

축산식품의 병원성미생물 위생관리기준

위성환
국립수과학검역원
축산물 규격 과장
wsh2010@korea.kr

[축산물의 정의]

축산물의 범위는 학자나 전문가들 간에 그 용도나 유형에 따라 정의하는 표현이 약간씩 차이가 있을 수 있겠지만 축산물 전반을 관장하는 법령인 ‘축산물위생관리법’에서의 “축산물”은 식육·포장육·원유(原乳)·식용란(食用卵)·식육가공품·유가공품·알가공품으로 정의하고 있다. 또한 축산물 원료에 식품첨가물을 가하거나 그 원형을 분쇄·절단 등의 방법으로 변형시키거나 이를 이차적으로 재가공한 것을 통상 “가공품”이라고 하며, 이러한 축산물 가공품(이하 축산식품이라 한다)은 가공 방법이나 성분규격에 따라 식육가공품, 유가공품 및 알가공품 등 크게 3군으로 구별하고 있다. 축산물의 가공품에 대한 세부적인 유형과 기준규격은 ‘축산물의가공기준및성분규격(검역원 고시)’에서 정하고 있는데, 식육가공품 19유형, 유가공품 73유형 그리고 알가공품 9유형 등 총 101개의 세부유형으로 규정하고 있다.

[축산식품의 특징]

축산식품은 일반식품과는 달리 위생적인 측면에서 몇 가지 특성을 가지고 있기에 가축 사육단계의 질병관리부터 도축, 가공, 유통, 판매에 이르기 까지(Farm to Table) 체계적이고 전문적인 관리를 해야 하는 등 일관성을 요하는 식품이다. 안전한 축산식품의 생산을 위해서는 농장에서의 동물의 건강 및 사육 상태에 따라서 좌우될 수 있는데 인수공통전염병, 환경오염물질, 화학물질의 오염, 사료(곰팡이 독소) 등이 그 요소로 작용할 수 있다. 동물 유래 병원성미생물이 쇠고기, 돼지고기 등 고기 뿐만 아니라 우유 등 2차 산물을 통해서도 전파될 가능성이 있기 때문이다. 뿐만 아니라 동물의 분변 등에서 유래하는 병원성대장균 O157:H7, 살모넬라균, 리스테리아균 등 식중독 원인균에 의한 오염도 가능하다. 소, 돼지 등을 사육하는 과정에서 사료에 포함되거나 질병예방과 치료용으로 사용되는 각종 동물용의약품의 부적절한 사용과 위해 환경으로부터 유입된 각종 환경오염 물질들이 식육에 잔류하여 인체에 위해를 일으킬 수 있으므로 이러한 위해성을 사전에 차단하기 위해서는 철저

한 관리가 그 어느 식품보다 더 중요하다. 또한 축산식품은 그 자체가 고단백 영양식품이기에 부패·변질이 대단히 용이하고 미생물에 오염되었을 때 폭발적인 증식이 가능하여 도축장에서의 오염 뿐 아니라 제품 생산시 오염, 가공, 운반, 보관 등 많은 유통 과정을 거치는 가운데 부적절한 관리에 의해 쉽게 변질·부패할 수 있다는 특징이 있어 철저한 위생관리가 요구되는 식품이다.

[축산식품의 위생관리 관점]

축산식품의 위생관리는 건강한 가축으로부터 신선한 원료를 공급받는 것이다. 즉, 축산물 원료의 기준으로는 품질과 선도가 양호하고 부패해 껍질 유독 링 晩 강 등에 오염되지 않아야 한다. 그에 따라 탄저, 브루셀라병, 결핵병 등이 감염된 감염축은 식용으로 제공될 수 없도록 규정되어 있다. 또한 도축장/가공장에서의 가공 과정 중에도 오염을 최소화하기 위해 위해요소중점관리제도(HACCP)를 도입하여 운영하고 있으며, 가공공정 이후 2차 오염방지를 위해 용기 포장, 유통 중 온도관리 등을 제도화 하여 위생관리를 하고 있다.

