

# HACCP체제의 구축과 미생물의 제어

배 경 숙  
책 임 원 구 원  
생명공학연구소 유전자센터

## 1. 식품위생상 위해요소의 발생방지와 HACCP체제의 구축

1995년 세계무역기구(WTO)의 발족에 의해, 식품의 국제유통에 있어서의 위생규제를 원칙으로 하는 국제적인 규정을 제창함으로써, 식품의 안전성 확보를 위한 최적의 수단으로 HACCP(Hazard Analysis and Critical Control Point ; 위해요소중점관리기준) 체제

를 적용하려는 시도가 여러 방면에서 추진되고 있다. 우리나라에서도 식품위생법 개정에 따른 종합위생관리 및 대규모 식중독 발생이 계기가 되어 식품의 원료, 제조 가공 및 유통의 전과정에서 위해물질이 식품에 혼입되거나 오염되는 것을 사전에 방지하기 위하여 각 과정을 중점적으로 관리하는 기준을 지난 6월 식품 의약품안전청이 개정 고시한 바 있다.

### 식품 안전성에 대한 현장 인식-식품위생관리에 있어서의 소비자·기업·행정 역할의 재인식

경제 사회적으로 구조개혁이 실시되고 있으며, 규제 완화가 추진되고, 식품위생규칙과 같은 사회적인 규제도 최소한으로 요구되고, 규제완화를 위한 소비자·기업 서로간의 자발적인 대화와 정보교환의 중요성도 커지고 있다.

식중독 원인 규명의 결과, 식중독 예방대책에 있어서는 농장과 식품공장 등의 식품 제조 단계로부터 유통, 가공, 조리, 소비의 각 단계에 있어서의 위생관리가 불가결하다는 것이 명확해 지고 있다.

따라서 식품안전성 분야에서도 소비자·기업과 중앙정부·지방공공단체와의 역할분담의 명확화와 재인식이 요구되고 있다.

영업자는 소비자에 대하여 식품의 안전면에서의 품질을 보증하고 식품사고를 방지하기 위하여 HACCP체제의 도입을 고려하고 있으며, 행정적으로는 식품전반의 안전성을 향상시키는 것이 식품위생상의 위해요소 발생방지의 목표로 생각되고 있다. 그러나 HACCP체제의 도입을 위한 구체적인 의식 및 시도는 추진되고 있지 않은 실정이다.

새로운 세기를 맞는 식품안전성의 바람직한 지표 작성을 위하여 HACCP체제도입의 필요성을 단계적으로 살펴보고자 한다.

효과적인 식중독 발생 방지를 위해서는, 식품의 생산으로부터 소비까지의 각 단계에서 여러 가지 확실한 위생관리가 실행되는 것이 기본이다. 필요 최소한의 식품위생규제가 당연하다고는 하지만, 그것만으로 식품의 안전성 확보가 달성될 수 있는 상황이 아니라는 것은 요즘의 식중독 발생의 실태를 보면 명확하다.

식품의 안전성에 관계하는 각 방면의 정보

교환과 현상에 대한 상호이해가 문제해결의 첫 걸음이다.

「자기책임」이라는 것은, 말하기는 쉽고 행하기 어려운 것으로 식품위생상의 자기책임으로는 식품의 위생적인 취급에 관한 올바른 지식의 취득과 그 확실한 실행이다. 또한 그 근거가 되는 과학적인 뒷받침을 당사자가 해석하지 않으면 안 된다.

이제까지는 과거의 경험과 습관에 따르면 큰 사고는 없었다는 것에 의해 식품에 대한 안심감과 신뢰가 있었지만, 현재는 오히려 그것이 위생교육의 부족, 지식의 결여 혹은 쓸데없는 생각으로 통하고 있다. 경험을 부정하는 것은 아니지만, 과학적·논리적인 이해와 그 근거에 기초한 행동이 필요하다는 점을 고려할 필요가 있다. 식중독을 효과적으로 예방하려 할 경우, 현재 식중독 다발성 식품에 대해서 어느 정도의 위생 수준을 요구하는가가 문제가 된다.

#### 기본적인 시점-생산으로부터 식탁까지의 위생관리 및 그 역할분담

식품의 안전성을 확보하기 위하여 농림 수산업 등 식품의 생산단계로부터 유통, 제조, 가공, 조리, 소비에 이르기까지의 각 과정에 있어서의 위생 대책이 종합적으로 강구될 필요가 있다. 이러한 대책은 농림 수산업자, 제조자, 가공자, 조리자, 그리고 가정 등에 있어서 각자의 책임에 의한 위생적인 출발로부터 행해지는 것이다.

식품은 매일 많은 종류의 물건이 여러 가지 조리방법으로 무수한 장소에서 만들어지고, 전통적인 것도 포함하여 여러 가지 식습관도 함께 섭취되고 있어, 그 모두를 행정이 감시하는 것은 처음부터 곤란하므로 기업과 소비자가 식품위생의 확보를 자기의 책임으로 인식하는 것이 필요하다.

