

도계처리 가공공장의 미생물환경



이 무 하
(KAIST 식량공학 연구실)
농학 박사

I. 서 론

소비자들에게 위생적인 닭고기를 공급해야 되는 것은 닭고기 생산자들의 의무일 뿐만 아니라 위생적인 제품은 저장기간이 연장되므로 생산자들에게 이익이 될 것이다. 따라서 도계처리 가공공장에서의 관리는 가장 경제적으로 가능한 낮은 미생물수를 갖는 제품을 생산하여 시장에 내는 것이 중요하다. 가공공장에서는 생닭, 작업인, 공기 및 출납되는 물품으로부터, 그리고 도계과정에서 매일매일 미생물이 오염되기 때문에 최종 제품의 품질이나 안전성을 위해 잘 정리된 위생계획이 필요할 것이다. 이러한 목적을 달성하기 위해서는 생닭으로부터 도계공정 전반에 걸친 미생물적 환경을 이해하는 것이 필수적이다.

II. 도계공정에서의 오염

1. 생 닭

건강한 닭일지라도 내장과 피부에는 수백만마리의 미생물을 지니고 있다. 이것은 오염에 의한 것이 아니고 생물체에 자연스럽게 존재하는 것들이다. 그러나 사육중의 사료, 물, 깔짚, 휴 등에서의 오염과 운반도중의 케이지나 배설물에서의 오염으로 생닭의 털, 다리 및 몸통의 미생물수는 증가하게 된다. 이러한 생닭 외부에 존재하는 오염미생물들은 주로 *Acinetobacter*, *Moraxella*, *Pseudomonas*, *Corynebacterium*, *Micrococcus*, *Staphylococcus*, *Flavobacterium* 과 *Yeast* 등이다. 도계장에 반입되는 오염된 생닭은 최종도체의 주요 오염원이 되고 있다. 예를 들면 살모넬라는 도계과정에서 도체간에 교차오염으로 전달되고 있는 것이다.

2. 기 구

생닭의 털, 다리, 피부 등의 오염미생물들은 도계과정이 시작되면서 기구나 시설에 옮겨지게 된다. 생닭을 거는 사클이나 도계용 칼에서 시작해서 탈모단계의 탈모기의 고무손가락, 다리와 머리절단시의 기계나 칼, 내장적출 단계의 칼이나 기계, 도체가 달게되는 작업대 및 냉각기 그리고 다시 현수되는 사클 등에 계속적으로 미생물은 전파되게 된다. 따라서 작업종료 후에 세척

및 소독을 불완전하게 하거나 하지않은 기구들은 잔유지방, 혈액, 그리고 고기찌꺼기가 붙어 있게되어 다음날 작업시 제품에 전달되게 되어 이것들이 물과 혼합됨으로써 미생물 특히 pseudomonas가 번식할 수 있는 좋은 환경을 제공한다.

3. 물

식육가공공장에서 사용되는 물은 항상 식용가능한 것이어야 한다. 이러한 식수도 pseudomonas와 Aeromonas가 주요 미생물군으로 존재하기 때문에 성장에 필요한 환경만 주어지면 이들은 증식하여 기구나 물에 누적될 수 있다. 또한 얼음에는 주로 Acinetobacter, Moraxella, Pseudomonas, Corynebacterium 등이 존재하여 도체 냉각시 오염시키고 있다.

4. 작업원

오염된 도체에서 작업원의 손에 옮겨지게 됨에 따라서 작업도중 다른 도체에 다시 오염된균이 전달되는 형태로 하여 오염을 가중시키게 된다. 또한 작업원 자신의 피부, 머리카락, 코 및 목에서 미생물들이 나와 도체를 오염시킬 수 있다. 특히 피부나 호흡기 질병을 앓는 사람들은 이러한 가능성이 더욱 높게 된다. 그러나 이와같이 특별한 경우를 제외하고는 도체의 오염은 작업원 자신으로부터보다 생닭의 오염에 의해 유발되는 정도가 더 심하다고 보고된다.

5. 공기

하적, 탈모(脫毛) 단계의 공기는 도체공정에

서 다른 단계에서보다 오염도가 높은 것으로 보고된다. 단계별 공기중의 총호기성 세균수를 보면, 현수단계 17,700, 탈모단계 77,700, 내장적출단계 8,100, 저장단계 2,200이었고 저온성 세균수는 1,600, 600, 140, 180 등이었다.

