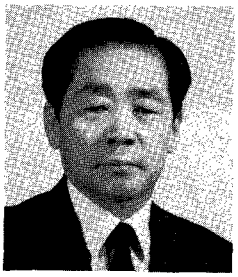
축산식품 위해요소의 중점 관리기준 평가의 적용(下)



박 근 식
• 대한수의사회 부회장
• 농학박사

라. 식품의 온도측정

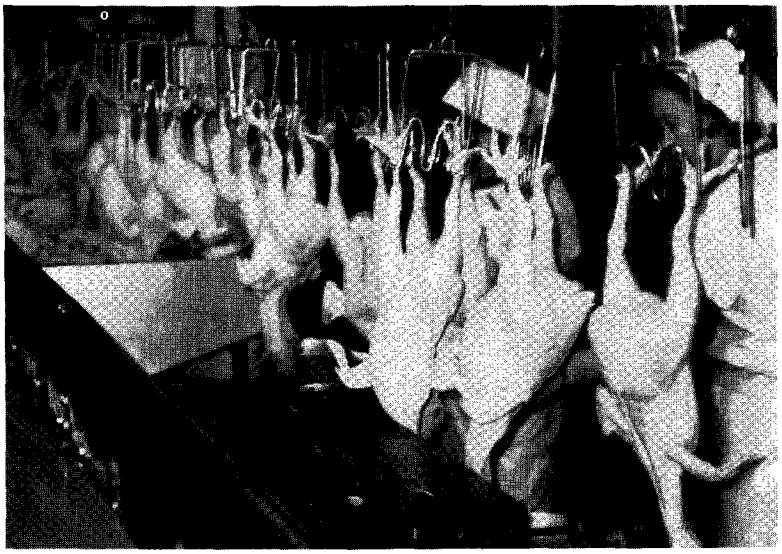
온도가 미생물의 성장을 돕고 있는지를 평가하기 위해 열전지(thermocouple)나 온도계로 식품의 온도를 측정한다. 온도를 측정해야 할 식품의 내부(기하학적 중심)에 Point가 도달할 정도로 충분히 긴 총검형(bayonet-type)열전지를 사용한다. 만약 가능하면 탐침측의 최극단을 검사할 생산물에 삽입한다.

만약 총검형 온도계를 사용할 때는 기하학적 중심 이상으로 온도계 침을 삽입하라. 냉각된 식품은 가장 높은 온도로 감염된 식품은 가장 낮은 온도에 온도계를 위치시키도록 온도계를 올리거나 낮추어야 한다.

생산물 표면의 온도를 측정하기 위해 표면의 아래맨 끝에 열전지를 누르거나 부착하고 표피 아래 끝에 개방된 열전지를 삽입하거나 표면에 반사하는 전위차계를 설치한다. 열전지를 전위차계에 연결하고 적당한 시간간격으로 읽거나 자동적으로 자료를 기록한다. 시계나 알고 있는 속도로 작동하는 기록용지로 시간을 측정한다(자기 온도 기록계).

어떤 가공처리후나 가공처리중에 식품의 온도를 측정한다(예, 요리하거나 재가열하는 동안, 완료한후, 바로 다음에 계속되는 작업중 그리고 온도가 계속 상승할 때). 증류기나 압력요리기에서 식품을 요리하는 동안 증류기의 기능, 조리압력과 시간, 배기과정, 적절한 용기 틈새 그리고 위생적으로 냉각이 수행되는지를 조사한다.

세균의 증식을 허용할 수 있는지를 결정하기



위해 뜨겁거나 차게 유지된 식품의 저장시간과 온도를 측정한다. 만약 그렇다면 세균이 빠르게 또는 느리게 증식하는지를 조사한다. 상온이나 냉장고 등의 다른 냉각장치에서 저장하는 동안 식품을 냉각하는 속도에 주목한다. 용기의 크기와 그 속의 식품의 심도로부터 미생물의 성장이 가능한 냉각속도와 잠재성을 조사한다. 뚜껑이 사용되었는지(뚜껑은 냉각을 방해하지만 더 이상의 오염과 수분과 냄새의 전파를 방지한다), 보관용기의 상단 등에 다른 것들과 겹쳐 있는지(냉각을 방해한다), 냉장고 안의 보관 용기의 위치는 적당한지(교차오염의 가능성과 냉각에 영향을 주는 위치)를 관찰한다(자세한 사항은 Bryan, 1981; Bryan Barfleson, 1085 참조).

