

< Original Article >

도계육에서 병원성 미생물 오염도 조사

이은미* · 신동수 · 권미순 · 이성재

전라북도축산위생연구소

Survey of pathogenic microorganisms contamination of chicken carcasses

Eun-Me Lee*, Dong-Su Shin, Mee-Soon Kwon, Sung-Jae Lee

Jeollabuk-do Institute of Livestock & Veterinary Research, Jangsu 55632, Korea

(Received 22 June 2015; revised 10 July 2015; accepted 4 August 2015)

Abstract

Pathogenic microorganisms were monitored on the chicken carcasses in slaughterhouse of Jeonbuk area. It was conducted to evaluate the microbiological quality on 204 chicken carcasses. *Staphylococcus* (*S.*) *aureus* was isolated in largest number and its ration was 41.2%, *Salmonella* spp. 6.4%, *Campylobacter* (*C.*) *jejuni* 7.4%, *C. coli* 7.4%. Serotype of *Salmonella* (*S.*) spp. was identified as *S. Infantis* 46.1%, *S. Enteritidis* 23.1%, *S. Typhimurium* 7.7%, *S. Montevideo* 7.7%. In breed chickens, *Salmonella* spp. was detected broiler 4.1%, white semi-broiler 8.0% Korean native chicken 12.0%. *C. jejuni* was isolated broiler 7.4%, white semi-broiler 12.0%, Korean native chicken 0%, *C. coli*, broiler 7.4%, white semi-broiler 0%, Korean native chicken 18.1% and *S. aureus*, broiler 38.8%, white semi-broiler 40.0%, Korean native chicken 51.5%.

Key words : Chicken carcasses, *Staphylococcus aureus*, *Campylobacter jejuni*, *C. coli*

서 론

닭 도축량이 2010년에는 680백만 수에서 점차 증가하여 2014년 885백만 수로, 닭고기의 소비량이 증가하고 소비자들의 의식수준이 높아짐에 따라 먹거리의 안전성에 대한 관심과 기대치가 높아지고 있으나 식중독을 일으키는 병원성 미생물은 축산물 위해 요소 중 큰 비중을 차지하고 있다. 우리나라 동물에서 유래하는 식중독 비율이 70~80%되며 이 중에서도 축산물이 차지하는 비중이 70% 정도이며 이 중 50~60%에 달하는 식중독은 축산식품과 연계되어 있다는 의견도 있다(이 등, 2011).

*Salmonella*는 그람 음성, 비아포성, 통성혐기성간균(0.5~1.0 μm)으로 주모성 편모를 가지고 있어 대부

분 운동성이 있다. 성장 온도는 5~45.6°C이며 적정 온도는 37°C이고, pH 4이하에서는 살지 못하나 냉동 상태에서도 살아남을 수 있다. *Salmonella* spp.는 분류 학상 *S. enteica*와 *S. bongori* 2종(species)이 존재하고 또 *S. enterica*에는 6개의 아종(subspecies)이 존재하며 균체항원(O)에 따라 A, B, C, D, E의 group으로 구분하며 두 종류의 편모항원(H)의 항원형 조합에 의해 2,500여종의 혈청형으로 분류되고 있다(Baggesen 등, 2000). 또한, 혈청형에 따라 병원성에 차이가 있는 것으로 알려져 있는데 그 중 식중독과 관련된 가장 중요한 것은 *S. Enteritidis*와 *S. Typhimurium*이다(Betancor 등, 2004; Rabsch 등, 2002). *Salmonella*는 오염된 식육이나 환경을 통하여 사람에게 감염되는 것으로 알려져 있는데 식품의 생산과정 중에 직·간접적으로 동물의 분변에 의해 오염되는 것으로 추정되고 있다.

*S. aureus*는 그람 양성균의 직경 0.8~1.0 μm 인 통성

*Corresponding author: Eun-Me Lee, Tel. +82-63-290-5375,
Fax. +82-63-290-5413, E-mail. sangapet@korea.kr

