

돼지도축공정에서 일반미생물
변화에 대한 연구

연세대학교 보건대학원
역학 및 건강증진학과
조재륜

돼지도축공정에서 일반미생물
변화에 대한 연구

지도 김 동 기 교수

이 논문을 보건학석사 학위논문으로 제출합니다.

2003년 7월 일
연 세 대 학 교 보 건 대 학 원
역학 및 건강증진학과
조 재 루

조재륜의 보건학석사 학위논문을 인준합니다.

심사위원 _____ 인

심사위원 _____ 인

심사위원 _____ 인

연 세 대 학 교 보 건 대 학 원

2003년 7월 일

감사의 글

먼저 이 논문을 돌아가신 아버지와 이희석 교수님의 영전에 바칩니다.

이 한편의 논문을 작성하기 위하여 수많은 날들이 고민의 연속이었습니다. 지금까지 현장을 돌면서 배웠던 모든 기억을 토해내고 정리를 하고 나름대로의 가설을 설정해 실험을 시작하였습니다. 가설을 실험과 분석을 통해 조금씩 증명이 되었을 때 이제부터 시작이라는 것을 깨달았습니다.

주심을 맡아주신 김동기 교수님! 제대로 찾아뵙지도 못하였지만 마음의 여유를 주시면서 격려를 해 주시고... 고맙습니다. 부심을 맡아주신 지선하 교수님! 계속적으로 학업을 할 수 있도록 독려해 주시고... 고맙습니다. 그리고 김영봉 박사님! 계속되는 출장에도 불구하고 많은 조언과 자료를 제공해 주시고... 고맙습니다.

실험을 할 수 있도록 배려를 해주신 신영축산(주) 곽청용 사장님, 시료를 채취하고 밤이 늦도록 실험을 도와주신 김수현 수의사, 유희정님에도 감사의 뜻을 전합니다. 또 통계적인 문제에 대하여 조언을 해주신 권소양님에게도 감사를 드립니다.

저의 영원한 후원자이신 엄마와 누나 그리고 우리 자형에게는 약속을 꼭 지키겠다는 말씀을 드리고 싶습니다. 계속 바쁘게 살다보니 자주 얘기를 나누지 못한 집사람 그리고 우현이와 이 기쁨을 함께 나누고 싶습니다.

이 논문은 제가 해야 할 일의 시작에 불과합니다. 더 많은 공부를 해야 한다는 사실을 뒤늦게 깨닫게 된 계기가 되었습니다.

조재륜 배상

목차

국문 요약

I. 서론

연구의 배경	1
연구의 목적	2

II. 연구방법

1. 연구대상의 설정	3
2. 자료수집	
가. 실험재료 및 부위	3
나. 시료채취 주기 및 방법	3
3. 조사내용	4
4. 분석방법	5

III. 결과

1. 도체 부위별 오염도	7
2. 공정별 오염도	
가. 도축공정별 오염도	9
나. 시간/작업량에 따른 탕박조의 오염도 변화	10
3. 각 공정의 오염도 상관관계	
가. 각 공정의 오염도 상관관계	12
나. 탕박조 오염도와 각 공정의 상관관계	12

다. 탈모 후와 최종세척 후의 오염도 상관관계	13
라. 시간/작업량에 따른 탈모 후의 오염도 변화	13
마. 시간/작업량에 따른 최종세척 후의 오염도 변화	15

IV. 고찰

1. 도체의 부위별 오염도	17
2. 각 공정에서의 오염도 변화	18
3. 탕박·탈모공정이 도축공정에 미치는 영향	
가. 탕박조 오염도 변화	21
나. 시간/작업량에 따른 탈모 후와 최종세척 후의 오염도 변화	21
다. 탕박조 오염도와 각 공정과의 상관관계	22

V. 결론

24

참고문헌	27
------------	----

부록	30
----------	----

ABSTRACT	39
----------------	----

표목차

<표 1> 좌, 우 도체의 부위별 오염도	7
<표 2> 좌, 우 도체의 오염도 비교	8
<표 3> 좌, 우측의 부위별 합의 비교	8
<표 4> 공정별 오염도	9
<표 5> 공정별 오염도 변화	10
<표 6> 탕박조의 시간/작업량별 오염도의 비교	11
<표 7> 방혈 후의 오염도와 각 공정의 상관관계	12
<표 8> 탕박조의 오염도와 각 공정의 상관관계	13
<표 9> 탈모 후와 최종세척 후의 상관관계	13
<표 10> 탈모 후 시간/작업량별 오염도의 변화	14
<표 11> 최종세척 후 시간/작업량별 오염도의 변화	16

그림목차

<그림 1> 연구의 틀	6
<그림 2> 시간/작업량에 따른 탕박조의 오염도	11
<그림 3> 시간/작업량에 따른 탕박·탈모 후의 오염도 변화	14
<그림 4> 시간/작업량에 따른 최종세척 후의 오염도 변화	15

국문 요약

본 연구는 돼지도축장에서 도축공정별 일반세균의 오염도를 조사·분석하여 도체의 오염도를 감소시키는 방안의 기초자료로 활용하는데 그 목적이 있다.

실험은 경기도 이천시 부발읍 아미리 660-1번지 소재의 신영축산(주)에서 예냉실에 보관 중인 돼지 도체 54두에 대하여 좌, 우 4개 부위별(경부, 복부, 둔부, 등부) 일반미생물 오염도를 조사하였다. 도축공정의 일반미생물 오염도를 조사하기 위하여 52두에 대하여 방혈 후, 탈모 후, 최종세척 후 그리고 탕박조에서 시료를 채취하였다. 시료는 도체의 좌경부에서 채취하였으며 검사주기는 일단위로 설정하고 조사빈도는 2시간 간격으로 하루 4회를 검사하였다. 탕박조는 작업 전의 오염도를 추가로 검사하였다.

실험 결과의 통계학적 분석은 좌, 우 도체의 부위별 오염도를 조사하였다. 도축공정에서는 탕박·탈모 후와 최종세척 후의 시간에 따른 오염도 변화, 탕박조 오염도의 시간/작업량에 따른 변화와 생체의 오염도, 탕박조 오염도와 탕박·탈모 후, 최종세척 후의 상관관계를 조사하였다.

본 연구의 주요 결과는 다음과 같다.

첫째, 도체 부위별 오염도는 평균이 좌경부의 평균이 1.1×10^4 CFU/cm²로 가장 높았고 좌복부가 1.0×10^4 CFU/cm²로 그 다음이었으나 도체 좌, 우측의 복부, 둔부, 등부, 경부 4개 부위별 오염도 차이는 없었다($P > 0.05$). 4개 부위를 통합하여 좌, 우측을 비교하였을 때 좌측평균이 5.3×10^3 CFU/cm², 우측평균이 4.3×10^2 CFU/cm²이었으나 유의적인 차이는 없었다($P > 0.05$). 그러나 부위를 통합하여 좌, 우측 부위별 합의 비교는 유의한 차이가 있었다($P < 0.01$).

둘째, 도축공정에서의 일반세균의 오염도 변화를 조사한 결과는 방혈 후의 도체의 오염도는 $1.2 \times 10^4 \text{CFU/cm}^2$ 에서 최고 $7.0 \times 10^6 \text{CFU/cm}^2$ 의 범위에 있었다. 탈모 후에는 $1.2 \times 10^3 \text{CFU/cm}^2$ 에서 $1.6 \times 10^5 \text{CFU/cm}^2$ 였으며 최종세척 후에는 $1.2 \times 10^3 \text{CFU/cm}^2$ 에서 $2.9 \times 10^3 \text{CFU/cm}^2$ 로 조사되었다. 방혈 후, 탈모 그리고 최종세척공정을 거치는 동안의 일반미생물은 유의적으로 감소하였다 ($P < 0.01$).

셋째, 탕박조의 오염도는 시간/작업량에 따라 유의적으로 증가하지 않았다.

넷째, 방혈 후와 탕박조 오염도의 상관관계는 상관계수가 0.851로 높은 상관성이 있는 것으로 조사되었으며($P < 0.01$) 탕박조 오염도와 탈모 후, 최종세척 후의 상관계수가 각각 0.853, 0.852로 상관성이 높게 나타났다($P < 0.01$). 시간/작업량에 따라 탈모 후와 최종세척 후의 도체 오염도는 감소하다 증가하는 경향을 보였다.

중심어 : 도체, 탕박조, 탈모·탕박, 상관계수

I. 서론

1. 연구의 배경

우리나라 육류의 소비형태는 예전과는 달리 다양하게 변화되고 육류의 소비량 또한 증가¹⁾되고 있는 추세이다. 이렇게 육류의 소비형태가 다양화 및 증가와 더불어 소비자의 식품의 안전성에 대한 요구가 육류의 품질과 더불어 증가하고 있는 현실이다.

최근의 우리나라 식중독 발생자료를 살펴보면, 축산물 특히 육류에 의한 식중독 발생이 전체 식중독 발생건수에 있어 높은 비중²⁾을 차지하고 있어 육류의 안전성에 대한 중요성이 더욱 커지고 있다.

