

돈육 가공공정에서 돈육과 작업자 손 간의 *Salmonella* spp.의 교차오염 비교

홍종해¹ · 박경진*

군산대학교 생활과학부 식품영양전공, ¹강원대학교 수의학과

Comparison of Cross-contamination of *Salmonella* spp. on Pork Meat and Workers' Hands during Pork Cutting Processing

Chong-Hae Hong¹ and Gyung-Jin Bahk*

Department of Food and Nutrition, Kunsan National University, Gunsan 573-701, Korea

¹Department of Veterinary Medicine and Institute of Veterinary Science, School of Veterinary Medicine, Kangwon National University, Chunchon 200-701, Korea

Abstract

This study describes cross-contamination events that occur in animal food processing. We analyzed the number of *Salmonella* spp. contamination transferred from pork meat to workers' hands (wearing polyethylene gloves; PG, cotton gloves; CG, and bare hands), cutting boards and knives, and vice versa. Transfer rate of CG 38.80% was higher than that of PG 3.11% and bare hands 1.35%. In particular, when wearing CG, the transfer rate from the CG to bare hands with CG was 0.07%. Also, the range of transfer rates from the contaminated pork meat to cutting board and knife was 0.20-1.99%. In contrast, the transfer rates from the worker's hands (with PG/CG and bare hands) to cutting board, knife, and pork meat ranged from 0.0015-0.21%. There was a lower transfer rate from workers' hands than from pork meat. These findings indicate that the use of PG compared with CG could effectively reduce or prevent the cross-contamination and provide important information concerning the consecutive transfer of *Salmonella* spp. during food processing.

Key words : transfer rate, cross-contamination, *Salmonella* spp., pork meat, workers' hand

서 론

식품안전에 있어 살모넬라는 전 세계적으로 가장 문제가 되며 또한 가장 빈번히 발생하는 대표적인 식중독원인균으로 돈육, 가금류 등 축산식품과 매우 깊은 관련이 있다(Benschop *et al.*, 2008; Little *et al.*, 2008; D'Aoust, 2000). 최근 국내에서의 식중독 발생은 바이러스가 많은 원인으로 나타나고 있지만 세균성에 있어서는 국내에서도 여전히 육류와 살모넬라와 관련은 아직도 높은 것으로 보고되고 있다(KFDA, 2008).

Sammarco 등(1997)은 도축장 작업환경과 작업기구, 작업자, 작업자의 손 등에서 살모넬라가 분리되었다고 보고하였으며, 국내에서도 Kim 등(1999)은 도축과정에서 돼지도체의 총균수와 대장균 및 살모넬라의 오염 정도를 파악

하였으며, 도축 후 세척 전에 비해 세척 후 총균수와 대장균은 오히려 증가하여 검출되었다고 보고하였다. 이는 작업장 낙하균이나 작업자의 오염에 의한 것으로 볼 수 있으며, 따라서 돈육의 살모넬라 오염은 도축단계에서만 아니라 도축 후의 가공 등에서도 충분히 발생된다고 볼 수 있다.

도체의 오염은 도축과정에서 감염된 돼지로부터 살모넬라에 재 오염되는 것이 근본적인 문제이지만, 소비자에게 이르는 최종 돈육제품의 안전성은 가공과정에서의 위생이 직접적인 영향을 준다(Swanenburg, 2002; Boyen *et al.*, 2008). 농장에서 식탁에 이르는 전 과정에 HACCP이 확대 적용되고 있으나 오염된 미생물을 살균 처리하는 공정이 없는 단순가공 공정에서의 위생관리는 어려운 실정이다. 특히, 작업자 손을 많이 거치는 단순가공 공정에서는 작업자의 위생적인 작업행위가 교차오염 발생의 주요 원인이 되기도 하는데, 이러한 측면에서 Lim 등(2001)은 교차오염의 중요성을 강조하였고 Little 등(2008)은 이를 피하기 위한 개인위생의 중요성을 강조하였다.