구체적인 방법 - 새로운 건강 관리와 식중독 대책

위험도 평가 기법의 확립 및 과학에 입각한 식품의 안전 확보 대책의 추진

FAO/WHO 합동 식품규격위원회(CODEX)에 있어서 식품의 안전을 위한 규제는 과학에 입각한 것이어야 한다는 권고가 채택되어 있고, 식품의 기준 책정에 적용되어야 할 위험도 분석(Risk 평가, Risk 관리 및 Risk 정보교환)의 원칙을 확립하기 위한 의논이 추진되고 있는 중이다. 이 원칙에 따라, 규격기준의 개정 및 신설 등에 있어 최신의 과학적 의견에 따르거나 Risk 평가를 시행할 필요가 있다.

미생물에 관한 위험도 평가에 있어서 국제적인 기준은 아직 확립되어있지 않으며, 현재는 정성적인 기준이 설정되어 있을 뿐이다. 그러나, 식품의 유통상태의 변화와 제조기술의 진전 등에 적절하게 대응하기 위해서, Risk 평가의 기법을 확립하기 위한 조사연구를 추진함과 동시에 국제적인 논의에 적극적으로 참여하는 것이 필요하다.

식품의 안전성 확보 대책은 자연계의 식품에는 원래 일정의 위험이 있음을 근거로 하여 과학에 기초한 Risk 평가 및 그에 기초한 Risk 관리의 실효성과 비용 대 효과의 관점, 식생활·식습관과의 조화의 관점에서부터 국민의 건강확보를 전제로 하여 효과적으로 실시할 필요가 있다.

따라서 조리시설에 HACCP체제를 적용하는 것이 바람직하지만, 조리된 식품에 있어서 미생물 제어를 위한 목표를 정확하게 설정하지 않으면 확실한 식품위생관리가 실시될 수 없다. 이를 해결하기 위해서는 먼저, 식품 중의 병원성 미생물 제어를 위한 방법론을 확립해 나갈 필요가 있다.

식품의 생산으로부터 식탁에 이르기까지 각 분야의 관계자는 모두 안전하고 쾌적한 식생활을 목적으로 하여 활동하고 있지만, 어느 한 분야에서의 부적절한 취급이 위해의

원인과 발생요인으로 증대 또는 확대되어, 그 후의 위생관리에서 제어할 수 없을 상황이 되면 식중독이 발생하게 된다. 따라서, 각 분야의 관계자가 정보제공, 대화, 소비자 교육 등을 통해 이해를 깊이 하고, 각자가 적정한 식품위생관리에 힘쓰으로써만이 식중독 대책이 실효를 거두게 된다. 이러한 목적을 보다 확실하게 달성하기 위한 강력한 도구가 HACCP의 적용이다.

### 생산으로부터 식탁까지의 전과정에 걸친 식중독 예방책의 추진

#### (1) 농장에 있어서의 대책

식품의 안전성을 확보하기 위하여, 생산으로부터 소비에 이르기까지의 여러 단계에 걸친 대책의 축적이 필요하다. 이를 위해, 가축과 농산물에 대한 정보 및 대책의 수립에 있어 정부 부처간의 이해와 협조가 필수적이다

#### (2) 수산식품에 대한 대책

수산식품에 관해서도 생산부터 소비에 이르기까지 대책의 축적이 필요하다. 특히 수산식품의 유통거점인 수산시장에 있어서의 수산식품의 위생관리에 관한 국제적인 상황에 입각한 대책이 필요하다.

#### (3) 도축장, 도계장 등에 관한 대책

건강한 가축 등의 소화관내에서 생식하고 있는 장관출혈성 대장균 O157과 살모넬라균 등에 의한 식중독을 방지하기 위해서는, 도축장과 도계장에 있어서의 위생관리 체제 강화가 불가결하다. 이를 위해 도축장, 도계장 등에 HACCP의 방식을 받아들인 위생관리체제의 도입을 유도해야 한다.

#### (4) 식품제조·가공시설 등의 대책

HACCP는 음식에 따른 식품위생상 위해 발생의 방지를 목적으로 한 것이므로, 이러한 국제적으로 통용되는 규정에 입각하여 HACCP를 구체화한 종합 위생관리 제조 과정의 도입을 식품제조, 가공업에 재촉해 나가는 것이 필수적이다. 이를 위해, 식품위생법의 위생관리 제조 과정의 승인제도의 적용대상을 확대하는 등의 HACCP의 도입을 촉진하기 위한 방책의 강구가 필요하다.

또한, 식품의 생산, 제조·가공에 있어서 HACCP체제의 실시를 위하여, 식품의 제조가공 실태를 근거로 하여 과학적인 평가에 기초한 관리운영 기준의 개정 등이 필요하며, 식품의 유통 소매업 등에 있어서도 운반시와 보관시의 적절한 온도관리와 식품 상호의 오염 방지를 위한 위생관리기준 등의 강구가 필요하다.