혐기성 구균으로 증식할 수 있는 온도범위는 5~47.8°C로 넓고 최적온도는 30~37°C이며, 증식 pH 영역은 4.0~10.0으로서 운동성과 편모가 없고 포자를 형성하지 않으며 색소는 20°C에서 가장 잘 만들며 사람이나 동물의 피부, 점막 및 장관 등에 정착하고 있다. 젖소에서 유방염의 주요 원인균이며, 가금에서는 피부염, 관절염, 제대염, 심내막염 등을 유발하고, 병원성이 강하고 조직 침습성이 높아 사람과 동물에 농가진, 농양, 봉와직염 등의 피부감염증, 식중독, 폐렴, 패혈증 및 뇌수막염 등을 유발한다. 또 주된 식중독 원인체의 하나일 뿐 아니라 독성 쇼크성 증후군을 일으켜 치사에 이르게 할 수 있다고 보고되고 있다(Johnson 등, 1992; Marrack와 Kappler, 1990). 일반적으로 건강한 사람의 보균율은 30~40%이며 이 중 20~30%는 식중독 유래 균주와 같은 정도(0.5-수 $\mu\text{m}/\text{mg}$)의 장독소를 생산한다.

*Campylobacter*는 아포를 생성하지 않는 그람 음성 간균이며 형태가 만곡형의 S자 또는 나선형으로 길이 0.5 μm , 넓이 0.2~0.5 μm 로 극성편모를 갖고 있어 특유의 screw상 운동성을 갖고 있다. 미호기성으로 5% O₂, 10% CO₂, 85% N₂의 혼합가스 중에서 잘 증식한다(Peterson, 1994). 생육온도는 30~45°C이며 일반적인 식중독균의 생육온도인 25~30°C에서는 증식하지 않고 실온에서는 불안정하여 사멸하기 쉬우나 4°C 냉장상태나 동결상태에서는 장기간 생존한다. 현재 20여종이 밝혀졌고 사람의 식중독이나 설사 증에서 중요한 균종은 대부분이 *C. jejuni*이고 *C. coli*, *C. fetus* 등도 식중독에 관여한다(Fitzgerald와 Nachamkin, 2011). 식중독 원인균으로 *Campylobacter*는 2006년까지는 거의 발생하지 않던 식중독으로 2007년 이후 발생 빈도가 늘어 2010년에는 전년도 대비 증가율이 매우 가파르게 나타났는데 미호기적 특성이 있어서 검출법이 까다로워 2000년대에 원인균을 규명할 수 있었고 최근에 증가하고 있는 위해 미생물로 분류되고 있다.

안전하고 신뢰받는 축산물 생산을 위해 HACCP, 무항생제, 동물복지, 유기축산물 등과 같은 인증제도의 기준이 마련되어 있지만 아직도 제도적으로 보완되어야 할 부분들이 많이 남아있다. 이번 조사는 생산의 중간 단계인 도계된 닭 유래의 국내 식중독 발생 원인균인 *Salmonella* spp., *S. aureus*, *C. jejuni*, *C. coli*의 오염도를 조사하여 위생적인 축산물 생산에 기초 자료로 활용하고자 하였다.

재료 및 방법

공시재료

전북지역의 닭 도축장에서 2013년 2월부터 2014년 10월까지 도계육 204수를 시험재료로 사용하였으며 세척 완료 후 포장되기 직전의 닭을 멸균 린스백에 넣고 0.85% 멸균생리식염수 400 mL에 도체를 세척한 후 냉장상태를 유지하여 12시간 내에 실험실로 운반하였다.

Salmonella 검사

*Salmonella*는 채취한 시료 1 mL을 취하여 9 mL BPW에 넣은 다음 균질화시키고 37°C에서 24시간 배양하였다. 10 mL의 TT broth에 1 mL를 첨가함과 동시에 10 mL의 RV broth에 1 mL를 첨가하여 각각 37°C 및 42°C에서 24시간 배양 후 증균 배양액을 Rambach agar에 37°C에서 24시간 배양하였고, 빨간색(핑크색)집락을 선택하여 MacConkey에서 37°C에서 24시간 배양한 후 살모넬라 진단용 항혈청(DENKA SEIKEN)으로 동정하였다. 배양한 후 의심 집락은 TSI agar에 37°C에서 24시간 배양 후 Vitek-II (BioMeriux)로 최종 판정하였다.

Campylobacter 검사

채취한 시료의 1 mL를 Bolton broth 9 mL에 섞어서 혐기성 용기에 CO₂ gas pack을 넣어 CO₂상태를 유지하는 미호기적 조건에서 42°C, 48시간 배양하고, *Campylobacter* agar base와 selective supplement를 섞어 만든 1차 선택배지에 도말하여 미호기적 조건에서 42°C, 48시간 배양 후 빛나는 쥐색의 습윤한 집락을 Blood agar에 도말하여 42°C, 미호기적 조건에서 48시간 순수배양 하였다. PCR 검사는 *C. jejuni*와 *C. coli*를 동시에 검출할 수 있는 PowerChek™ *Campylobacter* Triplex Detection PCR kit (Kogenebiotech)를 사용하여 증폭된 DNA를 자동전기영동장치 MultiNA (shimadzu biotech)로 확인하였다.

