

HACCP 適用을 爲한 屠鷄處理 工程內 微生物 汚染의 分析

홍중해 · 권혁무 · 고주언
강원대학교 수의학과

Analysis of Microbial Contamination in Poultry Slaughtering Operations for the Application of HACCP

Chong-Hae Hong, Hyuk-Moo Kwon, and Joo-Un Ko
Department of Veterinary Medicine, Kangwon National University

ABSTRACT

The application of HACCP system, which was adopted by Codex Alimentarius Committee for the safe meat and poultry production, is one of the urgent task for competing in the world trade markets. But there have been no useful analytical studies to identify the causes of contamination in the poultry meat processing plants in Korea. This study was conducted to investigate the potential hazards during the operations by the microbiological examination for the poultry meat processing plant (20,000 birds capacity a day) located in Kangwon province.

In spite of air contamination of work places, it may not directly affect the surface contamination of poultry meats. But the risk of *Campylobacter jejuni/coli* contamination was high. The number of total count was decreased about ten times, but remarkable changes of microbial contamination could not be recognized in each procedure during the operations. The washing water was already contaminated as much as 10^3 CFU/ml in SPC before the operations. It means that to keep water tanks hygienic is a primary step to prevent the occurrences of microbial contamination. The overflow and recirculation of water in scalding, washing, and chilling was also an important factor for a hygienic control.

Based on this study, the followings could be regarded as an important factors for hygienic control in the poultry slaughtering plants on a small scale. The temperature of water used for scalding should be constantly maintained on a required temperature, and the overflow rate of 1~1.5 liter per bird. The carcass surface and the body cavity should be washed thoroughly and the cross-contamination due to facilities, workers, and tools should be prevented. The chilling water should be maintained under 5°C of temperature with ice and overflow, and residual chlorine level of 50 ppm.

Keywords : HACCP, safe, poultry meat, contamination

I. 서 론

우리나라의 닭고기 생산량은 1993년 현재 239,000톤으로 1981년의 91,000톤에 비하면 약 2.6배 증가되었고, 국민 1인당 연간 닭고기 소비량도 5.5 kg으로 1981년의 2.3 kg보다 약 2.4배의 증가를 보이고 있다.¹⁾ 쇠고기나 돼지고기에 비하여 가격이 낮아 아직은 닭고기에 대한 소비자의 선호도가 높으

며, 또한 소비가 지속적으로 증가하고 있는 세계적인 추세를 감안해 보면 우리나라의 닭고기 소비량 역시 앞으로도 계속 증가될 전망이다.

축산물 시장개방에 대비한 국제경쟁력 제고를 위한 대응책으로는 가격경쟁력 향상, 품질 고급화, 유통구조 개선 등으로 정리되고 있으나,^{2,3)} 가장 근본적으로 해결되어야 할 과제는 축산물의 안전성 확보를 통한 신뢰성 회복이라고 하겠다. 안전한 닭고기 생산을 위해서는 사육관리는 물론 도계처리 및 가공 그리고 유통단계의 모든 과정에서 그 안전성이 확보

이 연구는 94년도 한국과학재단(과제번호:941-0600-051-1) 연구비 지원에 의한 결과임

되어야 하지만, 특히 도계처리장에서의 위생적인 계육생산은 다음 단계의 단순가공 및 제품가공의 안전성에 큰 영향을 주므로 식품위생학적인 중요성이 매우 크다고 하겠다.

Codex는 1993년 제 20차 총회에서 HACCP 제도를 식품의 위생관리 방식으로 채택하여,^{4,5)} 앞으로 모든 수출입식품은 HACCP 제도에 의해 생산되고 Codex의 기준 및 규격을 지킬 때 국제적으로 그 품질을 인정받을 수 있게 된 것이다.

이와같은 수입개방화 시대의 흐름에 따라 안전한 계육생산을 위한 도계장의 위생수준 향상은 국제경쟁력을 갖추기 위한 시급한 과제이다. 그러나 우리나라는 도계장의 위생상태에 대한 기초자료가 부족하여 어떤 공정에서 오염이 발생되고 있는지 정확히 파악하지 못하고 있다. 본 연구는 도계처리 공정의 미생물 오염상태를 분석하여 오염의 분포와 오염정도를 파악하고, 이를 기초로 도계처리공정의 Critical Control Point (CCP) 설정에 필요한 위해요인 정보를 얻고자 한다.