또한 미국, 호주, 영국 등의 국가에서는 식품의 안전성을 보장하기 위한 식품안전프로그램을 도입하고 있으며 CAC(Codex Alimentarius Commission)는 식품위생관리프로그램인 HACCP 적용작업장에서 생산된 제품을 교역할 수 있도록 권장하고 있어 식품의 안전성에 대한 중요성이 더욱 강화되고 있는 실정이다. 우리나라에서는 1998년부터 HACCP를 도입하여 축산식품 공장에 적용하고 있다. 식품의 안전성에 있어서 최종식품에 대한 검사강화 보다는 제조공정에 대한 분석을 통한 효율적인 위해감소방안을 마련하는 것이 안전성을 확보하는 효과적인 방법인 것이다.

1) 국민 1인당 육류(소, 돼지, 닭 합계) 소비량 : 1999년 30.54kg, 2000년 31.93kg, 2001년 32.15kg(농림부. 축산물의 생산 및 소비현황, 2002년)

2) 축산물(육류 및 가공품)에 의한 식중독 발생 현황 : 2000년 29건/104건, 2001년 20건/93건, 2002년 13건/78건(식품의약품안전청. 식중독 발생현황 및 예방대책, 2003년)

2. 연구의 목적

본 연구는 돼지도축공정에서 발생하는 일반미생물의 오염도를 조사하여 각각의 공정이 도체에 미치는 영향을 파악함으로써 도체의 미생물학적인 위해를 효과적으로 감소시킬 수 있는 방안의 기초자료로 활용하여 육류의 안전성을 확보하는데 그 목적이 있다.

연구의 구체적인 목적은 다음과 같다.

첫째, 예냉실에 보관 중인 54두의 도체에 대하여 좌, 우 4개 부위별(경부, 복부, 둔부, 등부) 일반미생물 오염도를 조사하였다.

둘째, 52두에 대하여 공정별, 시간/작업량에 따른 일반미생물 오염도의 변화를 조사하였다.

셋째, 탕박조의 시간/작업량에 따른 일반미생물 오염도 변화와 각 공정과의 상관관계를 조사하였다.

II. 연구방법

1. 연구대상의 설정

경기도 이천시 부발읍 아미리 660-1번지 소재의 소·돼지도축장인 신영축산(주)에서 도축된 돼지의 표면에 부착된 일반미생물을 대상으로 연구를 실시하였다.

2. 자료수집

가. 실험재료 및 부위

도체의 일반미생물 오염도를 조사하기 위하여 예냉실에 보관 중인 돼지 도체 54두에 대한 부위별로 조사를 실시하였다. 도축된 돼지 도체를 좌, 우로 구분하고 한 측면을 둔부, 등부, 흉부 그리고 경부 4개 부위로 구분하여 한 도체에서 8개의 시료를 채취하여 조사하였다.

도축공정에서 일반미생물 오염도를 조사하기 위하여 동일한 도체에 대하여 좌측 경부에서 방혈 후, 탈모 후 그리고 최종세척 3개 공정에서 시료를 채취·조사하였으며 탕박수의 오염도가 도체에 미치는 영향을 파악하기 위하여 탕박조의 탕박수 오염도를 조사하였다.

나. 시료채취 주기 및 방법

조사주기를 일단위로 설정하고, 조사빈도는 2시간 간격(작업량 기준 평균 600두)으로 하루 4회를 검사하였다. 탕박수의 오염도 변화를 조사하기 위한

시료는 작업 전을 추가하여 모두 5회를 검사하였다. 시료채취 및 실험방법은 축산물가공처리법에 의한 축산물의 성분규격 및 개별기준(국립수의과학검역원, 2002)에 의한 시험법을 따랐다.

돼지도체표면을 가로×세로 10×5cm의 멸균된 스테인레스 격자(Template)를 이용하여 인산버퍼생리식염수가 함유되어 있는 멸균된 시료채취용 면봉으로 시료를 채취하였다. 면봉으로 도체표면을 20회 이상 전체적으로 swab을 하고 면봉을 다시 용기에 넣어 밀봉하였다. 당박수는 멸균된 tube를 이용하여 당박조에서 10ml를 채취하였다. 채취된 시료는 5℃ 이하의 아이스박스에 담아 실험실로 이송하였다.

3. 조사내용

도축공정을 거친 도체의 부위별 오염도를 파악하기 위하여 예냉실에 보관 중인 돼지도체의 좌, 우 4개 부위별(경부, 복부, 둔부, 등부) 오염도를 조사하였다.

도축공정에 있어 각 공정의 일반미생물 오염도 변화를 분석하기 위하여 방혈 후, 탈모 후 그리고 최종세척 후 3개 공정의 시간/작업량에 따른 오염도를 변화를 조사하였다.

당박조의 오염도가 도체에 미치는 영향을 파악하기 위하여 시간/작업량에 따른 일반미생물 오염도 변화와 탈모 후, 최종세척 후의 도체의 오염도를 조사하였으며 당박조의 오염도와 탈모 후, 최종세척 후와의 상관관계를 조사하였다.

4. 분석방법

돼지 도체의 부위별 오염도를 분석하기 위하여 산술평균과 표준편차 그리고 좌, 우 도체의 부위별 비교, 좌·우 도체의 오염도 비교에는 Independent t-test를 사용하였다. 각 부위별 차이를 비교하기 위하여는 Turkey HSD를 사용하였다.

방혈 후-탈모 후, 탈모 후-최종세척 후의 오염도 변화, 당박조의 오염도 변화, 탈모 후와 최종세척 후의 시간/작업량에 따른 오염도를 분석하기 위하여 산술평균과 표준편차 그리고 Paired t-test를 사용하였다.

당박조 오염도와 탈모 후, 최종세척 후의 미생물 오염도와의 상관관계를 조사하기 위하여 Pearson Correlation을 사용하였다(그림 1).

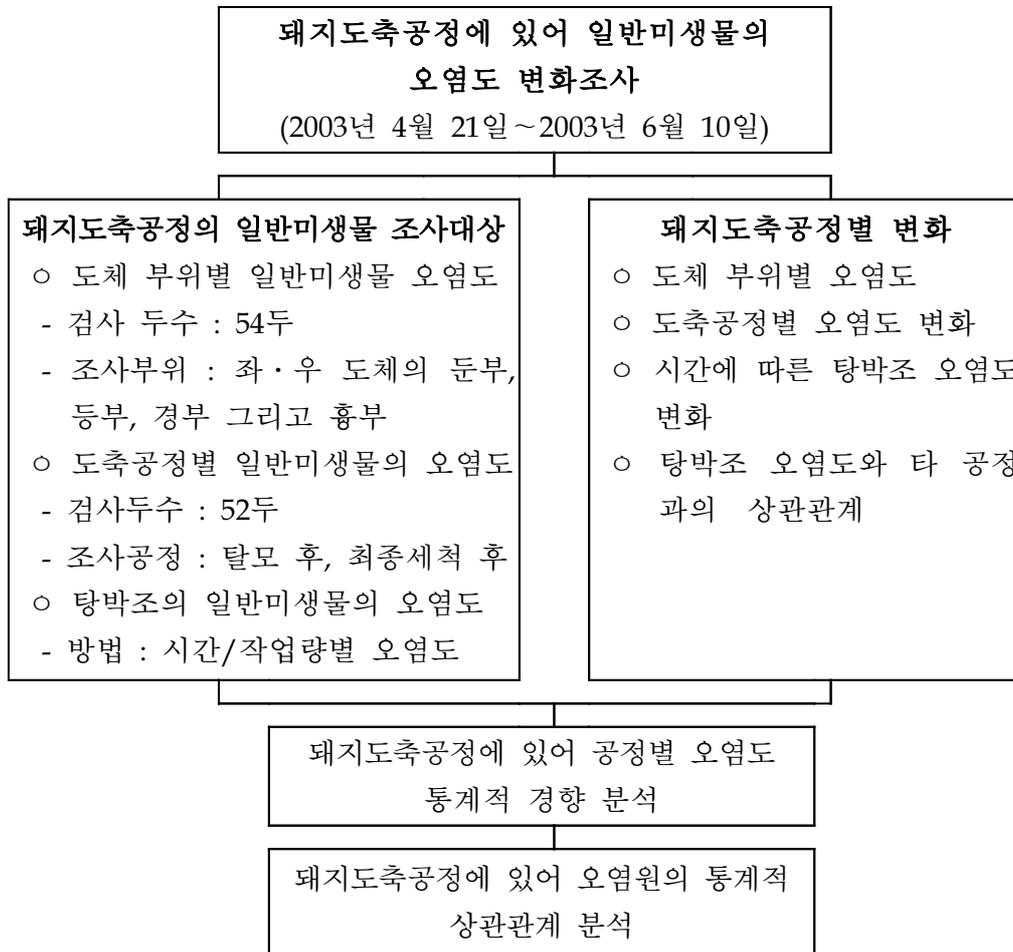


그림 1. 연구의 틀

Ⅲ. 결과

1. 도체 부위별 오염도

돼지도체의 부위별 오염도를 조사하기 위하여 도축 후 예냉실에 보관 중인 54두의 부위별 일반미생물 오염도를 조사한 결과는 표 1과 같다. 일반미생물의 평균은 $1.6 \times 10^3 \text{CFU/cm}^2$ 에서 $1.1 \times 10^4 \text{CFU/cm}^2$ 의 범위에 있었으며 좌경부가 $1.1 \times 10^4 \text{CFU/cm}^2$ 로 가장 높게 나타났다. 그 다음은 좌복부로 $1.0 \times 10^4 \text{CFU/cm}^2$ 였으며 좌등부가 $1.6 \times 10^3 \text{CFU/cm}^2$ 으로 가장 낮게 나타났다. 좌, 우 도체의 복부, 등부, 등부, 경부 4개 부위별의 오염도 차이가 없는 것으로 나타났다.

