

## 식품의 안전성 검사기기

양 재 승

한국원자력연구소, 식품조사팀

### Equipment and Materials for Food Sanitation

Jae-Seung Yang

Korea Atomic Energy Research Institute

#### Abstract

HACCP procedures are regarded as essential components of modern safety assurance programmes for all forms of food processing and preservation, including irradiation. Control of hazards and classification of hazardous microorganisms and indicator organisms (and related tests) are helpful to establish preventive and practice regulations at each facility. A carefully conceived and well implemented system assure the safety of all products. The HACCP is designed to prevent defects, rather than to detect them as in traditional end-point testing and inspection, as controlling requirements into food formulations, processing parameters and operating practices. This article commentes on some equipments and materials for HACCP system.

Key words : HACCP, equipments, materials, food sanitation

#### 서 론

요즈음 우리 나라의 식품 및 식품원료의 수입이 현저히 증가하여 수입의존도는 매년 증가하고 있다. 더욱이 1995년 WTO협정이 체결, 발효되었으므로 수입은 더욱 증가할 것이다. 이와 같이 먹거리의 국제화가 진행되면서 수입상대국도 발전도상국에까지 미치고 있으며 안전성이 어느 정도 확보되어 있는가에 대한 소비자의 관심이 높아졌다. 또한 우리 나라의 식품산업도 세계시장을 지향해야 하는 시대적인 요청에 부응하여 국제적인 식품생산유통에 능동적인 대처가 필요하다<sup>1)</sup>. 먹거리는 보존온도, 가식기간, 미생물위해기준 등 제약이 있는 안전성을 요구한다. 최근에 미국과 일본에서는 고기나 야채 등에 *E. coli* O-157의 오염이 새로운 미생물 위해로 등장하였으며, 우리 나라에서 사용이 허가되지 않은 식품첨가물이나 농약이 사용되고 축수산 식품 중에 잔류하는 동물용 의약품도 문제로 되고 있다<sup>2)</sup>.

식품의 안전성 침해 가능성이 있는 위해 발생을 최소화하기 위하여 선진국을 중심으로 HACCP시스템이

설계되었다. 이것은 농장에서 식탁에 이르기까지의 모든과정에서 위해 분석을 하고 이들 위해를 방지하는데 중요한 공정을 중요관리점(CCP : Critical Control Point)으로 설정하여 연속적 또는 상당한 빈도로 측정/감시함으로써 위해를 실시간(real time)에 방지하는 방어체제로서 먹거리 생산에 과학적인 원리를 상식선에서 적용한 것이다<sup>3)</sup>. HACCP적용의 이점으로는 식품의 원료물질에서 배합과 가공을 통하여 완제품에 이르기까지 위해요소와 위험을 객관적으로 측정할 수 있는 점, 규제와 감시가 필요한 점의 정확한 분리와 정의, 보다 좋고 효율적인 규제가 가능한 점 그리고 공공 보건 위해요소의 감소 등이다. 그러나 HACCP 도입의 어려움은 첫째 기존시설이나 환경이 부적합한 경우가 많은 점이다. 이것을 어느 정도까지 개선할 것인가는 작업장의 특성에 따라 위생 전문가의 자문을 받는 것이 좋다. 둘째 각 CCP에서 검출장비의 운용으로 적정관리가 필요하다. 셋째 종업원의 교육으로 교육을 통하여 HACCP시스템의 의의와 기대효과, 장점 등을 인식시켜야 한다. 심도있는 위생교육은 식품안전과 개인위생

에 큰 도움이 될 것이다<sup>4~14)</sup>.

HACCP의 도입으로 지금까지 최종제품의 검사에 중점을 둔 위생관리방식인 미생물검사는 큰 수정이 필요하게 되었다. 식품산업에서 식품의 안전성을 위한 제도들이 예방적인 차원에서 도입되고 있음에 따라 식품소재, 최종제품 및 제조공정에서 적절한 시간내에 미생물학적인 안전성에 대한 신속, 정확한 평가가 요구되고 있으며 이것은 식품품질의 유지 및 저장유통기간을 예측하기 위해서도 필요한 것이다. 따라서 HACCP이후 미생물검사는 최종제품을 며칠간 걸쳐 검사하는 방법이 아닌 신속화, 간편화, 기계화, 자동화 등의 최신기술이 구사되고 있다. 즉 위해분석을 위하여 그리고 운영의 확인과정에서 미생물분석이 필요하며 제조 종료후의 출하 단계에서 검사를 끝낼 필요가 생겼다. 또한 원료를 바꾸거나 공정을 개선하고자 할 때는 반드시 HACCP를 수정해야 하는데 이때 미생물분석을 통하여 위생적인 문제가 발생하지 않았는 지도 확인하여야 하며 식품외에도 제조환경오염 위해를 제거하기 위하여 환경미생물검사도 필요하게 되었다<sup>15~29)</sup>. 유통기간이 짧은 식품일수록 HACCP관리가 필요하고 또 식품의 저장성 시험으로 쉽게 이 시스템의 적정여부를 확인할 수 있으므로 주기적인 확인과 검증은 받아야 한다. 어떤 미생물을 분석 대상으로 할 것인가와 허용치의 결정은 그 식품의 특성과 유통방식, 용도에 맞게 설정되어야 하는데 법적기준이 정해진 경우는 이 기준 이내에서 자체기준을 정하여 운용해야 한다. 아래에 HACCP 도입을 위한 자동화, 신속화, 간이화가 진행되는 미생물검사를 중심으로 HACCP에 필요한 기기나 자재를 소개한다.