Staphylococcus aureus 검사

시료액 1 mL를 9 mL의 10% NaCl을 첨가한 Tryptic Soy Broth에 접종하여 37°C에서 24시간 증균 배양하

였다. 증균 배양액에 난황을 함유한 Baird-Parker 배지에 37°C, 24시간 배양한 후 그람염색을 실시하여 포도상의 배열을 갖는 그람양성 구균을 확인하고, 혈액 배지에서 용혈성을 검사한 후 PCR 검사는 PowerChek™ *Staphylococcus aureus* Detection Kit (Kogenebiotech)를 사용하여 증폭된 DNA를 자동전기영동장치 MultiNA (shimadzu biotech)로 확인하였다.

결과 및 고찰

전북지역 도축장의 도계육에서 병원성 미생물에 대해 조사한 결과 204건 중 *Salmonella* spp. 13주(6.4%), *S. aureus* 84주(41.2%), *C. coli* 15주(7.4%), *C. jejuni* 15주(7.4%)가 분리되었다(Table 1). Park 등(2010)은 닭 도체에서 *C. coli* 10%, *C. jejuni* 20%를 보고하였으나 본 조사에서는 *C. coli*와 *C. jejuni*는 각각 7.4%로 낮은 결과를 보였다.

*S. aureus*는 84주(41.2%)가 분리되었으나 Park 등(2002)은 도축단계에서 *S. aureus*가 12.5%, Park 등(2004)의 72.2%와 차이를 보였다. 또한 Jeong 등(2013)은 도체에서 *Campylobacter* spp. 13%, *Salmonella* spp. 20%, Park 등(2002)은 도축단계에서 *Salmonella* spp.와 *C. jejuni*는 검출되지 않았다고 보고하였으나 본 조사에서는 *Campylobacter* spp. 14.7%, *Salmonella* spp. 6.4%, *C. jejuni*는 7.4%이었다.

닭의 품종별 *Salmonella*는 각각 육계 4.1%, 삼계 8.0%,

토종 12.1%, *S. aureus*는 육계 38.8%, 삼계 40.0%, 토종 51.5%, *C. jejuni*는 육계 7.4%, 삼계 12.0%, 토종 0%, 그리고 *C. coli*는 육계에서 7.4%, 삼계 0%, 토종 18.1%로 나타났다(Table 1).

Salmonella spp. 13주의 혈청형별로는 *S. Infantis* 6주(46.1%), *S. Enteritidis* 3주(23.1%), *S. Typhimurium* 1주(7.7%), *S. Montevideo* 1주(7.7%), C Group (H항원 미동정) 2주(15.4%)로 분리되었고 품종별로 육계에서 *S. Enteritidis* 2주, *S. Typhimurium* 1주, *S. Infantis* 1주, 미동정형 1주, 삼계 *S. Infantis* 2주, *S. Montevideo* 1주, 미동정 1주, 토종 *S. Infantis* 3주, *S. Enteritidis* 1주로 검출되었다(Table 2). 2013년 Chae와 Lee가 보고한 살모넬라 검출율의 *S. Enteritidis* 25%, *S. Typhimurium* 13%, *S. Montevideo* 11%, *S. Infantis* 3%와는 달리 *S. Infantis*가 높게 분리 되었으며, Jeong 등(2013)의 *S. Montevideo*, *S. Enteritidis*, *S. Bareilly*순으로 분리된 보고와도 다른 결과로 나타났다. 이는 농장에서 오염된 균종과 품종간의 차이, 도축장 위생 수준 등 여러 가지가 원인이 될 수 있으니 출하 전 농장의 오염여부와 도축장 도계라인별 환경 등 전반적인 오염 원인에 대한 모니터링이 이루어져야 할 것으로 사료된다.