표 1. 좌, 우 도체의 부위별 오염도 비교

	좌측 도체		우측 도체		t	p
	시료수	평균±표준편차	시료수	평균±표준편차		
복부	52	$1.0 \times 10^4 \pm 1.5 \times 10^4$	52	$6.4 \times 10^3 \pm 7.1 \times 10^3$	-1.838	0.069
둔부	52	$3.2 \times 10^3 \pm 5.0 \times 10^3$	53	$3.7 \times 10^3 \pm 8.6 \times 10^3$	0.341	0.734
등부	53	$1.6 \times 10^3 \pm 1.3 \times 10^3$	51	$2.0 \times 10^3 \pm 2.1 \times 10^3$	1.015	0.312
경부	51	$1.1 \times 10^4 \pm 1.1 \times 10^4$	50	$1.0 \times 10^4 \pm 1.5 \times 10^4$	-0.428	0.669

도체의 좌측과 우측 오염도를 비교하기 위하여 좌, 우측 4개 부위의 총합으로 비교하였을 때 평균은 좌측이 $5.3 \times 10^2 \text{CFU/cm}^2$, 우측이 $4.3 \times 10^2 \text{CFU/cm}^2$ 로 좌측이 높았으나 유의한 차이는 없었다.

표 2. 좌, 우 도체의 오염도 비교

	시료수	평균±표준편차	t	p
좌측	48	$2.6 \times 10^4 \pm 2.2 \times 10^4$	-1.128	0.262
우측	46	$2.1 \times 10^4 \pm 1.7 \times 10^4$		

좌, 우측 4개 부위별 합인 비교는 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다 (F 19.591, $P < 0.01$). 좌, 우측 부위별 합을 부위별로 비교하였을 경우에는 경부는 둔부, 등부에 비하여 복부는 둔부, 등부보다 유의적으로 오염도가 있었다 ($P < 0.05$). 등부와 둔부는 평균이 둔부가 오염도가 높지만 유의하지 않았고 경부는 복부보다 오염도가 높지만 유의적인 차이는 없었다.

표 3. 좌, 우측 부위별 합인 비교

		평균차이	표준오차	p
복부	둔부	102.5926	27.05343	0.001
	등부	136.4777	27.11808	<0.001
	경부	-45.4158	27.31871	0.345
둔부	등부	33.8851	27.05343	0.594
	경부	-148.0084	27.25454	<0.001
등부	경부	-181.8935	27.31871	<0.001

생산흐름이 작업자를 기준으로 보아 좌측에서 우측으로 이동하고 작업의 방향이 우측에서 좌측으로 이루지기 때문에 내장적출 과정에서 내장파열이 일어날 경우 오염부위는 주로 좌측 경부와 복부이다. 따라서 도축공정에서 미생물 변화를 조사할 시료채취부위로 복부보다 평균이 높은 좌측 경부로 설정하였다.

2. 공정별 오염도

가. 도축공정별 오염도

방혈 후의 오염도와 탈모 후, 최종세척 후의 2개 공정에 대한 미생물 오염도는 표 4와 같다. 방혈 후 도체의 오염도는 최저 $1.2 \times 10^4 \text{CFU}/\text{cm}^2$ 에서 최고 $7.0 \times 10^6 \text{CFU}/\text{cm}^2$ 였다. 공정이 진행되면서 탈모 후에는 최저 $1.2 \times 10^3 \text{CFU}/\text{cm}^2$, 최고 $1.6 \times 10^5 \text{CFU}/\text{cm}^2$ 였으며 작업이 종료되는 최종세척 후에는 최저 $1.1 \times 10^3 \text{CFU}/\text{cm}^2$, 최고 $2.9 \times 10^3 \text{CFU}/\text{cm}^2$ 로 조사되었다.

표 4. 공정별 오염도

	시료수	평균±표준편차	최대값	최소값
방혈 후	50	$6.4 \times 10^5 \pm 1.0 \times 10^6$	7.0×10^6	1.2×10^4
탈모 후	51	$3.1 \times 10^4 \pm 3.7 \times 10^4$	1.6×10^5	1.2×10^3
최종세척 후	48	$8.7 \times 10^3 \pm 6.1 \times 10^3$	2.9×10^4	1.1×10^3

도축공정에 따라 일반미생물 오염도 변화에 대한 결과는 표 5와 같다. 방혈 후-탈모 후와 탈모 후-최종세척 후의 오염도는 유의적으로 감소하였다 ($P<0.01$). 미생물 오염도의 감소정도는 방혈 후-탈모 후가 평균 $6.1 \times 10^5 \text{CFU/cm}^2$, 탈모 후-최종세척 후는 평균 $2.3 \times 10^4 \text{CFU/cm}^2$ 으로 방혈 후-탈모 후가 높았다. 탈모 이후 공정부터 최종세척 후에 이르는 동안 오염도는 감소하는 것으로 나타났지만 48개 시료 중 14개 시료는 최종세척 후의 오염도가 증가한 것으로 나타났다.

표 5. 공정별 오염도 변화

	수	평균±표준편차	t	p
방혈 후-탈모 후	50	$6.1 \times 10^5 \pm 1.0 \times 10^6$	4.000	<0.001
탈모 후-최종세척 후	48	$2.3 \times 10^4 \pm 3.7 \times 10^4$	4.372	<0.001

나. 시간/작업량에 따른 탕박조의 오염도 변화

돼지의 시간당 도축두수는 약 300두로 2시간 간격으로 탕박조의 미생물 오염도를 변화를 조사한 결과는 그림 2와 같다. 작업 전의 평균은 $3.1 \times 10^4 \text{CFU/cm}^2$ 였으며 작업 종료시점에는 $3.4 \times 10^6 \text{CFU/cm}^2$ 로 탕박조 오염도의 평균은 시간/작업량에 따라 급격하게 증가하는 것으로 나타났다.

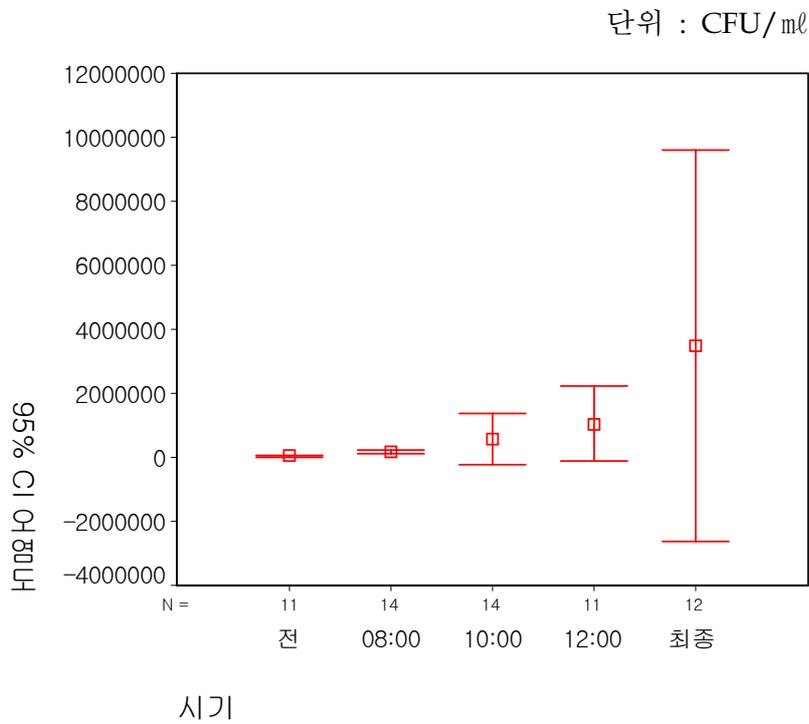


그림 2. 시간/작업량에 따른 탕박조의 오염도 변화

탕박조 오염도 변화는 작업 전과 1차(08:00), 2차(10:00)와 3차(12:00)는 유의적으로 증가하였으나($P < 0.05$) 1차와 2차(10:00), 3차(12:00)와 최종에는 유의적으로 증가하지 않았다.

표 6. 탕박조 시간/작업량별 오염도의 비교

	평균±표준편차	t	p
작업 전 - 08:00	$-1.0 \times 10^5 \pm 8.2 \times 10^4$	-4.340	0.001
08:00 - 10:00	$-4.2 \times 10^5 \pm 1.4 \times 10^6$	-1.108	0.288
10:00 - 12:00	$3.9 \times 10^5 \pm 5.1 \times 10^5$	-2.563	0.028
12:00 - 최종	$2.9 \times 10^6 \pm 1.0 \times 10^7$	-0.865	0.410

3. 각 공정의 오염도 상관관계

가. 각 공정의 오염도 상관관계

생체의 미생물 오염도와 탕박조 미생물 오염도와 탕박·탈모공정 후의 오염도의 상관관계를 조사한 결과는 표 8과 같이 방혈 후의 도체 오염도와 탕박조 오염도는 상관계수가 0.851로 방혈 후의 도체 오염도가 탕박조 오염도에 영향을 미치는 것으로 나타났다($P < 0.01$). 방혈 후의 도체 오염도와 탈모 후의 오염도는 상관계수가 -0.108로 상관관계가 낮은 것으로 조사되었다($P > 0.05$). 방혈 후의 오염도와 최종세척 후의 오염도는 상관계수가 0.118로 상관관계가 낮은 것으로 조사되었다($P > 0.05$). 방혈 후의 도체 오염도는 탕박조의 오염도에 영향을 미치지만 그 이후의 공정과는 상관관계가 낮았다.

