

도계과정에서 미생물의 오염과 방지책



이 성 기
강원대학교 축산기공학과 교수

1. 머리말

닭고기에서 미생물의 오염 문제는 다른 축종과 근본적으로 다르지는 않지만 도계과정에 많은 미생물이 육표면에 부

착되어 생장함으로써 저장 유통 기간을 단축시키는 경우가 많다. 많은 닭이 타가축에 비해 매우 짧은 시간에 도계처리되므로 상호 오염을 막기가 어렵고, 또 연속적인 여러 작업

라인을 거치므로 오염환경이 노출되어 있다.

생축의 피부와 털, 다리 등에 많은 미생물이 부착되어 있지만 내부 근육에는 각종 피부와 막조직이 있어 효과적으로 미생물 침투를 막을 수 있게 되어 있고, 설령 일부 균이 내부로 침투하였다고 하여도 면역작용에 의해 생존하지 못한다. 그러나 생명이 끊기게 되면 면역작용이 없을 뿐 아니라 방혈된 직후부터 미생물이 피부에 부착, 침투하기 시작하여 도계과정과 유통 및 가공, 소비과정까지 생존하거나 증식하여 영향을 끼치게 된다.

무엇보다도 도축과정에서 이미 오염된 도계는 유통중 아무리 위생적으로 처리하였다 할지라도 쉽게 변질되어 저장 기간을 단축 시킨다. 그러므로 닭의 도계전부터 도계완료까지 위생처리 여부가 결국 닭고기의 신선도를 오래 유지시키느냐 또는 못시키느냐 결정되는 중요한 요인이 된다.

도축과정에서 미생물의 오염원은 공기, 물, 기계, 사람의 손과 닭의 털이나 다리 등에 묻어 있는 먼지나 계분등에 존재하는 미생물이 방혈, 탕침, 탈모, 수세, 냉장의 과정

에서 오염이 되어 증식하는데서 비롯된다.

2. 오염 미생물원

닭고기의 오염 미생물원에는 변질, 부패시키는 세균과 병원성, 식중독을 일으키는 세균이 있다. 어떤 종류의 균일지라도 닭고기의 품질저하와 위생적인 유해요소가 되므로 초기오염을 막는 것이 중요하다.

살아있는 미생의 표면에는 그람 양성균이나 Micrococci가 주로 피부에 존재하지만 도축된 고기의 표면에는 Flavobacteria, Enterobacteriaceae, Pseudomonads, Acinobacter, Moraxella와 같은 저온성 또는 그람 음성균들이 많이 분포한다. 이들 대부분은 공공 위생에 문제가 되는 균들이나 닭고기에 자주 발생하는 식중독균으로는 *Salmonella spp*, *Clostridium perfringens*, *Staphylococcus aureus* 등이다. 이 균의 특징은 초기에 매우 소량 오염되기 때문에 생육적온이 주어지지 않는다면 일반적으로 식중독을 일으킬 만큼 성장하지 않는 점이다. 그러나 닭고기의

대량 소비처나 가공 및 판매과정에서 성장환경이 노출되면 발생하게 된다.

최근 냉장시스템이 잘 갖추어져 있지만 *Psychrotroph Aeromonas*, *Listeria monocytogenes*, *Yersinia enterocolitica*와 같은 균들은 냉장상태에서도 잘 자라기 때문에 관심이 높다.

저온성 균들이 공중위생에 대한 체계적인 역할에 대해서는 아직 밝혀지지 않고 있지만, 적어도 고기품질을 저하시키므로 초기 오염을 막는 것이 무엇보다 중요하다. 이외에도 닭고기에서 발생하는 식중독 원인균으로 *Bacillus cereus*, *Escherichia coli* 등이 닭의 방혈후에 종종 발견된다는 보고도 있고, *Campylobacter jejuni*는 완전 가열시키지 않은 닭고기를 30℃에서 두면 10⁵마리 이상 증식하여 장염 등을 일으킬 수가 있다는 보고도 있다.

