



양계 일반농장과 동물복지농장에서의 환경 샘플링을 통한 살모넬라 검출율 비교

김덕환^{1,2} · 김규직³ · 최윤정¹ · 이희수¹ · 현지연^{4†} · 송창선^{5,6†}

¹건국대학교 수의학과 조류질병학실험실 대학원생, ²주식회사 카브 연구원, ³체리부로 과장, ⁴건국대학교 수의학과 조류질병학 실험실 연구교수, ⁵건국대학교 수의학과 조류질병학 실험실 교수, ⁶주식회사 카브 대표이사

Comparison of Detection Rate of *Salmonella* spp. in Environment Sampling of Conventional and Welfare Chicken Farms

Deok-Hwan Kim^{1,2}, Kyu-Jik Kim³, Yun-Jeong Choi¹, Heesu Lee¹, Ji-Yeon Hyeon^{4†} and Chang-Seon Song^{5,6†}

¹Postgraduate Student, Avian Diseases Laboratory, College of Veterinary Medicine, Konkuk University, Seoul 05029, Republic of Korea

²Researcher, KHAV Co., Ltd., Seoul 05029, Republic of Korea, ³Manager, Cherrybro, Cheongju 28127, Republic of Korea

⁴Research Professor, Avian Diseases Laboratory, College of Veterinary Medicine, Konkuk University, Seoul 05029, Republic of Korea

⁵Professor, Avian Diseases Laboratory, College of Veterinary Medicine, Konkuk University, Seoul 05029, Republic of Korea

⁶Representative, KHAV Co., Ltd., Seoul 05029, Republic of Korea

ABSTRACT This study was conducted to investigate the detection rate and serotypes of *Salmonella* spp. in conventional and welfare poultry farms. Ten welfare (five layer and five broiler) and 15 conventional farms (five layer and ten broiler farms) were visited to collect environmental samples for identification and serotyping of *Salmonella* spp. The detection rate of *Salmonella* spp. was higher in the welfare farms than in conventional farms in both layer and broiler farms. In layer farms, *Salmonella* spp. was detected in 0.76% (1 out of 130) of samples from one of five welfare layer farms, but was not detected in the five in conventional layer farms. No significant difference ($P>0.05$) was observed between the welfare and conventional layer farms. In broiler farms, *Salmonella* spp. was detected in 10.5% (21 out of 200) of samples from four of five welfare broiler farms and 3.5% (7 out of 200) of samples from five of ten conventional broiler farms, and a significant difference ($p<0.05$) was observed between the welfare and conventional broiler farms. Among 29 *Salmonella* spp. isolates, five isolates were serotyped to *Salmonella enterica* subsp. Enteritidis ($n=2$), *Salmonella enterica* subsp. Grampian ($n=1$), *Salmonella enterica* subsp. Virchow ($n=1$), and *Salmonella enterica* subsp. Senftenberg ($n=1$). These results suggest that microbial risks could be higher in welfare farms than in conventional farms due to easy access to open-air areas, environmental enrichment, and reduced use of antibiotics. Therefore, continuous monitoring and surveillance for *Salmonella* spp. is necessary to improve the microbiological safety of poultry meat.

(Key words: animal welfare farm, *Salmonella*, layer farm, broiler farm)

서론

최근 축산물 안전성과 산업동물의 복지에 대한 소비자들의 관심이 높아짐에 따라 언론 및 동물보호단체의 동물복지형 축산으로 전환 요구가 증가하고 정부의 동물복지 정책이 강화되었다. 이에 따라 일반 농가를 대상으로 동물복지형 축산 기준 마련 및 동물복지 축산농장 인증제도의 강화가 이뤄지고 있으며, 동물복지형 축산을 위한 사육기준(사육밀도, 시설관리 및 관리방법)의 법적 명문화가 이뤄졌다(Jeong,

2021).