즉, HACCP의 적절한 실시를 위해서는 기업인이 HACCP를 바르게 이해하는 것과 함께, 위해 분석과 관리 방법의 설정에 필요한 과학적·전문적인 정보가 제조·가공업자 및 기업인에게 충분히 제공되어 효과적으로 활용되어야 한다. 이를 위해, 위해 요소의 제어 방법에 관한 조사 연구를 충실히 하고, 그 정보를 널리 제공할 수 있는 체제를 정비하는 일,

HACCP의 검증에 필요한 시험방법 등을 포함하여 그 유효성을 평가해 나갈 계획 등이 필요하다.

(5) 대량 조리 시설의 대책

지금까지의 대규모 식중독이 학교 급식시설 등의 대량 조리 시설이 원인이 된 적이 많기 때문에, 이들 시설의 위생관리의 강화가 필수적이다. 이를 위해, 조리 과정에 있어서도 HACCP체제의 개념을 근본으로 한 위생관리 기법의 도입을 고려하여야 하며, 건조방식의 조리장과 일괄 조리 후, 급속 냉장·냉장보관·재가열을 시행하는 조리 방식 등의 새로운 방법에 대해서도 개발 및 적극적인 도입을 고려해야 한다.

이러한 위생관리 기법의 개발과 함께 학교 급식시설과 사설 대량 급식시설에 대하여 식품 위생법에 의한 규제의 도입도 포함된 근본적인 대책의 수립이 필요하다.

(6) 가정에서의 예방 대책

소비자 자신이 바른 지식에 기초하여 적절한 행동을 취함은, 식품의 안전성을 최종적으로 확보하는 면에서 중요하다. 따라서 소비자에게 정보제공을 위한 교육의 시행이 필요하다. 이를 위해 식중독의 발생 상황과 원인, 적절한 조리방법 등에 대해 빠르고, 알기 쉽게 정확한 정보를 제공하고, 국민 각층에 널리 주의를 환기시켜 중지를 모으고, 대책 확립에 연결시켜 나갈 필요가 있다. 특히, 어패류와 달걀의 생식 등 우리나라 특유의 식습관을 근본으로 하여 국민이 스스로 판단하여 대응할 수 있도록 표시등을 포함한 정보를 제공하여 국민에게 주지시키는 일이 필요하다.

2. 위해요소의 정의와 제어

HACCP체제에 있어서 HA는 위해분석으로 번역되어 정착하고 있지만, 영어의 Hazard라고 하는 말의 의미는 위해(건강 피해의 발생)보다는 위해에 이르기까지의 과정 또는 그 가능성이라고 해석하는 것이 옳다. 즉, 건강 피해는 돌연히 발생하는 것이 아니고 원인물질의 존재와 피해를 일으키기까지의 과

정, 요인이 있으며, 그것들이 적절하게 제어되지 않았을 경우에 위해가 된다. 따라서 Hazard는 「위해요소」로 해석하고, 위해요소를 정의하여 위해 발생에 이르지 않도록 제어하는 과학적·논리적인 방법을 설정하는 것이 위해분석의 의의라 할 것이다.

HACCP는 개별의 품목, 시설마다 적용되며 CODEX의 지침에 따르면 원재료, 제조방법, 종사자, 시설과 기계 기기의 위생적 수준에 따라 위해 분석을 실시할 것이 요구된다.

위해 분석의 실시를 위하여 과학적인 근거가 필수적이므로 경험과 위해요소에 관한 문헌 등의 정보를 수집한 다음, 실제 사용되는 원재료, 식품 등에 대해서 위해 발생의 가능성이 있다고 판단되는 위해 인자 물질의 존재와 입수부터 출하까지의 과정을 파악해 나갈 필요가 있다. 또한, 원재료의 생산으로부터 제품생산까지의 위생관리, 시간의 경과 등도 고려하여 원재료 입수시의 위생수준, 제품 출하시의 규격 등을 결정해야 한다. 현재 위해 분석에 있어서는, 원재료 및 제조 공정 단계별로 위해의 원인 물질, 발생 원인 및 그 방제 조치를 기재한 위해 목록을 작성하는 것이 일반적이다. 위해 목록은 앞서 기술한 것처럼 작업의 결과를 보기 쉬운 양식으로 정리한 하나의 예시이지만, 표현하기 어려운 사례도 있을 수 있다. 따라서, 위해 분석의 효과적이고도 실용적인 적용을 위하여 각종 식품에서의 경험을 축적하는 것이 중요하다.

### 3. HACCP계획 작성시 유의사항

#### 3.1 제품이 달성해야 할 식품 위생상의 목표 설정

HACCP체제를 적용하여 식품을 제조할 경우, 제품 출하 후 어떻게 유통·판매되어 소비자에게 전해지고 어떻게 보관되어 섭취되게 되는지 구체적으로 상정한 다음, 위해 발생을 방지하기 위한 조치를 결정하여

HACCP계획을 작성한다.