## HACCP의 간이 미생물검사

식품미생물검사는 전통적인 retrospective(후향) 검사와 간이 perspective(전향) 검사로 크게 나눌 수 있다. 전자는 원래 식중독이 발생한 후 원인규명을 위한 전통적인 방법이며 제조종료후 며칠간에 걸쳐 결과를 찾는 식품위생법에 기재된 공정법이다. 공정법에 의한 미생물 검사는 검사결과가 나오기까지 빠르면 24~48시간 그리고 검사항목에 따라서는 일주일 이상 걸리는 것도 있다. 결과를 얻기까지 시간이 너무 걸린다는 점에서 지금까지의 미생물검사법은 CCP감시를 위한 효과적인 방법이 될 수 없다. 후자는 최근 식품기업 등이 자주위생관리를 목적으로 생산이 잘 이루어지고 있는가, 위해는 없는가라는 식중독 예방이 목적이다. 따라서 가능한한 빠르게 검사결과를 생산공정에 feedback할 수 있어야 하므로 신속한 검사가 필요하나 현재는 일반생

균수 측정이나 위생지표균 검사 정도가 일반적이다. CCP의 감시(모니터) 방식으로 검사를 하는 HACCP에서도 신속함이 절대조건이므로 HACCP도입에서 필요한 미생물검사는 당연 후자이다. 또 간이 미생물검사는 식품제조에 사용되는 기기나 종업원의 위생검사, 공기의 청정도 검사 등에도 이용된다<sup>30~41)</sup>.

### 1. 간이배지

미생물검사에 간이배지를 사용하면 전통적인 배지검사와 상관성이 높고 신속하므로 많이 이용되고 있다. 이들 간이배지는 기존의 혼석배지와는 달리 미생물이 배지 표면에 부착하여 증식이 빠르고 단시간에 집락을 확인할 수 있다. 일반생균수, 대장균군(coliform bacteria)-대장균(*E. coli*) 검사 등에서 사용되며 12시간 배양으로 검출이 가능하여 오염이 확인된 경우에는 곧 위생대책을 마련할 수 있다. 또 전처리가 필요없는 배지나 폐기에 편리한 필름상의 배지도 있어 숙련된 기술이 필요없고 개인차가 나지 않는 것도 특징이다. Stamp방식으로 시료를 채취하는 배지도 있으며 미생물검사용 각종 분말배지도 있다. 대장균군-대장균 간이검사법의 원리는 대장균군이 가진  $\beta$ -galactosidase란 효소에 의하여 분해되는 발색효소기질과 대장균이 가진  $\beta$ -glucuronidase에 의해 분해하는 형광효소기질을 배지에 첨가시켜 배지의 발색(대장균군은 salmon pink, *E. coli*는 light blue)으로 검출하는 것이다. 간이 혐기성균 배양시스템도 개발되어 혐기성 식중독균의 검사도 할 수 있게 되었다. 이것은 가스발생제를 주머니에서 꺼내어 jar에 넣기만 하면 되는 단순한 것이다<sup>42)</sup>.

### 2. 균종 동정 kit

식품공장의 자주 위생관리에서는 균종까지 동정할 필요는 없다. 그러나 미생물의 종류를 알면 어느 단계에서 그 균에 오염되었는가 하는 발생원인의 해명이 가능하기 때문에 위생관리에 효과적이다. 또 불량품이 발생한 경우 동정검사로 불량원인균을, 그리고 위생문제를 일으킨 경우에는 병원균의 균종을 조사하여 그 위험 정도를 측정할 수 있다. *E. coli* O-157:H7검출 kit는 증균 배양배지와 검출 kit를 합한 것으로 증균배양에서는 8시간이, 그리고 검출조작에서는 immunochromatography법을 사용하여 15분으로 검사할 수 있다. 또 식중독의 원인 미생물을 감별하는 kit로서 *Salmonella*, *Staphylococcus*, *Camphylobacter* 전용 kit도 있다. Kit를 사용하면 선택배지상의 집락에서 이들 병원균을 간편하면서 특이적으로 20초~3분안에 판정할 수 있다. 그 외 주요한 간이동정 kit로는 *Enteritis vibrio*, *Dysen-*

tery(적리균), Cholera균, *Micrococcus*, 혐기성균, *Listeria*, *Yersinia*, 곰팡이-효모용 등이 있다.

### 3. 자동화제품

#### 1) 배양검사의 일부를 자동화한 기기

미생물검사는 전통적인 방법과 간이법 어느 쪽도 배양검사로 시료의 전처리가 번잡하다. 먼저 시료를 채취하여 칭량, 희석, 분산, 여과를 거쳐 시료 조정을 하는데 자동칭량-희석 시스템과 시료균질 시스템을 엮어 자동화할 수 있다. 자동화에서는 임의의 시료를 전용주머니에 넣어 희석배율을 입력하기만 하면 전자천칭과 분주기가 멸균희석액을 자동으로 주입하며 균질계에서 분산-여과된다. 다음 단계는 시료를 배지에 바르는 작업을 자동화한 것으로 spiral plater 등이 있다. 이로서 개인차가 없어지고 조작이 간단하면서도 대량처리가 가능하게 되어 AOAC공정법으로 되었다. 자동 colony counter는 집락의 크기나 검출감도의 조절이 가능하므로 배지의 색에 구애되지 않고 정확하게 복수의 집락을 셀 수 있다.