표 7. 생체의 오염도와 각 공정의 상관관계

	시료수	상관계수	p
방혈 후	50	1	
탕박조 오염도	45	0.851	<0.001
탈모 후	50	-0.108	0.456
최종세척 후	47	0.118	0.430

나. 탕박조 오염도와 각 공정의 상관관계

탕박조의 오염도와 타 공정과의 상관관계를 분석한 결과는 표 9와 같다. 탕박조 오염도와 탈모 후와의 상관관계는 상관계수가 0.853이고 탕박조

오염도와 최종세척 후의 상관관계는 상관계수는 0.852로 유의한 것으로 나타났다($P < 0.01$). 탕박조의 미생물 오염도는 탈모 후와 최종세척 후의 미생물 오염도에 상관성이 있는 것으로 확인되었다.

표 8. 탕박조의 오염도와 각 공정의 상관관계

	시료수	상관계수	p
탕박조 오염도	46	1	
탕박·탈모 후 오염도	45	0.853	<0.001
최종세척 후 오염도	43	0.852	<0.001

다. 탈모 후와 최종세척 후의 오염도 상관관계

탈모 후의 오염도와 최종세척 후 오염도의 상관관계는 표 10과 같이 상관계수가 0.197로 상관관계가 유의하게 나타나지 않았다.

표 9. 탈모 후와 최종세척 후의 상관관계

	시료수	상관계수	p
탈모 후 오염도	51	1	
최종세척 후 오염도	48	0.197	0.180

라. 시간/작업량에 따른 탈모 후의 오염도 변화

탈모 후의 시간/작업량에 따른 오염도 변화는 그림 3과 같다. 최초에는 $2.8 \times 10^4 \text{CFU/cm}^2$ 였다가 $2.5 \times 10^4 \text{CFU/cm}^2$ 으로 감소하다 $4.5 \times 10^4 \text{CFU/cm}^2$ 으로 증가하였다.

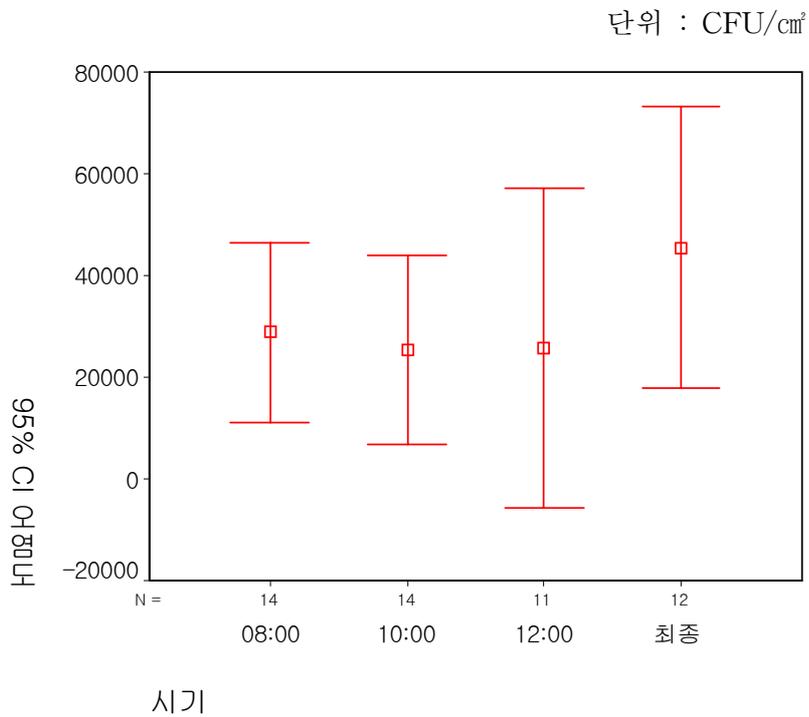


그림 3. 시간/작업량에 따른 탈모 후의 오염도 변화

시간/작업량에 따른 탈모 후의 오염도 변화는 각 시간별로 유의적으로 증가 또는 감소하지 않았다.

표 10. 탈모 후 시간/작업량별 오염도의 변화

	평균±표준편차	t	p
08:00 - 10:00	$3.4 \times 10^2 \pm 4.3 \times 10^4$	0.299	0.770
10:00 - 12:00	$-1.0 \times 10^3 \pm 6.0 \times 10^4$	-0.057	0.956
12:00 - 최종	$-9.5 \times 10^3 \pm 5.9 \times 10^3$	-0.507	0.624

마. 시간/작업량에 따른 최종세척 후의 오염도 변화

최종세척 후의 시간/작업량에 따른 변화는 그림 4와 같다. 최종세척 후의 오염도는 최초 $8.0 \times 10^3 \text{CFU}/\text{cm}^2$ 였으며 $5.6 \times 10^3 \text{CFU}/\text{cm}^2$ 로 감소하다 최종시점에는 $1.3 \times 10^4 \text{CFU}/\text{cm}^2$ 으로 증가하였다.

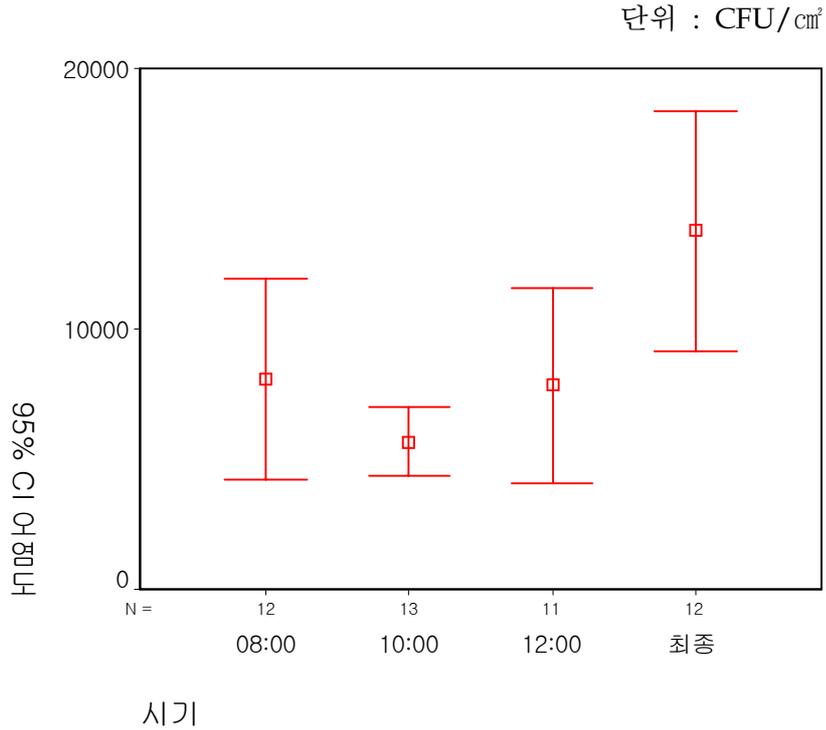


그림 4. 시간/작업량에 따른 최종세척 후의 오염도 변화

시간/작업량에 따른 최종세척 후의 오염도 변화는 각 시간별로 유의적으로 증가 또는 감소하지 않았다.

표 11. 최종세척 후 시간/작업량별 오염도의 변화

	평균±표준편차	t	p
08:00 - 10:00	$2.6 \times 10^3 \pm 5.2 \times 10^3$	1.705	0.116
10:00 - 12:00	$3.2 \times 10^3 \pm 6.0 \times 10^3$	-1.675	0.128
12:00 - 최종	$-5.4 \times 10^3 \pm 1.0 \times 10^4$	-1.612	0.141

IV. 고찰

1. 도체의 부위별 오염도

도체 좌, 우측의 복부, 둔부, 경부, 등부 4개 부위별 오염도와 좌, 우측 4개 부위의 오염도 합은 유의적인 차이가 없는 것으로 조사되었다. 이것은 도축 과정에 있어 탕박·탈모공정과 최종세척공정에 의한 것으로 추론된다. 탕박 공정에서 현수된 도체에 $62\pm 1^{\circ}\text{C}$ 의 세척용수가 도체의 각 부위에 분무되어 세척작용과 탈모공정 그리고 최종세척으로 인하여 도체표면 각 부위별 미생물 오염도 차이에 영향을 주지 않는 것으로 보인다.

하지만 좌, 우 도체의 동일 부위별 합을 비교는 부분적으로 유의하게 나타났다. 경부는 둔부, 등부에 비하여 복부는 둔부, 등부보다 유의적으로 오염도가 높았다. 등부와 둔부는 평균이 둔부가 오염도가 높지만 유의하지 않았고 경부와 복부는 평균이 경부의 오염도가 높지만 유의적인 차이는 없었다.

최종세척은 도체 부위별 오염도에 영향을 미칠 수가 있다. 소도축공정에서의 최종세척은 세균수 감소에 영향을 미치지 않고 세균수를 도체 전반에 도포하는 작용과 경부와 흉부의 세균수 증가에 영향을 미치는 것으로 조사되었다(Jericho *et al.*, 1995). 소도축과정에서 도체 오염도에 영향을 주는 것은 전지와 후지의 절단과 예비박피과정에서 작업자의 손, 장갑, 작업도구 그리고 털에 묻은 오염원이다. 이 과정에서 발생한 오염원을 최종세척과정이 도체 전면에 도포하는 작용을 한다.