교차오염 예방에 대한 중요성은 인식되고 있으나 가공

*Corresponding author : Gyung-Jin Bahk, Department of Food and Nutrition, Kunsan National University, Gunsan 573-701, Korea. Tel: 82-63-469-4640, Fax: 82-63-466-2085, E-mail: bahk@kunsan.ac.kr

공정에서 원료육, 작업환경, 작업자 상호간의 교차오염이 어느 정도 발생되는지 알려진 내용이 매우 적어, 실질적이고 효과적인 위생작업 수칙을 개발하는데 한계가 있다. 특히 작업환경 조건에서 접촉에 따른 교차오염의 강도 혹은 오염의 전이 정도에 대해서는 알려진 내용이 거의 없다(Schaffner, 2004). 교차오염 전이율에 관한 자료는 작업장 시설 및 도구의 재질 개발, 축산물작업장의 세부 위생관리기준 작성에 활용 가능하며 또한 미생물학적위해평가(Microbial Risk Assessment; MRA)에서 교차오염 모델 개발에 유용한 정보를 제공해 준다.

따라서 본 연구에서는 돈육 가공공정중의 작업환경을 고려하여, 실제 돈육 가공과정에서 돈육과 빈번하게 접촉하는 작업자의 손(polyethylene glove 착용, 면장갑 착용, 맨손) 및 작업도구(칼과 도마)를 대상으로 *Salmonella* spp.의 교차오염 전이율(transfer rate)을 실험적으로 분석하였다.

재료 및 방법

시험균주

실험에 사용된 균주는 포장돈육 가공작업장(강원도 소재)에서 분리·동정한 wild-type의 *Salmonella* spp.를 사용하였다. 분리균주는 Bergey's Manual of Systematic Bacteriology와 FDA의 시험방법을 이용해서 균의 형태학적, 생화학적 특성을 분리해 확인 동정하였다. 이들 균주들을 10% glycerol를 첨가한 tryptic soy broth(TSB)에 넣어 -70°C 급속냉동고(VWR 4503C, VWR Co., USA)에 동결 보존하였다. 실험 시에는 균주의 활성배양을 위하여 동결 보존된 균을 냉장온도에서 녹인 후 TSB에 접종하여 35°C에서 24시간을 전배양하고, tryptic soy agar(TSA)에 도말 접종하여 24시간 배양하였다. TSA상에 생육한 균을 백금이로 멸균생리식염수에 현탁하여 초기균수(5.0×10^7 - 1.0×10^8 CFU/mL)를 조절하여 사용하였다.

시료

돈육

돈육은 서울지역의 일반 시장에서 냉장 판매되는 안심을 구입하였으며, 구입 즉시 냉장온도($5 \pm 1^\circ\text{C}$)를 최대한 유지한 아이스박스에 넣어 실험실로 운반하였다. 운반한 돈육을 가능한 빠른 시간에 일정한 크기(5 cm×5 cm×2 cm)로 절단하고, 멸균팩으로 포장하였다. 그리고 포장돈육의 가공공정 환경에 맞추기 위하여 5°C 배양기(Incubator MIR 533, Sanyo Electric Co., Japan)에서 24시간 보관한 후 실험시료로 사용하였다. 돈육은 시험균의 접종 전에 돈육의 표면에 부착되어 있는 정상균총(native microflora)를 제거하기 위하여 70% EtOH(Junsei Chemical, Japan)로 살균처

리 하였다. 돈육(안심)을 전처리하고 포장하는 가공시간을 고려하여 돈육 표면온도를 10°C로 유지하고, 실온(약 20°C)에서 5분간 접촉한 후 작업자 전이율을 조사하였다. 돈육 처리는 돈육 포장공정의 방법에 따라 돈육 표면온도 10°C, 도마 표면온도는 5°C를 유지하였다.

