

식품의 미생물학적 안전성 및 위해 평가

Microbiological Safety and Risk Assessment of Food

서울특별시 보건환경연구원 강남농수산물검사소
박 석 기

1. 식품 안전성의 역사적 고찰

안전한 식품을 생산하려는 욕구는 오랜 역사를 가지고 있다. 식중독 문제는 사냥을 시작하고 식량을 저장하는 행위를 시작하여 동물성 식품과 곡물을 생산한 이래 고대 인류로부터 지속적인 과제였다. 비록 정확한 시기는 알 수 없지만, 조직화된 식품 생산은 보리 생산이 이집트 나일 계곡에서 잘 재배되었다고 알려진 18,300년과 17,000년 전부터 시작된 것 같다. 그 이래로 곡물을 보존할 필요가 있었고 건조 상태를 유지하는 것이 확실한 예방이었다. 경험에 의해 다른 식품을 보존하려고 할 때 저장하는 방법과 함께 식품 부패와 관계가 있음을 알 수 있었다. 같은 방법으로 식품은 안전하게 유지할 수 있었다. 점차 제품이 건조하게 되고 공기와 접촉을 없게 되면 안전한 상태가 유지될 수 있음이 확실하게 되었다. 일부 식품들은 꿀로 처리되었으며, 그 후에 올리브 기름으로 처리 되었다. 이것은 가열과 염장과 같은 추가적인 보존방법으로 발달되었다. 소금의 보존 능력이 발견된 이래 요구를 만족시킬 수 있는 충분한 양을 사용할 수 없었으므로 소금의 가치가 증가되었다. Toussaint-Samat에 의하면 사해에서 나오는 다량의 소금은 팔레스틴이 로마의 관심이 된 이유 중의 하나였다고 한다.

수천년에 걸쳐 인류는 먹을 수 있는 식품과 동물을 선택하는 방법, 생산하는 방법, 식용을 목적으로 수확하고 조리하는 방법을 배웠다. 이것은 대부분 시행착오와 오랜 경험에 의해 얻어졌다. 얻어진 교훈 중 많은 것 특히 인체 건강에 대한 부작용과 관계가 있는 것들은 여러 가지 종교적 터부에서 영향을 받았다. 다른 터부들은 식품 위생의 더 일반적인 식별을 보였다. 예를 들면 인도에서 종교적 율법은 칼로 자른 식육이나 개나 고양이 가 냄새 맡은 식육, 육식 동물의 식육과 같은 깨끗하지 못한 식품의 소비를 금하였다. 이들 식품 안전 필요성의 대부분은 종교적 율법이 유일한 존재이었을 당시 수 천 년에 걸쳐 확립되었다. 시민 법에 의한 관리 방법이 소개된 것은 훨씬 더 후의 일이었다.

식중독의 근원적인 원인을 몰랐기 때문에 미생물 식중독은 반복되었다. 그러나 프랑스 정부가 전쟁을 위하여 새로운 식품 보존방법을 개발한 사람에게 실질적인 포상을 제공하였을 때인 1795년 이후 상황이 바뀌었다. 이 도전을 채택하여 식품을 채우고 코르크 마개를 하고 끓는 물에서 6시간 동안 가열한 광구 유리병을 개발한 파리 제과사인 Nicholas Appert이었다. 1810년에 영국 Durand는 식품의 열처리용 주석 캔 이용을 특허 받았으나 1677년 van Leuwenhoek가 작은 이열성 생물체를 발견했다는 사실에도 불구하고 Appert나 Durand 어느 누구도 왜 열처리 식품이 부패하지 않는가를 이해하지 못하였다.

1834-1864년에 열보존법에 대한 과학적 근거를 제공한 사람은 Louis Pasteur이었다. 그동안 그는 어떤 세균이 식품부패를 일으키거나 특별한 질병을 일으킨다는 것을 보여주었다. 파스퇴르 발견에 기초한 와인의 상용 열처리가 원치 않는 미생물을 파괴하기 위해 1867년에 소개되었으며 이 과정을 pasteurization(저온살균)이라 기술하였다. 또 다른 중요한 발달이 독일에서 이루어졌는데 Robert Koch는 동료와 함께 순수 배양에서 미생물을 배양하는 방법

을 소개하였다. 그는 콜레라가 전세계적으로 유행하였을 때 cholera vibrio를 최초로 분리하였다. 다음 100 여년에 걸쳐, 실험실 분리와 순수 배양 연구가 식품 미생물학자들의 주요한 활동 영역이 되었다.

