J. Fd Hyg. Safety 15(3), 204–208 (2000)

식중독균의 정량시험에 의한 시판 식육 및 계육의 오염도 평가

강호조† · 김용환 · 손원근*
*경상대학교 수의과대학, 축산진흥연구소 · *제주대학교 수의학과*

Contamination Level of Retail Meat and Chickens by Quantitative Test of Food Poisoning Bacteria

Ho-Jo Kang†, Yong-Hwan kim and Won-Geun Son*
Institute for Development of Livestock Production, College of Veterinary Medicine
Gyeongsang National University, Chinju 660-701, Korea
**Department of Veterinary Medicine, Cheju National University, Cheju, 690-756, Korea*

ABSTRACT – The contamination levels of food poisoning bacteria was investigated from 350 samples of beef, 338 samples of pork, and 350 samples of chicken during the period from March 1996 to October 1998. The contamination levels of pathogenic organisms were higher in refrigerated meat than packed frozen meat and were relatively higher in chicken and packed meat than in beef. The highest level detected for each of the various pathogens was : less than 10,000 cfu/g for *Staphylococcus aureus* : less than 0.9 MPN/g for *Salmonella* and *Literia monocytogenes*: 7MPN/g for *Campylobacter jejuni/coli*. In the comparisions of cross- contamination ratio of tested meat for four species food poisoning bacteria 14.3% of beef, 23.5% of pork and 55.0% of chicken were contained only one species of pathogen, whereas 2.7 of beef, 5.6% of pork and 14.7% of chicken contained two species and 2.3% of pork contained a total of three species. Generally, pathogens was encounted higher isolation freguency in packed frozen chicken meat than in chilled chickens.

Key words □ *Staphtylococcus aureus*, *Salmonella*, *Listeria monocytogenes*, *Campylobacter jejuni/coli*, Retail meat and chickens, Most probable number(MPN).

축산물의 생물학적 위해요소 중 주요 식중독균에는 *Salmonella*, *Vibrio*, *Staphylococcus aureus*, *Clostridium botulinum*, *Campylobacter jejuni*, *Escherichia coli* O157 : H7, *Listeria monocytogenes*, *Yersinia enterocolitica* 등이 있다.[1,2] 미국에서 음식물 유래 질병을 가장 많이 일으키는 세균은 *Salmonella*, *Staphylococcus aureus*, *Campylobacter jejuni*, *Clostridium perfringens*이고 다음이 *Escherichia coli* O157:H7, *Listeria monocytogenes*, *Bacillus cereus*, *Cl. botulinium* 이다. *Campylobacter jejuni*, *Escherichia coli* O157 : H7 및*Listeria monocytogenes*는 근래 축산물 유래 식중독균으로 인식되어 축산식품에 대한 안전성 확보가 사회적인 관심사로 대두되고 있다.[1-6] 이들 식중독균은 자연계에 널리 존재하고 가축 및 가금에 감염되거나, 도살 해체 과정에서 2차적으로 오염됨으로써 이들 축산물은 식중독의 주요원인 식품이 될 수 있다.[7,8] 미국 식품 안전 검사국(Food Safety and Inspection Service : FSIS)에서는 1997년부터 작업장의 식품유래 병원 미생물을 감소시키기 위하여 *Salmonella* 및 *E. coli*와 관련된 검사 프로그램을 실행하고 있고 위해요소 중점관리제도(Hazard analysis and critical control point system : HACCPs)의 규정을 제도화 하였다.[9] 우리 농림부에서도 도축장 및 가공장의 축산물에 대한 중점관리기준을 고시(농림부 고시 제 1998-49)하여 2,000년 7월부터 2,003년 7월까지 도축 규모에 다라 단계적으로 적용토록 의무화하였다.[10] 따라서 당국은 HACCP에 근거한 식육 생산 작업과정의 위생관리, 축산물에 대한 위해 미생물 검사 및 병원체 감소체계 등을 병행 실시하여 병원균의 오염을 근본적으로 줄임으로서 식중독 발생율이 감소될 것으로 기대하고 있다.[10,11]현재 국내 소매상에서 시판되고 있는 식육 및 계육에 대한 주요 식중독 원인균의 분리빈도는 강등[6]에 의해서 보고된 바 있으나 그 오염수준

†Author to whom correspondence should be addressed.