식품접촉면(도마, 칼)

식품접촉면으로 포장돈육의 가공공정 작업장 작업환경을 고려하여 칼(스테인리스 스틸: Type STS 410, Twin-Gourmet, Henckels, German, 일반 육류절단용, 칼날길이: 160 mm)과 도마(polyethylene, 430 mm×375 mm×13 mm)를 선정하였으며, 실험 전 세척과 살균처리를 하였다. 도마와 칼은 1 N-NaOH(Yakuri Pure Chemicals, Japan)용액에서 6시간 침지하여 1차 세척하였다. 1차 세척 후 증류수로 충분히 세척하여 잔존되어 있는 NaOH 용액을 제거하였으며, 식품접촉면의 잔때(grease)를 제거하기 위한 2차 세척에는 acetone(Junsei Chemical, Japan)을 사용하여 1시간 침지한 후, 증류수로 세척하여 실온에서 건조하였다. 2차 세척이 끝난 후 70% EtOH에 담가두어 살균처리하여 사용하였다. 실험 시 도마의 온도는 돈육의 포장(커팅)작업실의 온도 관리기준인 5°C로 설정하였고, 1회 작업 소요시간을 고려하여 돈육과 5분간 접촉하는 것을 기준으로 실험하였다.

작업자 손

작업자의 손으로 포장돈육의 가공공정 작업장 작업환경을 고려하여 polyethylene glove(PG, Korea)와 cotton glove(면 100%, Korea), 맨손을 설정하였다. 각 장갑은 70% EtOH로 살균 처리하였다. 그리고 clean bench(clean bench laminar flow cabinets, Jeil Scientific IND. CO., Korea)내에서 UV를 조사하며, 재균된 clean bench 순환 공기로 장갑 표면의 수분이 완전히 제거될 때까지 건조한 후 사용하였다. 맨손(bare hand)은 70% 에탄올을 분무하고 비비면서 clean bench 내의 깨끗한 공기로 실온에서 손 표면의 수분이 완전히 제거될 때까지 건조한 후 실험하였다.

전이율 분석

작업자와 돈육간의 전이율 분석은 돈육의 포장공정과 동일한 작업조건 및 방법으로 실시하였다. 첫째, 돈육 표면에 시험균 용액을 접종한 후 돈육에서 작업자 손(PG 착용, 면장갑 착용, 맨손) 및 식품접촉면(도마, 칼)으로의 전이율을 분석하였다. 둘째, 맨손에 시험균 용액을 접종한 후 작업자 손에서 식품접촉면(도마, 칼) 및 돈육으로의 전이율을 분석하였다(Fig. 1).

돈육에서 작업자 손 및 식품접촉면으로의 전이율 분석
살균 처리된 돈육(5 cm×5 cm×2 cm)의 표면에 시험균 용

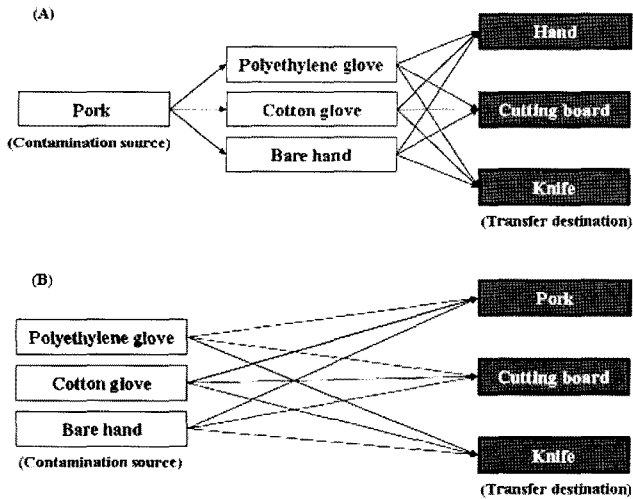


Fig. 1. The experimental design for the transfer rate of *Salmonella* spp. from pork meat to workers' hands (wearing polyethylene glove, cotton glove, and bare hand), cutting board and knife (A), from workers' hands (wearing polyethylene glove, cotton glove, and bare hand) to pork meat, cutting board and knife (B) in pork cutting processing.

