 있는 현실에서 변질이나 부패하기 쉬운 식품을 제조하는데 있어서는 무균 환경의 클린룸(clean room)화된 청정화 공간이 반드시 필요하게 되었다. 식품사고의 주

*School of Energy and Environment, Southeast University, Nanjing, Jiangsu, 210096

**School of Health and Environment, Korea University, Seoul, Korea

요 원인으로는 식품의 자연독과 세균, 화학 물질 등에서 나타나는 식중독, 흙·돌·식물·벌레·금속 물질·유리조각 등의 이물질혼입, 유리 용기 파손 등의 포장 용기에 의한 손해가 주요 원인으로 나타나고 있으며, 이러한 사고로 인한 제조업체 및 관련 기업은 막대한 손해배상은 물론 회사의 심각한 이미지가 실추, 결국은 파산 까지 할 수 있는 중대한 기로에 설수 있는 현실이다.

식품가공 목적은 풍미·영양 증진외에 보존 기간 연장에 있다. 식품변질은 자체효소에 의한 분해와 외부 미생물 오염에 의한 부패가 있으며, 부패방지와 효소활성의 중지를 위해 열살균법을 적용하거나 방부제를 쓰기도 한다. 이때 식품고유의 풍미를 상실함은 필연적이라 할 수 있다. 식품제조 공정 중 특히 미립자와 미생물 오염이 관리 되어야 될 부분은 가열 가공후 개방 냉각 공정이나 용기에 봉합 하는 공정이다. 이러한 어려운 공정과 가공공정의 최적화를 위하여 미국을 시작으로 식품가공공장의 제조 공정 관리 기준으로 HACCP (Hazard Analysis Critical Control Point)을 채용하고 우리나라도 점진적으로 시행 되고 있다. 또한, 식품 위생 및 안전에 대한 법규 및 제도도 점차 강화 되어 소비자

식품위생감시원, 포상금 제도, 영업제한, 행정처분 시 영업정보 공표, 소비자단체 참여 확대 등, 다양한 제도 강화 및 식품 위해 사범에 대한 처벌강화가 이루어 지고 있는 현실이다. 따라서, 본 연구에서는 식품공장에서의 이물질 혼입에 대한 예방, 식중독, 포장용기에 대한 피해는 물론 식품 제조·가공 시설에 대한 안전 및 중대한 위해 요소를 관리하는 HACCP 시스템의 최적의 청정환경 구성을 위한 설계기준을 도출하고 위해 요소에 대한 대책을 제시하는데 그 의의가 있다.

2. 국내의 HACCP 제도

HACCP 위해 요소 중점관리 기준이란 식품의 원료 관리, 유통관리, 전 과정에서 위해 한 물질이 당해 식품에 혼입되거나 오염되는 것을 사전에 방지하기 위하여 각 과정을 중점적으로 관리하는 기준을 말한다.

그림 1과 그림 2와 같이 국내의 HACCP 적용 현황 업체수 에서 보는 바 와 같이 식품업과 축산업의 일부 업종에 대하여 제정 되었으며 공조와 구조적 특징은 건축 구조적으로 폐기물, 유해 물질과의 격리, 청소가 용이하며 폐수의 배수, 미생물 침입과 증

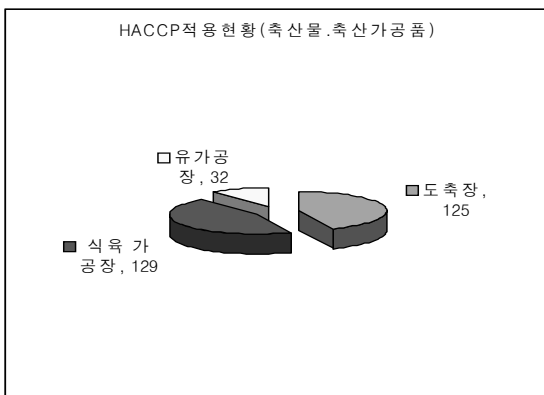


그림 1. Distribution of HACCP in livestock industry(quoted from Korea Food & Drug Administration)