을 정량적으로 조사한 보고는 찾아 볼 수 없다. 본 시험에서는 시판 식육 및 계육중 주요 식중독균의 오염수준을 파악하고 교차오염상태를 조사하여 식육의 안전성 확보를 위한 기초자료를 제공하고져 한다.

재료 및 방법

시료채취 및 조제

1996년 3월부터 1998년 10월까지 경남지역 소매 식육점 및 슈퍼마켓에서 냉장우육 300건, 돈육 288건 및 계육 300건, 그리고 냉동포장우육, 돈육 및 계육 각 50건으로 총 1.038건의 시료를 채취하였다. 우육 및 돈육은 시료당 살코기 400 g씩, 계육은 통닭 또는 냉동 부분포장육을 구입하여 4℃ 냉장 보관하고 24시간 이내에 균분리 재료로 사용하였다. 시료처리는 식육 표면부를 멸균한 가위로 골고루 잘라서 25 g씩 stomacker bag에 넣고 각 균종의 증균배지 또는 BPW(Buffered Peptone Water)225 ml를 가하여 stomacker(peromedia SH-001, ELMEX)로 1~2분간 균질화하였고, 통닭은 흉부표면에서 template(10×2 cm)를 이용한 swab법으로 채취한 시료를 10배 희석하여 사용하였다.[12,13]

병원균의 정량시험

***Staphylococcus aureus*(coagulase 양성)**: 3% egg yolk 함유 mannitol salt agar(Difco)에 도말 배양(35℃, 24-48 h)하여 혼탁대를 형성하는 집락을 산정한후 분리동정하였고,[13,14] *Salmonella*, *L. monocytogenes* 및 *Campylobacter jejuni/coli*의 경우는 증균을 요하기 때문에 균 분리시험에서 양성반응을 보인 시료에 대해서 각각의 증균배지를 사용하여 최확수법(3-tube-most probable number;MPN)으로 시료 g중의 최확수를 구하였다.[5,13,15]

Salmonella: BPW로 유제한 10배 희석 시료 10, 1.0 및 0.1 ml를 각각 9 ml BPW가 든 3개의 시험관에 접종하고 35℃에서 24시간 배양한 후 그 0.5 ml를 TT broth(Difco)에 배양(42℃, 24 h)하였다. 이것을 Brilliant green sulfate(BGS) agar 또는 XLD agar(Difco)에 획선배양(35℃, 24 h)하여 검정색의 전형적인 집락을 Triple sugar iron (TSI agar)(Difco)에 사면천자 배양(35℃, 24 h)하여 분리동정 하였다.[5,13-15]

L. monocytogenes: UVM modified Listeria enrichment broth(Difco)로 유제한 10배 희석액을 앞에서와 같은 방법으로 UVM broth에 각각 접종, 배양(30℃, 24 h)한 후 양성반응을 나타낸 시험관으로부터 0.1 ml를 Oxford medium(Difco)에 배양(35℃, 24 h)한 다음 검정색의 전형적인 집락을 혈액배지에 배양하여 용혈성을 나타낸 균을 접종균으로 간주하였다.[5,13-15]

Campylobacter jejuni/coli: VTB brucella FBP broth (Difco)로 10배 유제한 시료를 앞에서와 같은 방법으로 동일배지에 각각 접종한 다음 42℃에서 24시간 배양하여 양성반응을 나타낸 각 시험관으로부터 0.1 ml 씩 Campy-BAP agar(Difco)에 접종하고 42℃의 미호기 조건(5% O_2, 10% CO_2, 85% N_2 혼합가스)에서 24시간 배양하여 분리동정하였다.[5,13-15]