6. 탕 적(scalding)

탕적은 닭털의 제거를 용이하게 하기 위해 실시된다. 이것은 온수침지, 온수 spray, 스팀 등을 이용하여 수행되는 데 온수침지가 가장 일반적이며 흔히 사용되는 과정은 60~63℃에서 2~3분간 실시되는 것으로 탕적기의 물은 0.2~1리터/도체/분의 속도로 교환되는 것이 가장 바람직하다. 흙, 먼지, 배설물 등이 생닭에서 탕적수로 옮겨짐에도 불구하고 일반적으로 탕적수의 총호기성균수는 50,000/ml 이하인 것은 탕적수가 계속적으로 넘쳐 흐르고 새물이 보충되며, 뜨거운 물이 많은 오염미생물을 제거 내지는 죽이기 때문인 것으로 알려진다. 표 1에서 보는 바와 같이 60℃에서 115초간의 탕적은 E. Coli, Enterobacteriaceae, 저온성균 및 호기성균수를 감소시켰으며, 53℃에서 128초간의 탕적에서 E. Coli와 호기성균수는 크게 변화하지 않는다. 일반적으로 닭 피부에 붙어 있는 미생물들은 다른 부위에 존재하는 것들보다 열에 훨씬 강하다.

58℃ 이상에서 탕적후 기계적탈모를 하면 도체피부의 황색상피층이 제거되므로 상피층이 없는 도체에서는 부패미생물의 발육이 더욱 잘 이루어진다.

스팀이나 온수 spray 탕적은 온수침지 탕적

표 1. 탕적 조건에 따른 도체의 미생물 수*(Log₁₀) 비교

미생물 종류	60℃에서 115초간 탕적		53℃에서 128초간 탕적	
	탕 적 전	탕 적 후	탕 적 전	탕 적 후
E. Coli	3.5 ± 1.0	0.8 ± 0.7	> 4.0	3.4 ± 0.8
저온성 세균	4.3 ± 0.3	< 2.0	4.2 ± 0.4	< 2.0
총호기성 세균	7.9 ± 0.4	4.9 ± 0.3	7.9 ± 0.4	6.5 ± 0.6
Enterobacteriaceae	4.9 ± 0.8	< 2.0	6.1 ± 0.5	4.2 ± 0.8

* 평균치 ± 표준편차

보다 미생물수 감소 효과가 큰 것으로 보고되나 아직 실용단계에 있지 않다.

7. 脫毛 (Picking 혹은 Defeathering)

탈모 후에 총호기성세균과 staphylococcus 수는 증가하는데 이것은 탈모기내에서 미생물이 확산되고 또한 탈모기의 고무손가락을 제대로 세척, 소독하지 않기 때문인 것으로 보고된다. Salmonellae 나 E. Coli 는 특히 탈모 단계에서 오염된 도체로부터 다른 많은 도체로 전파되는 것으로 알려진다. 탈모단계가 중요한 것은 배설물이나 혹은 여러 종류의 미생물들이 탈모 단계에서 피부 표면에 부착되어 털구멍으로 들어가 추후 가공과정에서도 제거되기가 힘들게 되기 때문이다. 실제로 최종도체의 미생물학적 품질은 탈모직후의 것과 매우 깊은 관계가 있다.

8. 내장적출 (Evisceration)

내장적출을 손으로 작업하면 도체간에 상당한 교차오염이 이루어지나 기계화된 공정에서는 내장적출 전과 후를 비교하여 볼 때 총호기성균 수는 크게 차이가 없는 것으로 보고된다.

9. 살수세척 (spray washing)

세척은 탈모 후나 내장적출 후 실시하는 데

유기물 뿐만 아니라 많은 미생물들을 제거한다. 호기성세균, Enterobacteriaceae 및 Coliform 균은 50~90%가 감소되는 것으로 보고된다. 표 3에서 보는 바와같이 탈모 후 세척을 하면 비교적 미생물수가 낮게 유지되다가 단계가 진행되어감에 따라 미생물 수가 증가하여 내장제거 시 높게 유지되게 된다. 그러나 다시 최종세척 단계에서 총세균수는 감소되게 된다.

10. 냉 각 (Cooling)

도체의 냉각은 저온성세균의 성장을 지연시키고 식중독균의 성장을 억제하기 위해 수행된다. 유럽에서는 냉동시킬 도체는 얼음물에 침지시켜 냉각시키고, 그렇지 않은 것은 찬공기로 냉각시킨다. 미국에서는 모두 침지에 의해 냉각시키고 있다.