도축공정에서 2차적으로 오염된 부위는 최종세척공정을 거치더라도 큰 폭의 오염도 변화 즉 감소는 발생하지 않을 것이라고 추론할 수가 있다. 따라서 도축공정에서의 2차오염이 발생하지 않도록 하는 것이 최선의 방법이며 2차오염이 발생하였을 때는 적절한 조치가 필요한 것이다. 도체 오염도를 감소시키는 방안에는 유기산 제제 사용 등 여러 방안이 있으나(Eggenberger-Solorzano *et al.*, 2002 ; Bolton *et al.*, 2002) 도축장의 시설여건과 작업속도 그리고 비용과 편익측면 등을 고려하여야 한다.

등부와 둔부의 오염도 비교에서 통계적으로 유의하지는 않지만 둔부가 평균이 등부보다 높은 것으로 나타났다. 향문적출공정은 탈모, 잔모소각, 2차 세척, 두부절단 다음이므로 향문에서 분변이 유출로 인한 2차 오염의 발생으로 둔부에서는 등부보다 평균이 높게 나타난 것으로 보인다. 시료를 채취하는 과정에서 향문의 분변오염이 자주 출현하는 것을 확인할 수가 있었다.

경부와 복부의 오염도 비교에서도 유의하지는 않지만 경부의 오염도가 높게 나타난 것도 내장파열 등에 의한 2차적 오염에 기인하였다고 추론된다. 생산의 방향은 작업자를 기준하여 좌측에서 우측으로 이루어지며 내장적출 과정은 도체가 좌측에서 우측으로 이동하며, 작업자의 내장적출 작업방향은 우측에서 좌측으로 위에서 아래로 이루어지기 때문에 내장파열로 인한 2차 오염은 복부보다는 경부에, 우측보다는 좌측에 영향을 미치게 되는 것이다.

2. 각 공정에서의 오염도 변화

도축공정이 진행됨에 따라 돼지도체의 표면미생물은 유의적으로 감소하는 것으로 나타났다. 생체표면 미생물 오염도는 평균 6.4×10^5 CFU/cm², 탈모 이후

에는 $3.1 \times 10^4 \text{CFU}/\text{cm}^2$, 작업이 완료된 최종세척 이후에는 $8.7 \times 10^3 \text{CFU}/\text{cm}^2$ 으로 탕박·탈모공정은 방혈 후의 일반미생물 오염도를 평균 $6.1 \times 10^5 \text{CFU}/\text{cm}^2$ 감소시키며 탈모 후에서 최종세척까지는 도체의 표면미생물 오염도를 평균 $2.3 \times 10^4 \text{CFU}/\text{cm}^2$ 감소시키는 것으로 나타났다.

탈모공정에서 최종세척공정까지는 미생물을 감소시킬 수 있는 공정과 오염을 가중시킬 수 있는 공정이 있다. 미생물의 오염을 가중시키는 공정은 탈모공정, 2차 세척공정, 향문적출공정, 두부절단공정 그리고 내장적출공정이 있다.

탈모공정은 도축공정에서 미생물 오염의 주원인으로 조사되었다(Bolton *et al.*, 2002 ; Bryant *et al.*, 2003 ; Rivas *et al.*, 2000). 2차 세척은 소각공정에서 발생한 탄화물 등을 제거하는 공정으로 교차오염으로 인하여 도체의 오염도를 가중시킨다(Bolton *et al.*, 2002). 향문적출공정은 향문적출시 향문의 분변이 둔부에 오염을 일으키고, 두부절단공정은 작업자 손(장갑)의 영향으로 주로 경부에 오염을 발생시키는 것으로 조사되었다(Rivas *et al.*, 2000). 내장적출공정은 작업 중 내장과열로 인하여 주로 도체 흉부와 경부에 오염을 가중시킨다.

또한 작업자의 손(장갑), 작업도구(칼, 톱 등)에 의해서도 표면미생물의 오염도를 가중시킬 수가 있다. 소독한 칼을 사용하고 손(장갑)을 세척하는 등의 위생적인 작업행위는 도체의 오염도와 연관성이 있는 것으로 조사되었다(Rahkio *et al.*, 1996). 위생적인 작업행위의 빈도가 낮을수록 도체의 오염도는 높게 나타났다. 내장적출공정에서 작업자에게 고무장갑(Plastic glove)을 끼고서 작업을 하고 사용하는 칼을 82°C 이상의 온수에 소독을 하고 도체를 처리하였을 경우 유의적으로 세균수가 감소하였다는 연구가

있다(Childers *et al.*, 1977). 또한 도축라인에서 위생시설의 접근도가 위생적인 작업의 중요한 요인으로 작용한다. 따라서 작업자가 위생적인 작업을 하도록 하는 교육의 중요성과 더불어 초기 도축장 설계에 있어 이러한 세척·소독 시설의 위치를 고려하여야 한다. 그 밖의 요인으로 작업장의 공기 오염도가 도체의 오염도에 영향을 미치는 것으로 조사되었다(Bolton *et al.*, 2002).

도체의 미생물 오염도를 감소시키는 공정은 잔모소각공정이 있다. 잔모소각공정은 탈모공정에서 처리되지 아니한 잔모를 화염방사기를 이용하여 도체 표면의 잔모를 1~3초 동안 소각하므로 표면 미생물의 감소효과가 있는 것으로 조사되었다(Bolton *et al.*, 2002).

탈모공정 이후부터 최종세척공정까지의 미생물 오염도는 유의적으로 감소되는 것으로 나타났다($P < 0.05$). 이러한 감소효과는 탈모공정 이후부터 최종세척공정까지 2차 오염이 발생하지 않았을 경우 잔모소각공정에 의하여 감소효과를 가져올 수 있다. 하지만, 조사된 48개 시료 중에서 14개 시료는 탈모 후보다 최종세척 후의 오염도가 증가한 것으로 나타났다. 이 원인은 내장 파열 등으로 인한 2차 오염의 발생으로 오염도가 증가한 것으로 볼 수가 있다.

다른 연구에서는 탕박·탈모 후 최종세척에 이르는 공정에서 세균수가 증가하는 것으로 나타났다(Bolton *et al.*, 2002). 이러한 연구와 상반된 결과를 나타낸 것은 잔모소각공정 이후의 2차 세척공정의 유무인 것으로 확인되었다. 본 실험에서는 탕박·탈모공정, 잔모소각공정 다음의 2차 세척공정을 물로서 세척하고 소각공정에서 발생한 탄화물 등은 작업자가 칼로써 제거하도록 하였다.

도체의 세균수를 효과적으로 제어하기 위하여는 소각공정 이후의 내장

파열 등에 의한 도체에 2차오염이 발생하지 않도록 하는 것이 최우선의 방법이며 이를 위하여 기존의 두부절단, 내장적출방식을 바꿀 필요가 있다.

3. 탕박·탈모공정이 도축공정에 미치는 영향

가. 탕박조의 오염도 변화

탕박조 오염도 변화는 작업 전과 1차(08:00), 2차(10:00)와 3차(12:00)는 유의적으로 증가하였으나($P < 0.05$) 1차와 2차(10:00), 3차(12:00)와 최종 후에는 유의적으로 증가하지 않았다. 이러한 변화의 원인은 돼지의 계류시간과 작업순서 등에 원인이 있는 것으로 추정된다. 계류장에 돼지가 계류 중에는 스트레스 방지와 표면 세척을 위하여 물을 분무하는데 돼지표면의 세균수는 어느 정도 감소할 것으로 추정된다(Bolton *et al.*, 2002). 도축은 돈방별, 농장별로 도축되므로 계류시간이 다른, 표면의 세균수가 다른 돼지가 도축될 경우에 탕박조의 오염도 변화는 일정하게 증가하지는 않을 것이기 때문이다.

나. 시간/작업량에 따른 탈모 후와 최종세척 후의 오염도 변화

시간/작업량에 따른 탈모 후와 최종세척 후의 일반미생물의 오염도는 유의적으로 증가하지 않았다. 탈모 후 도체의 오염도는 1차보다 2, 3차의 오염도가 감소하였다가 증가하였다. 최종세척 후 도체의 오염도는 2차에서 감소하다 3, 4차에서 증가하는 경향을 보였다.

다. 탕박조 오염도와 각 공정과의 상관관계

탕박조의 기본적인 용량이 16톤이며 작업이 진행되면서 도체에 의해 유실되는 양을 고려하여 시간당 약 0.8톤을 보충한다. 이 실험에서는 보충수에 대한 통제가 되지 않는 상태에서 실험이 이루어졌다.

시간당 작업량을 기준하여 돼지 600두를 처리할 경우 탕박조의 미생물 오염도는 8.9×10^5 CFU/ml 증가하는 것으로 나타났다. 이는 생체의 오염도에 영향을 받는 것으로 추론할 수 있다.