결 과

식중독균의 오염수준

시판식육 및 계육으로부터 주요 식중독균의 오염수준을 조사한 바 *S. aureus*는 냉장계육에서 <1~10,000 CFU/g 범위였고, 냉장우육 <1~1,000 CFU/g 및 냉장 돈육에서 <1~100 CFU/g 이었으며, 또 냉동포장 계육 및 돈육은 <1~10,000 CFU/cm² 였고, 우육은 <1~10 CFU/cm² 였다 (Table 1). *Salmonella*는 냉장돈육이 <0.9 MPN/g 이었고, 우육과 계육이 각각 <0.03 MPN/g 이었다 (Table 2). 그리고 *L. monocytogenes*는 냉장우육 및 돈육에서 각각 <0.9 MPN/g 이었고, 계육은 <0.03 MPN/cm² 이었으며(Table 3), *C. jejuni/coli*는 냉장 우육 및 돈육에서 각각 <0.9 MPN/g, 계육에서 <7.0 MPN/cm² 이었다(Table 4).

식중독균의 교차 오염

식육 및 계육에 대한 식중독균의 교차오염상태를 조사한

Table 1. Distribution of *Staphylococcus aureus* on chilled fresh and frozen meats

Range, CFU/g or cm²	Chilled			Frozen		
	Beef	Pork	Chickens	Beef	Pork	Chicken
< 1[1)]	290(96.7)[2)]	256(88.9)	133(44.3)	48(96.0)	41(82.0)	32(64.0)
1~10	4(1.3)	19(6.6)	78(26.0)	2(4.0)	1(2.0)	5(10.0)
11~100	4(1.3)	13(4.5)	76(25.3)	0	4(8.0)	6(12.0)
101~1,000	2(0.7)	0	12(4.0)	0	3(6.0)	5(10.0)
1,001~10,000	0	0	1(0.3)	0	1(2.0)	2(4.0)

[1)] Negative by method. [2)] Number of samples positive(%).

Table 2. Distribution of Salmonella on enumerated positive meat and chickens

Range, CFU/g or cm^2	Beef	Pork	Chickens
< 0.03 [1]	0	5 [2]	10
0.03-0.30	0		
0.30 ~ 3.00 [3]	0	1	0

[1] Negative by quantitative MPN method.
[2] Number of samples.
[3] Maximum leveldetected = 0.9 MPN/gm.

Table 3. Distribution of Listeria monocytogenes on enumerated positive meat and chickens

Range, CFU/g or cm^2	Beef	Pork	Chickens
< 0.03 [1]	3 [2]	16	6
0.03-0.30	0	0	0
0.30 ~ 3.00 [3]	1	4	0

[1] Negative by quantitative MPN method.
[2] Number of samples.
[3] Maximum leveldetected = 7.0 MPN/gm.

Table 4. Distribution of Campylobacter jejuni/coli on enumerated positive meat and chickens

Range, CFU/g or cm^2	Beef	Pork	Chickens
< 0.03 [1]	45(100.0) [2]	64(94.1)	63(90.0)
0.30 ~ 3.00	0	4(5.9)	6(8.6)
3.01 ~ 30.0 [3]	0	0	1(1.4)

[1] Negative by quantitative MPN method.
[2] Number of samples.
[3] Maximum leveldetected = 0.9 MPN/gm.

바 냉장 우육은 300검체중 83.0%, 돈육 288검체 중 66.7% 및 계육 300검체 중 30.3%로부터는 병원세균이 분리되지 않았다. 그러나 냉장 우육의 14.3%, 돈육의 25.3% 및 계육의 55.0%가 분리 시도한 4종류의 병원세균 중 1종류에, 우육 2.7%, 돈육 5.6% 및 계육의 14.7%가 2종류에, 그리고 돈육의 2.4%가 3종류의 병원미생물에 오염되어 있었다. 한편 냉동포장계육의 경우 2종으로 교차 오염된 것은 50검체 중 26.0%이었고, 3종류에 오염된 시료도 1건이 검출되는 등 비교적 높은 오염도를 나타내었고, 냉동 우육과 돈육은 모두 단일 종의 병원균으로 각각 8.0% 및 22.0%가 오염되어 있었다(Table 5).