*S. aureus*는 Park 등(2002)이 도축단계에서 오염 비중이 높았다고 보고한 결과와 같이 품종간 차이가 있었지만 오염율이 가장 높은 41.2%의 결과를 보였으며, Yoon 등(2010)은 생축보다 도체나 축산물에서 많이 검출되고 있어 동물의 분변보다는 작업장의 환경이나 작업자, 동물의 피부 등에 의해 발생한다고 보

Table 1. Detection of pathogenic microorganisms in chicken carcasses

Breed	No. of samples	<i>Salmonella</i> spp. (%)	<i>S. aureus</i> (%)	<i>C. jejuni</i> (%)	<i>C. coli</i> (%)
Broiler	121	5 (4.1)	47 (38.8)	9 (7.4)	9 (7.4)
White semi broiler	50	4 (8.0)	20 (40.0)	6 (12.0)	0
Korean native chicken	33	4 (12.1)	17 (51.5)	0	6 (18.1)
Total	204	13 (6.4)	84 (41.2)	15 (7.4)	15 (7.4)

Table 2. Distribution and serotypes of *Salmonella* spp. isolated in this study

Serogroups	Serotypes	No. of isolates (%)			
		Total	Broiler	White semi broiler	Korean native chicken
B	Typhimurium	1 (7.7)	1 (20.0)	0	0
	Infantis	6 (46.1)	1 (20.0)	2 (50.0)	3 (75.0)
C	Montevideo	1 (7.7)	0	1 (25.0)	0
	Untyping	2 (15.4)	1 (20.0)	1 (25.0)	0
D	Enteritidis	3 (23.1)	2 (40.0)	0	1 (25.0)
	Total	13 (100)	5 (100)	4 (100)	4 (100)

고 하였다. 반면 *Salmonella*는 Kim 등(2007)의 보고와 같이 종계장 유래의 살모넬라가 부화장, 육계 사육농장을 거쳐 도축장까지 전달된다는 것과, Jeong 등(2013)의 도축 공정 중 검출된 살모넬라와 최종도체에서 검출된 살모넬라 혈청형이 일치하는 것으로 보아 이는 교차오염의 가능성이 높은 것을 보고하였다. 국내의 농장에서도 HACCP 인증을 적용하여 *S. Enteritidis*에 대한 규제를 하고 있으나 다른 *Salmonella* 종에도 규제가 강화되어야 할 것이고, 미농무성 NPIP 처럼 농장에서부터 가금 감염증뿐만 아니라 식중독을 유발하는 살모넬라를 관리 대상으로 포함시켜 종계장과 부화장까지 관리 하도록 해야 할 것이다. 특히, 난계대 전염을 통하여 전파되는 *Salmonella*는 종계 및 육계농장 사육과정에서부터 도축 및 가공 과정에 이르는 통합관리 시스템이 필요하리라 본다.

*Campylobacter*는 종계에서 병아리에의 수직 감염 가능성이 매우 낮은 것으로 알려져 있으나 통상 3주령이 되면 무리 중에서 보균체가 나오기 시작해 일단 감염체가 나오면 단기간에 계군 전체에 감염되어서, 7~8주령의 출하시기에는 거의 보균되는 것으로 알려져 있다(Takehisa, 2012). 농장에서의 청결관리와 염소 처리한 물을 공급하여 *Campylobacter*를 줄이는데 효과가 있었다고 보고(Evans SJ, 2000; Rosenquist 등, 2006)되어 농장에서의 관리가 우선적으로 시행되어야 할 것이다. 또한, 일부는 도계장에서 교차 오염된다는 보고(Wedderokpp 등, 2000)와 같이 도계과정 중 탕적과 내장작출 과정에서 오염되는 경우가 많으므로 도계 단계별 교차 오염에 따른 위생관리가 필요하며, 도계장의 *Campylobacter*에 대한 위생관리 기준도 설정되어야 할 것이다. 이와 같이 도계육에서 문제시 되는 병원성미생물에 대한 오염을 차단하기 위해서는 농장에서부터 최종 생산단계까지 일괄 관리 시스템을 도입하여 관리하는 기준이 마련되어야 할 것으로 사료된다.

결 론

전북 지역의 닭도축장에서 도체 204수에서의 병원성 미생물조사 결과 *Salmonella* spp. 13건(6.4%), *S. aureus* 84건(41.2%), *C. coli* 15건(7.4%), *C. jejuni* 15건(7.4%)이 검출되었다.

닭 품종별 *Salmonella* 분리율은 육계 4.1%, 삼계 8.0%, 토종 12.1%, *C. jejuni*는 육계 7.4%, 삼계 12.0%,

토종 0%, *C. coli*는 육계에서 7.4%, 삼계 0%, 토종 18.1%였으며 *S. aureus*는 육계 38.8%, 삼계 40.0%, 토종 51.5%로 나타났다. 분리된 살모넬라 13주의 혈청형은 *S. Infantis* 6주(46.1%), *S. Enteritidis* 3주(23.1%), *S. Typhimurium* 1주(7.7%), *S. Montevideo* 1주(7.7%), C Group 2주(15.4%)는 동정되지 않았다.