액 1 mL를 끌고루 접종하고, clean bench의 깨끗한 공기로 표면의 물기가 마르도록 실온에서 15분간 건조하였다. 멸균 처리된 도마에서 오염된 돈육을 ① PG 착용, ② 면장갑 착용, ③ 맨손으로 멸균된 칼을 이용하여 각각 작은 조각(1 cm×1 cm×1 cm)으로 5분간 절단하였다. 절단한 후 도마는 1 mL 멸균수로 2회 세척한(10 cm×10 cm 범위) 후 pipette으로 sampling(2 mL)하고, 동일한 부위의 표면을 swabbing(멸균수 8 mL 이용)한 후 세척액과 swabbing용액을 혼합(10 mL)하여 이를 시험용액으로 사용하였다. ①, ②, ③의 각각에서 맨손에 대한 시험 용액은 멸균수 100 mL가 들어 있는 stomacher bag에서 2분간 손을 행균 용액을 사용하였다. 면장갑은 멸균수 100 mL가 들어 있는 stomacher bag에 넣고 stomaching한 것을 시험용액으로 하였으며, PG는 멸균수 100 mL를 PG 내부에 채우고 2분 정도 흔든 후 그것을 stomacher bag에 넣고 stomaching한 것을 시험용액으로 하였다. 사용된 칼은 칼 전체를 swabbing하고 돈육은 멸균수로 10배 희석하여 stomaching한 후 시료로 사용하였고 3회 이상 반복하여 실험하였다.

작업자로부터 돈육 및 식품접촉면으로의 전이율 분석

1 mL 시험균 용액을 한쪽 맨손에 떨어뜨린 후 양손으로 비비면서 약 10분 동안 건조시킨다. 멸균 처리된 도마에서 ① PG 착용, ② 면장갑 착용, ③ 맨손 순으로 사전에 살균 처리된 돈육을 칼을 이용하여 작은 조각(1 cm×1 cm×1 cm)으로 절단하면서 접촉하였다. 나머지 시료채취 방법은 돈육에서 작업자의 손 및 식품접촉면으로의 전이율 분석방법과 동일한 방법을 사용하였다.

Salmonella spp.의 정량적 분석

균수 측정은 Xylose Lysine Deoxycholate (XLD) agar (Difco, Becton Dickinson and Company Sparks, USA)에서 standard plate 방법으로 35°C에서 24시간 배양 후 colony 수를 계산하였으며, 3회 반복하였다.

전이율계산

돈육 등에서의 접종된 *Salmonella* spp.의 전이율은 제공된 조직(source)의 초기균수에 대하여 부착 후 잔류(destination)된 균수의 비율로서 다음 식에 의해 산출하였다.

Transfer rate (%)

$$= (\text{CFU on destination} / \text{CFU on source}) \times 100$$

통계분석

돈육에서 작업자 손 및 식품접촉면으로, 작업자로부터 돈육 및 식품접촉면으로의 전이율은 SPSS ver. 10.1(Package version 3.0, SOFTonNET, Korea)을 이용하여 평균을 산출하고 ANOVA 분석을 통해 유의적($p < 0.05$) 차이를 조사하였다.

결과 및 고찰

돈육에서 작업자 손 및 기구로의 *Salmonella* spp. 전이율

돈육 포장육 가공장에서 작업자는 PG 착용, 면장갑 착용 혹은 맨손으로 작업하고 있으므로 이와 유사한 작업조건을 조성하여 실험하였으며, *Salmonella* spp.에 오염된 돈육으로부터 PG, 면장갑, 맨손, 도마, 칼에 대한 교차오염 전이율은 Table 1과 같다.