고 찰

Staphylococcus aureus, *Salmonella*, *L. monocytogenes* 및 *C. jejuni*는 사람, 동물 및 환경 등 자연계에 널리 분포되어 직, 간접으로 식육을 오염시킴으로써 식중독의 원인이 되는 경우가 많다.[3-6] 강등[16]에 의하면 식중독균의 분리율은 냉장육이 냉동포장육에서 보다 높았고, 돈육 및 계육이 우육에 비하여 오염도가 높게 나타났다. 본 시험결과 식중독균의 오염수준은 *S. aureus*의 경우 냉장계육, 냉동포장계육 및 돈육에서 1~10,000 CFU/cm^2 범위로서 냉동우육 및 냉장돈육에 비하여 현저하게 높게 나타났다. 이는 USDA-FSIS[5]에서 보고한 우도체에서의 100,000 CFU/cm^{2}에 비하여 10배 정도 낮은 오염수준인 것으로 볼 수 있다. 그러나 이들 균은 오염된 냉동 우육을 22°C에서 12시간 해동하는 동안에 2.37 log CFU/g 더 증가하고,[17] 25~30°C에서 5시간이면 식중독을 일으키는데 충분한 독소를 생성하며, 생성된 enterotoxin은 120°C에서 20분간 가열하여도 완전히 파괴되지 않는다[17]는 특성으로 미루어 볼 때 이들 식육은 포도구균성 식중독발생의 주요한 원인식품이 될 수 있다.

*Salmonella*는 냉장돈육이 0.9 MPN/g 이하였고, 우육과 계육이 0.03 MPN이하로서 USDA-FSIS[5]에서 보고한 1.0 MPN/cm^2 이하와 비슷하거나 매우 낮은 오염수준이었다. L. monocytogenes는 냉장우육 및 돈육에서 0.9 MPN/cm^{2}이하로 계육에서 보다 높게 나타났다. 그리고 C. jejuni는 계육에서 0.3~7 MPN/cm^{2}로서 우육 및 돈육에 비하여 높은 오염수준을 보였으며, 이는 FSIS에서 보고한 0.1 MPN/cm^{2}에 비하여 약간 높은 수준이었다. 이와 같이 본 조사에서 나타난 각종 식중독균의 오염수준은 미국에서 보고된 수준과 비슷한 것으로 볼 수 있다.

Table 5. Number of meat and chickens containing one or more species of food poisoning bacteria[1]

Number of Pathogens	Chilled			Frozen		
	Beef(300)	Pork(288)	Chickens(300)	Beef(50)	Pork(50)	Chicken(50)
0[2]	247(83.0) [3]	192(66.7)	91(30.3)	46(92.0)	39(78.0)	11(22.0)
1	43(14.3)	73(25.3)	165(55.0)	4 (8.0)	11(22.0)	25(50.0)
2	8(2.7)	16(5.6)	44(14.7)	0	0	13(26.0)
3	0	7 (2.4)	0	0	0	1(2.0)

[1] *S. aureus, Salmonella, L. monocytogenes* and *C. jejuni/coli*
[2] Negative by method
[3] Number of samples(%).