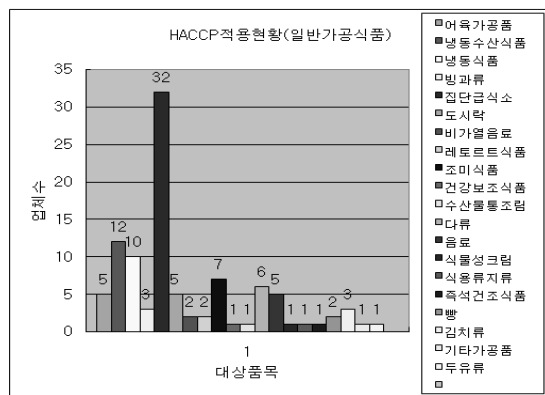


그림 2. 그림 1. Distribution of HACCP in food manufacturing industry(quoted from Korea Food & Drug Administration)

식 억제 구조, 적절한 배기와 응결수의 방지·보관 시설·냉각·냉동 냉장시설의 구분·온도 관리 시설에 주안점을 두고 제조장을 오염 구역과 비 오염 구역으로 나눈다. 오염 구역에 관한 구체적인 규범은 정하지 않고 있으나 식품 특성상 CLASS10,000-100,000구역이 주이고 경우에 따라 CLASS 100 - 300,000 으로 설정되기도 한다.

3. 식품 가공 공정의 청정화 특성

변질이나 부패하기 쉬운 식품을 제조하는데 있어서는 무균환경의 청정화가 필요하며 무균환경의 클린룸을 구성 하는데는 실내공기 청정도와 식품 원료의 입고에서 제품 출하 까지 제조공정의 조닝, 계획, 독충과 이물질혼입방지, 작업자의 위생관리 모두가 중요한 요인이라 할 수 있다.

바이오로지컬 클린화를 필요로 하는 식품분야 제조 현장에서는 현재 특별한 청정도 관리에 대한 규정은 없다. 그러나 부패하기 쉬운 식품에 대해서는 멸균 공정 후 냉각, 포장, 충전, 보관 등의 공정에 대해 BCR(Bio clean room)화를 하여 세균 부착이 없도록 할 필요가 있다.

3.1 식품 클린룸 시장 규모

1962년 미국에서 품질이 우수한 의약품을 제조

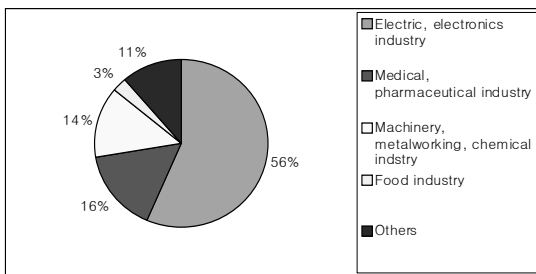


그림 3. Percentage of clean room system in different industry

하기 위한 규범으로 발표된 GMP(Good Manufacturing Practice)의 개념이 국내에도 도입되어 1977년에 보건사회부에서 “우수의약품 제조 관리 기준 (KGMP)”을 제정하였다. 의약품의 수출 및 고품질의 신뢰성에 따른 국제 경쟁력 강화 등의 필요에 의해 정부에서 적극적인 시책을 펼쳐, 현재는 대부분의 의약품 제조업소는 KGMP 기준을 따르고 있다. 이러한 의약품에 대한 제조 규범처럼 바이오 클린룸의 식품 제조 공정에서도 HACCP등 주요 관리 기준이 제정되고 강화 되고 있으나 현재는 그림 3에서 보는 바와 같이 식품관련 클린룸 시설은 3%,로 저조하게 나타나고 있다. 그러나 식품에 대한 중요도 및 소비자 욕구·제도적인 규범이 강화되고 있는 현실에서 식품가공 시설에서의 클린룸 시설은 필수적이며 수요 또한 확대 되리라 예상 된다.