3. 오염경로

닭고기의 피부조직을 전자현미경으로 관찰하게 되면 타가축에 비해 표면에 심한 불규칙적인 골극이나 작은 구멍들

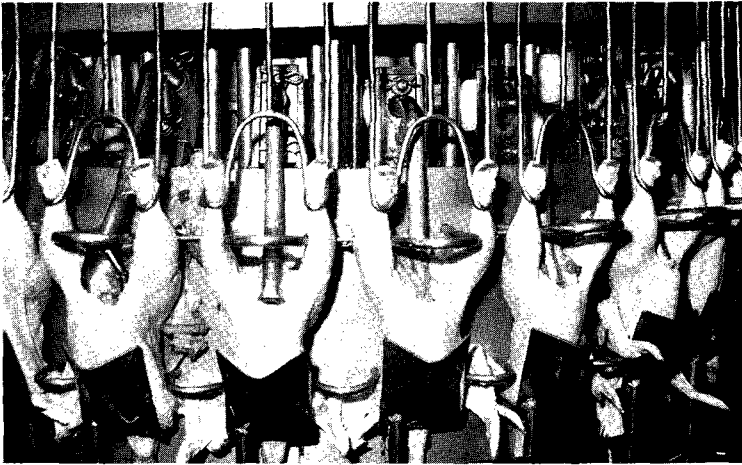
이 많이 있다. 그러므로 일단 피부의 골극이나 구멍에 부착된 미생물은 도계과정에서 쉽게 이탈되지 않으며 오히려 저항성이 증대된다고 알려지고 있다.

특히 닭고기의 도계과정은 타 가축과 달리 물에 침지하거나 세척하는 과정이 대부분이다. 닭고기의 피부를 물에 담그면 표피의 조직이 팽윤되어 갈라진 틈이나 구멍이 커지므로 미생물 침투가 훨씬 쉬운 구조로 변한다. 한 실험 예를 들면 닭고기를 물이나 생리 식염수에 침지하였을 때 표피의 콜라겐(collagen)이 확장하여 그물망 조직의 섬유로 변하는데, 실제 수분에 의해 확장된 콜라겐에 운동성, 비운동성 살모넬라균이 모두 많이 부착되었다고 한다. 이와같은 이유로 일단 피부에 부착된 균은 수세처리나 chlorine용액에 씻어도 완전히 제거되지 않고 계속적으로 변질, 부패에 관여한다.

4. 도계작업 과정중 위생상 주의점

① 도축전 취급

닭을 사육장에서 도계장으로 옮기거나 도계라인에 들어



가기전 발을 거는 과정에서 많은 미생물이 표면에 오염된다. 보통 사육장에서 도계할 때까지 소요되는 시간이 1~5시간 정도인데 운반 도중 좁은 환경에서 서로 엉기어 계분이나 털, 흙 등이 상호 옮겨지기 때문에 대장균이 10배이상 많이 부착된다.

또한 수송중에 스트레스를 많이 받게 되고 특히 눈, 비가 올때는 오염이 더 심하게 된다. 일반적으로 스트레스를 많이 받으면 살모넬라가 많이 오염된다는 보고가 있다. 도계라인에 발을 거는 과정에서도 닭이 심하게 요동하고 날개짓을 하므로 먼지가 많이 난다. 먼지에는 일반 세균뿐 아니라 살모넬라나 *Staphylococcus aureus*와 같은 균들이 부착되어 있으므로 공기에 의한 오염

이 문제가 된다. 그러므로 생 닭 투입구와 다음단계의 도계라인을 벽으로 차단하여 서로 공기가 교류되지 않도록 시공되어야 한다.

② 방혈과 탕침

칼에 의해 경동맥을 절단하는 방혈과정과 방혈후 탈모를 위해 뜨거운 물에 탕침하는 과정에서 미생물이 오염된다. 방혈과정중 오염된 칼에 의해 혈관을 통해 미생물이 오염될 가능성은 있으나 실제 가능성은 미약하다. 전세계 대부분 나라들은 방혈시킨 닭에서 털을 뽑기 위해 전처리 작업으로 탕침시킨다. 이때 탕침액속에 오염된 미생물이 방혈입구나 호흡기관을 타고 근육내부로 침투된다. 실제 *Clostridium perfringens*와 같은 미생물이

간과 염통까지 침투되었다는 보고도 있다.

탕침시 미생물의 오염을 최소화하려면 연속적으로 닭이 탕침되어 지나가는 것과 연계하여 탕침조의 물을 교환하여 주어야 하고 적절한 온도를 선정해야 한다. 우리나라의 경우 조사자료가 없지만, 미국에는 닭 1마리당 0.95리터의 물을 계속적으로 공급하여야 한다고 규정되어 있다. 그러나 대부분의 나라에서는 이보다 적은 양의 물을 사용함으로써 오염도를 더 이상 줄일 수 없는 실정이다.