II. 실험재료 및 방법

실험대상 도계장은 강원도내 소규모 도계장(하루 20,000수 처리시설)을 1곳 선정하였고, 작업장내 공기오염, 도계처리 공정상의 탕적, 내장적출, 세척, 냉각과정의 처리수와 계육도체의 미생물 오염을 각각 작업전·중·후로 비교검사하여 작업조건에 기인되는 오염의 가능성을 확인하였다.

채취된 시료는 휴대용 ice bag에서 5°C이내를 유지하며 12시간 이내에 실험실로 운반하여 다음 실험에 임하였다. 본 실험은 APHA의 Standard Method⁶⁾와 환경부의 공해공정시험법⁷⁾에 의하여 시료채취 및 일반세균, 대장균군, *Salmonella spp.*, *Campylobacter jejuni/coli*의 오염을 검사하였다.

1. 시료채취 방법

1) 작업장내 공기오염 : 진공펌프를 이용한 membrane filtration(pore size 0.8 μm) 방법을 사용하여, 구획이 나누어져 있는 탕적 및 털뽑기 작업장과 세척 작업장 두 곳에서 작업전과 작업중의 공기포집을 하였다. 공기포집 속도는 1ft³/min로 10분간 실시하였다.

2) 열탕, 세척수, 냉각수의 오염 : 각 수조내의 처리수를 작업전·중·후의 3단계로 나누어 100 ml씩

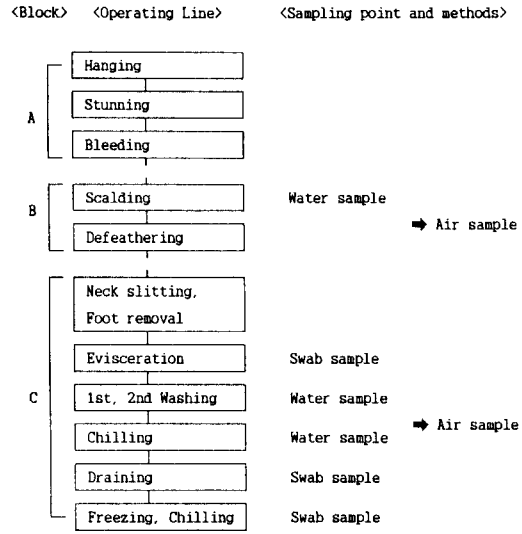


Fig. 1. Sampling points and methods at a poultry meat processing plant.

멸균병에 채취하였다.

3) 계육도체의 표면오염 : 작업시작 후 1,000수이내, 작업완료 전 1,000수이내로 구분하여 도체표면을 swab contact method(BBL Culturette Systems)로 대퇴부위 약 50 cm²의 면적을 면봉으로 3회 반복 문질러 채취하고, 희석수에 면봉 끝부분을 잘라 넣고 잘 섞은 후 각 해당배지에 배양하였다.

시료채취 위치는 그림 1과 같다.

2. 사용배지 및 배양방법

1) Standard Plate Count : Aerobic Plate Count agar(Difco)를 사용하여 혼합평판배양법으로 36±1°C에서 48시간 배양하였다.

2) Coliform group : Desoxycholate agar(Difco)를 사용하여 혼합평판배양법으로 36±1°C에서 24시간 배양하였다.

3) *Salmonella spp.* : 액체시료 1 ml를 Selenite borth에 접종하고 35±1°C에서 24시간 증균시킨 후 HE(Hektoen enteric) agar에 도말하여 35±1°C에서 24시간 배양하였다. 확인을 위해서 전형적인 집락(크고 광택있는 검은 또는 청록색 집락)을 선택하여 TSI (Triple Sugar Iron) agar와 LI (Lysine Iron) agar에서 35±1°C, 24시간 배양하였다.

4) *Campylobacter jejuni/coli* : Camp-BAP(Merck)에 10%의 면양 혈액을 섞어 배지를 만들고 희석액 0.