#### 2) 직접 균수자동측정기

각종 음료, 미네랄워터, 발효식품 등의 관리에 생균을 직접 자동측정하는 방법이 실용화되고 있다. Membrane filter와 ATP법을 합친 검사기거나 flowcytometry(유동세포계측기)로 배양하지 않고 약 30분 이내에 결과를 알 수 있다. 그외 Impedance법, Conductance법, Bioluminescence법 등이 있다.

#### 3) 자동미생물 동정시스템

균의 동정을 자동화한 기기가 임상분야에서 실용화되어 있다. 이것은 형광기질을 사용한 효소면역 측정법으로 *E. coli* O-157, *Salmonella*, *Staphylococcus*, *Campylobacter*, *Listeria*, *Listeria monocytogenes*를 증균 후 단시간에 측정할 수 있는 장치이다. 전통적인 동정법과 상관관계가 높으며 특히 *E. coli* O-157은 증균후 전자동으로 1시간 이내에 결과를 얻을 수 있다. 그리고 조작과 시약의 폐기도 간단하므로 다량의 검체를 처리할 수 있다.

#### 4. 환경미생물 검사

제조환경의 미생물 검사는 HACCP 도입에는 빠뜨릴 수 없는 것으로 신속하면서도 간단하게 결과를 알 수 있어야 한다. 수법으로는 stamp법, 닭아 취하는 법, 공중낙하균 미생물 검사법, ATP analyser에 의한 청정

도 검사법 등이 있다.

#### 1) Stamp법

배지를 사용하는 stamp법은 평판표면에 직접 접촉시켜 부착균을 옮겨 취한 후 배양하여 발육한 집락을 일정면적당의 균수로서 계측하는 contact 평판법과 stamp spread법이 있다. 닭아 취하는 법과 비교하여 조작이 아주 간단하여 제조현장에 가지고 다닐 수 있으나 배지이므로 요철면에는 사용하기 어렵고 신속성에서 문제가 있다.

#### 2) 닭아 취하는 법

이것은 식품가공라인, 주방 등 요철의 물체표면 부착균을 면봉 등으로 닭아 채취, 희석하여 배양한 후 균수를 산출하는 방법이다. 이 방법은 닭아 취한 후 배양법을 사용하므로 문제가 있으나 간이 kit가 계속 나오고 있다. 연필형 kit는 항온기에 넣어 37℃에서 24시간 배양한 후 색의 변화에 의해 미생물의 유무를 판정하는 것으로 Coliform bacteria, *Staphylococcus*, *Salmonella*, 장염 *Vibrio*의 4종을 모두 갖추고 있다. 색으로 간단히 세균의 유무를 판정할 수 있으므로 선별에 적합하다. 측정후에는 상부에 있는 살균액을 배양부에 떨어뜨려 간단히 처리할 수 있다는 획기적인 제품이다.

#### 5. 오염지표로서 ATP의 이용

제품으로의 2차 오염을 방지하기 위하여 식품기구나 조리기구 등의 청정관리는 중요하다. 닭아 취하는 검사는 본래 세척효과를 확인하고 불충분한 경우에는 다시 세척하는 check and action으로 불량품을 미연에 방지하는 검사이나 2차 오염이 발생하면 이 방법으로는 미생물 배양에 하루 이상 걸리므로 검사결과가 나올 때는 식품제조가 끝나 버려 HACCP가 요구하는 신속성을 만족시킬 수 없다. 그래서 ATP를 오염지표로 하는 방법이 등장하였다. ATP는 생물활성에 유대하는 물질로서 1개의 미생물이 체내에 가진 ATP량은 거의 일정하며 이 ATP를 개통벌레의 luciferase와 반응시켜 정량할 수 있으므로 ATP양을 지표로 하는 미생물의 균수 측정이 가능하다. 검출대상을 미생물에 한정하지 않고 전오염물의 지표로서 ATP를 이용한다면 실용성은 더욱 크다<sup>43)</sup>.

ATP 측정은 배양법에서 필요한 희석 등의 조작이 없으며 측정시간도 짧아 작업부담은 아주 적다. 100검체를 처리한다고 해도 ATP측정에 필요한 시간은 배양법에서 배지가 굳는 1시간이면 충분하다. 이 측정법의 특징으로서는 고감도외에도 측정시간이 10초 정도로 짧

은 것, 측정농도범위가 5승까지 매우 넓은 것을 들 수 있다. 이와 같이 커다란 이점이 있는 ATP에 의한 청정도 관리가 지금까지 그다지 이루어지지 않은 데는 측정에 필수적인 luciferase가 개똥벌레에서 유래하기 때문에 품질의 차이가 크고 공급이 불안정하였기 때문이다. 그러나 요즘 DNA치환수법으로 생산된 luciferase를 사용하여 품질과 공급의 안정화를 실현한 시약 kit가 발매되고 측정기도 이전의 반값이면서도 소형경량으로 되었다. ATP법으로 최종제품의 미생물검사를 생략할 수 있는 것은 아니지만 설비기기로부터의 2차 오염을 감소시키고 제품의 신뢰성을 높일 수 있게 되었다.