오염된 돈육에서 작업자로의 전이율은 면장갑이 38.80%로 가장 높았고, PG가 3.11%, 맨손 1.35% 순이었다. 면장갑의 상대적으로 높은 흡수성이 오염미생물 전이율에 영향을 미치고 있음을 알 수 있는데, 이는 Jimenez 등(2007)이 실험한 *Salmonella* Typhimurium 전이율 46.56%과 유사한 결과였고, Gill 등(2002)이 수행한 *Escherichia coli*의 육류로부터의 전이율이 면장갑, 맨손, 고무장갑 순으로 나타난 것과 유사하게 면장갑에서 가장 높은 전이율을 보였다. 특히, 면장갑은 면장갑으로 전이된 균이 다시 맨손으로의 오염 전이(0.07%)가 이루어지지만, PG에서 맨손으로의 오염전이가 일어나지 않아 PG가 교차오염에 대한 차단효과가 양호함을 알 수 있다. 이 결과는 Montville 등(2001)이 수행한 PG의 *Enterobacter aerogenes* 교차오염 전이율 0.01%이라는 매우 낮은 결과와 유사하며, 결론적으로 PG가 안쪽 손으로의 교차오염에 대한 차단성이 좋은 것으로 해석할 수 있다.

PG를 착용하고 작업하는 경우 돈육으로부터의 살모넬라 교차오염 전이율은 도마 1.66%, 칼 0.20%이었고, 면장

갑의 경우는 도마 1.79%, 칼 1.99%, 맨손의 경우는 도마 1.97%, 칼 1.50%로 도마의 경우 전이율에 큰 차이점을 찾을 수 없었으나, 칼의 경우는 PG 착용시 가장 낮은 전이율을 나타냈다. 하지만 공정작업중에 도마 및 칼로의 교차오염 전이는 장갑재질이나 맨손작업의 영향보다는 원료육 오염이 더 큰 영향을 미치는 것으로 판단되었다.

작업자로부터 돈육 및 기구로의 *Salmonella* spp. 전이율

작업자 손(PG 착용, 면장갑 착용, 맨손)에 접촉한 *Salmonella* spp.의 도마, 칼, 돈육으로의 교차오염 전이율 분석결과는 Table 2와 같다. PG를 착용하고 작업한 실험에서 전이율은 칼 0.44%, 돈육 0.21%, 도마 0.02% 순이었으며, 면장갑 및 맨손 작업의 경우보다 도마, 칼, 도마로의 전이율이 월등히 높았다. 오염된 돈육으로부터의 작업자의 손과 기구로의 전이율과는 다르게 PG를 착용하는 작업에서 칼, 돈육, 도마로의 전이율이 상대적으로 높은 원인을 본 실험에서는 명확히 밝힐 수는 없었으나 원료육의 오염이 작업공정에서 미치는 영향이 우선하므로 오염된 원료육이 입고되지 않도록 입고 및 보관관리가 선행되어야 함을 파악할 수 있다.

오염된 돈육으로부터 작업자의 손과 기구로의 전이율은 작업자 손으로부터 돈육 및 기구로의 전이율에 비하여 상당히 높은 수준이었다. 이러한 결과는 유사연구인 Jimenez 등(2007)이 보고한 green bell peppers로부터 장갑으로의 *Salmonella Typhimurium* 전이율이 46.56%이고, 역으로 오염된 맨손에서 green bell peppers로의 전이율은 0.21%라는 연구결과와 유사하였다.