만약 식품의 가공이나 조리의 어떤 단계에서 미생물의 생존과 성장을 허용한다고 의심이 되면 적당한 단계에서 식품사료를 채취하여 효균성 증온균의 총수와 관련 또는 병원체를 검사한다. 미생물의 분포 가능성과 개별로 측정한 실험실 분석의 결과가 일정 수준의 범위 이상으로 분포한다고 해석하는 데는 주의하여야 한다.

열전지와 온도계는 각각 사용할 때마다 세척하고 살균한다. 감지기(Sensor)를 끓는 물에 넣거나 95% 에탄올(에칠알콜)에 담그거나 감지기를 신속하게 불에 그을리거나(flaming)하여 열전지를 열처리한다. 불에 그을리는 것을 3번 반복하라. 감지기를 에탄올에 담그기 전에 불꽃에 끄는 것을 확인한다. 용기에 있는 에탄올의 불꽃을 끄려면 즉시 용기의 뚜껑을 닫아 산소의 공급을 차단한다. 총검형이나 구(毬)모양을 끓는 물에서 수초간 또는 차아염소산 나트륨 함유된 튜브에 30분간 넣어 온도계를 살균한다. 어떤 상황에서는 열전지와 온도계를 살균하기 위해 냄비에 넣어 자불소독을 할 수도 있다.

마. 식품의 pH측정

여러가지 형의 전극이 식품의 pH를 측정하는데 사용된다. 어떤 전극은 식품에 삽입할 수 있도록 총검형으로 봉해져 있다. 실험실에서의 매체의 pH를 측정하기 위해 보통 사용되어지는 다른 형의 것들 중에 식품의 표면에 접촉하여 측정할 수 있는 넓은 끝을 가진 것도 있다. 액체의 pH를 측정하도록 만들어진 실험실의 일반적인 소식자를 사용하여 측정할 때는 식품을 액체상태로 하거나 가루로 만들거나 바로

끓이거나 냉각시킨 증류수(pH 7)와 함께 분쇄된 상태로 측정해야 한다. 전극은 최소 두 개 이상의 표준 완충액(보통 pH 4.0, 7.0 또는 10.0)으로 생산회사에서 권장하는 방법으로 조정한 pH 메타를 부착시킨다. 모든 검사는 검사전에 온도를 보정한다. 전극을 세척하고 측정할 때마다 끓인 증류수나 pH 7의 완충액으로 3번 씻는다. 분출형 증류수병은 이런 목적에 유용하게 이용된다.

바. 식품의 수분활성(water activity: a_w) 측정

식품의 수분활성을 측정하기 위해 증기(蒸氣)가 새지 않는 밀폐 용기에 시료를 넣는데 담는 용기는 시료를 충분히 담을 수 있는 만큼의 크기와 적당한 시간안에 시료가 평형을 유지할 수 있을 만큼 충분히 작아야 한다. a_w는 온도 영향 때문에 용기는 온도가 0.3도 이내로 유지하도록 온도가 고정된 캐비넷 내에 설치한다. 캐비넷의 팬은 일정한 온도를 유지시키는데 도움을 준다.

시료내에서의 온도 변동은 만약 센서를 부착한 용기가 폴리스티렌 상자 안에 놓여 있다면 최소화 될 수 있다. 어떤 장치에서는 용기를 항온 수조에 넣거나 일정한 온도로 유지하기 위해 자동적으로 냉각하거나 가열하는 장치가 있다.