3.2 바이오 클린룸의 개념

바이오 클린룸(Bio Clean room)은 생물학적 오염이 제어되는 청정실 이다. 생물학적 오염이란 생물성 입자 (Viable Particle)또는 생물관련 입자들에 의해 자재, 장치, 작업자표면, 액체, 가스 및 공기가 오염되어 있음을 말한다. 생물관련 입자란 알러젠 (Allergen), 독소(Endotoxin)등을 말한다. 바이오 클린룸의 응용분야는 제약에서 비롯하여 병원의수술실, 또는 입원실, 실험동물 사육실, 식품공정, 화장품, 농업등의 청정실과 바이오 해저드(Bio Hazard) 시설 등에 응용되고 있다. BCR(Bio Clean room)에 대해서는 세계 각국별로 GMP (Good Manufacturing Practice)제도가 법제화되어 시설운용, 검사가 이루어지고 세계적으로도 WHO GMP에 의해 표준화 되고 있다.

3.3 식품 공장에서의 클린룸 중요성

산업용 클린룸공사에 있어서 총 공사비 중 건설

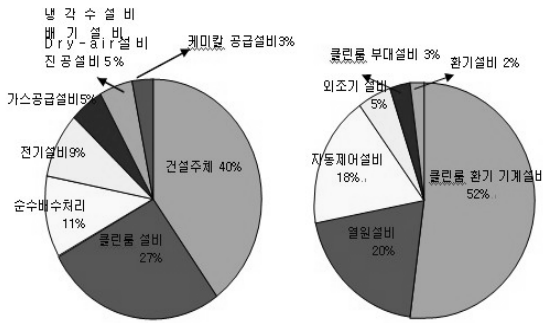


그림 4. The percent distribution and the cost of construction for industrial clean room system

비가 40% 를 차지하고 있고 클린룸 설비 27% , 순수배수 처리설비 11%, 전기설비 9%, 유틸리티 설비 순으로 나눌 수 있다. 그림 4에서 나타나는 것과 같이 클린룸 설비는 클린룸 공조설비를 의미하는데 그 중 클린룸 환기 기계 설비가 52%를 차지하고 열원설비 20%, 자동제어 설비 18% 순으로 그 비중이 나타나고 있다. 즉 산업용 클린룸 시설에서 나타나는 바와 같이 클린룸 시설에서의 공조분야가 차지하는 비용이 가장 높은 것으로 나타났으며 그 중요성을 입증해 준다고 볼 수 있다.

3.4 식품가공 공정의 청정화 범위

보통 식품 가공에는 가열 멸균 공정, 화학약품, 가스, 멸균램프 등으로 소독 멸균 공정이 있다. 효과적인 무균화를 위해서는 소독 멸균 공정 후 포장, 충전 공정이 중요하고 청정도도 ISO Class 5(FDA Class 100)~ ISO Class 6(FDA Class 1000)을 필요로 한다. 또 식품의 특성과 예산에 따라 방식이 결정되어지며 쉽게 변질되거나 부패되지 않는 식품은 룸 전체를 ISO Class 8(FDA Class 100,000) 정도의 무균화를 하고 작업자, 설비 위생 관리에 중점을 둘 필요가 있다.

4. 클린룸 설계 기술에 관한 고찰

4.1 산업용 클린룸의 설계 기준

클린룸은 일반 공조 개념과는 다소 차이가 있으므로 설계에 필요한 클린룸의 기본적인 요구사항과 이를 충족시킬 수 있는 설계요령에 대하여 설계자는 충분한 숙지가 필요하다. 특히 클린룸의 사용 목적 등을 명확히 하고 재료, 제품등의 동선과 발진량을 정확히 파악하여 필요 청정도가 유지될 수 있도록 경제적인 설계를 해야 한다.

또한 반도체공장 등에 설치하는 클린룸의 특징은 설비용량이 크고 24시간 365일 가동, 고정밀·초청정도에 의한 제어를 유지하여야 하는 어려움이 있으므로 특별한 관리가 필요하며 최근에는 에너지절약을 통한 운전비 절감, 신·재생에너지 채용을 통한 CO₂저감 방안등의 환경·에너지에 대한 기술이 중요한 과제가 되고 있다. 클린룸에서 공조설비의 요소로서는 다음 5가지 항목을 들 수 있다.