## 분석기술

식품중의 식품첨가물, 잔류농약, 항생물질, 항균제 등의 잔류약물분석을 정확히 하기 위하여는 전처리, 정제조작을 한 후 고감도 검출기인 HPLC, GC 등이 필요하다. 또 동정이나 일제분석에는 GC-MS도 사용된다. 이들 전처리, 추출, 정제, 검출, 동정의 조작에 사용되는 기기, 자재는 간이화, 신속화, 범용화되었다. 자동독이나 잔류농약의 선별검출 kit도 개발되었다. 식품제조업자가 안전성 검사를 자주적으로 하려면 이러한 기기, 자재를 잘 짜맞추어 시료에 따른 최적분석방법을 확립하여야 한다.

### 1. 시료조정, 추출

채취시료를 mixer, food processor, coffee meal 등으로 가늘고 균일하게 조정된 후 목적물질을 용액으로 추출한다. 일반적으로 추출에 사용하는 용매는 acetone, methanol, acetonitril, ethanol, ethyl acetate, dichloromethane, chloroform 등이며 진탕-교반법, 균질화법, 가열환류법, 증류법 등 추출방법이 정해져 있다. 그외 진보된 것으로는 고속용매추출법, microwave법, 초임계추출법(SFE) 등을 들 수 있다.

고속용매추출법은 유기용매를 시료가 충전된 셀에 보내 셀의 온도와 압력을 높게 유지하여 추출하고 추출물을 직접 정제하고 그대로 GC, HPLC 등의 검출기에 걸 수 있는 자동화 장치이다. 이 방법은 미국의 EPA에서도 채용되어 환경분석은 물론 지질분석도 하고 있다. 추출 유체의 농축이 불필요한 초임계추출법은 추출조작의 자동화 및 분석조작의 on-line화를 가능하게 하는 유효수단이다.

### 2. 정제 및 검출

정제는 측정항해물질을 제거하는 것으로 column

chromatography, 액체분배 등이 있다. 고상추출은 지금까지의 일반정제에서 분석에 방해가 되는 다른 성분을 간단히 제거할 수 있는 방법으로 역상 column 등을 통하기도 하고 다공성 구조토 column에 분산, 추출시키기도 한다. Column chromatography도 요즘에는 minicolumn을 사용하여 값싸고 용매 사용량도 적으며 작업시간도 줄여 주어 쉽게 채용하고 있다. 또 GPC (gel permeation chromatography)는 물질을 크기에 따라 분리하여 정제하는 방법으로 다성분 분석을 할 때 좋다.

이어서 추출, 정제한 시료는 정량분석을 한다. 이때 사용되는 분석장치로서 GC, HPLC, TLC, GC-MS, Capillary electrophoresis 등이 있다.

## 측정/감시기

HACCP의 7원칙중 CCP의 관리상태를 측정/감시하는 부분이 있다. 이 측정/감시의 지표로서 온도, pH, 수분량, 수분활성 등이 있으며 식품에 따라서는 외관이나 조직감 등도 포함될 수 있다. 따라서 식품제조업자는 현재 어떤 측정/감시기기가 있으며 최신기술은 어디까지 왔는가를 알아야 한다. 액체의 가열살균을 예로 들면 미생물 배양법이 아니라 살균온도와 온도계측, 살균시간과 시간계측이 선택된다. 업종에 따라 다르나 자기온도계, 근적외 분광장치, pH측정계, 수분활성계, 수분계 등이 결과를 즉시 알 수 있는 방법들이다.

### 1. 각종 온도계

가열공정에서 온도 측정/감시에 대하여는 굽는 식품의 중심온도, 표면온도 그리고 온도이력에 대하여 온도기록계 등으로 충분히 검증한 후 다른 인자도 포함하여 CCP, 허용한계기준을 정하고, 온도조절계 등으로 측정/감시하고 있다. 또 이들 온도계는 측정기록이 남을 것, 방수로 오염이나 진동에 강하고 어떠한 사용환경에서도 견딜 수 있는 것, 식품종류에 따라 잘 대응하는 센서일 것, 중소기업에서도 쉽게 살 수 있도록 값이 싼 것, 재현성이 우수할 것, 신속한 결과로 feed back할 수 있는 것, 공정간에 연속측정이 가능한 것 그리고 소형이어야 한다.

### 2. pH계

식품중 미생물의 증식과 발효활동을 좌우하는 요인으로 수소이온농도(pH)를 들 수 있다. pH 측정기는 용도별로 탁상타입, 휴대타입, 공업타입으로 나눌 수 있으며 신제품이 속속 발표되어 전극이 파손되기 쉽고 방수

구조 등의 문제를 해결하고 있어 HACCP의 측정/감시기기로서 역할이 기대된다.

### 3. 수분활성계

식품의 보존성을 고려한 경우, 수분활성의 값은 미생물제어의 커다란 요인으로 된다. 수분활성(A<sub>w</sub>)은  $A_w = P/P_0$  (P: 수분의 증기압, P<sub>0</sub>: 같은 온도하에서의 최대증기압)로 구해지며 수분활성이 높아질수록 식품열화의 가능성은 높아진다.

## 살균 및 세척

기기위생(hard sanitation), 시스템위생(soft sanitation), 개인위생(personnel sanitation) 모두가 포함된 종합위생관리에서는 현장에 맞는 효과적인 세균, 세척제가 중요하다.