1) 고정 빙수침지

이것은 동일량의 얼음, 물 그리고 도체를 탱크에 넣고 얼음이 녹는 효과에 의해 도체에서 열을 제거하여 냉각시키는 장치이다. 일반적으로 4~24시간 동안 냉각이 수행된다. 총호기성세균수는 $10^3 \sim 10^6/\text{ml}$ 의 수준으로 존재하며 저온성세균은 계속 증식될 수 있기 때문에 5~20 ppm의 염소를 첨가하여 증식을 억제한다.

표 2. 도계과정별 목부위 피부 g당 미생물 수(Log₁₀)

공장번호	탈 모 후	내장적출 후	살수세척 후	빙수침지냉각 후	포 장 후	
총 호 기 성 균	1	5.24	5.42	5.15	4.51	4.72
	2	4.32	5.14	5.16	5.06	5.02
	3	4.43	5.44	5.00	5.14	5.15
	4	5.36	5.37	5.25	5.05	5.04
	5	5.15	5.34	5.25	4.99	4.98
평 균	4.90	5.34	5.16	4.95	4.98	
내 장 균	1	4.74	4.56	4.40	3.44	3.57
	2	3.41	4.02	3.70	3.29	3.10
	3	3.44	4.82	4.33	4.12	4.08
	4	4.50	4.62	4.24	4.03	4.23
	5	4.21	4.59	4.59	4.08	4.14
평 균	4.06	4.52	4.25	3.79	3.82	

표 3. 탈모 후부터 최종 세척단계까지의 도체 cm²당 총균수 변화

단 계	총 균 수 수 준		
	최 저	일반적 범위	최 고
탈모, 세척 후	162	273~ 4,317	4,840
잔모 제거	272	455~ 3,803	6,480
내장적출단계로 이동	320	525~14,780	16,600
복강 절개	1,089	1,089~18,039	23,580
내장 적출	1,089	1,160~15,950	28,419
가식부 내장 분리	1,790	1,950~15,550	16,793
폐 분리	1,222	1,390~14,625	20,670
소낭 분리	1,000	1,379~ 8,280	27,010
최종 세척	54	360~ 4,920	6,990

2) 연속침지냉각

도체가 물속에 침지되어 있는 상태에서 기계적으로 교반되어 냉각되는 장치이다.

물과 얼음은 도체와 같은 방향이나 반대방향으로 흐르게 된다. 이 방법은 도체의 온도를 1 시간 내에 4℃ 까지 낮추어 준다. 이 방법에서

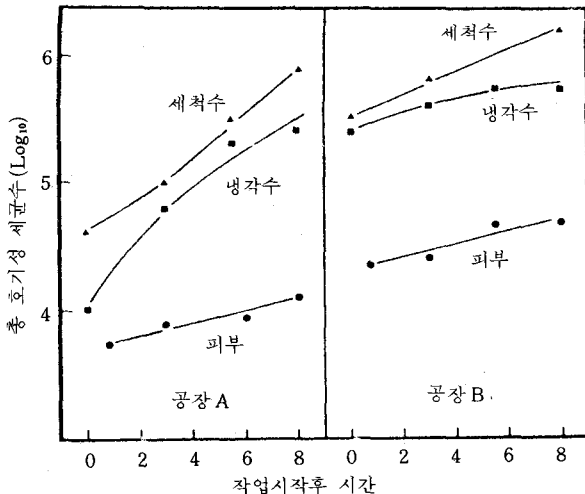


그림 1. 하루 작업시작 후 시간별 총호기성균수의 변화

는 냉각전 도체의 오염도, 도체당 넘쳐 흐르는 물의 양, 그리고 도체당 물의 양에 따라 미생물의 수가 증가하기도 하고 감소하기도 한다.

도체를 38℃ 에서 0℃ 까지 냉각시키는 데 필요한 얼음의 양은 이론적으로 약 0.38kg /kg 체중이지만 서양의 대부분 공장에서는 0.4~1.0 kg의 얼음을 사용하고 있는 것으로 보고된다. 물의 사용량은 미국의 경우 마리당 최소 약 2리터 (0.5 갤런) 로 규정하고 있다. 도체당 불충분한 양의 물을 사용하는 경우 그림 1 에서 보는 바와 같이 하루중 늦게 처리된 도체는 높은 미생물수를 보유하게 된다. 그러나 도체와 반대방향으로 흐르는 빙수에서의 침지냉각과 충분한 냉각수의 계속적인 보충이 이루어지는 상태에서의 냉각은 효과적으로 미생물수를 감소시킨다.