REFERENCES

- 이종경, 신성균, 박인희, 조경련, 김지영, 송미령. 2011. 주요 식중독균 저감화 정책 개발 연구. 식품의약품안전청.
- Baggesen DL, Sandvang D, Aarestrup FM. 2000. Characterization of *Salmonella enterica* serovar Typhimurium DT 104 isolated from Denmark and comparison with isolates from Europe and the United States. J Clin Microbiol 38: 1581-1586.
- Betancor L, Schelotto F, Martinez A, Pereira M, Algorta G, Rodriguez MA, Vignoli R, Chabalgoity JA. 2004. Random amplified polymorphic DNA and phenotyping analysis of *Salmonella enterica* serovar enteritidis isolates collected from humans and poultry in Uruguay from 1995 to 2002. J Clin Microbiol 42: 1155-1162.
- Chae SJ, Lee DY, Nam JH, Chung GT, Kang YH. 2013. Prevalence and characteristics of *Salmonella* spp. in Korea, 2012. Public health weekly report, KCDC: 385-390.
- Evans SJ, Sayers AR. 2000. A longitudinal study of *Campylobacter* infection of broiler flocks in Great Britain. Prev Vet Med 46: 209-223.
- Fitzgerald C, Nachamkin I. 2011. *Campylobacter* and *acrobacter*. pp. 885-899. Versalovic J, Carroll KC, Funke G, Jorgensen JH, Landry ML, Warnock DW(ed). In: Manual of clinical microbiology. 10th ed. ASM press, Washington.
- Jeong OM, Kwon YK, Jang I, Lee JH, Kang MS, Moon JS, Park HJ, Oh SM, Lee HS. 2013. Study on the establishment of standards for sanitation control and survey for prevalence of *Campylobacter* in domestic chicken slaughterhouse. QIA KORMARC: 216-231.
- Johnson HM, Russell JK, Pontzer CH. 1992. Superantigens on human disease. Sci Am 266: 92-95, 98-101.
- Kim AR, Lee YJ, Kang MS, Kwag SI, Cho JK. 2007. Dissemination and tracking of *Salmonella* spp. in integrated broiler operation. J Vet Sci 8: 155-161.
- Marrack P, Kappler J. 1990. The Staphylococcal enterotoxins and their relatives. Science 248: 705-711.
- Park HJ, Kim YJ, Kim JH, Song SW, Heo EJ, Kim HJ, Ku BK, Lee SW, Lee JY, Moon JS, Wee SH. 2010. Prevalence of *Campylobacter jejuni* and *Campylobacter coli* isolated from domestic and imported meats in Korea, 2005~2009. Korean J of Vet Public Health 34: 181-187.
- Park SD, Kim YH, Koh BRD, Kim CH, Yoon BC, Kim CK.

2002. A study on the contamination level of pathogenic microorganisms in beef distribution stages. Korean J Vet Serv 25: 117-126.
- Park YH. 2004. Foodborne disease outbreak categorized by pathogens for current 3 years. Korea J Vet Res 44: 217-224.
- Peterson MC. 1994. Clinical aspects of *Campylobacter jejuni* infections in adults. West J Med 161: 148-152.
- Rabsch W, Andrews HL, Kingsley RA, Prager R, Tschape H, Adams LG, Bäumler AJ. 2002. *Salmonella enterica* serotype Typhimurium and its host-adapted variants. Infect Immun 70: 2249-2255.
- Rosenquist H, Sommer HM, Nielson NL, Christensen BB. 2006. The effect of slaughter operations on the contamination of chicken carcasses with thermotolerant *Campylobacter*. Int J Food Microbiol 108: 226-232.
- Takehisa Chuma. 2012. 'The present status and prospects of against *Campylobacter* infection'. 日本食品衛生協會, 食品衛生研究 62: 7-15.
- Wedderokpp A, Rattenborg E, Madsen M. 2000. National surveillance of *Campylobacter* in broilers at slaughter in Denmark in 1988. Avian Dis 44: 993-999.
- Yoon SH, Hwang IG, Kwak HS. 2010. Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* as a Foodborne Biological Hazard. Safe Food 5: 26-33.