### 1. 살균제

살균제로는 염소계, 요오드계, 과산화수소, 알데히드계, 페놀계, 에틸렌옥사이드, 프로필렌옥사이드, 과초산 등이 있다. 할로젠계의 대표적인 약제로서 차아염소산나트륨이나 요오드계 등이 있다. 차아염소산나트륨은 광범위한 균에 효과가 있으며 내성균이 생길 수 없고 값이 싸서 많이 이용되고 있다. 요오드계 살균제는 모든 타입의 세균에 대하여 같은 정도의 농도로 살균할 수 있으나 착염성이 있다. 과산화물은 과산화수소 그리고 과초산이 대표적이다. 강력한 산화작용으로 넓은 범위의 미생물에 살균작용을 한다. 과초산의 살균력은 과산화수소보다 훨씬 강하고 포자에도 효력이 있다. 양이온계 계면활성제(역성비누)는 식중독균을 중심으로 강한 살균력을 가지고 있어 미국과 유럽의 식육산업중 50% 이상이 사용되고 있다. 거의 무취로서 피부 자극성이 거의 없고 금속 부식성이 없으므로 이용하기 쉽다. 양성계면활성제는 자극, 냄새가 적고 가격이 싸서 살균, 세척제로 이용된다. 양이온 계면활성제에 비하여 단백질 등의 유기물, 금속이온의 살균효과에 미치는 영향은 적다. 알코올의 유효성분은 ethanol로서 살균속도가 빠르고 증발하기 쉬우므로 잔류성의 걱정이 없다. 손이나 용기소독, 주방기구, 식품기계장치에 분무하여 살균하는 등 용도가 넓다. 최적농도는 75~80%이며 값이 비싼 점은 있으나 바이러스에도 유효하고 내성균이 없다.

### 2. 세척

세척에는 솔질세척, 침지세척, 초음파세척, 고압세척, 증기세척, 거품-겔세척 등이 있다. 수작업 솔질세척

이나 침지세척은 일반적인 세척이다. 초음파세척은 장치내의 미세한 오염까지 단시간에 제거할 수 있으나 초기비용이 높고 세척의 때가 많은 단점이 있다. 고압세척은 수압의 충격을 이용하여 세척하는 방법으로 단시간에 효과적인 세척이 가능하나 세척수가 잘 튀기므로 2차오염의 위험도 있다. 증기세척은 증기를 이용한 것으로 광범위하면서도 장치의 속까지 적은 물로 세척할 수 있다. 그러나 고온하에서는 장치의 열화가 일어나기 쉬우므로 유럽에서는 옛부터 식품공장의 세척에 거품세척이 이루어져 왔다. 거품-겔 세척은 오랜 세척효과를 유지하며 거의 씻어내지 않으므로 식품공장 등 심한 오염이 많은 곳에서 자주 쓰인다. 철저한 위생관리가 어려운 외식산업에서 고객 중심의 HACCP 계획을 개발하여 각 현장에서 위생지도를 하는 체인회사도 있다.

### 3. 오존

야채의 애벌세척, 어패류, 육류의 살균, 곡류의 침지 등, 식품제조공정에서 오존수의 이용이 확산되고 있다. 또 적절한 농도를 선택한다면 시설 내부 부유균의 살균과 소취효과에 의한 노동환경의 개선을 할 수 있다. 오존은 강한 산화작용을 가지고 있기 때문에 살균효과가 아주 높으며 분해속도가 빠르기 때문에 잔류성이 없어 염소 등의 약제대용으로 이용하는 공장이 증가하고 있다. 단 오존은 식품표면의 살균효과만으로 내부의 살균은 불가능하며 고농도하에서는 인체에의 영향이 심각하고 산화에 의한 살균이기 때문에 소재에 따라 영향이 큰 것 등으로 이용에는 숙달된 know-how가 필요하다.

### 4. 자외선

자외선은 투명한 것 이외에는 투과하지 않기 때문에 식품의 표면살균이나 물, 액당의 살균, 용기의 살균 등에 이용된다. 자외선하에서는 종업원은 선그래스, 장갑 등을 끼고 항상 빛에 닿지 않도록 주의하여 작업을 하지 않으면 안된다.

### 5. 전해수

제품의 품질향상이나 화학약품의 대체가 가능한 활성을 가진 기능수가 있다. 기능수인 전해수는 광범위한 균에 대한 살균효과가 있다. 살균력은 전기분해로 생기는 차아염소산과 거기에서 파생하는 free radical에 의해서 생기게 된다. 전해수에는 일반적으로 pH 2.7이하, 산화환원전위 1,100 mV의 강산성수나 pH 5~5.5의 약산성수, pH 7 전후의 중성수 등이 있다. 강산성수는 강한 살균력을 갖기 때문에 생선식품의 세척, 살균이나 선도유지, 종업원의 수세나 식중독세균의 번식예방 등

에 이용된다. 강산성수는 유기물에 반응하면 즉시 실활하므로 주의가 필요하나 암소에서 밀폐한 탱크에 보존하여 두면 수주일이 지나도 변화가 없으므로 안전한 살균수로서 염소 등과 같이 이용할 수 있다.

또 최근에는 물속에서 차아염소산이 가장 안정적이라는 pH 5~5.5 영역의 격막이 없는 약산성 전해수를 대량으로 사용하는 곳에서 이용할 수 있다. 중성에 가까우므로 손이 트거나 피부에 자극이 거의 없으며 배관이나 주변기기의 부식염려가 적다.