이상의 본 연구에서와 같이 돈육 작업공정에서의 교차오염은 돈육에서 손 또는 장갑, 도마, 칼 등으로 전이될 수 있고, 이들이 다시 돈육에 오염될 수 있음을 보여주는 것으로 안전한 식품생산을 위해서는 이러한 교차오염의 연속성을 차단하는 것이 무엇보다 중요하다. 축산물을 포함한 식품제조공정에서의 실제 교차오염 발생은 본 연구에서와 같이 단순하지는 않을 것이다. 작업자 손뿐만 아니라 공기를 통해서도 가능하며, 칼이나 도마 이외의 많은 시설이나 기구 등도 해당될 수 있기 때문이다. 또한 식품의 물성(액상, 고상 등)과 접촉강도 및 시간에도 영향을 받을 수 있다(Schaffner, 2004). 따라서 좀 더 정확한 교차오염 전이율 도출을 위해서는 실제 작업공정에서 이루어지는 보다 많은 공정별 여러 변수를 고려한 더 많은 연

Table 1. The transfer rate of *Salmonella* spp. from pork meat to workers' hand (wearing polyethylene glove, cotton glove, and bare hand), cutting board and knife in pork cutting processing (Log CFU/cm²)

Workers' group	Contamination source		Transfer destination			
	Initial inoculated to pork meats	Workers' hand			Cutting board	Knife
		PG	CG	Bare hands		
Wearing PG	7.72	6.21 (3.11)* ¹	-	0.00 (0.00) ^{4,C}	5.94 (1.66) ^{2,A}	5.01 (0.20) ^{3,B}
Wearing CG	7.66	-	7.25 (38.80) ¹	4.48 (0.07) ^{3,B}	5.91 (1.79) ^{2,A}	5.96 (1.99) ^{2,A}
Bare hands	7.77	-	-	5.90 (1.35) ^{2,A}	6.07 (1.97) ^{1,A}	5.95 (1.50) ^{2,A}

PG: polyethylene glove, CG: cotton glove

*(): transfer rate (%). Different upper numbers (1, 2, 3) within columns and letters (A, B, C) within rows indicate a significant difference in transfer rate ($p < 0.05$)

Table 2. The transfer rate of *Salmonella* spp. from workers' hands (wearing polyethylene glove, cotton glove, and bare hand) to pork meat, cutting board and knife in pork cutting processing (Log CFU/cm²)

Workers' group	Contamination source	Transfer destination		
	Initial inoculated to workers' hand	Cutting board	Knife	Pork meat
Wearing PG	7.82	4.11 (0.02)* ^{3,A}	5.47 (0.44) ^{1,A}	5.15 (0.21) ^{2,A}
Wearing CG		3.00 (0.0015) ^{2,B}	3.12 (0.0020) ^{2,B}	3.89 (0.0118) ^{1,C}
Bare hands		3.00 (0.0015) ^{2,B}	3.00 (0.0015) ^{2,B}	4.08 (0.0181) ^{1,B}

PG: polyethylene glove, CG: cotton glove

*(): transfer rate (%). Different upper numbers (1, 2, 3) within columns and letters (A, B, C) within rows indicate a significant difference in transfer rate ($p < 0.05$)

구가 수행되어야 하겠다. 본 연구에서 얻어진 교차오염 전이율은 MRA에서 좀 더 정확한 추정을 위해서 입력변수의 하나로 활용할 수 있으므로, 여러 인자가 포함된 전이율 모델개발이 필요한 것으로 파악되었다.

요 약

본 연구에서는 포장돈육 가공공정에서 교차오염의 정도를 알아보기 위하여 실제 돈육 가공공정에서 돈육과 빈번하게 접촉하는 작업자의 손(polyethylene glove 착용, 면장갑 착용, 맨손) 및 작업도구(칼, 도마)를 대상으로 각각에 대하여 *Salmonella* spp.의 상호 교차오염 전이율을 분석하였다. 오염된 돈육에서 작업자로의 전이율은 면장갑이 38.80%로 가장 높았고, 다음이 PG 3.11%, 맨손 1.35% 순으로 나타났다. 특히, 면장갑의 경우 면장갑으로 전이된 균이 다시 맨손으로의 재오염 전이(0.07%)가 이루어지는 것으로 나타났으며, 오염된 돈육에서 칼과 도마로의 전이율은 0.20-1.99%이다. 반대로 오염된 작업자로부터 돈육 및 기구로의 전이율은 0.0015-0.21%로 전체적으로 오염된 돈육으로부터의 작업자의 손과 기구로의 전이보다 상당히 낮은 수준으로 전이되었다. 따라서 PG 착용이 작업공정에서의 교차오염을 줄이거나 예방하는 효과를 얻을 수 있는 것으로 파악되었다. 축산물 작업공정에서의 교차오염은 원료육에서 손 또는 장갑, 도마, 칼 등으로 오염이 전이되고 이들이 다시 돈육을 오염시킬 수 있으므로, 안전한 식품 생산을 위해서는 이러한 교차오염의 연속성을 차단하는 것이 무엇보다 중요함을 확인하였다.