일반적으로 식품위생법의 준수(부패 변패 방지, 병원 미생물의 제어, 각종 성분 규격, 보건피해를 일으키는 이물의 배제 등)을 기본으로 한 식품위생상의 목표를 설정하고, 해당 제품의 품질보증을 고려한 기한 표시, 보존방법, 사용방법에 관한 표시사항을 결정하여야 한다. 식품 섭취시 고려해야 할 식품 위생상의 달성 목표를 구체적으로 설정하면 그 시점에서부터 거꾸로 계산하여 제품 출하시의 목표, 제조 공정에 따른 관리상의 목표, 원재료의 입수 기준 등이 명확해지게 된다.

#### 3.2 선결사항 (일반적 위생관리 프로그램)

식품 제조시설에 있어서 일반적 위생관리 기법은 해당 시설에 따라 관리해야 할 사항, 구체적인 작업내용, 작업시의 확인 사항, 관리가 갖추어져 있지 않은 상황의 개선 사항, 그러한 것들의 검증 방법 등을 HACCP계획과는 별개로 문서화하여 정리, 실행하는 것이다. 이러한 일반적인 위생관리 프로그램이 충실히 적용됨으로써 HACCP계획의 신뢰도 및 완성도가 높아지게 된다.

#### 3.3 Critical Control Point에 있어서의 관리 기법

신설 식품공장이 아닌 경우, 종래 사용해 온 기계 기구가 있고, 그것들의 위생관리를 실시해 온 실적과 노하우가 있을 것이다. 다만, 종래의 제조방법과 기계기구는 HACCP

체계의 적용을 전제로 설계, 관리된 것이 아닌 경우를 고려할 필요가 있다.

예를 들면, 식품 위생법에 따라 제조 기준이 정해진 식품의 가열 살균 기계는 당연히 해당 기준을 확실하게 준수할 수 있을 만한 구조, 기능이 갖추어져 있는 것이고, 그 기계를 사용하고 있으므로 보통 큰 문제는 발생할 수 없다.

그러한 경우는, 제조 기계의 보수 관리가 무엇보다 중요하고 합리적인 관리 사항이 된다. 따라서 이후 제조 공정 전반의 효율화를 위해 종래의 제조 방법을 개량한 제조 기계를 사용하게 된다면, HACCP체제하의 엄중한 관리가 필요하게 된다. 즉, Critical Control Point에 따른 관리의 중요도에 입각한 제조방법 및 그에 적합한 기계 기구의 개량 개발이 중요한 과제라 할 수 있다.

#### 4. HACCP의 청정구획은 공기조화로 대응 가능

##### 4.1 두발과 이물의 제거

클린룸은 작업실의 입구에 설치되어 인체와 자재가 가지고 들어오는 이물질의 침입방지를 꾀하고 있다. 관계자의 불필요한 출입을 제한하거나, 작업자의 위생의식을 향상시키고, 사업장 전체의 위생개념을 개혁하는 의미에서 에어샤워의 효용은 이미 높게 평가되고 있다.

재래의 좌우로부터 뿜어내는 에어샤워는

어깨부위의 이물제거에 유용하며, 이것이 발전되면 샤워문의 개폐, 소독기와 연결되어 손을 소독하지 않으면 에어샤워의 입구가 열리지 않게 하거나, 일정 시간의 샤워를 행하지 않으면 제조실 쪽의 문이 열리지 않는 방법으로 고도 청정구획의 출입구에 있어서 콘트롤을 보다 고도화할 수 있다.

##### 4.2 포장재의 지분제거

현재 굉장한 기세로 수요가 늘고 있는 골판지 등의 포장재료가 충전실, 포장실로 가지고 들어오는 지분의 양이 상당히 많아, 제품 오염의 상당한 원인이 되고 있다. 따라서, 이러한 지분을 제거하기 위해 충전 포장실에서의 전처리로 골판지 샤워의 설치를 고려한 결과 전체 지분의 75%를 이 시스템으로 제거할 수 있었다. 현재는 단단히 달라붙어 있는 지분을 브러싱하거나, 정전기 제거기를 함께 설치하고 있는 제품도 제공되고 있다.

##### 4.3 방충 대책

식품 공업에 있어서 벌레의 존재만큼 미움받는 것은 없다. 특히 비교적 환경이 좋은 교외의 공장에서는 야간 잔업 시간에 공장 내부의 빛을 따라 많은 벌레가 모여들게 된다. 따라서 벌레가 좋아하지 않는 색의 전구를 설치하거나, 방충망과 방충 커튼의 설치, 에어 커튼을 설치하여 벌레를 포집하거나, 자동 에어 샤워에 의해 외부와의 차단을 꾀하는 등의 대책이 취해지고 있다.

#### 4.4 작업화·작업복의 살균

작업용 기구 등을 고농도의 차아염소산수에 담근 후, 다음날 아침까지 건조대에 놓고 건조시킨다. 한편, 의복은 문을 닫음으로써 UV램프가 점등되고, 상부로부터 소량의 무균 공기가 유입되는 로커 안에 두어 다음날 아침 작업 개시까지 의복의 살균을 하며, 로커 안을 언제나 무균의 상태로 보존함으로써 작업자는 무균에 가까운 작업화와 작업복을 몸에 입고 에어 샤워를 통해 제조실로 들어가게 된다. 고도 청정 구역에의 출입 조건으로 가장 효율적인 것이다.