- ① 청정도 : 공기의 정확(먼지·가스·세균)
- ② 온도 : 공기의냉각·가열
- ③ 습도 : 공기의 제습·가습
- ④ 기류 : 속도나 방향
- ⑤ 기압 : 가압·감압

1) 청정도

클린룸의 청정도는 품질관리상 가장 중요한 요소이며 이 청정도 클래스에 따라서 클린룸의 기류 방향이나 순환풍량, 먼지 등을 제거하는 필터의 사양이나 설치율 등 설비 그레이드가 결정된다고 말할 수 있다. 반도체·액정의 제조공장 등 공업용 클린룸(ICR)에서는먼지가 대상이 되며 제어대상이 되는 먼지 크기는 0.1~0.5 μ m 까지의 범위로 공장 용도에 따라서 달라진다. 그림 5는 클린룸의 공기순환 계통도를 나타내고 있으며 최근에는 클린룸 내부의 가스상 케미컬오염물질의 제거에 대한 중요성이 증가하고 있다. 그림 6은 산업용 클린룸 시설의 일반적인 환기횟수를 나타내고 있다.

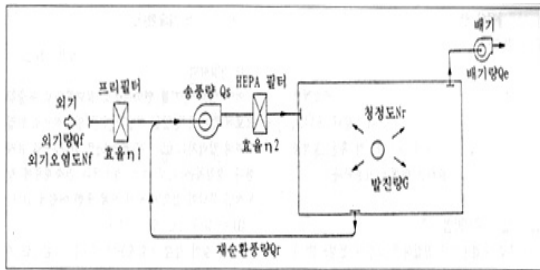


그림 5. Schematic diagram of air circulation in clean room system

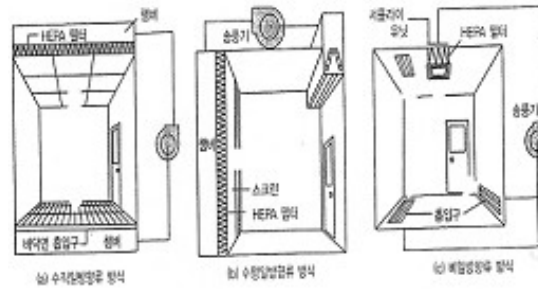


그림 6. classification of clean room depending on different air streams

표 1. The required numbers of ventilation in electronic industry

대 상	클린룸의 등급	환기회수 [회 / h]	비 고
초LSI 전판, IC 마스크 공정, 우주 로켓 제어 장치, 인공위성, 박막회로	100	400-500	일반적으로 수직 층류를 채용. 취출 풍속 : 0.25-0.45 m/s
자기테이프, 필름, IC제작, 마이크로 접점, TV 브라운관, 컴퓨터, 공학 기기, 정밀장치	1,000	50-80	바닥흡입방식 : 50회/h 벽면흡입방식 : 80회/h
미사일부품, 유체소자, 렌즈, 컴퓨터, 정밀기기 조립, 반도체 소자	10,000	30-40	생산기기의 구동부, 벨트 체인부근에는 부분적으로 오염확대가 있다.
컴퓨터 조립 및 사용실, 프린트 기관, 전자부품, 시계, 카메라, 베어링, 클린룸전실	100,000	15-20	냉방부하의 풍량이 환기회수를 초과하는 경우가 많다.

2) 온습도

클린룸의 실내 온습도 조건은 연중 동일하며 방도체나 액정 제조공장에서는 대개 22~24℃, 45~55% 가 일반적이다. 온습도제어 레벨도 고 정밀로 ±1~2℃, ±5% 정도가 일반적인 제어 폭 이다. 최근 청정도가 저하 경향에 있는 것에 대해서 냉열 부하 용량이 커지고 제어레벨도 고 정밀화 되어 클린룸의 순환 풍량을 결정하는 온습도조건에 따라서 결정되는 사례도 증가하고 있다.