2. 식품에서 미생물 위해

미생물에 의해 발생하는 식중독 질환은 규모가 점점 커지고 공중보건학적 문제가 증가되고 있다. 식중독 환자 보고 시스템을 가진 대부분의 국가들은 살모넬라, *Campylobacter jejuni* 및 장출혈성 대장균과 같은 병원균과 크립토스포리디움, 크립토스포라 및 흡충과 같은 기생충을 포함하여 식품에서 미생물에 의해 일어나는 질병 발생이 과거 수십 년간에 걸쳐 급격하게 증가하였다고 기록되어 있다.

중국을 제외한 개발도상국가에서 약 180만 명의 어린이가 1998년에 주로 식품과 물에서 유래된 미생물 원인체에 의해 일어난 설사질환으로 사망하였다. 선진국에서 3명 중 1명이 매년 식중독 질환에 의해 감염되었다. 미국에서, 매년 약 7600만 명의 식중독 환자가 발생하였으며, 그중 32만 5천 명이 병원에 입원하였고, 5000명이 사망한 것으로 추정되고 있다. 식품오염과 식중독 질환의 경제적 영향에 대한 유일한 제한된 자료가 있다. 1995년 미국에서 행한 한 조사연구에서, 7가지 병원체에 의해 발생한 식중독의 330-120만 명의 환자의 연간 비용은 65-350억 달러라고 추정하였다. 1996년 잉글랜드와 웨일즈에서 5건의 식중독 유행중 손실된 의료비용과 삶의 가치는 3억-7억 파운드로 추정하였다. 호주에서 식중독 환자가 매일 11,500명씩으로 추정되는 비용은 매년 26억 호주 달러로 계산되었다. 미생물 위험에 의해 식중독 질환의 증가된 발생 건은 빠르게 변화하는 세계와 관련된 모든 가지각색의 인자들의 결과이다. 식품에서 미생물에 더 감수성이 있는 사람들의 비율이 증가함과 동시에 지역적 분포도 변하고 있다. 농업 관습의 변화, 더 확장된 식품 유통 시스템과 개발도상국에서 식육과 가금 선호도 증가 모두 식중독을 증가시킬 가능성이 있다. 넓은 식품 유통 시스템은 오염된 식품 제품의 신속하고 광범위하게 유통시킬 가능성이 증가된다. 식품 생산 방법의 변화는 거의 흔치 않는 병원체가 있는 새로운 식품 형태가 생긴다. 생산단가를 최소화하기 위해 소개된 집약적인 축산 기술은 사람에게 영향을 주는 새로운 인수공통 질병이 출현하도록 하였다. 대규모 동물과 가금 생산에서 생긴 거름의 안전한 처분은 거름이 병원체를 자주 함유하고 있기 때문에 많은 지역에서 점점 커지는 식품 안전성 문제이다.

신선하고 최소한으로 가공처리한 식품의 선호와 같은 식습관의 변화, 식품의 가공과 소비자 사이의 크게 길어진 간격 및 집 밖에서 준비된 식품을 먹는 빈도 증가는 미생물에 기인된 식중독의 발생을 증가시키는 데 기여하였다. 새로운 병원체 및 전에는 식품과 관련되지 않는 병원체의 출현은 중요한 공중 보건 관심사이다. 대장균 O157:H7은 1979년에 처음으로 동정되었으며, 여러 국가에서 쇠고기 덩어리, 저온살균되지 않은 애플 사이다, 우유, 상추, 알팔파, 기타 싹과 음용수에서 존재 때문에 발병하고 사망시켰다(특히 어린이). *Salmonella* Typhimurium DT104는 5종의 항생제에 대한 저항성을 개발하였고 1990년대 빠른 전파 때문에 많은 국가에서 주요 관심사이었다.