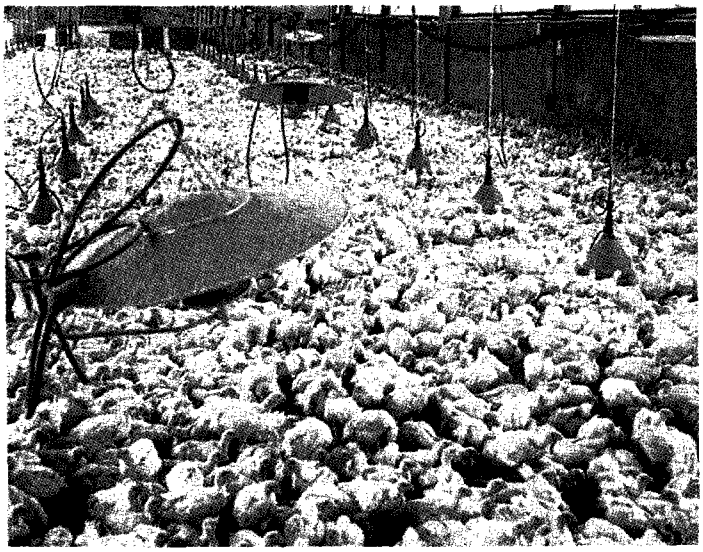
제조회사의 지시서에 따라 a_w 값으로 습도계를 조정하기 위해 표준염(예, $MgCl_2$, NaCl, KCl, KNO_3, K_3SO_4)나 황산용액을 사용한다. 30℃에서 어떤 염들의 평형관련 습도값은 $MgCl_2$, 32.44±0.14 : NaCl, 75.09±0.11 : KCl, 83.62±0.25 : KNO_3, 92.31±0.60 : K_2SO_4 97.00±0.40이다(Greenspan, 1977). 측정할 시료의 습도에 근접한 a_w값을 가진 표준염이나 황산을 선택한다. 높은 정확도(측정치의 동향이 2~3%을 초과할 때마다)를 확실하게 하기 위해 자주 기구를 조정한다. 이러한 조정은 매월 재조정하는 것이 필요하다.

작은 플라스틱 접시에 시료를 놓고 감지기(Sensor)가 부착된 용기안에 접시를 놓는다. 시료가 평행이 되도록 한다(이것은 용기의 크기와 사용되는 장비, 시료의 형태에 따라 20분에서 24시간정도 소요된다). 수분함유도는 디지탈 출력기나 그래프기록기 또는 검량커브선으로 결정된다. 가능하다면 시료를 중복 검사하고 결과의 평균값으로 구한다. 평형은 매시간 일관된 측정차이가 0.01단위보다 작거(직접 출력되는 장비)나 정체기에 도달되었을 때(그래프기록기 장비) 이루어진다고 생각된다(Troller 등, 1984).

사. 식품시료 채취

만약 실험실 시설이 연구를 뒷받침하는데 이용할 수 있다고 판단되면 미생물의 오염, 생존, 증식에 있어서 모든 가공처리 등의 영향을 결정하기 위해 가공하는 동안과 그전, 후의 모든 다른 단계에서 식품시료를 채취하여야 한다. 식품의 시료는 멸균이나 살균된 기구를 사용하여 무균적으로 채취하여 소독된 병이나 멸균된 플라스틱 백에 넣는다.

식품 시료는 모든 분석을 수행할 수 있을 정도로 충분해야 한다(약 200g이나 200㎖의 시료면 대부분 충분하다) 한 가지의 검사를 하려면 작은 조각으로도 충분하다. 실험실에서 필요한 양을 점검해야 하며 필요한 식품의 양을 모으는 것이 불가능한 경우(가정이나 노점상)에서



는 작은 조각으로 채취하고 이러한 방법이 채택될 수 있도록 실험실에 요청한다.

시료를 수집하기 전에 실온, 냉장고, 식품을 저장하는 가열유지 장치 등의 온도를 기록하여야 한다. 그리고 나서 시료가 채취된후 식품에 남아있는 온도를 기록하고 측정하거나 만약 플라스틱 봉지로 시료를 보관하는데 사용되었다면 봉지로부터 과도한 공기를 제거하고 온도계의 감지부분 주위로 시료가 채워진 백으로 덮고 온도가 안정될 때까지 그 상태를 유지한다.