## 6. 수세 시스템

공장내의 설비를 완전하게 세척, 제균하여도 작업공정에서 2차 오염의 위험에 항상 노출되어 있다. 특히 사람은 미생물이나 오염의 매체로 될 가능성이 높아 작업자의 신체, 머리털, 의복은 세척을 반복하고 청결을 유지해야 한다. 그 중에서도 손은 빈번히 사용되므로 세척, 소독, 제균을 자주 해야 한다. 수세가 형식적으로 되지 않도록 손의 주름이 닳을 정도로 씻을 것 등을 요구하는 곳도 있다. 침지법에 의한 손 소독은 많은 사람이 손을 담그므로 소독액의 농도가 약해지고 소독효과도 떨어질 수 있다. 알코올 소독도 있다. 손을 넣기만 하면 초음파로 분무화한 마이크로 기포가 손목에서부터 손가락 끝까지 빠짐없이 분무된다. 알코올이므로 재빠르게 건조되므로 수건이 필요없고 수건에 의한 2차 오염의 걱정도 없다<sup>4)</sup>.

행주는 청결하게 보이나 깨끗이 세척하지 않으면 미생물의 온상이 된다. 미생물이 부착하기 힘들고 오염물의 제거가 쉬운 rayon 100%의 특수 행주가 시판되고 있다.

## 청 정 실

HACCP에 대비하기 위하여 식품업계는 제조현장을 철저히 위생관리하고 있다. 종업원의 위생관리도 중요하나 먼저 위생적인 시설정비가 필요하다.

### 1. 공기필터

공기필터는 성능에 따라 구분된다. 고성능 필터는 0.1  $\mu\text{m}$  입자의 포집률이 99.999 이상인 ULPA filter와 3  $\mu\text{m}$  입자의 포집률이 99.97% 전후인 HEPA filter로 나눌 수 있다. 중성능 필터는 5  $\mu\text{m}$  입자를 중간 정도 포집할 수 있는 것이며 prefilter는 더욱 굵은 입자를 포집하기 위한 필터이다. ULPA filter는 반도체공장 등 초정밀 가공공장에 주로 이용되며 HEPA filter는 의약품, 식품 가공공장에 주로 이용된다. 또 중성능 필

터는 일반 사무실 등의 공기청정에 이용되고 있다. prefilter는 단독으로는 그다지 이용되지 않고 고성능필터와 같이 쓰여 필터수명을 연장하기 위하여 이용되는 수가 많다. 최근에는 공기여과만이 아니고 어느 정도 살균효과도 있는 필터가 개발되었다.

### 2. 청정실

청정실은 주로 공업용으로 미립자 제어를 목적으로 한 ICR(Industrial Clean Room)과 미생물 제어용의 BCR(Biological Clean Room)이 있으며 ICR에는 미연방규격(U.S. Fed. Std. 209D)이 BCR에는 미항공우주국규격(NASA NHB 5340.2)이 이용되고 있다. 식품산업에서 이용하는 BCR의 NASA규격은 1ft<sup>3</sup>중의 0.5  $\mu\text{m}$  이상의 입자수로 표시되며 100개 이내라면 class 100이 된다. 당연히 class수가 작을수록 청정도가 높아 super clean room에서는 class 00, 저청정도에서는 100,000까지가 있다. 식품가공에서는 class 1,000~100,000 level이 주류이다. 청정실을 도입할 때 제조라인의 청정관리와 함께 종업원의 위생교육이나 의식향상을 꾀하는 식품회사가 많다. 차엽이나 오징어 등의 건조에 열을 가하여 단시간에 건조하면 풍미가 손상되며 실온에서 장시간 건조시키면 세균이 증식하므로 일정한 온도에서 제습건조가 필요한데 이 때에도 청정실은 필요하다.

### 3. 항균 항곰팡이 자재

공장내의 천정이나 벽면의 도장 표면이나 플라스틱 내장재의 표면은 곰팡이가 생기기 쉽다. 식품공장내의 공기가 미생물로 오염되기 쉬운 원인의 하나로 그러한 도료의 문제와 건물이 좁아 실내에 습기가 차기 쉬운 점을 들 수 있다. 그래서 독성이 낮고 안정성이 높은 항균 방곰팡이제를 도료에 배합하여 바르는 노력이 필요하다. 이것은 독일이나 스위스의 식품공장에서 35년 이상의 실험을 통하여 얻은 지식으로 항균효과는 장기간 지속(5~10년)된다.

## 결 론

먹거리의 안전성을 확보하고 음식에 기인하는 위생상의 위해 발생을 방지하기 위하여 국내에 유통되고 있는 식품은 수입, 국산에 관계없이 식품위생법으로 여러 측면에서 감시 지도를 한다. 안전성 대책을 위하여 위해가능성이 있는 미생물, 식품첨가물, 잔류농약, 항균성물질, 자연독에 대하여 공공 연구소는 물론 대형 식품회사도 검사시설을 설치하여 자주적인 검사를 하여야 한다.

대부분의 식품기업은 중소기업으로 안전성의 검사, 분석에 소홀하기 쉬우나 간단한 분석, 검사는 하여야 한다. 작년말에는 식품의 원료, 제조, 가공 및 유통의 각 단계에서 발생할 수 있는 위해요소를 분석하여 중점관리할 수 있도록 식품 위해요소분석 중요관리점(HACCP)이 발표되는 등 자주위생관리가 적극적으로 도입되고 분석기기의 값도 많이 싸져 이제 가능하면 품질 및 안전성 보증체제를 갖추는 것이 좋다.