3) 분무냉각

도체당 0℃ ~11℃ 의 물을 0.3~1.5리터 사용하여 15~30분간 분무하여 도체온도를 7℃ 이하로 낮추는 방법으로서 도체세척을 위해서는 효과적이었으나 충분한 냉각을 위해서는 많은 양의 물이 필요하게 되어 상업화에 문제가 있는 것으로 보고된다.

4) 냉공기냉각

찬공기로 도체를 냉각시키는 것은 표면을 건조시킴으로써 미생물 발육을 억제한다. 이 방법을 위해서는 탱적이 50℃ 에서 이루어져 피부손

상이 없고 변색이 오지를 않아야 한다. 그러나 이러한 탕적 온도하에서는 enteric bacteria 수를 줄이지 못한다. 또한 찬공기 중에는 종종 미생물들이 포함되어 있어 도체를 오염시키기도 한다.

11. 계량 및 포장

미생물수는 냉각 후에도 계량 및 포장 과정에서 오염으로 증가할 수 있다. 냉각 장소에서 저울과 포장작업대의 거리가 멀수록 총호기성균수는 증가되는 것으로 보고된다.

12. 저장

저장중의 즉석요리용(ready-to-cook) 닭의 부패는 ①가공후의 미생물 오염도 ②저장온도와 시간 ③조직의 종류(피부, 근육) ④pH ⑤포장종류 등에 따라 영향을 받는다. 갓 가공한

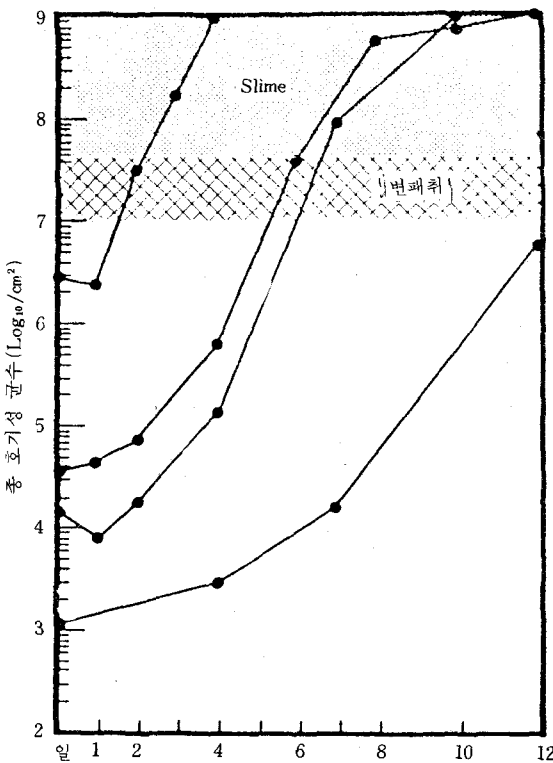


그림 2. 초기 오염정도에 따른 가금육의 저장성 변화

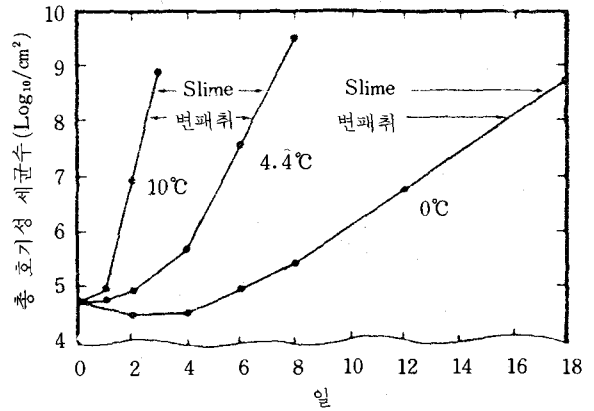


그림 3. 저장온도에 따른 가금육에서의 미생물 성장 속도

닭의 경우 Acinetobacter, Flavobacterium 그리고 Cytophaga가 피부에 존재하는 주종 미생물이지만 부패는 주로 Pseudomonads에 의해 이루어진다. 그림 2에서 보는 바와같이 초기 오염도가 높으면 저장성은 떨어진다. 미생물수가 $10^7 \sim 10^8/cm^2$ 가 될 때 변패취가 생성되고, $10^8/cm^2$ 이상이 되면 slime(부패되어 악취가나며 점액물질을 분비하는 상태)이 형성되는 것을 보여준다.