#### 4.5 공기 정화기의 위해

공기중에 있어서의 미생물수의 제어는 온·습도의 제어와 별개의 문제이다. 공조기의 경우 계절을 지나쳐 냉방에서 난방 운전으로 바꿀 때, 공조기의 코일 표면에 부착하여 있던 공기중의 미분진이 봄, 가을의 공조기 미사용시 혐기성 발효를 일으키게 되고 냄새와 함께 부착된 미생물을 동시에 실내에 살포하고 있다고 할 수 있는 것이다. 따라서, 공조기로부터 나오는 공기를 HEPA 필터를 통과하여 여과를 시행하고 나서 실내에 방출하는 것이 필수조건이다.

#### 4.6 고압 세정의 위험성

유제품, 혹은 축육 가공실에 있어서, 작업 종료후 고압 펌프를 이용해 세정을 하는 것이 습관처럼 되어 있다. 그러나, 제조실에 존

재하는 미생물군은 고압 분사된 물에 의해 에어졸 상태로 공기 중에 날아 흩어져, 수시간이 경과한 후에도 생존하고 있다. 이는 인간의 눈으로는 더러움이 세정되어 있어 깨끗하게 되었다는 착각을 갖게 하지만, 그것이 미생물의 제거에는 연결되지 않음을 나타내고 있다.

#### 4.7 제조실의 양압화

일반적으로 종래의 작업실은 작업실 내에서 발생하는 증기와 먼지를 환기선으로 외기에 방출하는 경우가 많다. 이것이 제조실의 음압화 경향을 유도하여 외기 중의 먼지를 출입구와 창틀에서 흡인하는 폐해를 일으키는 결과가 되었다. 일반적으로 외기의 낙하균수는 NASA 기준에 의하면 약 50만~60만의 오염도에 해당한다. 이것을 NASA 클래스 10만 정도로 제어하여 환기선의 방출량 플러스 알파의 볼륨으로 제조실에 강제로 불어넣으면, 제조실 안은 음압화 경향으로부터 양압화 경향으로 치환될 수 있으며, 동시에 공기의 실내 유통이 촉진되므로, 공기의 체류에 의한 곰팡이의 생성도 제거되고 양압화까지 가능해 진다.

#### 4.8 충전·포장부에 있어서의 미생물 관리

HACCP의 고도 청정 구역에 있어서 가장 중요한 것은 충전 포장부에 있는 미생물 수의 관리이다. 경험에 의한 경제적으로 높은 효과를 올릴 수 있는 수치를 보면, 제조실



안은 클래스 10만, 포재 공합부는 1만, 충전부는 1천이다. 이것은 제법 정도 높은 제품의 제조를 목표로 한 것으로, 충전부는 포재 공합부와 똑같이 1만이라 해도, 일반적인 제품의 생산에 충분히 사용할 수 있는 기준이라고 생각된다.

또한, 축육 제품의 제조실에 대해서는 지방분이 많은 제품이 많으므로 클린도는 클래스 1만으로 충분하지만 온도대로 15℃정도가 요구된다.

#### 4.9 HACCP의 제조공정별 양압 밸런스와 청정도

공정별 양압 밸런스와 그 청정도의 유지는 충전부 + + +, 제조실 + +, 저장실 및 발효실이 대기에 대해 +압이 되게끔 설정을 하고, 저장실과 발효실에서 소량 강제 배기를 행한다고 하면 제조실에 대한 강제 급기량을 결정할 수 있다. 이상의 상황이 유지된다면, 제조실의 양압화와 양압 공조 및 충전부에 있어서의 미생물 관리에 관해서도 HACCP에 대한 기준을 확보할 수 있을 것이다.

#### 5. 기존 식품 공장의 HACCP체제로의 대응

1993년 FAP/WHO 합동 식품규격위원회가 HACCP를 식품제조 품질관리의 가이드라인으로써 채택함으로써, 식품의 품질관리를 근본적으로 변경할 것을 요구했다. HACCP는 식품의 위생관리면을 크로스체크하고 있지

만, 이는 식품의 제조를 행하고 있는 공장은 이미 충분히 위생적인 공장환경에서 식품제조를 행하고 있음이 전제로 되어 있다.

HACCP의 도입은 관리면 뿐만 아니라 식품제조 설비에 있어서도 미생물학적으로 보다 고도의 청정화가 요구되어, 그 대책을 필요로 한다.

이미 가동되고 있는 기존 공장을 어떤 방법으로 바이오클린화할 수 있는지가 중요하므로 칸막이, 클린 유니트의 이용 레이아웃 변경 등 경제적으로 유리한 방법으로 청정수준을 향상시킬 수 있는 방법을 살펴보고자 한다.