3) 기류 · 기압

클린룸의 청정도를 유지하기 위해서 ICR 에서는 실내기압(실압)을 가압하여 양압을 유지하는 것이 중요하다. 또한 각 공정의 중요도와 등급에 맞추어 각 실의 실압을 결정하고 실압 순위를 설정하여 관리 하는 것도 매우 중요한 요인이라 할 수 있다. 그림 6은 클린룸의 방식을 나타낸다.

4) 클린룸 시스템

클린룸은 많은 기기 와 설비 등으로 구성되어 있고 그 시스템도 매우 복잡하게 이루어져 있다. 그 중에서도 가장 중요한 설비의 한가지가 공조설비 라고 할 수 있으며 구성 요소는 열원시스템은 냉동기, 보일러, 순환계통의 공조시스템은 FFU와 드라이코일, 외기처리는 외조기 시스템으로 구성 되어져 있다.

5) 열원시스템

냉 · 열원 시스템을 구축할 때 냉동기의 기종 선정이나 사양 결정은 가장 중요하다고 할 수 있으며, 냉열부하에 따른 용량의 선정, 공장의 인프라나 에너지원을 고려한기종의 선정, 고효율이면서 신뢰성이 높은 기기의 채용 등 품질 · 가격 · 에너지 절약 등을 종합적으로 검토해 최적 기기를 선정해야 한다.

6) 클린룸오염대책

① 클린룸 환경

클린룸 환경 중에서 문제로 되는 것은 장치 레이아웃과 웨이퍼 반송방법, 제조장치 그 자체에 의한 기류의 난류화로부터 발생하는 2차적 오염이다. 이 문제의기본적인 오염원(파티클 등)은 따로 기인한다고 해도 클린룸을 건설하는 측에서는 적극적인 대응을 해야 할 항목이다.

② 클린룸 구성재료

클린룸 구성재료에 대한 문제는 금속 이온에 의한 오염과 가스상 물질에 의한 오염의 방지이다. 종래는 특수가스, 초순수약품, 레지스터 등에 의한 오염이 문제가 되었으나, 반도체 집적도가 높아짐과 함께 클린룸 구성재료에 대해서도 이러한 오염물질의 규제량이 엄격하게 되고 있다.

③ 제조장치

오염요인 중에서 상황과악이 가장 어려운 것은 프로세스중의 오염으로서 파티클, 금속유기물, 자연산화막 등이 지적되고 있다. 제조 장치내에 있는 반응부 생성물과 금속 오염에 대해서는 오염원을 장치내에 유입되지 않도록 하는 것이 클린룸 측으로의 기본요구라 할 수 있다.

④ 유틸리티

이 문제는 특수가스, 초순수 약품, 레지스터 등을 포함하는 오염물질이 프로세스중에 직접 웨이퍼에 영향을 주고 있다. 디바이스 메이커에 의한 조사, 분석의결과가 반영되어 있으며, 이러한 유틸리티의 사양이 명확하게 되어 있다. 클린룸의 오염대책은 종래의 파티클을 중심으로 한 클린룸의 전체오염으로부터 웨이퍼 표면에대한 오염방지로 그 사고방식이 변하고있다.

7) 배기설비

각 시설마다 사용되는 배기는 크게 산, 알카리, 유기용제, 특수가스 및 일반배기 등으로 구분할 수 있다. 이중 산과 알카리 계통은 스크리버 등에 의해 처리된다. 그 밖의 특수 가스는 폭발성, 위험성이 있어 전용장치에 의해 처리를 하게 된다. 이들의 배기 설비에서 주의해야 할 사항은 부식에 강하고 누출이 없어야 하고,미스트를 제거하고 충분한 강도와 안전성을 고려 하여야 한다.