축산식품의 위생관리 기준설정을 위해서는 도축장이나 유통 중인 축산식품 등에 대해 병원성 미생물 등을 모니터링하여 그 오염상태를 근거로 한 평가결과를 반영하고 있다. 현재의 병원성미생물 관리기준은 대부분이 검출되서는 안되는 것으로 되어 있으며, 이러한 규정에 적합하기 위해 생산업체에서는 과도한 열처리로 그 기준을 맞추어야 하는게 현실이다. 따라서 새로운 평가결과를 미생물 관리기준으로 반영하고자 할 때에는 축산식품에 미치는 영향을 충분히 고려하여야 한다. 즉, 살균으로 가능한 제품을 멸균처리하고 있는지, 과도한 가열처리가 영양 손실을 가져오는지를 판단하여야 하며, 이러한 근거는 과학적인 검증과 근거에 따라 기준을 설정하여야 한다. 즉, 대상 미생물의 국제기구 및 국내외 규정을 비교 검토하고, 이 미생물에 의한 사고발생사례 및 위해도 평가를 가지고 전문가들과 함께 충분한 토의를 거쳐야 한다.

[축산식품의 관리대상 미생물]

축산식품의 위생관리를 위한 미생물 관리기준 설정은 세가지 관점에서 접근할 수 있다. 첫 번째는 유용미생물의 적용범위, 두 번째는 오염지표 미생물의 관리, 그리고 세 번째는 식중독을 유발할 수 있는 병원성미생물의 관리이다.

① 유용미생물의 적용범위

주로 유산균이 해당되며 ml 당 최소의 유산균수를 규정함으로써 그 이상 포함되도록 하고 있다. 유산균 첨가제품은 ml 당 1,000,000개 발효유류는 ml 당 10,000,000~100,000,000이어야 한다.

② 오염지표 미생물의 관리

1) 오염지표 미생물이란?

오염지표 미생물은 축산식품이 생산되는 작업장의 환경수준을 대변하고 있어 식품 중의 신선도를 감별하는 좋은 지표로 사용된다. 이러한 이유로 오염지표 미생물검사는 축산식품 위생의 척도로 사용하고 있는데, 사용되는 세균은 일반 세균수, 대장균(군), 장내세균 등이 있다. 오염지표의 세균의 선택은 국가별로 상황에 따라 설정하여 운영하고 있는데, EU국에서는 장내세균을 오염지표로 사용하고 있으며, 대장균(군)을 오염지표로 사용하는 나라는 우리나라를 포함하여 미국, 호주, 뉴질랜드, 일본 등에서 사용하고 있다. 참고로 우리나라는 일반세균수와 대장균군(대장균) 이외에 일반세균수를 오염지표세균으로 규정하고 있다.

2) 대장균군 (Coliform)

그람 음성, 무아포 간균으로 유당을 분해하며 산과 가스를 발생하는 호기성 또는 통성 혐기성 균을 통칭하며, *Escherichia* spp., *Klebsiella* spp., *Citrobacter* spp., *Enterobacter* spp., *Serratia* spp., 등이 이에 포함된다. 대장균군은 자연계에 널리 분포하고 있으며, 병원성대장균을 제외하고 그 자체로는 질병을 일으키지는 않으나 식품의 위생상태를 알아보는 척도로 활용하고 있다.

3) 오염지표 세균의 검사

식육의 오염지표 검사는 농식품부 고시인 '식육 중 미생물검사 요령'에 의해 모니터링검사를 실시하고 있다. 도축장, 식육포장처리장, 식육판매장의 위생관리 수준을 파악하고 미생물오염 방지와 감소를 목적으로 하고 있으며, 그 대상은 대장균(*E. coli* biotype I) 수 및 일반세균수이다. 검사주체는 시·도 축산물위생검사기관이다. 모니터링 검사에서 권장기준 초과 시에는 해당 작업장영업자에게 위생 감독 강화를 지시하고, 시·도지사는 해당 작업장에 대한 위생관리 기준, 자체위해요소중점관리기준(도축장), 생체·해체검사 기준(도축장), 시설기준, 영업·종업원 준수사항 등에 부합되는지 점검 후 위반사항이 있으면 관련규정에 따라 조치하고 모니터링 결과는 공개하도록 되어 있다.