감사의 글

본 연구는 2003년-2005년 농림부 농림기술개발사업(202138-03-2-SB010)의 지원을 받아 연구되었으며, 이에 감사 드립니다.

참고문헌

- Benschop, J., Stevenson, M. A., and Dahl, J. (2008) Towards incorporating spatial risk analysis for *Salmonella* sero-positivity into the Danish swine surveillance programme. *Prev. Vet. Med.* **83**, 347-359.
- Boyen, F., Haesebrouck, F., and Maes, D. (2008) Non-typhoidal *Salmonella* infections in pigs: A closer look at epidemiology, pathogenesis and control. *Vet. Microbiol.* **130**, 1-19.
- D'Aoust, J. Y. (2000) *Salmonella*. In: The Microbiological safety and quality of Food. Vol. II. Lund B. M., Baird-Parker, T. C., and Gould, G. W. (eds), Aspen Publishers, Inc., Gaithersburg, Maryland, USA. pp. 1257-1262.
- Gill, C. O. and Jones, T. (2002) Effects of wearing knitted or rubber gloves on the transfer of *Escherichia coli* between hands and meat. *J. Food Prot.* **65**, 1045-1048.
- Jimenez, M., Siller, J. H., and Valdez, J. B. (2007) Bidirectional *Salmonella enterica* serovar *Typhimurium* transfer between bare/glove hands and green bell pepper and its interruption. *Int. J. Environ. Health Res.* **17**, 381-388.
- Kim, I. S., Kim, D. H., Hwang, S. K., Shin, D. K., and Lee, M. H. (1999) Assessment of microbial contamination of pork carcasses during the slaughtering process. *Kor. J. Anim. Sci.* **41**, 199-206.
- Korea Food and Drug Administration. (2008) The report of foodborne illness in Korea. Available from: <http://fm.kfda.go.kr>.
- Lim, D. S., Kang, H. G., Kim, Y. G., and Kim, C. H. (2001) Study on pursuit of contamination sources and establishment of sanitary standard from raw pork meat. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* **21**, 149-155.
- Little, C. L., Richardson, J. F., and Owen, R. J. (2008) *Campylobacter* and *Salmonella* in raw red meats in the United Kingdom: prevalence, characterization and antimicrobial resistance pattern, 2003-2005. *Food Microbiol.* **25**, 538-543.
- Montville, R., Chen, Y., and Schaffner, D. W. (2001) Glove barriers to bacterial cross-contamination between hands to food. *J. Food Prot.* **64**, 845-849.
- Sammarco, M. A., Ripabelli, G., Ruberto, A., Iannitto, G., and Grasso, G. M. (1997) Prevalence of *Salmonellae*, *Listeriae*, *Yersinia* in the Slaughterhouse environment and on work surface, equipment, and workers. *J. Food Prot.* **60**, 367-371.
- Schaffner, D. W. (2004) Models-what comes after the next generation?. In: Modeling microbial responses in food, McKellar, R.C. and Lu, X. (3eds.), CRC Press, New York, USA. pp. 304-307.
- Swanenburg, M. (2002) Epidemiology and control measures for *Salmonella* in pigs and pork. *Livest. Prod. Sci.* **76**, 215-222.

(2008.09.16 접수/2008.10.21 수정/2008.11.11 채택)