#### 5.1 식품공장에서 HACCP로 관리되어야 할 위해의 원인물질

##### ① 생물학적 위해

식품에 포함된 병원세균, 바이러스, 기생충, 또는 이것들이 생산하는 독소에 따른 건강피해

##### ② 화학적 위해

식품에 포함된 화학물질에 따른 질병, 마비, 또는 만성독성의 건강피해

##### ③ 물리학적 위해

식품 중에 포함된 이물의 물리적인 작용에 의한 건강피해

이상의 위해는 모두 중점관리기준이 될 수 있는 것들이지만, 그 중에서도 가장 위해가 큰 것은 ①의 생물학적 위해이다. 발생하는 식중독 중 건수로 73%, 환자수로 83%가 세

균성 식중독이므로, 어떤 방법으로 미생물오염 대책을 수립할 것인지 판명된다.

### 5.2 작업원 및 외부 공기오염

반도체 공장에 있어서 최대의 오염원은 인간이지만, 의약품, 식품 공장에 있어서도 마찬가지로 할 수 있다.

표 1에 일반대기의 오염을 표시하였는데, 외기도 다량의 미생물을 포함하고 있다. 식품공장처럼 작업원도 많고, 영양물이 많은 장소에서 다량의 낙하균이 검출되는 것은 이상한 일은 아니다. 일반적으로 300~1000개의 낙하균은 검출될 수 있는 값이다.

### 5.3 식품가공의 효과적 무균화방식

가공공장을 전부 무균화하는 것은 비용적인 면에서 무리가 있다. 현행의 공장 어느 곳을 효과적으로 최소한 무균화하고, 최소비용의 Clean 대책이 생길까가 중요하다.

식품가공에서는 가열멸균 공정이 있는데, 본 공정 이후를 클린 후드, 간이 클린룸 등 값싼 가격의 방식으로 무균도를 높이고, 냉

각, 포장, 충전함에 의해 무균화가 도모되어 미생물의 난입에는 굉장히 효과적인 방어벽이 생긴다.

조리, 가공실의 공조에 나머지 필터를 넣어 공기정화를 하면 더욱 효과적이다.

공기의 청정화는 세균, 효모, 곰팡이에 의한 식품의 변질, 부패에 따른 식품불량의 정도를 감소시키며, 공기정화에 따른 낙하균의 감소 또한 중요하다.

### 5.4 구역화 계획과 동선계획

기존 공장을 작업내용에 따라, 하기의 3구역으로 영역을 나눈다.

- ① 청결 작업 구역
- ② 준 청결 작업 구역
- ③ 오염 작업 구역

제조 공정을 3구역으로 분할하고 칸막이하여, 공정관리·위생관리함으로써 식품의 상호오염을 방지할 수 있다.

또 공정의 진행을 [오염]→[준청결]→[청결] 로의 순서로 진행함으로써 청결도를 보다 높일 수 있다.

표 1. 공기중의 오염물의 양

장 소	0.5 $\mu\text{m}$ /ft <sup>3</sup>	낙 하 균 수
오염지역	1,000,000~100,000,000	30~400개
청정지역	10,000~100,000	0.2~1.0개
초청정지역 (크린 룸)	1~10,000	0~0.2개
		6cm plate, 5분간 측정

동선계획으로는 식품의 제조과정을 과정별로 블록화 하고, 주로 다음의 3종류의 동선 계획을 행한다.

- ① 원재료부터 제품이 도달할 때까지의 동선
- ② 작업원의 동선
- ③ 배출오염물의 동선

상기동선을 기존공장에 적용하여 상호오염, 공정관리의 효율, 작업의 효율 등을 추구하며, 일부 동선의 변경, 칸막이 벽의 설치 및 Clean 기기의 도입 등으로 대응한다.

### 5.5 공장 레이아웃과 클린화기기의 도입

청결 및 준청결실과 타실 및 외부와의 사이에는 공기차단 기구를 배치하는 것이 필요하고 2중문에 의해 외부의 오염침입을 방지한다. 공기차단 기구는 작은 방 칸막이로도 가능하지만, 스트립 커튼 등을 설치해도 좋다. 창고도 하역장과 보관 장소는 칸막이 분리를 해야 한다. 물건의 교환 소독, 의복의 교환과 작업복의 청결 보관, 손의 청정소독 등을 고려하여 충분한 입실공간을 가질 필요가 있다.

가공실의 입실부에는 에어샤워 장치의 설치가 필요하다. 그 밖에 세면대와 에어 타올 유니트, 구두창 세정기, 클린 라커 등의 설치가 필요하다.

### 5.6 클린 가스의 이용

준청결구역과 청결구역을 두 실로 분리시키지 않고, 준청결구역을 큰방으로 하고 중

요한 공정만 클린 가스로 커버하여 청결구역으로 하는 방법은 경제적으로도 우수하고, 고도의 무균공간(낙하균수 1개/plate·5분 이하)을 값싼 가격으로 만들고 상당히 효과가 있어 많이 이용되고 있다.