세계동물보건기구(WOAH)에 따르면, 동물 복지란 건강하고, 안락하며, 좋은 영양 및 안전한 상황에서 본래의 습성을 표현할 수 있으며, 고통, 두려움, 괴롭힘 등의 나쁜 상태를 겪지 않는 것을 말한다(OIE, 2016). 국내에서는 2012년 3월 산란계에 대한 동물복지 인증제도가 시작되었으며, 2013년 양돈, 2014년 육계 그리고 2015년에 한·육우, 젓소, 염소로 대상 가축을 확장시켰다(Kim, 2019). 현재 산란계, 육계 및 돼지의 동물복지 인증농가의 수는 282 농가로서 전

† To whom correspondence should be addressed : jyhyeon1205@gmail.com, songcs@konkuk.ac.kr

체 동물복지 인증농가의 94.9%를 차지하고 있다(Kim, 2021). 그러나 동물 복지 사육의 경우 일반 케이지 사육에 비해 감염병 방역 및 통제에 더욱 많은 인력과 시간이 소모되고 이에 따라 높은 질병 감염 위험에 노출되어 있음에도 불구하고 복지농장과 일반농장에서의 마이코플라스마의 유병율을 비교한 본 연구팀의 선행 연구(Kim et al., 2019) 외에는 감염병 발생률 비교에 대한 국내 연구는 미흡한 실정이다(Cheon et al., 2021).

닭의 생산성을 저하시키는 다양한 질병 중 하나인 살모넬라증은 감염된 닭으로부터 산란된 계란이나 육고기를 직접적으로 섭취하였을 때 심한 복통 및 설사를 증상으로 하는 식중독을 유발하게 된다(Guard-Petter, 2001). 실제로, 계란과 닭고기가 인체에 살모넬라 식중독을 유발하는 가장 큰 원인으로 알려져 있으며, 2015-2019의 식약처 통계에 따르면 총 1731건의 식중독 발생 건수 중 원인불명을 제외한 원인체 중 살모넬라균이 88건으로 세 번째로 많은 식중독을 유발하는 원인균으로 알려져 있다(Guard-Petter, 2001; Ministry of Food and Drug Safety, 2021). 따라서 양계 농장에서의 살모넬라 검출율에 대한 지속적인 관찰과 확인이 필요하다.

본 연구에서는 산란계 농장과 육계 농장 중 동물복지 사육형 농장과 일반적인 케이지 사육형 농장을 선정하여 각 농장별로 살모넬라균의 검출율 및 검출된 살모넬라의 혈청형에 대한 비교 분석을 실시하였다.

재료 및 방법

1. 농가 선정 및 샘플 채취

동물복지 사육(개방)형의 산란계 농장과 육계 농장 각 5개, 일반적인 케이지 사육형의 산란계 농장 5개, 육계 농장 10개를 선정하여 2018년도 11월부터 2019년도 6월까지 방문하였다. 산란계 복지농장은 5곳을 1차로 방문하여 농장마다 10개의 샘플을 수집하고($n=50$), 이 중 4 곳은 2차로 재방문하여 농장마다 20개의 샘플을 수집하였다($n=80$). 샘플 채취 장소는 간이 난상, 햇대, 모이통, 급수기, 슬레이트 바닥, 팬에서 총 130개의 샘플을 수집하였다. 산란계 일반 농장은 5곳을 1차로 방문하여 농장마다 10개의 샘플을 수집하고($n=50$), 그중 3곳은 2차로 재방문하여 농장마다 20개의 샘플을 수집하였고($n=60$), 모이통, 달걀 컨베이어 벨트, 바닥, 팬, 분변 컨베이어 벨트, 벽에서 총 110개의 샘플을 수집하였다. 육계 복지 농장 5곳은 총 2번씩 방문하였으며, 방문할 때 농장마다 20개의 샘플을 수집하였으며 급수대, 모이통,

환기팬, 히터, 벽, 출입문, 햇대에서 샘플을 채취하였다($n=200$). 육계 일반농장은 10곳을 1 회 방문하여 급수대, 모이통, 환기팬, 히터, 벽, 출입문에서 샘플을 채취했으며 각 농가당 20개의 샘플을 수집했다($n=200$). 샘플 채취는 멸균 관상봉대(대한위재상사, Korea)를 Buffered peptone water (BPW)(Difco, Franklin Lakes, USA)에 충분히 적신 뒤 샘플에 5~10회 정도 비벼서 채취하였다.