4.2 식품 클린룸 설계 기준

1) 공기 청정도 규격

미국 연방규격으로는 $0.5 \mu\text{m}$ 이상 입자가 1ft^3 중에 100개 이하일 때는 Class100이 되고 ISO규격으로는 $0.1 \mu\text{m}$ 이상 입자가 1m^3 중에 100,000개 이하일 때는 100,000은 10의 5승으로 Class 5'가 된다. 대상 입자경과 체적 기준이 다르나 미국연방규격 Class100은 ISO규격 Class 5에 해당한다.

2) 세균에 관한 규격

세균에 관해서는 NASA(미국항공우주국) 규격이 있고 또 미국 FDA(1987), WHO GMP(1992) 등에 세균 농도 규정을 하고 있다. 어느 것이나 NASA규격이 기준이 된다. 일반적으로 ISO Class 5(FDA Class100)에는 부유 세균이 없는 공간이고 ISO Class 6,7(Class 1000,10000)에는 대개 세균 공간이 있다고 본다.

3) 조닝 계획

① 작업의 분류

작업 내용에 따라 작업 구역을 청결 작업 구역과 준 청결 작업 구역 그리고 오염 작업 구역 3 구역으로 분할해 공정을 관리하며 주로 원재료에서 제품이 되기까지의 동선, 작업원의 동선, 배출 오

물의 동선으로 구분한다.

② 배치

대표적인 공장 배치는 청결, 준 청결 구역과 타 실 간에는 에어록(airlock)기구를 설치할 필요가 있다. 에어록으로는 각 실과 실사이에 문이 2중으로 설치되어 있는 전실에 에어샤워(airshower)와 패스박스(Pass box)를 설치한다.

4) 독충, 이물질 혼입 방지

실내로 오염공기침입과 독충, 이물질 혼입을 방지하는 데는 앞서 기술한 에어록(패스박스, 에어샤워), 독충용 에어커튼 이외에 실내압력을 약간의 플러스 압력(1-10Pa)을 유지하는 것이 필요하다. 따라서 이 실내압은 청정도가 제일 높은 실이 제일 높아야 하고 그 다음 순으로 하여야 한다.

4.3 HACCP 최적화를 위한 설계 고려사항

4.3.1 건물 배치 및 동선계획

1) 건물위치

① 해충이나 서식요인을 제거하고 화장실·축산 폐수·폐기물·화확물질·기타오염 물질로부터 20m 이상 이격. ② 건물 주변에 배수시설을 갖추고 조경을 위한 수목도 건물에서 이격. ③ 식품을 취급하는 용도 이외의 시설과 분리하여 독립된 건물로 구성. ④ 유지 보수가 용이하고 틈새가 없고 청소가 가능한 재질과 구조일것. ⑤ 바람을 직접 받는 방향으로의 출입구를 피할것.

2) 조명 공간

① 탈의실·식당·휴게실 등과 분리 하여야 하며 교차오염을 방지하기 위한 작업자 전용 통로 확보와 충분한 작업 공간 확보. ② 청결 구역과 일반 구역으로 나누고 구역간의 교차 오염을 방지 하기

위하여 벽 등으로 분리 하여야 함.

3) 바닥·벽·천장

① 견고하고 평활하며 작업 특성에 따라 내수성·내열성·내약품성·항균성·내부식성 등의 재질을 선정 할 것. 요철이나 구멍이 없어야 하며 모서리는 곡면의 구조로 하여 분진의 제거가 원활하도록 할 것. ② 밝은 색으로 처리하여 오염 여부의 판단이 용이 하도록 할 것. ③ 천정은 응축수와 드레인에 의해 식품을오염 시키지 않도록 하며 청소가 가능하고 유지 보수가 용이하도록 할 것.

4) 배수로

① 퇴적물이 쌓이지 않도록 적절한 모양·폭·구배를 갖추어야 하며 곤충이나 악취·폐수 등의 역류를 방지 할 수 있도록 할 것. ② 배수로는 청정 구역에서 일반구역으로 배수되도록 하며 제조라인을 통과하지 않도록 구성 할 것. ③ 공장내의 오수 처리 시스템과 폐수·배수 배출 시스템과 교차되지 않도록 할 것.