모든 용기는 시료 번호와 함께 기관을 확인할 수 있는 번호로 표시한다. 만약 시료가 뜨겁다면 다룰 수 있는 만큼 차게될 때까지 흐르는 물이나 얼음이 있는 용기나 물 그릇에 담근다. 부패하기 쉬운 식품시료는 채취 시간에 4.4℃ 이하로 얼지 않게 빠르게 냉각시키고 그 온도 이하로 검사할 때까지 유지한다. 식품시료는 어떤 식품매개세균(그람음성균과 CL per-fringens와 같은 영양성형의)이 냉동 보관하는 동안에 빠르게 사멸하기 때문에 냉동해서는 안된다. 운반하는 동안 원하는 온도를 유지하기 위해 냉각제와 함께 포장하고 열전도가 안되는 용기에 넣어 가능한 빠르게 실험실로 운반한다.

코드번호, 날짜, 시료채취시간, 시료의 형태와 필요한 검사의 종류를 기록한 일지를 복사하여 시료와 함께 실험실로 보낸다. 또 다른 기록일지도 복사하여 함께 가지고 있는다.

시료를 채취하고 보관, 운반하는데 소요되는 장비는 아래와 같다.

「멸균 사료보관함」 일회용 플라스틱 백(예, 'stomacher'형, 스크류 마개가 달린 입구가 큰 병(150~1,000㎖용량) : 물시료를 위한 병(염소화된 물을 위한 병은 시료 1㎖당 100mg 농도로 사이노유산나트리엄이 충분히 함유되어야 한다) : 금속호일이나 무거운 포장, 종이 : 마개로 밀봉된 금속캔

「시료 채집을 위해 멸균이나 포장을 위한 도구」 스푼, 주걱, 서랍자, 고기용 칼, 감자, 집게, 스파트라, 드릴날, 금속관(직경 1~2.5cm, 길이 30~70cm) 피펫, 가위, 면봉, 스폰지, 무어 명봉(강하고 긴 끈실이나 철사로 중심을 매고 거즈의 패드를 120×15cm조각으로 꽉 채운 것.)

• 멸균장비 : 95% 에탄올, 프로판 토치

• 냉 각 제 : 플라스틱 봉지안에 사용되는 냉각제 ; 캔에 있는 액체 ; 물과 얼음으로 채워진 묵직한 플라스틱 봉지나 병 또는 탄성고무, 얼음을 채우기 위한 무거운 형의 플라스틱 봉지,

포장된 얼음.

• 일반장비 : 뾰족하고 펠트끝형의 표시펜; 접착용 롤이나 표식을 위한 테이프, 솜, 전기드릴(만약 냉동된 식품을 시료로 채취할 때), 성냥, 0.1% 프로판 수나 완충증류수(스크류 마개의 튜브가 5m 정도 되는 것), 시험관 택, 절연상자나 폴리스티렌 상자, 보고서식

• 옷(선택품목) : 실험복; 모자, 일회용 플라스틱 장갑과 신발

아. 환경시료와 임상용 가검물의 수집

환경과 위해에 따른 시료와 가검물을 다른 형태로 수집하는 것이 바람직하다. 물시료의 수집, 예를 들면 HACCP평가에 있어서 평소에 해야 할 작업은 아니지만 만약 물의 원료가 오염의 주원인이라면 필요할 것이고 물은 많은 식품의 한 성분이고 손, 기구, 그리고 식품보관용기를 씻는데 사용되기도 하고, 어떤 가공 공정에서는 결정적인 관리지침(critical control point)이 될 수 있다.

어떤 지역에서는 물이 설사를 유발하는 장관병원체의 주요한 매개체가 되며 실제로 식품에서는 보다 설사 원인체의 중요한 매개체가 된다. 검사는 여러 가설을 확인하거나 부정하기 위해 필요하다.

역시 HACCP평가는 환경과 식품에 관련된 위험을 평가하기 위해 환경적인 조사와 병행하여 수행해야 한다.