2. 살모넬라 검출 및 혈청형 확인

샘플을 채취한 관상봉대를 BPW 30 mL에 37°C 24시간 동안 배양한 뒤, Rappaport-Vassiliadis(RV) broth(Difco, Franklin Lakes, USA) 10 mL에 100 μ L 접종하여 42°C에서 48시간 동안 배양하였다(Choi et al., 2014). 샘플들은 XLD agar plate(센서젠, Korea)에 도말하여 37°C에서 배양하였다. 살모넬라로 의심되는 검은색 집락들은 Viral gene-spin™ Viral DNA/RNA Extraction kit(iNtRON Biotech, Korea)을 사용하여 제조사에서 권장하는 방법에 의거하여 DNA를 추출하였다(Kim et al., 2007). PCR은 i-taq plus DNA polymerase kit(iNtRON Biotech, Korea)을 이용해 94°C에 3분 후 94°C에 1분, 52°C에 40초, 72°C에 30초 반응을 35회 반복한 뒤 72°C에 7분 과정을 거쳐 살모넬라 *sdiA* 유전자만을 증폭하였다(Halatsi et al., 2006). PCR 증폭 산물은 전기영동을 실시하여 *sdi A* 유전자 중 274 bp의 증폭 유무를 확인한 다음 마크로젠사(Macrogen Inc., Seoul, Korea)에 의뢰하여 염기서열 분석을 통해 최종 살모넬라 양성을 확인하였다. 양성 살모넬라 샘플의 혈청형을 확인하기 위해 Kauffmann-White scheme으로 O typing(Group O2, O4, O7, O8, O9, O9,46, O3,10, O1,3,19, O11, O13, O6,14, O16, O18, O21, O35), H₁ typing 그리고 H₂ typing을 진행하였다(Gelaw et al., 2018).

3. 통계분석

산란계 복지농장과 일반농장 살모넬라 양성을 비교, 육계 복지농장과 일반농장의 살모넬라 양성율의 비교를 위한 통계분석은 GraphPad (<https://www.graphpad.com/quickcalcs/contingency1/>)를 사용하였으며 Fisher's exact test(Two-tailed)로 통계학적인 유의차(*P* value)를 분석하였다.

결 과

1. 산란계 농장에서 일반농장과 복지농장의 살모넬라 유병률 비교

산란계 일반 농장에서는 5개 농장에서 채취한 110개의 샘플에서 살모넬라가 검출되지 않았고 산란계 복지 농장의 경우 5개 농가 중 한개의 농장에서 살모넬라가 검출되었다(20%) (Table 1). 복지 농장에서 채취한 총 130개의 샘플 중 급수대에서 채취한 한 개의 샘플(0.76%)이 살모넬라 양성으로 확인되었으며, 혈청형 검사 결과 *Salmonella enterica* subsp. Enteritidis(SE)로 확인되었다(Table 1). 일반농장과 복지농장에서 채취한 샘플의 살모넬라 양성률 간의 *P* value는 1.00로 통계학적인 유의차 (*P*<0.05)는 보이지 않았다 (Table 1).

서는 5개 농가 중에서 4개의 농장에서 살모넬라가 검출되었고(80%), 총 200개의 샘플 중에 21개의 샘플(10.5%)이 양성으로 확인되었으며, 출입문을 제외한 대부분의 장소에서 검출되었다(Table 1). 살모넬라 혈청형은 *Salmonella enterica* subsp. Grampian(n=1), *Salmonella enterica* subsp. Virchow(n=1)로 확인되었고 혈청형이 확인되지 않은 샘플은 19개이다(Table 2). 일반농장과 복지농장에서 채취한 샘플의 살모넬라 양성률 간의 *P* value는 0.0057로 통계학적인 유의차 (*P*<0.05)를 보였다(Table 2).