[표1. 식육의 모니터링검사 시 권장기준]

구 분	일반세균수(CFU/g, cm ²)			대장균수(CFU/g, cm ²)		
	도축장	식육포장 처리장	식육 판매장	도축장	식육포장 처리장	식육 판매장
쇠고기, 양고기	1×10 ⁵ 이하	1×10 ⁷ 이하	1×10 ⁷ 이하	1×10 ⁵ 이하	1×10 ⁵ 이하	1×10 ⁵ 이하
돼지고기	1×10 ⁵ 이하	1×10 ⁷ 이하	1×10 ⁷ 이하	1×10 ⁵ 이하	1×10 ⁵ 이하	1×10 ⁵ 이하
닭고기, 오리고기	1×10 ⁵ 이하	1×10 ⁷ 이하	1×10 ⁷ 이하	1×10 ⁵ 이하	1×10 ⁵ 이하	1×10 ⁵ 이하

축산식품의 오염지표 세균검사 결과에 대한 관리기준은 제품의 유형에 따라 다소 차이가 있으나 멸균제품에서는 세균수 및 대장균(군)을 허용하지 않고 있다. 살균제품 중 유제품에서의 세균수 허용은 $\text{ml}(\text{g})$ 당 10,000~20,000 이하를 허용하고 있지만 통상적으로 즉석섭취식품은 1 ml 당 100 이하 정도는 허용하고 있다. 그러나 즉석 섭취식품 또는 살균제품 중 가열 후 섭취하는 제품에서는 대장균이 음성이어야 한다. 식육과 축산식품중의 오염지표 세균검사를 위한 시료의 채취 및 검사방법은 축산물위생관리법 제4조에 “축산물의 가공기준 및 성분규격” 관련 규정에 따라 검사하고 있다.

③ 병원성미생물의 관리

1) 병원성 미생물이란?

병원성 미생물이라 함은 식중독이나 각종 질병을 유발하는 병원성을 띤 미생물을 의미하며, 식품을 매개로 사람에게 문제가 되는 질병은 약 250여종이 있으며, 그중 축산물과 관련된 식중독 원인 미생물병원체는 25종으로 알려져 있다.

축산식품(가공품) 중 병원성 미생물로 지정된 종류는 살모넬라(*Salmonella* spp.), 황색포도상구균(*Staphylococcus aureus*), 장염비브리오(*Vibrio parahaemolyticus*), 클로스트리디움 퍼프린젠스(*Clostridium perfringens*), 리스테리아 모노사이토제네스(*Listeria monocytogenes*), 대장균 O157:H7(*Escherichia coli* O157:H7) 등이 지정되어 있다. 품목에 따라 추가되기도 하는데 조제유류에서 사카자키균(*Enterobacter sakazakii*)이나 세레우스균(*Bacillus cereus*) 적용이 그 사례이다. 축산물과 관계된 병원체의 분리 및 동정법은 ‘축산물의 가공기준 및 성분규격’에서 정하고 있으며, 이 규정에 정하여진 방법이 없는 경우에는 Codex 및 AOAC 등의 공인방법에 따라 검사할 수 있도록 규정하고 있다.

2) 병원성 미생물의 종류

〈살모넬라균 (*Salmonella* spp.)〉

그람음성의 통성 혐기성 간균으로 아포를 형성치 않으며, 60°C, 20분 처리로 사멸된다. 살모넬라균은 2000~3000종이 있으며 이중 *S. typhimurium*, *S. enteritidis* 등 10여종이 주로 사람에서 문제되고 있다. 감염된 동물성식품(우유, 고기, 달걀)이나 식품취급자, 곤충·해충 또는 위생불량 환경도 식중독의 원인으로 작용한다. 관계되는 식품으로 살균되지 않은 우유, 날달걀, 가금류, 육류, 샐러드 등이 주이지만 야채를 포함하여 모든 식품이 관련될 수 있다. 잠복기는 12~72시간이며 발열, 설사, 복통, 두통, 구역질이 있고 어린이와 유아에서 탈수가 많이 발생한다. 살모넬라에 의한 식중독 예방을 위해서는 우유 및 달걀의 살균, 철저한 가열, 식품취급장의 위생관리, 덜 조리된 육류 및 가금류의 섭취금지 등이 있다.