5) 출입구 및 통로

① 작업장외부로 연결되는 출입문에는 먼지나곤충등의 유입을 방지하기 위한 완충구역이나 방충, 이중문 등을 설치 할 것. ② 작업장 출입구는 필요에 따라 필요한 세척·건조·소독설비·에어샤워·자동문 등을 구비하고 통로는 교차오염 방지와 작업자의 동선에 지장이 없도록 할 것.

6) 조명

① 적절한 자연 조명이나 인공 조명을 구성하고 창면적은 바닥면적의 20-30%로 확보
② 전처리 지역과 검사지역: 540 LUX, 작업장은 220 LUX, 기타지역은 110LUX 로 설계한다.
③ 파손이나 이물·낙하 등에 의한 오염을 방지 하도록 적절한 보호장치를 하여 청결 관리 할 것.

4.3.2 위에 요소별 대책

외기·작업자·기계·건물·온도·습도·원부
자재·사용 운반구·급배수·곤충·쥐·계절품 부
터 분진입자·이물·동물 또는 동물분비물·곤충,
유충, 식물 및 미생물의 유입과 온도·습도·결로
등에 의한 증식부패·변질을 유발한다. 특히, 미생
물 대책은 온·습도 등 적절한 조건에서 증식·변
패를 일으킴으로 오염과 증식억제에 특히 주의를
하여야 한다.

1) 외부로부터 침입방지 대책

① 적절배치 (LAY OUT)

유해물질 및 불결한 장소와 분리하고 공정 순서
에 따라 기계나 작업실의 배치를 하며 특히 식품원
료와 완제품에 청결도가 다른 경우 1차 배치 하여
멀리 한다.

② 동선의 설계

조업 중 교차오염과 혼동을 방지 하기 위해 원자
재 동선·작업원 동선·제품 출하 동선을 검토하여
야 하며 교차 충돌이 없도록 한다.

③ 조닝 과 공기조화 시스템 설계

환기횟수는 청결구역(마감포장실, 냉각실)등은
10회/H 이상, 준 청결구역(가열, 조리실, 가공실)은
6-10회/H, 일반실(세척실, 냉장고, 창고)은 4회/H
로 선정한다.

또한 클린룸의 가장 중요한 요인이 되는 청정도
에 있어서는 오염구역(비관리구역) 구획하며 비오
염구역(일반관리실)은 Class 100,000-300,000, 준청
정 구역은 Class 10,000-100,000, 청정실은 Class
100-10,000으로 구획한다.

④ 출입 및 입퇴실

작업원 외부복장-작업소내 복장교환 갱의실-작

업장내복장-청정실용 등의 순으로 청정복장 착용.

⑤ 출입구와 창문은 밀폐되어 있고, 곤충, 쥐가
들어오지 못하게 할 것.

2) 내부벽에서의 증식 방지 대책

① 건축구조와 재질

- 미생물 증식을 조장하는 흡습성 표면이 거칠은
자재(목재·목판·철판 등)가 아닌 매끄럽고 단단
하 자재 선정.

- 소독액에 견디고 모서리는 둥글게 하여 때나
먼지가 쌓이지 않고 청소하기 용이하도록 하며 바
닥은 1/100 정도 구배를 두고 배수구는 얇게 하며
트랩을 설치하여 역류하지 않도록 한다.

② 결로 방지 대책

식품 제조 공정은 특히 증기의 발생, 수소 비산
등의 공정이 많고 외기와의 차에 의해 결로 현상이
많다. 결로수는 미생물 증식 또는 천장 벽체의 오염
물을 용해하고 식품에 오염시킬 수 있으므로 보온
성 자재의 사용과 환풍 통기 시설을 적절히 하여야
한다.

③ 온·습도 제어

미생물 증식에 온·습도는 필수 조건이라 할 수
있으며 작업실의 조건은 18-25도 냉각 10-15도 이
하, 냉장 5도 이하, 냉동실은 18도 이하로 한다.

습도는 식품에 수분활성을 높여 부패를 촉진 하
므로 일반적으로 75% RH 이하가 바람직하다.