탕침온도는 보통 50~63℃에서 실시되고 있다. 오염된 미생물은 탕침 온도에 따라 열저항성에 영향을 받게 된다. 대장균류는 50℃ 이상되면 열저항성이 급격히 감소되고, 살모넬라도 62℃가 52℃에 비해 열저항성이 현저히 감소하여 살균된다. 그러나 아포가 있는 *Clostridium bacillus*와 같은 균들은 열저항성이 매우 강하기 때문에 어떠한 탕침온도에도 영향을 받지 않는다. 최근 유럽에서 닭고기의 품질과 저장성 증진 목적으로 50~52℃로 낮게 처리하면서 공기냉각을 시키는 업체가 많다. 이와

같은 온도에서는 대부분 미생물이 생존하지만, 낮은 열처리로 말미암아 58℃부터 벗겨지기 시작하는 닭표면의 외피가 탕침과정에 벗겨지지 않는다. 피부 오염 미생물은 부착된 표피에 쉽게 침투하지 못하므로 열처리 탕침에 의해 벗겨진 표피조직보다 미생물 오염이 적게 일어난다. 또한 공기냉각에서 일어나기 쉬운 표면변색이 없기 때문에 위생적인 탕침액 처리만 이루어지면 오히려 저장성이 증대된다고 한다.

탕침액에서 오염을 줄이기 위해서는 탕침 대신 분무기에 의한 스팀 탕침방법이 제시되고 있다. 필자도 몇 년전에 지방의 모 도계장에서 최신 장비로 이같은 설비를 갖추고 도계하는 과정을 보고 놀란 적이 있다. 그러나 스팀 장치는 설비가격과 운영비가 많이 들기 때문에 아직 보편화되지 못하고 있지만 향후 산업체에서 시설을 갖추고 널리 이용하리라 기대된다. 아무튼 현재까지 가장 일반화된 탕침방법에서 미생물의 오염을 억제시키기 위해서는 탕침액의 오염균수를 줄이는 것이 가장 최선책이라고 할 수 있다.

물의 교환과 온도 조절외에

도 탕침액에 산도(pH)를 조절하므로 세균을 줄일 수 있다. 예를들면 *Salmonella typhimurium*은 통상적인 탕침액의 pH6.0보다 높은 pH을 9.0으로 조절하면 현저히 열저항성이 떨어져 사멸되므로 탕침액에 산도조절을 위해 sodium hydroxide나 sodium carbonate를 첨가하기도 한다.

화학 첨가제로서 푸로피온산(propionic acid)을 넣어 탕침액의 pH를 4.5로 조절하거나 0.5%의 glutaraldehyde를 넣기도 한다. 그러나 화학 첨가제의 대부분은 아직 연구, 실험단계에 머물고 있고 실제 산업계에서 널리 응용되지 못하고 있다. 미국에서는 0.1% 초산(acetic acid)를 첨가하는 것만 GRASS(generally recommended safe)로 분류되어 있는 실정이다.

③ 탈모

탈모과정은 미생물이 가장 오염되는 단계이다. 털을 뽑기 위해 강력한 기계적 충격이 가해지기 때문에 털에 붙어 있는 각종 세균이 주위 공기로 퍼지게 된다. 한 보고서에 의하면 탈모작업이 이루어지는 공간의 1ft²당 340~4600 마리의

세균이 존재한다고 한다. 또한 탈모기는 구조상으로 세척하기에 어렵게 되어 있어, 하루 작업이 끝난후 세척을 하여도 틈새를 미처 세척되지 못하는 경우가 있어 살모넬라의 같은 미생물이 남아 있을 가능성이 높다. 또한 탈모기와 그 주변 기계들은 항상 따뜻한 환경과 높은 습도에서 유지되므로 항상 미생물이 오염되기 쉽다.

④ 내장적출과 분무세척

기계식으로 내장적출을 하면 적출과정에 일부 내장이 파손되어 오염될 수가 있다. 다행히 적출 즉시 분무세척을 하여 오염된 이물질이나 세균을 제거한다. 이미 언급한 대로 일단 닭고기 표면에 부착된 미생물은 완전히 제거되지 않지만, 고압식 물을 함께 분사하면 초기 부착된 미생물의 약 90%를 제거할 수 있다고 한다. 세균을 효과적으로 제거하기 위해 인산염을 쓰거나 chlorine(40mg/L)용액을 사용하면 효과가 있다는 보고도 있다.