HACCP는 작업장의 (위생)시설 및 제조시설, 기구 및 작업원 등의 위생관리에 대하여 언급하고 있다. 그 내용은 위생관리에 필요한 시설, 기구 등을 갖추고 위생적으로 이를 유지할 것, 원료와 제품의 처리, 가공 등에 사용되는 기구 및 용기는 용도별로 구분 표시하여 청결하게 관리할 것, 작업장에 종사하는 작업원은 해당 작업에 필요한 위생복, 위생모, 위생마스크 및 위생장갑을 착용할 것, 신체질환 등으로 인하여 식품에 위해를 끼칠 우려가 있는 작업원은 제조, 가공 등에 종사하지 말 것, 작업장과 화장실의 출입구에는 손을 사용하지 아니하고 이용할 수 있는 세척시설, 손을 말릴 수 있는 시설 및 소독설비를 갖추고 있을 것, 청소장소 및 청소주기, 청소방법과 청소에 사용되는 소독약품 및 도구, 작업복장의 규격 및 착용규정, 작업원 손씻기 및 소독방법, 작업 중 위생에 관한 주의사항, 청소상태의 평가방법, 작업원의 건강상태 관리사항, 소독주의 소독약품, 점검횟수 및 점검방법, 기타 필요한 사항이 구체적으로 기재된 위생관리 기준서를 작성, 비치할 것 등이다.

식품첨가물과 잔류농약의 규제를 위하여는 구조식 등이 비슷한 같은 계통을 한번에 분석하는 것이 유리한데 시료를 전처리한 후 고상추출이나 minicolumn 등을 사용하여 불순물을 제거한 후 유기염소계농약은 GC-ECD(gas chromatography-전자포획기)방식으로 N-methyl carbamide계 농약은 HPLC방식으로, 유기인산계, 질소계 농약은 GC-FPD(gas chromatography-염광광도계), GC-NPD(gas chromatographyalkali 열이온 검출기)방식으로 분석한다. 이로써 검사항목에서 약 1/20 정도의 노력으로 신속하게 검사결과를 얻을 수 있다. 이러한 신속분석법이 확립되면 지금 이상으로 간단하고 신속한 검사를 할 수 있으므로 식품의 안전성 관리에 잘 이용될 수 있을 것이다<sup>45-51)</sup>.

## 요 약

먹거리의 국제화에 따라 식품이나 식품원료의 수입이 급증하고 식품규제에 대하여 국제적 조율이 강조되는 등 먹거리를 둘러싼 환경이 크게 변하고 있다. 식품산업

도 고품질을 유지하면서 안전성을 확보하는 것이 시급해졌는데 안전성 확보에는 미생물학적, 물리적 위해(이물질 혼입 등)와 함께 식품첨가물, 잔류농약 등의 화학적 위해분석을 빠뜨릴 수 없다. 이들 먹거리의 안전성 평가기술의 대표적인 것이 HACCP이다. HACCP절차는 식품가공과 식품저장의 모든 형태에서 식품안전성을 확인하는 필수요소이다. 전통적인 최종제품검사가 품질 결함을 찾아내기 위한 것이라면 HACCP은 식품의 안전성 결함을 방지하기 위하여 제품계통이나 가공인자 그리고 실제운전에 규제사항을 설계하는 것이다. 본보는 HACCP시스템에 필요한 기기를 중점적으로 요약한 것이다.

## 참고문헌

1. 신성균 : 국내의 식품위생 환경현황 및 전망. 가공식품의 미생물학적인 안전성 및 품질개선을 위한 세미나 요약집. p.1, 한국식품개발연구원 (1997).
2. Sutherland, J. P., Beaumont, A. L. and McClure, P. J. : *Escherichia coli* O157:H7: Preparation of a predictive model for survival. 가공식품의 미생물학적인 안전성 및 품질개선을 위한 세미나 요약집. p. 15, 한국식품개발연구원 (1997).
3. 강영재 : HACCP제도를 활용한 항공 케이터링 식품위생관리. 가공식품의 미생물학적인 안전성 및 품질개선을 위한 세미나 요약집. p. 8, 한국식품개발연구원 (1997).
4. Pierson, M. D. and Corlett, Jr. (eds.) : HACCP-Principles and applications. Van Nostrand Reinhold, New York (1992).
5. Ellinger, R. H. (ed.) : Total quality systems handbook-HACCP. American Butter Institute/National Cheese Institute, Washington D.C. (1990).
6. Kalish, F. : Extending the HACCP concept to product distribution. *Food Technol.*, 45(6), 119 (1991).
7. Beard III, T. D. : HACCP and the home - The need for consumer education. *Food Technol.*, 45(6), 123 (1991).
8. NACMCF : HACCP principles for food production. USDA, FSIS, Washington D.C. (1989).
9. NACMCF : Hazard analysis and critical control point system. *Int. J. Food Microbiol.*, 16, 1 (1992).
10. Sperber, W. H. : The modern HACCP system. *Food Technol.*, 45(6), 116 (1991).
11. Stevenson, K. and Bernard, D. T. : HACCP - Establishing hazard analysis critical control point programs. The Food Processors Institute, Washington D.C. (1995).
12. IAMFES : Procedures to implement the hazard analysis critical control point system. International Association of Milk, Food and Environmental Sanitarians Inc. Ames, IA (1991).
13. 編輯部 : HACCP for food industry. *食品と開發*, 31(1), 19 (1996).
14. 日佐和夫 : Clarification of concept by introduction HACCP system. *食品と開發*, 32(5), 12 (1997).