Table 1. Sampling points and isolation rates of Salmonella and Campylobacter during procedures at a poultry meat processing plant

Sampling points*	Salmonella			Campylobacter		
	Before	During	Total	Before	During	Total
Area I	0/12*	1/12	1/24	2/12	3/12	5/24
Area II	0/12	0/12	0/24	0/12	2/12	2/24
Total	0/24	1/24	1/48	2/24	5/24	7/48

*Area I includes the operating procedures for scalding and defeathering, and Area II for eviscerating, washing, and chilling.

*Number of positives / number of tests.

Table 2. Changes of temperature and microbial contamination for water used at a poultry meat processing plant

Items	Water used for			
	Scalding	1st Washing	2nd Washing	Chilling
Temperature(°C)	51.5~63.0	8.0~24.5	8.0~14.5	5.0~14.0
SPC(CFU/ml)	10 ⁴ ~10 ⁶	10 ⁴ ~10 ⁸	10 ³ ~10 ⁷	10 ² ~10 ⁵
Coliform group(CFU/ml)	<10 ²	10~10 ⁵	10~10 ⁵	10~10 ³
Salmonella(%, n=16)	0	12.5	62.5	37.5
Campylobacter(%, n=12)	25.0	31.3	25.0	25.0

1~1.0 ml를 도말하여 미호기성(GasPak, BBL) 조건에서 42±1°C, 48시간 배양하였다. 형성된 회백색의 집락은 Catalase test, Nalidixic acid test로 확인하였다.

III. 결 과

1. 작업장내 공기오염도

실험대상 도계장의 구조는 도살 및 방혈이 이루어지는 작업장과 탕적 및 털뽑기가 이루어지는 작업장, 그리고 내장적출, 세척, 냉각이 이루어지는 작업장의 3구획으로 되어 있었다. 따라서 공기시료 채취는 외부에 노출된 도살 및 방혈 작업장을 제외한 탕적 및 털뽑기 작업장과 내장적출 및 세척 작업장에서 실시하여 작업전과 작업중의 오염도를 비교하였으며 균 분리율은 표 1과 같다. Salmonella는 전체 48개 시료중 작업중의 탕적 및 털뽑기 작업실에서 1회 검출되었고, *Campylobacter jejuni/coli*는 작업 전 시료에서 2회, 작업중 시료에서 5회 검출되었다.

2. 처리수의 온도 및 오염도

도계장의 처리수는 도계공정 순서에 따라 열탕수, 제1 세척수, 제2 세척수, 냉각수로 구분되며 각 수조의 처리수 온도와 미생물 오염도는 표 2와 같다.

열탕수의 수온은 대체로 60°C 이상을 유지하고 있

어 중온법의 기준온도를 지키고 있으나 그 이하로 온도가 낮아지는 경우도 확인되었다. 처리수 원수의 온도는 5~8°C를 유지하고 있으나 1차 세척수 24.5°C, 2차 세척수 14.5°C, 냉각수는 14°C까지 온도 상승을 나타내었다.

일반세균 오염도는 1차 세척수에서 가장 높은 10⁴~10⁶CFU/ml 오염으로부터 최종 냉각수는 10²~10⁵CFU/ml의 분포를 보였다. 대장균군 오염의 처리수별 분포는 일반세균과 비슷하였고 최고 10⁵CFU/ml의 오염도를 나타내었다. Salmonella는 열탕수를 제외한 처리수에서 모두 검출되었으며 1차 세척수 12.5%, 2차 세척수 18.8%, 냉각수 31.3%의 분리율을 보였다. Campylobacter는 모든 처리수에서 검출되었고 25.0~31.3%로 Salmonella보다 높은 균 분리율을 나타내었다.

처리수의 수온 및 오염도 변화를 작업전·중·후의 3단계로 나누어 관찰한 결과는 표 3과 같다. 각 처리수의 수온은 작업이 진행될수록 그 온도가 상승하여 일정온도를 유지하지 못하였다. 일반세균수는 열탕수에서 10⁴~10⁶CFU/ml 범위로 변화가 없었으나, 1·2차 세척수 및 냉각수는 작업 전보다 오염이 증가하였다. 대장균군은 각 처리수별로 작업 전에 비해서 서로 다른 증감을 나타내고 있었다.