〈황색포도상구균 (*Staphylococcus aureus*)〉

그람 양성, 통성 혐기성 구균으로 포도송이 같은 모양의 연쇄를 이루고 있다. 식물 내 에서 균이 증식하는 과정에서 생산된 장독소 (enterotoxin)에 의해 식중독을 발생시킨다. 이 장독소는 열에 높은 저항성이 있는 내열성이며, 식품취급자가 식품오염의 주체(식기, 주방용품 포함)이다. 관계되는 식품으로 식육, 육가공품, 알가공품, 우유 및 유제품, 샐러드, 크림 빵, 초코렛, 크림과자, 샌드위치 등이 있다.

잠복기는 30분~8시간으로 매우 빠르며 증상의 정도는 매우 다양하다. 증상은 보통 구역질, 구토, 복통, 피로감을 나타내며 심한 경우 두통, 근육통이 있기도 하다. 작업자의 개인위생, 조리된 식품의 취급은 철저히 관리하여야 한다.

예를 들어 음식을 가열하지 않는 샐러드 등을 만들 때는 손, 기구, 재료 등을 잘 세척하여야 하고, 음식은 뜨겁거나(60℃이상) 차게(7.2℃이하) 보관하고, 2시간이상 실온에 보관하지 말아야 한다.

〈장염 비브리오 (*Vibrio parahaemolyticus*)〉

그람 음성의 단간균이다. 주로 하절기에 익히지 않거나 덜 익힌 어류 및 어류제품 또는 익히지 않은 어류와 교차 오염되기 쉬운 조리식품의 섭취에 의해 식중독이 발병한다. 이 균은 호염성(염농도 8% 이상)으로 37℃에서 최적 성장을 한다. 관계되는 식품은 덜 익힌 어류와 그와 교차 오염된 조리식품이며, 수양성 설사, 복부 통증, 구토 발열등을 동반한다. 이 균에 의한 식중독 예방을 위해서는 해산물의 철저한 열처리, 신속 냉각, 익히지 않은 어류로 인해 교차 오염되기 쉬운 조리식품의 교차 오염방지 등이다.

〈클로스트리디움 퍼프린젠스 (*Clostridium perfringens*)〉

그람 양성, 혐기성균으로 아포를 형성하는 간균이며, 장독소를 생성한다. 이 균은 주위환경에 광범위하게 분포해 있고 사람과 동물의 장에 흔히 있으며, 분변으로 오염된 흙이나 오물에 지속적으로 존재한다. 가열한 육류나 가공육 요리과정에서 시간/온도를 남용하거나 부적절한 온도에서 식품을 방치함으로써 식중독이 발생하게 된다.

관련식품으로는 육류, 가공육, 육가공품, 육즙 등이며 많은 양의 음식을 여러 시간 준비하는 학교, 병원, 군대, 교도소 같은 단체급식에서 발생할 수 있다. 이 식중독은 오염된 식품을 먹은 후 8~22시간에 복부 통증, 설사가 발생하나 구토와 발열은 드물다. 적절한 냉각 및 조리식품의 서늘한 저장, 냉각시설이 없을 때 필요한 양만큼 조리하여 섭취하는 것이 이 클로스트리디움으로 인한 식중독을 예방하는 방법이다.