또 실내에 HEPA 필터에 따른 공기정화를 시행하여 낙하균을 감소시키는 방법으로 천정형 HEPA 필터 유니트도 굉장히 효과적이다.

### 5.7 공조 개선과 실내 양압화

식품가공실 및 처리실에는 필터를 공조 출구에 설치하여 외기오염 및 실내오염을 방지하는 것이 바람직하다. 또, 실내에 다량의 열과 수증기가 축만한 경우는 실내 냉각용 외기도입 유니트를 설치하는 것도 효과적이고, 항상 실내를 양압으로 보존하기 위해 양압용 필터 유니트도 유효하다. 식품의 검사, 균테스트에는 무균 클린벤치가 일반적으로 사용되고 있다.

## 6. HACCP의 실시와 식품미생물 검사

이제는 식품의 품질관리가 중요시 여겨지던 시대로부터 식품의 안전성을 생각하는 시대로 전환되었다고 할 수 있다.

식품을 취급하는 업계에서는 지금 이후 점점 HACCP 시스템의 도입이 추진되어 갈 것이라고 생각된다. HACCP의 도입이 진행됨과 함께 HACCP에 대한 국내, 국외의 사고 방

식과 내용이 서서히 명확해지고 있다. 그런 중에 미생물에 의한 위해요소는 HACCP체제 중에서 가장 중요한 문제로 이 위해요인에 의한 위해를 인식하면서 시스템 구축을 하지 않으면 안된다.

1977년 로마에서 'Risk Management 및 식품의 안전성에 관한 FAO/WHO 합동 전문가 회의'가 개최되어 장관출혈성 대장균 O157, 살모넬라 엔테리티디스라는 미생물에 의한 식중독이 세계적으로 문제가 되었던 일로부터 식품 중의 미생물학적인 위해의 위험관리의 중요성이 강조되고, 미생물학적인 위험평가의 필요성이 국제기관과 학회 등에서 요구되게 되었다. 위험평가는 ① 위해의 특성 ② 위해의 특성명확화 (미생물학적 위해에 대해서는 용량·반응관계에 대한 명확한 테마를 얻기 어려운 경우가 있다) ③ 감염용량의 평가 및 ④ 폭로평가를 수행하는 것으로, 미생물학적 위해의 위험평가는 화학물질에 관한 것과는 달리 그 수법이 확립되어 있지 않은 것, 위험평가에 있어서 불확실성 요소가 많은 것 등 아직 문제가 있다.

그러나 이러한 문제를 하나하나 해결해 나가면서 HACCP 시스템의 구축에 대한 의의를 진행해 나가야 할 것이다.

### 6.1 Validation으로써의 식품미생물검사

Validation이라면, 제품에 있는 식품미생물 검사를 행한 후에 그 HACCP계획이 효과적인지를 표시하는 증거를 얻는 것이며,

HACCP 시스템 전체의 점검에 대응하여 모니터링에서의 미생물 검사는 각각의 제품의 안전성을 위한 허용성을 인정하는 점에 있다는 것이 다르다.

식품제조 공장에 있어서 제품에 있는 식품 미생물 시험은 이미 지금까지의 품질관리 시스템에서도 행해져 왔고, 품질 확인을 행한다는 것에 대해서는 HACCP 시스템과 목적은 거의 같다.

따라서 HACCP 시스템을 아직 실시하지 않는 곳에서는, 지금의 식품검사 시스템 중에 HACCP의 수법을 받아들이는 것도 생각해 봐야 할 것이다.

구축된 HACCP 시스템의 검증(Validation)으로써 미생물검사를 둘러싼 조건으로는 샘플링, 검사방법, 검사기기의 교정 및 빈도 등이 중요하다. 또, 원재료, 제품 등의 시험검사를 실시하는 경우, 그 결과가 신뢰할 수 있는 수준이라는 것이 필수 불가결하다. 식품미생물 검사는 적절하게 관리된 실험실에서 충분한 능력을 갖고 있는 자가 가장 적당한 방법으로 표준 작업서를 기본으로 하여 정확하고 확실하게 실시되어야 하고, 또 이를 실증할 수 있는 문서 및 기록이 보관되어야 한다.

게다가 Validation으로써의 미생물 검사에서는 단순히 직접적인 위해가 되는 병원미생물만을 검사하는 정성검사 균수와 대장균군은 말할 것도 없고, 제품에 따라서는 황색포도상구균 등의 병원미생물에 대해서도 적

량적인 검사가 필요할 것이다. 이것은 정도를 확인해 두는 것이 중요하기 때문이다.

지금도 HACCP의 검증으로 병원균의 검사 키트를 이용하고 있는 곳이 많지만, 이 경우 설령 음성으로 판정되었다고 해도 양성에 가까운 음성이었던 경우는 어떤 수정작업 없이 HACCP 과정을 그대로 진행하므로 추후 정확한 검사를 행하는 것은 불가능하다.