생체의 오염도는 탕박조 오염도에만 영향을 미치며 다음 공정에는 상관관계가 낮은 것으로 나타났다. 하지만 탕박조 오염도는 돼지도축공정 전반에 걸쳐 영향을 미치는 것으로 나타났다. 만약 2차 오염 등 도체에 영향을 주는 요소가 존재하지 않는다면 탕박조 오염도는 최종세척 후의 도체 오염도에 영향을 미치며 탕박조의 오염도가 증가할수록 최종세척 후의 미생물 오염도가 증가할 수 있다고 추론할 수 있다. 따라서 최종세척 후의 미생물 오염도를 감소시키기 위하여 탕박조의 미생물 오염도를 줄여주어야 하며 탕박조 오염도를 줄이기 위하여는 돼지표면의 오염도를 감소시켜야 한다. 돼지표면의 미생물 오염도를 감소시키는 방안으로 계류장에서 돼지를 세척하는 것은 살모넬라의 감소에 효과가 있는 것으로 조사되었다. 하지만 경부, 복부와 둔부의 오염도에는 영향을 미치지 영향이 미치지 않는 것으로 조사되었다(Bolton *et al.*, 2002). 계류장에서의 세척은 위에서 아래로 분무되는 형태이므로 주로 돼지의 등부에 영향을 미치며 경부, 복부와 둔부에는 세척의 효과가 미치지 않는다. 이를 효과적으로 보완하는 방법은 유도로에서 돼지의 하부(경부, 복부와 둔부)를 세척하는 것이다.

탕박조의 오염도가 탈모 후, 최종세척 후의 오염도와 높은 상관성이 있음

에도 불구하고 탈모 후와 최종세척 후의 오염도는 시간/작업량에 따라 변화하지 않는 것은 탈모기에 그 원인이 있는 것으로 추론된다. 실험연구과정에서 탕박·탈모공정 이후에 항문의 분변이 유출되는 경향이 많은 것으로 관찰되었다. 탕박과정에서 분변유출은 분변을 도체 전반에 도포하는 역할인 교차오염을 일으키는 작용을 한다. 이러한 교차오염은 탈모 후의 도체의 오염도에 영향을 미칠 수 있는 것이다. 탈모과정에서 유출된 분변의 미생물이 도체에 영향을 미치는 것으로 조사되었다(Yu *et al.*, 1999).

도축과정에서 항문의 분변유출의 방지는 돼지의 소화시간을 고려하여 최소한의 절식시간을 규정함으로써 감소시킬 수 있다. 도축 전의 절식은 돼지 체내의 세균수에 영향을 미치지 않는 것으로 조사되었지만(Morrow *et al.*, 2002) 도축공정 중 내장적출과정에서 내장과열의 기회를 감소시키는 역할을 한다(Miller *et al.*, 1997). 하지만, 우리나라의 돼지의 유통구조는 다른 나라와는 달리 생체중량을 기준으로 판매되고 있다. 그러므로 농장에서는 생체의 중량을 늘이기 위하여 출하 전 과도한 사료를 돼지에게 공급하여 돼지의 중량을 늘이고 있는 실정이다. 이러한 과도한 사료의 급여는 도축 공정에서는 미생물 오염도에 직접적인 영향을 미칠 것으로 예상된다. 특히 탕박조의 미생물 오염도와 탕박과정에 영향을 미쳐 탈모 후와 최종세척 후의 미생물 오염도에 영향을 미칠 것으로 예상할 수 있다.

이러한 분변에 의한 교차오염 문제를 해결하기 위한 방법 중의 하나로 돼지의 유통에 있어 생체의 중량이 아닌 지육중량으로 유통구조를 변경함으로써 도축장에서의 미생물에 의한 위해를 감소시킬 수 있는 것이다.

V. 결론

경기도 이천시 부발읍 아미리 660-1번지 소재의 소·돼지도축장인 신영축산(주)에서 예냉실에 보관 중인 돼지 도체 54두에 대하여 좌, 우측 경부, 복부, 둔부, 등부 4개 부위별 일반미생물 오염도를 조사하였다.

도축공정에서 일반미생물 변화를 조사하기 위하여 52두에 대하여 방혈 후, 탈모 후, 최종세척 후 그리고 탕박조에서 시료를 채취하여 검사하였다. 시료는 도체의 좌경부에서 채취하였으며 매일 2시간 간격으로 하루 4회를 검사하였다. 탕박조는 작업 전의 오염도를 추가로 검사하였다.

시료는 가로×세로 10×5cm의 멸균된 스테인레스 격자를 사용하여 면봉으로 채취하였다. 탕박조의 오염도를 조사하기 위하여 멸균된 tube로 10ml 채취하였다. 실험방법은 축산물가공처리법에 의한 축산물의 성분규격 및 개별기준에 의한 시험법을 따랐다.

본 연구는 돼지도체에 있어 좌, 우 도체의 4개 부위별 오염도를 조사하였다. 도축공정에서는 탕박·탈모 후와 최종세척 후의 시간에 따른 오염도 변화, 탕박조 오염도의 시간/작업량에 따른 변화를 조사하였다. 또한 방혈 후와 탕박조 오염도, 탕박조 오염도와 탈모 후, 최종세척 후의 상관관계를 조사하였다.

본 연구의 주요 결과는 다음과 같다.

첫째, 54두의 도체 부위별 오염도는 평균이 좌경부가 1.1×10^4 CFU/cm²로 가장 높았고 그 다음은 좌복부로 1.0×10^4 CFU/cm²였다. 도체 좌, 우측의 복부,

둔부, 등부, 경부 4개 부위별 오염도 차이는 없었다. 4개 부위를 합하여 좌, 우측을 비교하였을 때 평균은 좌측이 $5.3 \times 10^3 \text{CFU}/\text{cm}^2$, 우측이 $4.3 \times 10^2 \text{CFU}/\text{cm}^2$ 으로 좌측이 높았으나 유의한 차이는 없었다. 도체 좌, 우측 부위별 합 비교는 유의한 차이가 있었다($P < 0.01$). 경부는 둔부, 등부에 비하여 복부는 둔부, 등부보다 유의적으로 오염도가 높았다($P < 0.05$).

둘째, 도축공정에서 52두에 대한 조사 결과, 생체 표면의 미생물 오염도는 최저 $1.2 \times 10^4 \text{CFU}/\text{cm}^2$, 최고 $7.0 \times 10^6 \text{CFU}/\text{cm}^2$ 였다. 탈모 후에는 최저 $1.2 \times 10^3 \text{CFU}/\text{cm}^2$, 최고 $1.6 \times 10^5 \text{CFU}/\text{cm}^2$ 였으며 작업이 종료되는 최종세척 후에는 최저 $1.2 \times 10^3 \text{CFU}/\text{cm}^2$, 최고 $2.9 \times 10^3 \text{CFU}/\text{cm}^2$ 로 조사되었다. 방혈 후, 탈모 그리고 최종세척을 거치는 동안 일반미생물은 유의적으로 감소하였다($P < 0.01$).

셋째, 탕박조의 오염도는 작업이 진행됨에 따라 유의적으로 증가하지 않았다. 작업 전과 1차(08:00), 2차(10:00)와 3차(12:00)는 유의적으로 증가하였으나($P < 0.05$) 1차와 2차(10:00), 3차(12:00)와 최종 후에는 유의적으로 증가하지 않았다.

넷째, 방혈 후의 오염도와 탕박조 오염도는 상관계수가 0.851로 상관관계가 있는 것으로 조사되었으며($P < 0.01$) 탕박조의 오염도는 탕박·탈모 후와 최종세척 후의 상관계수가 각각 0.853, 0.852로 상관성이 있는 것으로 나타났다($P < 0.01$). 도축공정이 진행됨에 따라 탕박·탈모 후와 최종세척 후의 도체 오염도는 감소하다 증가하는 경향을 보였다.

위 결과를 종합하면, 돼지 도체의 오염도를 감소시키는 방안은 계류장에서 배변시간을 고려하여 적절한 계류시간을 둠으로서 탈모과정에서

분변에 의한 2차 오염방지와 계류장에서의 충분한 세척으로 탕박조의 오염도 증가를 감소시켜 도체의 미생물 영향을 최소화하는 것이다. 침지식 탕박기를 사용하는 소규모의 작업장인 경우 탕박수를 일정 빈도로 교체하는 것도 도체의 오염도를 줄이는 방법 중의 하나가 될 수 있는 것이다. 또한 작업자의 개인위생, 작업장의 위생, 세척·소독시설에 대한 작업자의 접근도 그리고 내장파열의 빈도를 줄여주는 것도 도체의 오염도를 감소시키는 근본적인 방안이다.

도체 오염의 근본적인 원인이 되는 탈모기에서의 분변에 의한 2차 오염을 방지하기 위하여 도축 전 절식이 필요하며, 절식이 효과적으로 이루어지기 위하여는 돼지유통에 있어 생체중량단위가 아닌 지육중량단위로 유통구조가 변경되어야만 전반적인 미생물 오염도를 감소시킬 수 있을 것이다.

본 연구는 일반미생물을 대상으로 조사하였다. 육류의 안전성에 영향을 주는 병원성 미생물(*Salmonella spp*, *E. coli* 등)에 대한 연구가 필요하다. 또한, 도축과정 이후의 과정에서 병원성 미생물에 의한 피해를 감소시키는 방안으로 예냉실에서 온도와 시간의 변화에 따른 미생물 변화에 대한 연구가 필요하다.