〈리스테리아 모노사이토제네스 (*Listeria monocytogenes*)〉

그람 양성으로 통성 혐기성 간균이다. 이 균은 냉장온도(30C 또는 그 이하)와 45~50oC, pH 4.4~9.6 및 염분이 10%이상 그리고 산소가 없는 곳에서도 증식하는 특징이 있다. 조리 후 교차 오염된 냉장식품을 섭취한 임산부(신생아), 노인, 면역 취약자에게 위험성이 높다. 연성치즈, 살균하지 않은 우유, 설익은 닭고기, 즉석섭취식품 등이 대표적인 감염원식품이며 이외에 감염된 야채 등을 통해 발병하기도 한다. 식중독의 주요 증상은 발열, 두통, 피로, 위장증상이다. 임산부는 감기증상만을 보이거나 태아는 유산, 사산, 조산, 분만전후의 패혈증, 신생아 뇌막염을 유발하기도 한다. 식중독 예방을 위해 우유의 열처리, 즉석 섭취식품은 가공 후 교차위험을 방지하고 임산부나 노약자는 날로 먹는 식품을 주의하고 재 가열을 철저히 하여야 한다.

〈대장균 O157:H7(*Escherichia coli* O157:H7)〉

그람 음성으로 통성 혐기성 간균이다. 일반 대장균과는 달리 sorbitol을 발효시키지 않으며 44.5oC에서 자라지 않고 장내독소(enterohemolysin, verotoxin)을 생산한다. 따라서 분변 등에 오염된 식품 및 물의 섭취로 이 세균이 증식하면서 생성되는 장내독소에 의해 질병을 유발한다. 관련 식품으로는 충분히 가열되지 않은 쇠고기나 살균되지 않은 우유(원유)이며, 분쇄한 쇠고기 (ground meat)가 가장 중요한 감염원 식품이다. 어린이와 노약자가 감수성이 가장 높으며, 심한 복통(복부 경련)과 수양성 설사 및 혈액이 섞인 설사가 주증상이며, 가끔 열이 오르거나 구토를 하는 경우도 있다. 육류의 철저한 가열, 우유의 살균·멸균 처리, 관개에 사용한 폐수의 처리 철저, 식품의 조리 전 철저한 손 세척 등이 본 식중독을 예방하는 방법이다.

3) 병원성 미생물의 검사

식육의 병원성미생물 검사는 농식품부 고시인 ‘식육 중 미생물검사 요령’에 의해 탐색조사로 운영되고 있다. 이는 병원성 미생물을 대상으로 분포상황 등 오염도 조사를 통해 모니터링 검사의 효율성 평가, 식육의 위생관리를 위한 검사계획 수립 시 기초자료로 활용하기 위함이다. 국내·외적 문제되는 병원성미생물을 대상으로 하며, 검사주체는 국립수의과학검역원장 또는 시·도 축산물위생검사기관장이다. 국립수의과학검역원은 2010년에는 총 10종을 대상으로 탐색조사를 실시한 바 있다.

시료채취 및 검사방법은 식육의 모니터링 검사와 동일하며, 탐색조사결과 병원성미생물이 확인되는 경우 강화검사를 실시한다. 식육가공품에서의 병원성미생물은 검출되어서는 안된다. ‘축산물 가공기준 및 성분규격’에서 식육(제조·가공용 원료를 제외한다), 살균 또는 멸균 처

리하였거나 더 이상의 가공, 가열조리하지 않고 그대로 섭취하는 가공품에서는 특성에 따라 식중독균이 검출되어서는 안된다고 규정하고 있다. 여기에서 검출되어서는 안되는 식중독균은 6종(*Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* O157:H7, *Vibrio parahaemolyticus*, *Clostridium perfringens*, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella* spp.)이 지정되어 있다.

유가공품의 병원성 미생물은 조제유류에서 사카자키균(*Enterobacter(Cronobacter) sakazakii*)과 세레우스균(*Bacillus cereus*)이 추가로 지정되어 있다. 사카자키균은 음성이어야 하며, 세레우스균은 1 g 당 100이하이어야 한다 (멸균제품은 음성). 알가공품의 경우 기존에는 살균제품에 대한 규정만 있었으나 비살균 제품까지 규정을 신설하였는데 살균, 미살균 제품 모두 살모넬라는 검출되어서는 안되는 것으로 규정을 강화하였다.