⑤ 냉각

도계시작에서 냉각 단계까지 도계육온이 약 30℃ 정도

유지되기 때문에 미생물이 쉽게 증식할 수 있는 환경이 된다. 그러나 냉각 단계에서 육의 품온을 저하시키므로 미생물의 증식을 막고, 또 일부 미생물은 감소된다. 가장 널리 쓰이는 침수 냉각방법은 냉각 효율이 좋고 설치가 적게 들어 경제적이거나 미생물의 잔존 또는 오염 가능성이 많다. 냉각시 오염의 정도는 냉각전 도계가 이미 얼마나 오염된 상태인가와 냉각수의 냉각능력에 달려 있다. 유럽의 규정을 보면 침수냉각일 경우에 작은 도계 1수당 2.5L 분무 냉각인 경우 1.5L의 물을 사용하도록 되어 있다. 보통 냉각시키면 대장균군은 50~90%가 감소하는 것으로 알려지고 있다. 냉각수에 의한 오염을 막기 위하여 hypochlorite나 chlorine dioxide를 첨가하는 것을 제안하기도 하였다. 물에 의한 냉각방법외에 공기 냉각방법도 제안되고 있다. 공기 냉각방법은 수분활성도(Aw)가 감소되어 저장기간을 약간 연장시킬 수 있지만, 냉각중에 표면이 건조되거나 중량이 감소되며, 또 공기에 있는 미생물에 의해 오염되기 쉽기 때문에 침수오염과 큰 차이가 없다. 특히 냉

각효율이 떨어지고 시설운영비가 많이 들어 널리 이용하지 못하고 있다.

⑥ 냉각 후 취급

냉각중에는 중온성균들이 자라지 못하나, 냉각후 포장 및 냉동 전단계에서 실온에 방치하는 경우가 많으므로 미생물이 증식하기 쉽다. 냉각 완료후 도계의 무게를 달거나 등급을 정할 때 일정시간 노출되기 쉬우며, 냉동고에 넣기전에 일정시간 외부에 방치할 수 있어 미생물의 증식 가능성이 높다. 냉장육을 냉동고에 넣으면 일단 더 이상 생육할 수 있는 균은 없고, 일부 균들은 감소한다. 냉동중에는 살모넬라, 대장균류, 저온성균들이 1/10 이하로 감소되지만, 아포가 있는 균이나 staphylococci와 같은 그람 양성균은 저항성이 더욱 강해진다. 냉동육을 해동시킨 다음 계속적으로 상온에 방치하게 되면 냉동시키지 않고 저장한 것보다 미생물의 성장이 훨씬 빠르기 때문에 주의하여야 한다.

⑦ 마침말

닭고기는 짧은 시간에 대량 도계되므로 단계별 위생적 처

리가 쉽지 않고 따라서 표면에 미생물의 오염이 쉽게 된다. 도계과정에서 냉각 단계전까지는 1개 라인에 의해 연속적으로 이동되어 물, 공기, 닭에서 오는 이물질 등 모든 환경이 미생물 증식에 좋은 조건이 된다. 특히 도계과정은 물에 의해 처리되므로 물이라는 매개체에 의해 오염이 쉽게 될 수 있다. 닭고기의 외피조직이나 육중에 비해 굴곡이나 미세한 구멍이 많이 있고, 물에 접하게 되면 플라젠의 그물망 조직이 팽배하여 그 속에 많은 미생물이 붙어 생존하게 된다. 따라서 일단 닭고기 표피에 오염된 미생물은 고압 수세에 의해서도 완전히 제거되지 않는다.

그러므로 가능한 물에 의해 오염될 수 있는 요소를 배제하는 것이 중요하며, 육표면에 부착된 미생물을 제거하는 방법보다는 가능한 많이 부착되지 않도록 사전에 위생적인 도계시설을 갖추어 시행하는 것이 더욱 중요하다. 최근에는 기존의 침지에 의한 탕침이나 냉각방법보다는 스팀과 분무에 의해 처리하는 방법이 선호되고 있다. (정 9)