사람으로부터 가검물을 채취하는 것은 항상 위해분석의 일부분만은 아니다. 그러나 분석이 질병발생의 조사나 설사병을 치료 받는 사람들의 추적조사의 일부분으로 실시될 때 부수적인 사례를 발견하고 오염의 근원을 추적하거나 대조군의 사례와 비교하기 위하여 가검물을 채취하는 것이 바람직하다. 만약 조사하려는 노점상이나 가정, 가내공업 혹은 식품 서비스시설의 사람들이 설사병 증상을 보고 또는 호소한다거나 다른 위장내 질병의 증상이 관찰되어진다면 적당한 가검물을 수집하는 것도 역시 유용할 것이다.

특별한 경우에는 분변(똥) 표본이 설사하는 유아로부터 분변을 채취할 수도 있어야 한다.

가검물을 수집하기 위해 필요한 장비

• 분변 가검물 채취를 위한 마개달린 마분지상자

• 가검물의 운반을 위한 보존제가 함유된 병

• 보호장치가 있는 깡통이나 마분지 상자

• 멸균 면봉

• 멸균된 스폰지

• 대변 채취 면봉세트

• 멸균 거즈패드(10×10cm)

• 운반매개체가 있는 튜브

자. 시료의 미생물검사

식품시료의 검사를 위한 방법은 본 지침(ICMSF, 1978; Speck, 1974 참조)의 범위를 넘어선다. 수행하고자 하는 검사는 위해분석을 뒷받침하기 위해 어떤 필요한 정보와 이와 관련된 식품의 형태, 시료나 가검물에서 기대되어지는 미생물의 형태 등에 따라 다르다.

식품시료의 평판검사(plate count)는 요리후나 보관후에 즉시 얻어질 수도 있고, 보존기간 동안 발생하는 미생물성장에 대한 정보를 제공한다. 불활화된 미생물에 대한 정보는 가공되지 않는 물질, 요리후 즉시 채취된 시료, 저장

후 요리된 식품시료, 재가열 전후에 측정하여 얻어진다. 겨우 몇몇 시료만 채취되어졌을 때 측정에서는 상당한 변이가 나타날 수 있다. 그럼에도 불구하고 이런 검사가 유용하다는 것이 알려져 대부분의 실험실에서 수행되어진다.

대장균이나 장내세균은 가열처리된 식품오염의 지표로 유용하게 사용된다. *Staphylococcus aureus*도 사람에 의해 취급된 요리된 식품의 지표로 뿐만 아니라 식품매개 질병의 위험을 전파하는 식품에 가하는 시간, 온도의 지표로서도 사용될 수 있다. *Salmonellae*는 부적절한 열처리(달걀의 열소독 : pasteurization)나 열처리된 동물 유래 식품 오염의 지표로서도 사용되어지고 있다.

역학적 정보는 어떤 식품의 특별한 병원체나 지표 세균을 위한 검사를 수행해야 하는 가를 보여준다. 예를 들면 쌀, 곡류생산품, 콩, 우유와 감자생산품은 *B.cereus*를, 어류 및 어패류는 *V.parahaemolyticus*, 요리된 고기 및 가금생산품, 육즙과 콩은 *C.perfringens*를 검사해야 한다. 만약 실험실의 실험재료가 한정되어 있으면 부가적인 방법이 원료식품(오염원인 결정을 위해)과 바로 요리된 식품(미생물이 요리하는 동안 생존하였는가를 결정하기 위해), 그리고 요리후 오랜기간동안 보관된 요리된 식품(미생물이 증식하였는지를 결정)을 측정하는데 사용될 수도 있다.

야외와 실험실 개인간의 밀접한 공동연구가 꼭 필요하다. 야외조사자는 실험실에 왜 시료가 채취되었고 어떤 검사가 필요한지를 연락해야 한다. 식품에서 특정한 미생물의 중요성은 위에 언급한 자료(ICMSF,1978; Speck, 1984)와 Microbiological Criteria for Food의 분과소위원회의 보고서(1985)에 설명되어 있다. 양계