15. NAS : An evaluation of the role of microbiological criteria for foods and food ingredients. National Academic Press, Washington D.C. (1986).
16. Scarlett, T. : An HACCP approach to product liability. *Food Technol.*, 45(6), 132 (1991).
17. Corlett, D. A., Jr. and Stier, R. F. : Risk assessment within the HACCP system. *Food Control*, 2, 71 (1991).
18. ICMSF : Microorganisms in foods. 4. Application of the hazard analysis critical control point (HACCP) system to ensure microbiological quality and safety. Blackwell Scientific Publications, Boston (1988).
19. Heidelberg, N. D. and Menning, E. L. : Safety of foods of animal origin. *JAVMA*, 203(2), 199 (1993).
20. Patel, P. D. (ed.) : Rapid analysis techniques in food microbiology. Blackie Academic and Professional, London (1994).
21. Tompkin, R. B. : The use of HACCP in the production of meat and poultry products. *J. Food Protect.*, 53, 795 (1990).
22. Bryan, F. I. : Application of HACCP to ready-to-eat chilled foods. *Food Technol.*, 45(7) 70 (1990).
23. Daniels, R. W. : Applying HACCP to new-generation refrigerated foods at retail and beyond. *Food Technol.*, 45(6), 121 (1991).
24. 編輯部 : Analysis for safe assessment of foods. *食品と開發*, 32(4), 29 (1997).
25. 根橋秀邦 : Report on the acquirement of certification ISO9000s in Snowbrand. *食品と開發*, 32(4), 34 (1997).
26. 仲西壽男 : HACCP series II - Rapid and simplified methods described in Japanese standard methods of analysis in food safety regulation, supplement II, microbiological section. *食品と開發*, 32(3), 44 (1997).
27. 柚木穰 : HACCP for a dish and packed lunch. *食品と開發*, 32(5), 21 (1997).
28. 朝倉征雄 : HACCP plan for fish sausage, and a measure devised to deal with regulation of EU. *食品と開發*, 32(5), 17 (1997).
29. 河端俊治 : Recent trend about HACCP. *食品と開發*, 32(5), 4 (1997).
30. Potter, M. E. : The changing face of foodborne disease. *JAVMA*, 201(2), 250 (1992).
31. Coosterom, J. : Epidemiological studies and proposed preventive measures in the fight against human salmonellosis. *Int. J. Food Microbiol.*, 12, 41 (1991).
32. Corlett, D. A., Jr. : Monitoring a HACCP system. *Cereal Foods World*, 36, 33 (1991).
33. 編輯部 : HACCP series-Recent technology of rapid microbiological methods. *食品と開發*, 32(1), 55 (1997).
34. 上田修 : HACCP under the P.L. law and PP total sanitation as the basic measures. *食品と開發*, 31(9), 38 (1996).
35. 編輯部 : Equipment and materials for introduction HACCP system. *食品と開發*, 32(5), 31 (1997).
36. Whiting, R. C. : Microbial database building: What have we learned? *Food Technol.*, 51(4), 82 (1997).
37. Roberts, T. A. : Microbial growth and survival: Developments in predictive modeling. *Food Technol.*, 51(4), 88 (1997).
38. Haas, C. N., Rose, J. B., Gerba, C. P. and Crockett, C. S. : What predictive food microbiology can learn from water microbiology. *Food Technol.*, 51(4), 91 (1997).
39. Schaffner, D. W. and Labuza, T. P. : Predictive microbiology: Where are we, and where are we going? *Food Technol.*, 51(4), 95 (1997).
40. Miller, A. J., Whiting, R. C. and Smith, J. L. : Use of risk assessment to reduce listeriosis incidence. *Food Technol.*, 51(4), 100 (1997).
41. 박종현 : 식품매개 미생물 신속검출법 최신 개발동향. 가공식품의 미생물학적인 안전성 및 품질개선을 위한 세미나 요약집. p. 16, 한국식품개발연구원 (1997).
42. 編輯部 : Equipment and materials for food sanitation. *食品と開發*, 31(5), 31 (1996).
43. 本間茂 : Hygiene monitoring in HACCP system by ATP measurement. *食品と開發*, 31(1), 22 (1996).
44. 編集部 : Sterilizing and cleaning technology by electrolyzed water and ozone water. *食品と開發*, 32(7), 32 (1997).
45. Tisler, J. M. : The food and drug administration's perspective on HACCP. *Food Technol.*, 45(6), 125 (1991).
46. USDA : Federal register 9 CFR Part 304, et al. Pathogen reduction; Hazard analysis and critical control point (HACCP) systems; Final rule. Food Safety and Inspection Service, Washington D.C. (1996).
47. 編輯部 : Measures to deal with HACCP at food industry & association, administration. *食品と開發*, 31(5), 25 (1996).
48. 笹川信之, 沼間雅之 : Thoughts about sanitary decisions. *食品と開發*, 32(5), 41 (1997).
49. 編集部 : A measure deried to deal with HACCP in administrative and food industry. *食品と開發*, 32(5), 24 (1997).
50. 一色賢司 : *Food safety and Codex*. *食品と開發*, 32(7), 22 (1997).
51. 日佐和夫 : HACCP and ISO9000s. *食品と開發*, 32(7), 25 (1997).

---

(1997년 9월 8일 접수)