[병원성미생물 위생관리기준 향후 추진방향]

축산식품은 다른 식품류보다 식중독을 일으킬 수 있는 가능성이 높은 식품이며, 이러한 식중독을 일으킬 수 있는 병원성미생물은 공중보건학적으로 매우 중요하다. 전 세계적으로 식생활수준의 향상 및 의료기술의 발달에도 불구하고 식중독은 크게 줄지 않고 있으며, 오히려 병원성대장균 O157:H7, 리스테리아 등과 같은 식중독 발생이 증가하고 있다. 국가간 무역의 증가, 환경오염, 해외여행 증가, 단체급식 증가 등에 따라 식중독 발생 가능성이 상존하고 있으며, 최근 계절에 관계없이 식중독이 발생하고 점차 대형화됨에 따라 사회적, 경제적 문제 유발 및 국민 불안감이 심화되고 있는 것이 현실임에는 틀림없다.

그러나 식품의 특성이나 섭취방법을 고려하지 않고 무조건적인 병원성미생물의 식중독 위험성만을 강조하다보면 일반 국민들은 축산식품을 정확하게 인식하기에 앞서 막연한 불안감을 가질 수도 있게 된다. 실제로 위험이 전혀 없다고 표현할 수 있는 식품(zero risk)은 거의 없으며, 위해는 소비자의 개개인의 건강상태, 특성에 따라 정도가 다를 수 있다.

소비자가 일상적으로 조리, 가공하여 식품을 섭취하여도 위해를 일으키지 않는다는 것을 확인하는 정도라면 우리는 안심할 수 있을 것이다. 따라서 '축산식품의 안전'은 과학적 자료에 근거하여 사회적으로 허용할 수 있는 범위를 제한하는 상태라고 표현할 수 있다. 최근 병원성미생물 규제에 대한 국제적인 동향은 변화되고 있다.

대장균 O157:H7과 같은 병원성이 강한 미생물은 규제가 강화되어야 한다는 분위기인 반면, 황색포도상구균과 같이 독소에 의한 식중독 발현 미생물이나 병원성이 다소 낮은 미생물은 위험평가와 같은 과학적 검증을 거쳐 안전 범위를 설정하는 정량적인 검사법을 적용하고 있는 추세이다.

국내에서도 국내 생산·유통되는 축산식품의 세부유형별에 따른 병원성미생물에 대한 위험평가가 새롭게 시도되어야 할 시점이다. 축산식품의 병원성 미생물 위생관리는 국제기준과의 조화는 물론 과학적 근거를 바탕으로 하여 추진되어야 할 것이다. 즉, 축산식품 중 건강에 악영향을 줄 수 있는 물질이나 그 상태를 확인하고(위해, hazard), 그 것을 먹음으로서 악영향이 일어날 확률과 그 정도를 분석하여(위해도, risk) 어느 정도의 양을 먹으면 건강에 해로운가를 과학적으로 판단하는 기법을 확립(위해도 평가, risk assessment)하여야 할 것이다. 이를 위해 평가 대상 병원성 미생물의 선정과 품목(축산식품의 유형)의 우선순위를 설정하는 한편, 정량기준 시험을 위한 시험법 등이 개정되어야 한다.

국립수의과학검역원은 지난 2009년부터 축산식품의 위해도 평가기법을 도입하고 연구과제를 수행하면서 전문가를 육성하는 한편, 국내·외 전문가들과의 활발한 교류와 함께 용역과제를 제안하여 수행하는 중이다. 안전하고 위생적인 축산식품의 생산은 산업체와 위생당국이 공동으로 노력해야 하며, 이러한 목적 달성을 위하여 산·학·관·연이 합심하여 최종의 목표를 향해 달려가야 할 것이다. 안전한 축산물의 공급을 보증하기 위하여 모든 작업의 위생관리는 과학적 근거에 기초하여야 하며 식육안전생산을 위한 새로운 기술이 지속적으로 연구 개발되어야 할 것이다. **대한수의사회**