3. 신종 식중독

일부 식중독 질환은 잘 알려져 있다. 그러나 최근에 더 흔하게 된 것이기 때문에 신종출현이라고 간주한다. 예를 들면 살모넬라증의 발병은 수십 년 동안 보고되었다. 그러나 지난

25년 이내에 질병은 많은 대륙에서 발생이 증가하였다. 서반구와 유럽은 *Salmonella* serotype Enteritidis(SE)가 주요 균주가 되었다. SE 발병 조사연구는 이 균의 출현은 주로 가금이나 계란의 소비와 관계가 있는 것으로 나타났다.

콜레라는 오랫동안 아시아와 아프리카에서 사라졌지만, 1991년에 거의 1세기동안 최초로 남아메리카 대륙에 발생은 잘 알려진 감염성 질환과 신종 출현 질환의 또 다른 예이다. 콜레라는 대개 수인성이지만, 많은 식품 또한 감염을 전파한다. 라틴 아메리카에서 얼음과 무가공 또는 덜 가공된 해산물은 콜레라 전파의 중요한 역학적 경로이다.

기타 식중독 병원체는 새로운 미생물이기 때문이거나 전파에서 식품의 역할이 최근에야 알려졌기 때문에 신종 출현균으로 생각되고 있다. 대장균 0157:H7 감염은 1982년에 최초로 기술되었다 뒤이어 혈변 설사와 급성 신장 손상의 주요 원인이어서 신속하게 출현하였다. 감염은 특히 어린이에서 가끔 치명적이 되었다. 일반적으로 쇠고기와 관련된 감염 발병은 호주, 캐나다, 일본, 미국, 유럽국가 및 남 아프리카에서 보고되었다. 발병은 알팔파 싹, 저온살균되지 않은 과일주스, 상추, 수렴 식육 및 치즈 커드가 연루되었다.

1996년에 일본에서 발생한 대장균 0157:H7의 발병은 6300명의 학교 어린이들이 감염되었으며, 그 결과 2명이 사망하였다. 이것은 대장균 0157:H7의 일어난 것으로 기록된 것 중 가장 큰 식중독 사건이다.

Listeria monocytogenes(Lm)는 전파에서 식품의 역할이 최근에야 알려졌기 때문에 신종출현균으로 간주된다. 임신부에서, Lm 감염은 유산과 사산을 일으킬 수 있으며, 유아와 약한 면역 시스템을 가진 사람에서 패혈증과 수막염을 일으킨다. 이 질병은 Lm이 저온에서 자랄 수 있기 때문에 장기간 냉장하는 연치즈와 가공 식육제품과 같은 식품의 소비와 관련되어 있다. 리스테리아증의 발병은 호주, 스위스, 프랑스 및 미국을 포함한 많은 국가에서 보고되었다. 2000년 프랑스와 1999년 미국에서 *Listeria monocytogenes*의 최근 2건의 발병은 각각 오염된 pork tongue와 Hot dog에 의해 발생되었다.

식중독 흡충류 또한 특히 동남아시아와 라틴 아메리카에서 부분적으로 양식 산업의 증가, 비위생적인 조건 및 날로 되거나 가볍게 가공 처리한 담수어 및 담수어가공품 소비가 어우러져 중대한 공중보건 문제로서 대두되고 있다. 식중독 흡충류는 급성 간 질환을 일으킬 수 있으며 간암으로 진행되기도 한다. 전세계적으로 약 4000만 명이 감염된 것으로 추정되고 있다.

소의 치명적이며, 전달성이 있으며 신경퇴화적인 우해면뇌병증(BSE)은 1985년에 영국에서 최초로 발견되었다. 질병의 원인은 양에서 스크래피와 관련이 있는 원인체로 추적되었다. 이 물질은 소사료용 식육 및 골분첨가물을 만드는 데 사용된 소 사체에 오염되었다. BSE 원인물질은 영국에서만 18만두 이상의 발병된 동물의 일반 감염원이 되었다. 원인물질은 소의 뇌와 척수에 감염되었고 손상은 현미경으로 볼 수 있는 스폰지 모양의 변화에 의해 특징되었다. 지금까지 19개 국가에서 풍토병적 BSE 환축이 보고되어 있고 질병은 유럽으로 제한되지 않았고 일본과 캐나다의 소에서도 보고되어 있다.