최근 신속검사법으로 분류되는 많은 키트가 사용되고 있지만 그 다수가 18시간의 배양시간을 소요하는 검사이므로, 실제로는 제품이 출하된 후에 결과가 나오는 상태이다. 따라서 Validation으로써의 미생물검사로는 시간이 걸리더라도 정량검사인 일반 생균수, 대장균수, 황색 포도상구균 등을 정확하게 시행할 필요가 있다.

## 6.2 모니터링으로써의 미생물 검사

식품, 특히 식육의 위해요인으로써 현재 가장 주목되고 있는 것은 장관 출혈성 대장균 O157 및 살모넬라 엔테리티디스이다.

모니터링으로써의 미생물검사로는 Risk Assessment에 의해 위해 빈도의 정도가 높은 균에 대해서는 모니터링으로써의 미생물 검사도 생각하지 않으면 안된다.

따라서 출하까지 시간을 맞출 수 있는 신속 검사법은 대단한 이용가치가 있다. 또한, 일부 학자들은 제 3의 검사기관으로써 검사의뢰시 Validation 뿐만 아니라, 모니터링의 검사의뢰도 받을 수 있도록 시스템을 준비하

고 있다.

장관출혈성 대장균 O157의 경우, 지금까지 검사 시료를 받고 나서 실험실에 전송하고 다음날 검사를 행하여 검사결과를 식품공장에 보고하기까지 어떤 신속검사법을 이용해도 3일이 소요되므로 식품(특히 식육)의 출하 시간을 맞출 수 없었다.

그러나 최근 개발된 검체 전송 시스템은 검사시료를 접수하고, 반송 항온상자 내의 중균배지에 시료를 접종하고 스위치를 넣으면 반송항온 상자의 온도가 40~43℃로 유지되어, 시료가 분석 실험실에 도착하여 검사할 때까지 이미 장관출혈성 대장균 O157은 증균되고 있으므로, 분석 실험실에서 바로 PCR법 혹은 다른 신속검사 키트를 이용하여 검사를 실시하면 검체를 받은 다음 날에는 결과를 알 수 있다.

이 시스템이 보급되면 경험과 기술을 필요로 하는 병원균 검사에 대한 모니터링이 어느 곳에서라도 가능하게 된다.

이렇듯 관련 규정의 제정과 신속 정확한 시행을 위한 연구가 병행되어 많은 중소식품 제조공장의 HACCP체제가 이상적으로 구축될 수 있다면 우리의 식품안정성에 대한 우려는 기우가 될 것이다.

이를 위하여 행정당국은 위해요인을 제거할 수 있는 확실한 기준을 제정 고시하고, 학·연구계는 신속한 검출 및 모니터링을 위한 방법론의 개발에 노력해야 할 것이며, 기업은 이러한 기준 및 방법론의 적용을 게을

리하지 않는다면, 다가오는 21세기 식품보건 안전은 성공적으로 확립될 것으로 생각된다.

-참 고 문 헌-

1) Codex Alimentarius Commission : Hazard Analysis and Critical Control Point (HACCP) System and Guidelines for Its Application, Anees to CAC/RCP 1-1969, Rev.3, 1997.

2) Fujiwara, S. Establishment of HACCP System on the Basis of Sanitation Management. Air Cleaning. 36 : pp. 370-374, 1999.

3) 식품위해요소 중점관리기준 개정고시 식품의약품안전청, 1999. 6.

4) 유전자 재조합식품, 식품첨가물 안전성 평가자료 심사지침제정 고시안 식품의약품안전청, 1999. 8.

### 산자부, 오존층 파괴물질 소비 단계적 축소

오는 2005년까지 7년간 CFC와 할론 등 오존층 파괴물질의 생산 및 소비량이 일정비율에 따라 단계적으로 축소된다.

산업자원부는 냉장고 등의 냉매에 사용되는 오존층 파괴물질을 한꺼번에 줄이거나 무계획적으로 줄일 경우 관련산업이 수급불균형으로 어려움을 겪을 수 있다고 판단, 이같은 폐단을 사전에 방지하기 위해 CFC에 대해서는 향후 7년간 매년 전년대비 8.4%씩 소비량을 감축시켜 2005년 소비량을 4711톤으로 줄이고 할론에 대해서는 매년 전년대비 9.9%씩 소비량을 감축시켜 2005년 소비량을 229톤으로 줄여나가기로 했다고 30일 밝혔다.

산자부는 이같은 감축계획이 원활히 추진될 수 있도록 하기 위해 오존층 파괴물질 사용방법을 개선하고 기존 설비를 개량하는 등 지원사업을 벌이는 한편 오존파괴지수가 0인 대체물질 이용기술 및 대체물질 이용을 위한 설비투자 지원도 활발히 벌일 계획이다.

한편 우리나라를 비롯한 개발도상국들은 오존층 보호를 위한 몬트리얼 의정서에 따라 이달 1일부터 오존층 파괴물질에 대한 생산 및 사용규제를 받기 시작했다. <전자신문 7.31>