저장온도는 낮을수록 저장기간이 길어지며(그림 3), 미생물 종류에도 영향을 끼친다. 예를 들면 1°C에서는 pseudomonads가 주종이고 10°C와 20°C에서는 Enterobacter와 Lactobacilli가 주종을 이룬다. 표 4에서 보는 바와같이 가장 긴 저장기간은 -2°C에서 성취된다. 따라서 미국에서는 이러한 사실을 이용하여 chilled-pack 제품을 생산하고 있다.

13. 식중독균

살모넬라는 내장, 털 그리고 폐기물이 있는 지역에 많이 존재한다. 따라서 탕적이나 탈모 단계에서 주로 교차오염이 일어나고 있다. 그리고 낮은 탕적온도(52~54°C)가 사용될 때 더 많은 교차오염이 생긴다. 탕적전에 오염이 되어있는 경우에는 내장적출후와 냉각 후에도 높은 오염도를 보이게 된다.

표 4. 미생물 성장율에 대한 온도의 영향 및 저장기간

온도(°C)	세 대 기 간(시간)		저 장 기 간*
	E. Coli	Pseudomonas 종	
-2	성 장 무	36.4	30.3 일 + 준비기 4 일
0	"	13.8	11.5 일 + 준비기 2 일
5	"	7.4	6.2 일
10	20	4.7	3.9 일
15	6	2.2	-
20	2.8	1.4	-
25	1.4	0.9	-
30	0.6	1.0	-
36	0.4	-	-

* Pseudomonas 종이 100/cm²에서 10⁸/cm² 까지 성장하는 시간.

일반적으로 살모넬라는 10~20/100g 피부중량 정도로 아주 적은 숫자가 존재한다. 이 균에 의한 식중독은 주로 불충분한 가열조리에 의해 야기되고 때때로 주방에서 오염된 다른 식품으로부터 교차오염되므로 유발된다.

Clostridium perfringens의 경우는 주로 배설물, 토양이나 먼지에서 오염되나 저온에서는 성장을 못하고 저온성세균과 경합관계에 있으며, 또한 도체피부의 산화환원전위가 적정수준과 상이하므로 정상적인 냉장조건하에서는 문제가 되지 않는다.

Staphylococcus aureus는 생닭에서 주로 타박상을 입은 조직, 상처, 화농부위, 비후점막, 피부표면, 관절염을 앓은 관절 등에 존재하므로 도계과정에서 피할 수 없는 균이다. 그러나 이 균도 C. perfringens 처럼 저온과 다른 경합세균 때문에 정상적인 저온저장 상태에서는 문제가 되지 않는다.

III. 결 론

국내의 경우처럼 소매단계에서의 온도관리가

불충분한 실정에서는 도계과정에서 낮은 미생물 수를 가진 제품을 생산하는 것이 제품품질을 위해 중요하다.

도계과정에서의 도체의 오염은 최종제품의 저장성을 좌우하기 때문에 생닭의 오염도가 가장 중요한 요인으로 작용하고 있으나, 이는 실제적으로 가공업자가 통제하기 힘들므로 도계과정의 위생적인 수행이 가장 중요하다. 탈모후 세척과 내장적출후의 세척이 도체의 미생물 수의 증감에 지대한 영향을 미치므로 이의 위생적인 수행이 필수적이다. 또 실제적으로 도체의 오염도는 탈모 직후의 오염도를 기준으로 판별할 수 있으므로 품질관리를 위해서 주기적으로 이를 실시하여 세척의 완전을 기해야 할 필요가 있다.

냉각단계에서의 신속한 도체온도 감소가 최종제품에서의 미생물 발육을 억제하므로 도체의 완전한 냉각은 가공업자가 명심해야 할 사항이다. 끝으로 가장 중요한 사항은 모든 단계를 가장 위생적으로 수행하여야 최종제품의 품질이 불합리한 유통과정에서도 최소한 유지될 수 있다는 사실이다. *

투표는 빠짐없이 기표는 정확하게