④ 환기·배기

가열, 튀김, 찜 등의 공정은 멸균되어 있으나 냉
각 과정의 팬으로 부터의 먼지는 오염원의 원인이
된다. 따라서 제공된 공기공급과 팬의 오염을 제거
해야 한다.

3) 살균과 제균

공기 필터에 의한 제균과 제조기계의 청소와 살균소독, 청소가 용이한 구조로 하여야 하며, 그 종류로는 가열, 자외선, 약제 등에 의한 살균법이 있고 특히 미생물 오염이 주의되는 곳은 훈증법도 있다.

5. 맺음말

HACCP 이란 식품의 원료관리, 유통관리, 전 과정에서 위해 물질이 혼입하는 것을 사전에 방지하기 위하여 각 과정을 중점적으로 관리하는 기준을 말한다. 이러한 기준을 충족하고 만족 시킬 수 있는 일차적 환경이 클린룸 공간이라 할 수 있다. 그러나 국내 도입이 초기 단계로서 산업용 클린룸에 비하여 관리기준과 설계기술이 현저히 낮은 현실이다. 본 연구에서는 HACCP 최적의 청정환경 구성을 위한 설계기준을 도출하고 위해 요소에 대한 대책을 제시 하였다.

1) 외부로 부터의 오염 대책

- (1) 유해물질과 불결한 장소와의 분리를 위한 적절한 배치(Lay out)가 되도록 할 것.
- (2) 교차오염에 의한 방지와 원자재·작업원·제품 출하를 위한 동선을 분리 할 것.
- (3) 청결구역(마감포장실·냉각실등)은 10회/h이상, 준 청결구역(가열·조리실·가공실 등)은 6-10회/h, 일반실(세척실·냉장고·창고 등)은 4회/h 로 조업의 특성별 적절한 환기횟수를 설정할 것.
- (4) 출입구와 창문은 곤충과 이물의 인입 방지를 위하여 밀폐 되도록 하고, 작업원의 입퇴실시 클린복등의 복장 착용과 세척으로 오염을 방지할 것.

2) 내부에서의 오염 증식 방지

- (1) 건축구조와 마감 재질은 각진 자재를 피하고 표면은 내마모성이며 소독액등에 내성이 있

- 고 청소 유지관리가 용이한 자재를 선정한다.
- (2) 바닥은 에폭시 우레탄 등의 청결 마감하고 1/100의 구배를 두어 원활한 배수를 유지할 수 있도록 한다.
- (3) 미생물 생식의 온.습도는 중요한 요인으로 작업실은 18-25℃, 냉각 10-25, 냉장실은 5℃이하 범위로, 습도는 75%이하가 되도록 한다.
- (4) 환기 및 배기는 음식물의 가열·튀김 등의 공정으로 제공된 공기공급과 팬의 오염을 제거할 것.
- (5) 살균과 제균은 공기필터와 청소·소독·가열·자외선·약제에 의한 살균법이 있고 특히 미생물 오염등에는 훈증법도 사용된다.

- 참고 문헌 -

1. Charlie C. Shieh,phd, Pe, 2005, Integrated Cleanroom Design and Construction, Ashrae J, pp. 355-362.
2. Susan D, Morrison, 2004 Using Certification Data of Cleanroom to Determine Degradation and Retrofit, Ashrae, pp. 775-758.
3. Yoshinobu Suzukl,2008 Reducing Carbon Dioxide Emission and Energy Consumption on Cleanroom System, Ashrae, pp. 11-20.
4. J.Shen, Ph.D, 2008, Controlled Clean Operating Room Area, Ashrae, pp. 777-780.
5. 이종형 2005 (주)삼우종합건축사무소, 산업용 클린룸 설계.
6. 문순식 2005 과학기술부,식품공장의 청정화 기술과 장치.
7. 원영재 2008.12 클린룸 기술전문가교육,한국공기청정협회, pp. 241-266.
8. 2004, Development of HACCP Training Textbook, 식품의약품 안전청.