병원세균이 식품을 매개로 사람에 감염되어 식중독을 일으킬 수 있는 균수는 대체적으로 10^6/g 수준이나, 미국에서 위장염의 원인균으로 중요시되고 있는 *C. jejuni*는 감염균수가 200 CFU 이하이었다는 보고가 있다.[19] 특히 *L. monocytogenes*는 1℃의 배지상에서 매우 미약한 증식을 보이나, 3~6℃에서는 크게 증가하여 10^8 cells/ml까지 달하며,[20] 37℃에서 보다 4℃에서 배양한 균의 병원성이 현저하게 높다고 하는 보고[21]로 미루어 볼 때 식육 및 가공품의 냉장보존도 안심할 수 없다는 것을 시사하여 주고 있다. 뿐만 아니라 식품유래 병원미생물이 질병을 일으킬 수 있는 균량은 특이적인 균주의 종류와 숙주의 감수성 정도에 따라 다르며, 특히 어린이, 노인, 당뇨병, 암 등을 앓고 있는 쇠약자, 면역부전자 등은 건강한 성인의 최저 발병량보다 적은 균량으로도 질병을 발생한다.[4] 따라서 이들 병원세균이 적은 수로 오염된 식육이라 할지라도 취급이 나쁜 냉장식품을 섭취하는 것은 감수성이 있는 사람에게는 큰 위협이 될 수 있다.

한편, 분리시도한 4종의 식중독균 중 1종 이상에 오염된 시료는 냉장 계육이 69.7%로서 돈육(33.3%) 및 우육(17.0%)에 비하여 현저하게 높은 빈도로 분리되었으며, 더욱이 냉동포장계육의 경우 2종 이상으로 교차 오염된 시료가 26.0%로써 계육의 위생관리에 문제점이 더 큰 것으로 볼 수 있다. 미국에서 조사된 USDA-FSIS5)의 보고에 의하면 우도체 2,089 중 85.4%가 병원미생물에 오염되지 않았고, 1종류의 병원균을 함유하고 있는 도체는 13.3%이었다, 이들 결과와 비교하는 것은 시료의 상태나 조사시기로 보아 다소 무리가 있겠으나 국내 시판 우육의 식중독균 오염수준과 비슷한 것으로 볼 수 있다. 이는 우도체의 경우 현수상태에서 박피하여 2분체로 냉각하여 반출하기 때문에 병원미생물의 오염과 증식할 수 있는 기회가 거의 없었던 것으로 추측되며, 계육은 많은 수의 닭을 동시에 도살처리하기 때문에 탕박수를 통하여 교차오염되며,[7,10] 특히 부분포장육의 경우는 수작업 과정에서 종사자의 손이나 칼등의 기구를 통해서 2차 오염 된 것으로 추정된다.

이상의 결과를 통해서 볼 때 대체적으로 계육과 돈육이 우육에 비하여 오염도가 높게 나타난 것은 도계장 및, 도축장을 비롯한 포장육 생산을 위한 작업장의 위생관리에많은 문제점이 있는 것으로 볼수있다. 따라서 식육 및 계육의 병원균에 대한 안전성을 높이기 위해서는 도계장 및 도축장의 현대화가 우선 되어야 하고, 식육소매장을 포함한 시판 식육에대한 정기적인 monitaring에 의한 철저한 지도감독은 물론, 농장에서부터 도살, 가공, 유통, 소비에 이르기까지 전 단계에 HACCP 제도를 도입하여 보다 안전성이 높은 양질의 식육생산과 위생관리에 가일층 힘써야 할 것으로 사료된다.

국문요약

1996년 3월부터 1998년 10월간에 경남지방의 시판 냉장 및 냉동우육 350건, 돈육 338건 및 계육 350건으로부터 최확수법(MPN)을 이용하여 식중독균의 오염수준을 조사하였다. *Staphylococcus aureus*의 경우 10~10,000 CFU/g으로 비교적 높은 오염수준은 나타내었고, *Salmonella* 및 *Listeria monocytogenes*는 0,9 MPN/g 이하였으며, *Campylobacter jejuni/coli*는 7.0 MPN/g (cm^2)이하였다. 분리된 4종류의 병원세균에 대하여 냉장우육의 14.3%, 돈육의 25.3% 및 계육의 55.0%가 1종류에, 그리고 우육 2.7%, 돈육 5.6% 및 계육의 14.7%가 2종류에, 돈육의 2.4%가 3종류의 병원세균에 교차오염 되어있었다. 일반적으로 병원세균은 냉장계육에서 보다 냉동 포장계육에서 더 높은 분리 빈도를 나타내었다.