3. 계육표면의 오염도

도계표면의 오염도 변화를 관찰하기 위한 시료채

Table 3. Changes of temperature and microbial contamination for water used during procedures at a poultry meat processing plant

Items	Procedures	Water used for			
		Scalding	1st Washing	2nd Washing	Chilling
Temp (°C)	Before operations	51.5~60.2	8.0~13.5	8.5~13.6	5.1~13.2
	During operations	59.0~61.5	13.5~21.5	10.0~14.5	5.5~13.2
	After operations	60.5~63.8	17.5~24.5	12.5~14.5	7.5~14.5
SPC(CFU/ml)	Before operations	$10^4\sim 10^6$	$10^4\sim 10^6$	$10^3\sim 10^6$	$10^2\sim 10^5$
	During operations	$10^4\sim 10^6$	$10^3\sim 10^8$	$10^4\sim 10^7$	$10^4\sim 10^5$
	After operations	$10^5\sim 10^6$	$10^3\sim 10^7$	$10^5\sim 10^7$	$10^4\sim 10^5$
Coliform group (CFU/ml)	Before operations	$<10^2$	$10\sim 10^4$	$10\sim 10^5$	$10\sim 10^2$
	During operations	$<10^2$	$10^2\sim 10^4$	$10\sim 10^4$	$<10^3$
	After operations	<10	$10^2\sim 10^5$	$10^2\sim 10^3$	$10^2\sim 10^3$

Table 4. Changes of microbial contamination for carcass surfaces at a poultry meat processing plant

Items	Swab sampling points			
	Before evisceration	Before 1st washing	After 2nd washing	After chilling
SPC (CFU/cm ²)	$10^4\sim 10^6$	$10^4\sim 10^6$	$10^4\sim 10^6$	$10^4\sim 10^5$
Coliform group (CFU/cm ²)	$10^2\sim 10^4$	$10^2\sim 10^3$	$10^2\sim 10^3$	$10\sim 10^3$
Salmonella (% , n=16)	0	12.5	0	12.5
Campylobacter (% , n=12)	33.3	33.3	16.7	25.0

Table 5. Changes of microbial contamination for carcass surfaces during procedures at a poultry meat processing plant

Item (CFU/ml)	Procedures ^a	Swab sampling points			
		Before evisceration	Before 1st washing	After 2nd washing	After chilling
SPC	Step I	$10^4\sim 10^6$	$10^4\sim 10^6$	$10^4\sim 10^6$	$10^4\sim 10^5$
	Step II	$10^4\sim 10^6$	$10^4\sim 10^6$	$10^4\sim 10^6$	10^4
Coliform group	Step I	$10^2\sim 10^4$	10^3	$10^2\sim 10^3$	10^3
	Step II	10^2	$10^2\sim 10^3$	10^2	$10\sim 10^2$

^aSamples were collected within 1,000 birds at the start (Step I) and the finish (Step II) of the operation respectively.

취 위치는 털뽑기 작업후, 내장제거후 세척전, 2차 세척후, 냉각후의 4단계에서 실시하였고, 그 결과는 표 4와 같다. 일반세균의 오염도는 내장제거 전 $10^4\sim 10^6$ CFU/cm²에서 냉각 후 $10^4\sim 10^5$ CFU/cm²으로, 대장균군도 작업 전 $10^2\sim 10^4$ CFU/cm²에서 냉각 후 $10\sim 10^3$ CFU/ml으로 약 10배 정도 감소를 나타내었다. 도체표면에서의 Salmonella는 1차 세척 전 단계와 냉각 후에 각각 12.5%의 균 분리를 나타내었고, Campylobacter는 전단계에서 16.7~33.3%의 균 분

리율을 보였다.

도체표면의 오염을 작업시작 후와 작업완료 전으로 나누어 오염의 변화를 관찰한 결과는 표 5와 같다. 도체처리수의 증가에 따른 공정상의 일반세균 및 대장균군의 뚜렷한 변화는 없었다.