사람에서 BSE 원인물질(오염된 소에서 유래한 식품 가공품)에 대한 노출은 1996년에 변종 크로이츠펠트-야콥 질환(vCJD)라고 불리는 사람의 신종 전달성 해면형 뇌병증의 출현과 연결되었다. 2002년 1월까지 119명이 vCJD로 발전되었으며, 대부분은 영국에서 발생되었으며 5건은 프랑스에서 보고되었다.

4. 신종 식중독이 출현하는 이유

신종 식중독 위험은 여러 가지 원인으로 발생한다. 여기에는 해외여행 및 무역의 증가, 미생물 적응, 및 식품 생산 시스템의 변화 뿐 만 아니라 인구통계와 습관이 포함된다.

- 식품 공급의 세계화: 1996-7에 북미에서 발생한 cyclosporiasis의 대형 발병은 남미에서 수입한 오염된 나무딸기와 연결되었다.
- 새로운 지역으로 병원체의 실수로 인한 소개: *Vibrio cholerae*는 1991년 수송선이 오염된 밸러스트 물을 배출할 때 남부 미국 해안에 소개되었다. 유사한 기전이 1991년 이 세기에 최초로 남미에 콜레라의 소개를 일으켰다.
- 해외 여행하는 동안 생소한 식품 위험에 노출된 여행자, 난민 및 이민자: 해외 여행자는 여행자의 조국에서 흔치 않는 식중독 병원체에 의해 감염된다. 스웨덴에서 살모넬라증 환자의 약 90%가 수입된 것으로 추정된다.
- 미생물의 변화: 미생물 집단의 변화는 새로운 병원체의 진화, 구 병원체에서 신종 병원성 균주로 발전, 치료하기 어렵게 만드는 항생제 내성의 발전 또는 불리한 환경 조건에서 생존할 수 있는 능력으로 변화를 일으킬 수 있다.
- 인구 집단의 변화: 높은 감수성을 가진 사람들이 연령, 영양불량, HIV 감염 및 기타 기초적인 의료 상태 때문에 전 세계적으로 확정되고 있다. 연령은 노인이나 유아들이 감염에 대한 방어를 개발하거나 부분적으로 소실되었기 때문에 식중독 감염에 대한 감수성에서 중요한 인자이다. 특히 노인에서 식중독 감염은 혈류로 침입되며 높은 사망률을 가진 중증 질환을 일으킨다. 약한 면역 시스템을 가진 사람들 또한 건강한 사람에서 부작용을 일으키지 않는 소량에서 식중독 병원체에 감염된다. 종종으로 고생하는 사람 예를 들면 암이나 AIDS 환자는 살모넬라, 캄필로박터, 리스테리아, 특소플라스마, 크립토스포리디움 및 다른 식중독 병원체 감염으로 죽게 되는 것 같다. 개발도상국가에서 불량한 영양 상태 때문에 감소된 면역은 사람 특히 유아와 어린이가 식중독 감염에 더 감수성 있게 만든다.
- 생활스타일의 변화: 대다수의 사람들은 밖에 나가 레스토랑, 매점, 즉석식품 그리고 길거리 포장마차에서 만든 음식을 먹는다. 많은 국가에서 음식점의 붉은 효과적인 식품 안전 교육과 관리와 연결되지 않았다. 식품의 비위생적인 조리는 식중독 병원체의 오염, 발육 또는 생존 기회가 풍부하게 되었다.

5. 식품에서 미생물학적 위해 평가

5.1 위해 평가의 개념

위해 평가란 식품에서 어떤 형태의 위험 - 생물학적, 화학적 또는 물리적 - 과 관계가 있는 위해를 결정하기 위한 구조적 과정이다. 목적으로서 식품에서 원인에 대한 인체 노출 결과 위해 가능성과 본체의 특성을 갖는다. 위해 특성은 전형적으로 정량적 정보와 정성적 정보가 포함되며 어느 정도 과학적 불확실성과 관계가 있다.