참고문헌

국립수의과학검역원. 축산물의 가공기준 및 성분규격, 2002

농림부. 축산물의 생산 및 소비현황, 2002

식품의약품안전청. 식중독 발생현황 및 예방대책, 2003

Bolton DJ, Pearce RA, Sheridan JJ, Blair IS, McDowell DA, Harrington D. Washing and chilling as critical control points in pork slaughter hazard analysis and critical control point(HACCP) systems. *Journal of Applied Microbiology* 2002 ; 92(5) : 893-902

Bryant J, Brereton DA, Gill CO. Implementation of a validated HACCP system for the control of microbiological contamination of pig carcasses at a small abattoir. *Can Vet J.* 2003 ; 44(1) : 51-5

Childers AB, Keahey EE, Kotula AW. Reduction of Salmonella and fecal contamination of pork during swine slaughter. *J Am Vet Med Assoc.* 1977 ; 171(11) : 1161-1164

Davies RH, McLaren LM, Bedford S, Distribution of salmonella

contamination in two pig abattoirs, In proceedings of the 3rd international symposium on the epidemiology and control of salmonella in pork. 1999 ; pp. 267-272

Eggenberger-Solorzano L, Niebuhr SE, Acuff GR, Dickson JS. Hot water and organic acid interventions to control microbiological contamination on hog carcasses during processing. J Food Prot. 2002 ; 65(8) : 1248-52

Gill CO, Bedard D, Jones T, The decontaminating performance of a commercial apparatus for pasteurizing polished pig carcasses. Food Microbiology. 1997 ; 14 : 71-79

Jericho KW, Bradley JA, Kozub GC. Microbiologic evaluation of carcasses before and after washing in a beef slaughter Plant. JAVMA 1995 ; 206(4) : 452-455

Marvin L. Speck. Compendium of methods for the microbiological examination of foods. American Public Health Association Inc., 1984

Miller MF, Carr MA, Bawconry DW, Ramsey CB, Thompson LD, Microbiology of pork carcasses from pigs with differing origins and feed withdrawal times. J Food Prot. 1997 ; 60(3) : 242-245

Morrow WE, See MT, Eisemann JH, Davies PR, Zering K. Effect of withdrawing feed from swine on meat quality and prevalence of Salmonella colonization at slaughter. J Am Vet Assoc. 2002 ; 220(4) : 497-502

Rahkio M, Korkeala H. Microbiological contamination of carcasses related to hygiene practice and facilities on slaughtering lines. Acta Vet Scand. 1996 ; 37(3) : 219-228

Rheault N, Quessy S. Comparison of hot water wash and trimming of pork carcasses for reducing the level of bacterial contamination. Can Vet J. 1999 ; 40(11) : 792-795

Rivas T, Vizcaino JA, Herrera FJ. Microbial contamination of carcasses and equipment from an Iberian pig slaughterhouse. J Food Prot. 2000 ; 63(12) : 1670-1675

Yu SL, Bolton D, Laubach C, Kline P, Oser A, Palumbo SA. Effect of dehairing operations on microbiological quality of swine carcasses. J Food Prot. 1999 ; 62(12) 1478-1481

부록

일반미생물시험법

1. 일반사항

축산물의 미생물시험에 있어서 제일 유의하여야 할 점은 검사시료 중의 미생물의 상황이 시시각각으로 변하여 증식하거나 사멸하는 수가 있으며 원래 검사시료 중에 함유되어 있던 미생물 외에 별개의 미생물이 시험방법 중 오염될 수 있다는 것이다. 이와 같은 시험상의 오염을 방지하기 위하여 시험방법은 원칙적으로 무균조작이어야 하며 동시에 실험실내는 청결을 유지하여야 한다.

1.1. 채취용기

1.1.1. 장갑, 검사시료(이하 “시료”라 한다)채취 용액, 시료채취용 스폰지 또는 가아제 등 모든 준비물은 반드시 멸균된 것을 사용해야 한다.

1.1.2. 시료 채취기구인 핀셋, 스포, 가위 등을 미리 몇 개씩 건열 및 화염멸균을 한 다음 시료 1건 마다 바꾸어 가면서 사용해야 한다.

1.1.3. 소, 돼지의 도체 표면에서 시료채취시는 금속, 알루미늄 호일 또는 골판지 등으로 된 시료채취틀이 필요하다. 금속틀을 재사용할 경우 소독수에 담근 후 증류수로 세척 및 건조시켜 사용하고 알루미늄 호일, 골판지 등은 종이로 포장하여 멸균한 후 1회용으로 사용한다.

1.1.4. 시료채취틀은 항상 오염이 안되도록 보관하며 시료채취용 스폰지 또는 가아제를 댈 부분은 함부로 손을 대지 말 것이며 스폰지 또는 가아제 이외의 것이 묻지 않도록 한다.

1.2. 시료채취

시료채취시에 특히 주의할 것은 환경, 손, 옷, 수송용기, 시료채취 도구 등에 묻어 있는 미생물에 의해 시료가 오염되어 결과의 오류를 가져올 수 있으므로 무균적으로 시료를 채취하는 것이 가장 중요하다.

1.2.1. 미생물학적 검사를 위한 검사시료의 채취는 반드시 모든 과정이 무균적으로 수행되어야 하며, 시료채취장소로 이동하기 전에 깨끗한 실험복으로 갈아 입는다.

1.2.2. 시료채취시에 사용할 테이블은 미리 준비한 0.05%(500ppm) sodium hypochlorite나 다른 소독제 등을 수건에 묻혀 깨끗이 닦아내어야 한다.

1.2.3. 시료채취전에 항균비누로 손을 팔꿈치부터 완전히 수세하고, 가능하면 50ppm염소액으로 손을 소독한 후 종이수건으로 완전히 건조시킨다.

1.2.4. 일정한 장소에서 시료를 채취하되 스테인레스스틸로 된 테이블 및 작은 손수레를 이용하면 시료채취가 용이하다.

1.2.5. 멸균장갑을 반드시 착용하여야 하며, 시료채취용기의 외부는 오염되어 있다는 것을 명심하고 채취용기의 내부를 함부로 만지지 않도록 한다.

1.2.6. 멸균 시료채취 회석용액은 오염되지 않은 것인지를 확인하고 오염된 것은 버려야 한다.

1.2.7. 시료채취를 시작하기 전에 시료채취용기에 유성잉크 등으로 시료채취장소, 시료의 종류, 채취일자 등을 명확히 표시하고, 만약 종이 테이프를 사용할 경우 테이프가 떨어지지 않도록 주의한다(용기를 차가운 곳에 오래 보관하면 종이 테이프가 떨어지는 경우가 있으므로 주의해야 한다).

1.2.8. 시료가 균질일 때에는 어느 일부분을 채취하여도 무방하나 불균질일

때에는 교반한 후에 채취하여야 하며, 여러 부위(최소 3개 부위)에서 약 300g(ml)이상의 시료를 채취하여야 한다.

1.2.9. 미생물학적검사를 하는 검사시료는 잘 섞어도 균질화가 어렵기 때문에 실제와는 다른 검사결과를 가져올 경우가 많다. 예를 들면 우유 한병(180ml)에서 시료 1ml를 취하여 대장균군시험을 할 때 이 한 병 중에 90개의 대장균군이 있어도 검출되지 않을 확률이 60.7%나 된다. 그러므로 가능한 한 검사시료를 잘 섞어 균질에 가깝도록 하여 검사시료를 채취하여야 한다.

1.2.10. 칼, 도마 및 식기류 등의 기구에서 시료를 채취할 때에는 멸균한 탈지면 또는 가아제등에 멸균시료채취용액을 적셔 검사하고자 하는 기구의 표면을 완전히 닦아낸 탈지면을 멸균시료채취 용기에 넣어 시료로 사용한다.

1.3. 운송

1.3.1. 미생물의 증식을 막기 위하여 깨지지 않는 용기에 담아서 냉장상태를 유지하여 수송한다. 아이스박스에 시료를 담은 후 시료 위에 골판지를 덮고 그 위에 얼음 팩을 놓는다. 얼음팩이 직접 시료에 닿지 않도록 한다.

1.3.2. 일부 세균들은 저온에 민감하므로 너무 차게 수송해서는 안된다. 시료는 반드시 냉동이 아니라 냉장상태(1~4.4℃)로 수송해야 한다. 다만 냉동제품은 냉동상태로 운송하고 미생물학적 검사용 시료일지라도 분유와 같이 건조되어 변질 또는 부패될 우려가 없는 시료는 냉장상태에서 운반할 필요는 없으나 2차오염을 방지하기 위하여 밀봉 또는 밀폐하여야 한다.

1.3.3. 냉장운반을 위하여 얼음을 사용할 때에는 2차오염을 방지하기 위하여 얼음이나 그 녹은 물이 시료에 직접 접촉되지 않도록 주의하여야 한다.

1.3.4. 부득이 저온으로 시료를 유지할 수 없거나 즉시 운반이 곤란할 경우에는 반드시 채취일시 및 채취 당시의 시료상태를 상세히 기록하여야 한다.

1.4. 검사

1.4.1. 시료는 반드시 채취당일 검사를 실시해야 하며 불가피하게 수송 등으로 당일 검사가 불가능할 경우 냉장상태로 보관하되 최소한 채취 다음 날은 검사를 실시해야한다.

1.4.2. 시료는 실험직전에 잘 균질화한 다음 검사를 실시하고, 액상시료인 경우에는 강하게 진탕하여 균질화하며 고형 및 반고형인 시료는 균질기 (Homogenizer 또는 Stomacher)를 이용하여 적당량의 희석액과 혼합하여 균질화한다.

1.5. 기타사항

1.5.1. 배지 및 시약의 조제는 각 미생물시험법에서 정한 바에 따르며, 또는 이에 상응하는 제품을 구입하여 사용할 수 있다.