IV. 고 찰

연구대상 도계장 시설의 처리능력은 하루 약 20,

000수 정도이지만, 실제로 처리하는 도계 물량은 하루 평균 5,000수에 불과한 우리나라의 대표적인 소규모 처리장이었다. 소규모 업체로서는 위생에 많은 관심을 갖고 냉각공정의 개선과 시설확장을 계획하는 등 모범적으로 운영하고 있으나 대규모 처리장에 비해서는 부족함이 많아 본 연구의 대상 도계장으로 선정하기에는 좋은 조건이었다.

1. 작업장내 공기오염

도계장 오염의 주 원인균으로 알려진 *Campylobacter* 균이 탕적 및 털뽑기 작업장의 공기 중에서 20.8%의 분리율을 보이고 작업 전의 공기 중에서도 검출되는 것으로 보아 *Campylobacter* 균은 도계장에 상존하는 세균임을 알 수 있었다. 이 결과는 같은 공기오염 실험을 한 Hannan 등⁸⁾의 결과와도 일치하였다. Hannan 등의 결과는 털뽑기 공정만 10건의 검체중 6건의 *Campylobacter* 균을 검출하는 높은 분리율을 보였으나, 본 실험과는 분리방법이 달라 분리율의 차이에 큰 의미를 부여할 수 없었다. *Salmonella* 균은 거의 검출되지 않아 도계작업장의 공기오염도 측정에는 *Campylobacter* 균이 더 좋은 지표세균으로 사용될 수 있음을 알 수 있었다.

이러한 공기오염도의 측정은 처리장의 위생상태 평가에는 활용될 수 있겠으나, 실제로 공기중의 미생물이 계속오염에 어떠한 직·간접적인 영향력을 미치는지는 더 많은 연구가 필요하다고 하겠다.

2. 처리수 및 계육표면 오염

처리수의 오염은 도계오염에 결정적인 영향을 미치므로 도계처리장에서 사용하는 원수의 수온과 미생물 오염상태를 수시로 감시하여 위생적인 관리가 이루어져야 한다. 도계처리 과정상의 수온상승 방지와 불순물 제거를 위해서 각 처리수는 일정한 속도로 깨끗한 원수를 순환시켜 온도와 청결을 유지하여야 한다. 수조의 크기와 수조내 도체의 체류시간에 따른 수온 변화에 관한 구체적인 자료가 없으나 ICMSF⁹⁾는 도체 1수당 1~1.5 l를 권장하고 있다. 앞으로 CCP 설정과 그에 따른 관리기준 설정시 이에 관한 보다 정밀한 연구가 요구된다.

본 실험대상 도계장의 큰 문제점으로 지적되는 것은 작업시작 전 또는 작업완료 후 각 수조의 세척 및 소독 상태가 매우 비위생적이어서 작업 전에 준비되는 각 수조내 처리수의 오염도가 높다는 점이다. 이로 인한 교차오염 발생은 도체의 오염도를 더 높일

우려가 있어 세척 및 냉각단계의 미생물 제거효과를 감소시킬 수 있다. 특히 염소처리 없이 지하수를 그대로 원수로 사용하는 냉각수는 원수 자체의 오염과 수조의 비위생적인 관리로 인한 오염이 가중되어 미생물 오염감소 효과를 기대하기는 어렵다. 또한 냉각수의 수온상승 방지와 5°C 이하 유지를 위해서는 얼음투여 등의 냉각시설 보완이 시급한 것으로 지적되었다. 이와같이 염소처리 및 얼음공급시설과 그 정밀한 수온유지 관리는 냉각공정의 중요한 CCP임을 확인할 수 있었다.

品川 등¹⁰⁾이 보고한 도계처리 공정에 대한 미생물 분석 결과와 비교해 보면, 본 실험은 처리수의 일반세균 오염은 10~10³배, 냉각후 도체표면 오염은 10~10²배 정도 오염이 높게 나타나고 있었다. 그러나 현재의 소규모 시설에서도 냉각수의 염소처리 및 얼음 공급시설 등의 필수적인 시설을 보완하고 HACCP와 같은 과학적인 위생관리체도를 도입한다면, 최소한 현재보다는 10² 이상의 오염감소 효과를 얻을 수 있을 것으로 사료되었다.