참고문헌

1. Bean, N. H. and P. M. Griffin : Foodborne disease outbreaks in the United States, 1973-1987: pathogens, vehicles and trends, *J. Food protect*, **53**, 804, 1990.
2. Hancock, D. D. et al.: The prevalence of Escherichia coli O157:H7 in dairy and beef cattle in wachington State, *Epidemiol. Infect.*, **113**, 199-207 (1994).
3. Blaser, M. J.: Campylobacter jejuni and food, *Food Technol.* 36, 89 (1982).
4. Farber, J. M. and Peterkin, P. I.: Listeria monocytogenes, a food-borne pathogen, *Microbial. Rev.*, **55**, 476-511 (1991).
5. USDA-FSIS : Nationwide beef microbiological baseline data collection program, 1992-1993 (1994).
6. United State Department of Agriculture : National Forumon Animal Production food Safety, pp.1-180 (1995).
7. McMullin, E.: update : Salmonella enteritidis prevention and control : *World poultry*, **10**, 67-68 (1994).

8. Poppe, C. et. al.: Salmonella enteritidis and other Salmonella in laying hens and eggs from flocks with Salmonella in their environment, *Can. J. Vet. Res.* **56**, 226-232 (1992).
9. Kelly, J. et al.: Meat and poultry companies assess USDA's HACCP, *Food Technology* (1994).
10. 홍종해 : 축산물의 안전성 확보를 위한 HACCP 적용, 한국수의공중보건학회지 **18**, 2 (1994).
11. Food Safety and Infection Service: Pathogen reduction, Hazard analysis and critical control point(HACCP) system : Final rule, Fedral register, 9 CFR part **4**, 304 (1996).
12. McClain, D. and Lee, W. H.: Development of USDA-FSIS method for isolated of L. monocytogenes from raw meat and poultry, *J. Assoc. Offi. Anal. Chem.* **71**, 660 (1998).
13. Cowan, S. T.: Cowan and Steels manual for the identification of medical bacteria, Cambridge University, London (1997).
14. Food and Drug Administration: Bacteriological analytical manual 8th ed. *AOAC International, Gaithersburg, MD, USA*. pp. 1.03 (1995).
15. DRAFT: Laboratory procedure for testing samples obtained on the nationwide beef microbiological baseline data collection program, *DRAFT*, pp.1-12 (1992).
16. 강호조, 김용환, 석주명, 이성미, 김종염, 정석찬 : 시판냉장 냉동 및 포장육 중 식중독균의 분포 및 혈청형, 한국식품위생. 안전성학회지, **14**, 327-332 (1999).
17. 강호조, 석주명, 손원근 : 우육중 병원미생물의 증식에 대한 해동 및 보존온도의 영향, 한국수의공중보건학회지, **21**, 159 (1997).
18. 강호조 등 : 포도상구균 식중독, 수의공중보건학, pp.242, 문운당 (1997).
19. Doule, M. P. and Schoeni, J. L.: Isolation of Escherichia coli O157 : H7 from retail fresh meat and poultry, Appl. and Envi. Microbiol. **53**, 2394-2396 (1987).
20. El-Shenawy, M. A.. and M. A. Marth: Inhibition and inactivation of *Listeria monocytogenes* by sorbic acid, *J. Food Protect*, **51**, 842 (1988).
21. Wood, L. and V. M. Woodbine: Low temperature virulence of *Listeria monocytogenens* in the avian embryo, *Zentral. Bakteriol.* Hyg. 1. Abt. Orig. A. **245**. 74 (1979).