1.5.2. 균의 확인을 위한 각종 생화학적 성상시험은 API키트 또는 Vitek 등의 미생물동정기를 이용할 수 있다.

2. 시료채취 및 준비

2.1. 시료채취 및 방법

2.1.1. 멸균 비닐봉지, 멸균 비닐장갑, 끈 등의 모든 채취도구는 작업하기에 편리한 곳에 두며 미리 어떤 시료를 채취할 것인가를 먼저 결정한 후에 시작한다.

2.1.2. 소 및 돼지 등의 도체는 표면(10cm*10cm)의 3개 부위에서 채취하여 검사하는 것을 원칙으로 하고 부득이한 경우에 1개 부위(흉부표면)에서 채취하여 검사할 수도 있으며, 닭의 도체는 1마리 전체를 세척하여 검사함을 원칙으로 한다.

2.1.3. 식육, 가공육 등은 원칙적으로 3개 부위 이상에서 약 300g(ml) 이상을 채취하며, 기타 포장된 제품의 경우 무작위로 3개 이상을 채취한다.

2.1.4. 채취한 시료는 무균적으로 멸균비닐봉지에 넣은 다음 완전히 묶고, 봉지를 다시 다른 봉지안에 넣은 다음 냉장상태(4.4℃이하)로 유지시킨다.

2.2. 시험용액의 조제

2.2.1. 미생물검사용 시료는 25g(ml)을 대상으로 검사함을 원칙으로 한다. 다만 시료량이 적을 경우나 필요에 따라서 10g(ml) 또는 그 이하의 양으로 검사할 수도 있다.

2.2.2. 채취한 시료는 희석액을 이용하여 필요에 따라 10배, 100배, 1000배... 등 희석용액을 만들어 사용할 수 있다.

2.2.3. 희석액은 인산염완충희석액(Butterfield's phosphate buffered dilution water : BPD)을 사용함을 원칙으로 하고, 멸균생리식염수 등을 사용할 수 있으며, 또한 수송용액으로 1% Peptone water, Buffered peptone water (BPW) 등을 사용할 수 있다.

2.2.4. 검사시료를 용기 포장한대로 채취한 때에는 그 외부를 물로 씻고 자연건조시킨 다음 마개 및 그 하부 5~10cm의 부근까지 70% 알콜탈지면으로 닦고, 화염멸균한 후 멸균한 기구로 개봉, 또는 개관하여 2차 오염을 방지하여야 한다.

2.2.5. 지방분이 많은 시료의 경우는 Tween 80과 같은 세균에 독성이 없는 계면활성제를 첨가하는 것이 좋다.

2.2.6. 시험을 실시하기 직전에 검사시료에 따라 다음과 같이 시험용액을 조제한다.

2.2.6.1. 액상검사시료, 채취된 시료를 강하게 진탕하여 혼합한 것을 시험

용액으로 한다.

2.2.6.2. 고체표면검사시료, 검사시료표면의 일정면적(보통 100cm²)을 일정량(5ml~10ml)의 희석액으로 습한 멸균가아제와 면봉 등으로 씻거나 문질러 일정량(45~90ml)의 희석액이 있는 시료채취용기에 넣고 세계 진탕하여 부착균의 현탁액을 조제하여 시험용액으로 한다.

3. 세균수

세균수 측정법은 일반세균수를 측정하는 표준평판배양법을 원칙으로 한다.

3.1. 일반세균수

세균수 검사는 표준평판배양법(Aerobic Plate Count)으로 실시함을 원칙으로 한다. 일반세균수는 시료 중에 존재하는 세균 중 표준한천배지내에서 발육할 수 있는 중온균의 수를 말한다. 이 방법은 표준한천평판배지에 시료를 혼합응고시켜 배양 후 형성한 세균의 집락수를 계수하여 시료 중의 생균수를 산출하는 방법이다.

3.1.1. 기구 및 재료

- 멸균기(건열 및 고압증기)
- 인큐베이터(부란기)
- 항온수조(40~80℃로 자동온도조절이 가능한 것)
- 냉동 및 냉장고
- 집락계산기(Tally register)
- 수소이온농도측정기(pH meter)
- 균질기 : 스토마커(Stomacher) 및 Stomacher bag
- 피펫 : 1ml, 5ml, 10ml

- 시험관 및 희석병(150ml 및 15ml 용량으로 경질초자의 마개가 있는 것)
- 샤페 (직경 85mm, 깊이 15mm 이상)

3.2. 배지 및 시액

3.2.1. Standard Plate Count Agar(표준한천평판배지)

3.2.2. 희석액 : Butterfield's phosphate buffered dilution water(BPD)

3.3. 시험방법

3.3.1. 배양, 채취한 시료액 10ml(g)와 희석액(BPD 또는 멸균생리식염수) 90ml를 혼합하여 10진 희석법으로 희석하여 각 단계 희석액(10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4}) 1ml씩을 멸균 샤페(2매 이상)에 무균적으로 취한다. 약 45℃로 유지한 표준한천평판배지(Plate count Agar) 약 15ml를 무균적으로 분주하고 조용히 회전하여 좌우로 기울이면서 시료와 배지를 잘 섞고 응고시킨다. 확산집락의 발생을 억제하기 위하여 다시 표준한천배지 3~5ml를 가하여 중첩시킨다. 응고시킨 샤페는 거꾸로 하여 35±1℃에서 약 48시간(시료에 따라서는 30±1℃에서 약 72시간) 배양한다.

3.3.2. 집락수 산정, 배양 후 즉시 집락계산기를 사용하여 생성된 집락수를 계산한다. 부득이 할 경우에는 5℃에서 보존시켜 24시간 이내에 산정한다. 집락수의 계산은 확산집락이 없고 1개의 평판당 25~250(또는 30~300)개의 집락을 생성한 평판을 택하여 집락수를 계산하는 것을 원칙으로 한다. 전체 평판에 250개 이상 집락이 발생한 경우 250에 가까운 평판에 대하여 밀집평판측정법에 따라 계산하며, 전체 평판에 25개 이하의 집락만을 얻었을 경우에는 가장 희석배수가 낮은 것을 측정한다.

3.3.3. 기록, 평판배양법에서 산정된 균수의 기록은 둘째자리 이하는 "0"로 처리한다. 만약 3번째 자리의 숫자가 6이상과 4이하인 경우는 반올림하고,

5일 경우는 2번째 자리수가 홀수일때는 위로 반올림하고, 짝수일 경우는 “0”로 처리한다. 예를 들면 15,500인 경우는 16,000으로 기록하고, 14,500인 경우는 14,000으로 표기한다.

3.3.3.1. 25~250CFU/plate인 경우

--

$$N = \frac{\sum C}{(n_1 \times d_1 + n_2 \times d_2)} \times 10^d$$

ΣC = 모든 평판에 계산된 집락수의 합

n1 = 첫 번째 희석배수에서 계산된 평판수

n2 = 두번째 희석배수에서 계산된 평판수

d = 첫 번째 희석배수에서 계산된 평판의 희석배수

구분	희석배수		CFU/g(ml)
	1 : 100	1 : 1,000	
집락수	232	33	24,000
	244	28	

$$N = \frac{232 + 244 + 33 + 28}{(1 \times 2) + (0.1 \times 2)} \times 10^{-2}$$

$$= 537 / 0.022 = 24,409 = 24,000$$

3.3.3.2. 25 CFU/plate 이하인 경우

구분	희석배수		CFU/g(ml)
	1 : 100	1 : 1,000	
집락수	18	2	<2,500
	10	1	

3.3.3.3. 250 CFU/plate 이상인 경우

구 분	희석배수		EAPC/g(ml)
	1 : 100	1 : 1,000	
집락수	TNTC TNTC	630 650	640,000

TNTC : too numerous to count

EAPC : estimated aerobic plate count

3.3.4. 세균수 산출, 소 및 돼지 도체의 경우 균수는 도체 표면적당 집락수 (CFU/cm²)로서 환산되어야 한다. 희석배수×10(배지 접종량이 0.1ml일 경우)× 집락수×25(재료채취용량)/10cm×10cm(1개 부위 채취인 경우, 단 3개 부위를 채취할 경우는 300cm²로 나누어 준다)로 산출한다. 닭의 경우는 ml당으로 집락수를 환산한다. 기타 시료는 집락수×희석배수로 ml당 또는 g당 세균수를 산출한다.

ABSTRACT

The changes of APCs during slaughter processes in the pig abattoir

**Jae-Ryun Jo, D.V.M.
Graduate School of
Public Health
Yonsei University**

(Directed by Professor Dong-Gi Kim, PhD)

The major results are as follows ;

There were no significant differences in the Aerobic Plate Counts among abdomen, rump, back and neck in the left and right sides. There were also no significant differences between right and left sides of the carcasses. For the sum of each part of left and right carcasses there were significant differences in the APCs.

There were significantly decreased of the APCs after bleeding, dehairing and final washing in the process of slaughtering($P < 0.01$).

The Pearson Correlation in APCs between after bleeding and after scalding is 0.851 which is significantly high ($P < 0.01$). The Pearson Correlation in APCs between after scalding and after dehairing / between after dehairing and after final washing are 0.853 and 0.852 each which are also significantly high ($P < 0.01$).

APCs in the carcasses after dehairing and final washing were first decreased and then later increased, after scalding did not significantly increased according to time/load of work.

The APCs after scalding do not significantly increase upon time/load of work.

Key word : Carcasses, Scalding Tank, Scalding · Dehairing, Pearson Correlation