위해 평가 과정에는 4가지 단계가 있다. 첫 번째 단계는 병원체나 영양소에 관한 모든 정보의 수집, 조직 및 평가를 포함한 위험 확인(hazard identification)이다. 두 번째는 병원체와 부작용 사이의 관계를 결정하는 위험 특성(hazard characterization)이다. 세 번째는 얼마나 많은 병원체가 식품을 통해 섭취되는가를 결정하는 것을 포함하는 폭로 평가(exposure assessment)이다. 네 번째이며 최종 단계는 위해와 관련된 정보를 평가하는 것을 포함하는 위해 특성(risk characterization)이다.

5.2 위해 평가(Risk Assessment) 응용

Risk assessment는 결정권자가 공중보건 개선을 유도할 수 있으며 선택권을 비교하는 데 이용하기 위한 근거를 제공하는 각종 조정안을 확인하게 하는 구조적 정보를 제공한다. 이들 선택권에는 필요할 때 규제 작용을 포함된다. 그러나 또한 자발적인 행동과 교육적 주도와 같은 광범위한 선택권도 포함한다. 위해 평가 또한 공중 보건 영향이란 점에서 가장 큰 가치를 가져야 하는 자료 결함과 목표 연구를 확인하는 데 이용될 수 있다.

위해 평가는 또한 산업이 더 효과적인 HACCP 계획을 개발하도록 도와줄 것이다. 미래를 위하여 위해 평가는 공장들이 HACCP 계획을 과학적으로 발전시키는 데 도움을 줄 것이다. 예를 들면 공장들은 발생 가능성이 있는 위험을 동정하는 데 도움이 되는 위해 평가를 이용할 수 있다. 공장들이 현재 가진 최고의 정보는 정성적인 것이다. 예를 들면 위험이 높은가, 중간인가 아니면 낮은가 하는 것뿐이다. 이 변화의 실질적 효과는 위험이 식품 오염이란 측면보다 인체 건강 결과의 유해 측면 쪽으로 인식된다는 것이다.

Risk assessment는 또한 국가들이 과학적으로 증명된 식품 안전 요구성을 확립하고 국가간 동등한 공중 보건적 보호 수준을 결정하기 위한 수단을 마련함으로써 국제 무역에서 중요한 역할을 하고 있다. risk assessment의 전반적인 평가 없이 각국은 식품 안전에 관계없이 무역을 위한 인위적인 장벽을 만들 수 있도록 설정하고 있다. 무역을 활성화하기 위한 이 과학적 근거의 접근법의 중요성을 인식하고 세계무역기구는 위해 평가에 근거한 각국의 식품 안전 측정법을 요구하고 있다. 국제적인 식품 안전 기준을 확립하는 Codex Alimentarius Commission은 그와 같은 기준을 확립하는 데 위해 평가를 이용하기 위한 원리를 현재 개발 중이다.

5.3 미생물학적 위해 평가의 어려움

위해 평가는 식품에서 독성 화학물질에 의한 것에 그 뿌리를 두고 있다. 이들 평가는 독성학과 발암성 조사연구에 근거하지만, 병원 미생물에 응용하는 것은 중대한 어려움에 직면하게 된다. 물론 그 중 한 가지 어려움은 화학, 환경 또는 독성 오염물과 달리 세균은 식품이 농장에서 식탁으로 이동할 때 변화된 조건에 따라 증식할 수 있다는 사실과 관련이 있다. 다행히 연구자들은 위해 추정을 정량화하기 위한 기술적 요구를 접할 수 있는 예측모델과 다른 도구를 개발하는 데 커다란 진전이 있었다.

기술적 어려움 이외에도 정량적 위해 평가에 필요한 정확도를 제한하는 많은 자료 결함이 있다. 예를 들면 특히 감수성 집단에 관계되지만 생물학적 원인체의 양과 유해한 인체 건강 사이의 관계를 정확하게 추정하기 위한 정보가 거의 없다. 또한 사람들에 의해 소비되는 식품의 양과 오염가능성에 대한 노출 평가에 대한 정보가 거의 없다.