처리수 및 계육표면에서의 *Campylobacter* 분리는 品川 등의 실험결과와 마찬가지로 본 실험에서도 도계처리 전과정의 처리수와 계육표면에서 모두 검출되었고, *Salmonella*보다 분리율이 높은 것으로 나타났다. 따라서 앞으로 HACCP 도입에 의한 도계장의 위생관리시 일반세균과 함께 *Campylobacter* 균을 이용한 오염도 평가방법도 유용할 것으로 사료되었다.

V. 결 론

국제식품규격위원회(Codex)에서 채택된 HACCP는 축산물에도 적용되므로 HACCP의 국내도입은 국제경쟁력을 갖추기 위한 중요한 과제이다. 그동안 국내 도계장에서 발생하는 계육오염의 정확한 원인규명이 이루어지지 못하여, 본 연구는 강원도내 소규모 도계처리장(20,000수 처리시설)을 대상으로 작업공정에 따른 미생물 오염의 변화를 분석하고 공정상에 잠재된 위해요인을 파악하였다.

작업장내 공기오염은 계육오염에 직접적인 영향을 준다고 볼 수는 없으나 *Campylobacter* 균의 위해 가능성은 높았다. 도계처리수의 증가에 따른 오염도에는 큰 변화가 없었다. 작업시작 전 수조의 세척수가 이미 10³ CFU/ml 정도로 일반세균에 오염된 경우가 있어 작업전·후의 위생세척이 필수적인

관리사항이었다. 세척에서 냉각에 이르는 과정에서 약 10배 정도 일반세균 오염이 감소되는 것으로 보아, 세척수의 순환과 작업시설의 위생세척만으로도 그 감소율을 더 높일 수 있는 것으로 판단되었다. 열탕수의 overflow와 수온유지, 내장적출시 설비·작업부·칼 등의 도구에 의한 교차오염 방지, 세척과정시 도체표면과 복강부위의 세척상태 확인은 미생물오염 방지의 CCP로 고려되어야 할 내용임을 알 수 있었다. 냉각수의 수온은 5°C 이하로 유지해야 하며, 도계 1수당 약 1.5 l 비율로 순환되도록 관리하여야 한다. 또한 미생물의 교차오염 방지를 위해서 냉각수는 잔류염소량이 최대 50ppm이 되도록 염소처리를 하여야 한다. *Campylobacter* 균은 상대적으로 *Salmonella* 균보다 검출이 용이하여 앞으로 도계장 위생수준 평가시 지표세균으로 활용하는 것이 바람직한 것으로 사료되었다.

VI. 참고문헌

- 1) 농림수산부 : 농림수산주요통계. 1994
- 2) 이재옥 : 축산물 시장개방과 파급영향. 우리축산 살리기 대토론회. 축협중앙회. 1994. 1. 21.
- 3) 송인상 : UR협상 타결과 Codex의 앞으로 역할에 대한 이해. 식품공업, 123호, 11-44, 1994
- 4) 경제기획원 : 우루과이라운드 최종협정(국문). 1993
- 5) Joint FAO/WHO Codex Alimentarius Commission : Codex guidelines for the application of the hazard analysis critical control point (HACCP) system. In: Report of the 20th Session of the Joint FAO/WHO Codex Alimentarius Commission, 1993. page 17, WHO/FNU/FOS/93. 3.
- 6) Speck, M. L. : Compendium of methods for the microbial examination of foods, 2nd ed. APHA, 1984
- 7) 한국공해관리연수원 : 수질오염공정시험방법. 1992
- 8) Hannan, J., Collins, J. D., and O'mahony, H. : Factors responsible for the spread of *Campylobacter* in poultry meat processing plants. Proceedings, the 11th international symposium of the world association of veterinary food hygienists. p 241-244, 24-29 October 1993, Bangkok, Thailand
- 9) ICMSF : HACCP in Microbiological Safety and Quality. Blackwell Sci. Pub., 1988
- 10) 천석조 : HACCP 방식의 도입과 위생관리지침의 작성예. 식품공업, 123호, 45-62, 1994