5.4 미생물학적 위해 평가의 방법론

수학적 모델이 식품에 병원체의 접촉, 시간에 따른 식품에서 미생물의 증식, 열처리에 의한 미생물의 파괴, 식품에서 미생물의 소비 및 이에 따른 질병을 기술하는 데 이용되고 있다. 입력을 위해 이용되는 값에서 변화성과 불확실성은 확률분포에 의해 기술될 수 있다. 확률분포는 특별한 값에서 얻어지는 임의 변수의 상대적인 가능성의 수학적 대표이다. 모델의 몬테카를로 모의실험은 인체 질병 수준의 추정치와 이 추정치와 관계가 있는 불확실성을 제공한다. 관리 전략은 같은 방법으로 모델링할 수 있으며, 비용과 효과도 비교측정할 수 있

다.

5.5 식품에서 미생물학적 위해 평가 필요성

미생물에 의해 발생하는 식중독은 범위가 크고 공중 보건적 문제를 일으킨다. 우리는 식중독이 적절한 위해 감소 전략을 실시함으로써 감소된다고 믿으며 식품 안전성에 대한 통합적 접근법이 필요하다고 생각한다.

식중독을 줄이기 위해 공중 보건 정책을 설계하고 적절한 식품 안전 방법을 동정하기 위해, 식중독 감시에 의한 자료는 식품 감시 시스템에서 얻어진 자료와 함께 분석될 필요가 있다. 미생물학적 위해 평가는 식품위생과 식중독과 관련된 복잡한 문제를 평가하기 위한 구조적이고 과학적인 접근법을 제공한다. 위해 평가의 전체적인 목적은 4가지 단계에 근거한 조직적 접근법을 사용하여 질병 발생 가능성에 대한 추정을 하는 것이다: (i) 위험 동정, (ii) 위험 특성(양-반응), (iii) 노출 평가 및 (iv) 위해도 특성.

위해 관리와 식품 안전에서 FAO/WHO 합동 자문 보고서는 식품 위생에서 Codex 위원회의 작업은 위해 관리 목적을 위한 식품매개 미생물학적 위험에서 전문가 단체에게 유익하였다고 결론지었다. 보고서는 전문가 위원회는 식품 첨가물, 오염물질, 수의 잔류 약품 및 잔류 농약에서 JECFA(식품첨가물 합동 FAO/WHO 전문가 회의)와 JMPR(잔류농약 합동 FAO/WHO 회의)에 의해 제공되는 것과 유사한 미생물학적 위해도 평가에 대한 과학적 권고를 제공할 수 있음을 제시하고 있다.

1997년 22차 Codex Alimentarius Commission은 미생물학적 위해 평가를 지휘할 FAO/WHO 합동 전문가 그룹의 설립을 제안하였다. 코덱스 실행위원회(1998년 6월 3-5일 로마)는 식품위생의 미생물학적 관점 특히 미생물학적 위해 평가에서 과학적인 권고안을 확립하기 위해 신속한 행동 요구를 특별히 강조하였다.

2002년 세계보건기구는 식품 안전을 중요한 공중 보건 기능으로서 인식시키기 위하여 WHO와 회원국에 결의안을 채택하였다. 결의안은 또한 식중독을 감소시킬 수 있고 특히 미생물학적 위해도 평가에서 전문가 권고를 지지할 수 있는 새로운 시스템의 개발을 요구하였다. JEMRA(미생물학적 위해도 평가 합동 전문가 회의)는 미생물학적 식품 안전성 위해도 평가에서 전문가 권고 사항을 제공하기 위한 FAO와 WHO에 의해 설립된 기구이다. 확인동정된 수많은 병원체/상품 조합에서 미생물학적 위해 평가를 개관하고 해설하며 여러 가지 위해 관리를 선택하였을 때 발생할 수 있는 영향을 평가하는 것이 그들의 임무이다.

6. 식품 안전에서 도전과 개발

생물공학에서 유래된 식품의 안전성은 조심스럽게 평가할 필요가 있다. 인체 건강에 관한 결정을 하기 위한 과학적 근거를 만들기 위해, 그와 같은 식품을 평가할 수 있는 새로운 방법과 정책이 개발되어야 하고 국제적으로 동의될 필요가 있다. 평가는 건강 효과뿐만 아니라 가능한 한 건강에 대한 부작용 문제도 고려해야 한다. 병충해에 견디도록 개량된 곡물, 알려지원을 제거한 식품 또는 중요 영양분이 증가된 식품은 전자의 예이며, 일부 유전자 조합 식품에서 항미생물용 표식자는 후자의 예에 속한다. 위험과 이익의 증량은 과거에 주목을 받지 못한 생물공학에서 유래된 식품 평가에서 중요한 관점이다. 마찬가지로 이 분야에서 안전성 평가를 위한 기초 정보 교환은 일반적으로 국가와 국제적인 수준에서 결여되어 있다.

사육을 포함한 동물 사육 방법의 변화 또한 식품 안전에 중대한 영향을 미칠 수 있다. 예를 들면 소의 사료 첨가제로서 반추수 동물의 골 및 식육의 이용 증가는 BSE 출현에 역할을 한 것으로 나타났다. 또한 발육율을 증가시키기 위해 동물 사료에 항생물질을 첨가하는 것은 인체 병원체에 대한 항생제 내성 전달에 관한 문제를 증가시켰다.

7. 식품 안전에 대한 미래 방향

식품과 관련된 국제기구들은 식품 안전성을 더 촉진할 수 있는 정책을 개발 중에 있다. 이 정책들은 생산부터 소비까지 전체 식품 사슬을 다루며 다양한 전문가의 의견을 수용함으로써 국제적으로 사용할 수 있도록 하고 있다. 세계보건기구의 식품 안전성 프로그램에는 식품 안전성 시스템 강화, 좋은 작업 습관 촉진 및 적절한 식품 취급에 대한 소매상과 소비자 교육이 포함되어 있다. 안전한 식품 취급에서 소비자 교육과 식품 취급자 훈련은 식중독 질환 예방에서 가장 중요한 일 중의 하나이다.

- 세계보건기구는 사람과 동물에서 식중독 질환의 국가내 실험실에 근거한 감시뿐만 아니라 식품에서 병원균의 감시를 강화하고 있다. 각국과 공동작업으로 세계보건기구는 각국에서 자료 수집을 위한 국제적 동의 아래 지침을 개발하는 데 노력하고 있다. 또한 세계보건기구는 발병과 감시 데이터베이스를 만들고 있으며, 식중독 질환 발병을 포함한 유행 감시 능력을 확장하고 있다.
- 특히 개발도상국에서 식품 공급의 화학적 오염을 감시하기 위해 국제 기관들이 참여하는 국제적인 네트워크가 확장되고 있다.
- 저온살균소독, 식품 조사 및 발효와 같은 공중 보건에 공헌할 수 있는 모든 식품 기술 이용이 촉진되고 있다.
- 식품에서 미생물학적 위험을 평가하기 위해 WHO/FAO는 전문가 권고를 통해 식품 안전성 활동의 과학적 근거를 강화하기 위한 중요한 새로운 발의를 착수하였다.
- FAO/WHO Codex Alimentarius Commission의 작업에 의해 세계무역기구에 의한 식품안전성 요구에 맞는 기준, 지침 및 권고를 제정하는 데 국제적인 협력이 이루어지고 있다.
- 생물공학은 선진국뿐만 아니라 개발도상국에서도 중요한 보건적 이슈가 되었다. WHO와 FAO는 공동으로 유전적으로 개량한 식물, 미생물 및 동물에서 유래된 식품의 안전성과 영양학적 관점을 평가하기 위한 일련의 전문가 자문을 중재하고 있다. 세계보건기구와 FAO의 주도아래 생물공학에서 유래된 식품의 생산과 소비에 관련된 위험, 이점 및 다른 고려사항의 광범위한 평가에 초점을 맞춘 지식 기반을 확립하는 작업이 이루어지고 있다.