2. 육계 농장에서 일반농장과 복지농장의 살모넬라 유병률 비교

육계 일반 농장에서는 10개 농장 중 5 개의 농장(50%)에서 살모넬라가 검출되었고 200개의 샘플 중 급수대, 온풍기 및 벽에서 얻어진 7개 샘플로부터 살모넬라가 검출되었다(3.5%) (Table 2). 검출된 살모넬라는 *Salmonella enterica* subsp. Senftenberg(n=1), SE(n=1)로 확인되었으며 혈청형이 확인되지 않은 샘플은 5개이다(Table 2). 육계 복지 농장에

고찰

최근 안전한 축산물, 친환경, 동물복지 등 가치 있는 소비를 하는 인식 변화로 인해 깨끗한 환경에서 건강하게 사육되는 닭이 낳은 알 혹은 닭고기의 판매량이 증가하고 있는 추세이다. 그러나 일반 농장 및 동물복지 사육방식 간 질병 발생률 비교에 대한 국내의 연구는 미흡한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 각각의 사육형태별로 살모넬라 검출율에

Table 1. Detection rate of *Salmonella* spp. in conventional and welfare poultry layer farms in this study

Farms	Sampling sites								
	No. of positive samples / No. of tested samples								
	Farm	Feeder	ECB ¹	Ground	Fan	MB ²	Wall	Total	Serotype
Conventional layer farms	F	0/6	0/6	0/6	0/6	0/4	0/2	0/30	-
	G	0/2	0/2	0/2	0/2	0/2	-	0/10	-
	H	0/2	0/2	0/2	0/2	0/2	-	0/10	-
	I	0/6	0/6	0/6	0/6	0/4	0/2	0/30	-
	J	0/6	0/6	0/6	0/6	0/6	0/2	0/30	-
	Total	0/22	0/22	0/22	0/22	0/16	0/6	0/110*	
	Farm	Nest	Perch	Feeder	Water nipple	SF ³	Fan	Total	Serotype
Welfare layer farms	A	0/6	0/6	0/6	0/6	0/4	0/2	0/30	-
	B	0/6	0/6	0/6	0/6	1/6	0/2	1/30	SE ⁴ (n=1)
	C	0/6	0/6	0/6	0/6	0/6	0/2	0/30	-
	D	0/2	0/2	0/2	0/2	0/2	-	0/10	-
	E	0/6	0/6	0/6	0/6	0/6	0/4	0/2	0/30
	Total	0/26	0/26	0/26	1/26	0/18	0/8	1/130*	

¹ Egg conveyer belt, ² Manure belt, ³ Slatted floor, ⁴ *Salmonella enterica* subsp. Enteritidis.

* *P* value was 1.00, and there is statistical difference between the conventional layer farms and the welfare layer farms if the *P* value is less than 0.05.

Table 2. Detection rate of *Salmonella* spp. in conventional and welfare poultry broiler farms in this study

Farms		Sampling sites								Serotype
		No. of positive samples/No. of tested samples								
Farm	Water nipple	Feeder	Fan	Heater	Wall	Door	Total			
Conventional broiler	P	0/4	0/4	0/3	0/2	1/6	0/1	1/20	UD ¹	
	Q	1/4	0/4	0/3	0/2	1/6	0/1	2/20	UD	
	R	0/4	0/4	0/3	0/2	1/6	0/1	1/20	SS ²	
	S	0/4	0/4	0/3	1/2	0/6	0/1	1/20	UD	
	T	0/4	0/4	0/3	0/2	0/6	0/1	0/20	-	
	U	0/4	0/4	0/3	0/2	0/6	0/1	0/20	-	
	V	0/4	0/4	0/3	0/2	0/6	0/1	0/20	-	
	W	0/4	0/4	0/3	0/2	0/6	0/1	0/20	-	
	X	0/4	0/4	0/3	0/2	0/6	0/1	0/20	-	
	Y	0/4	0/4	0/3	1/2	1/6	0/1	2/20	SE ³ (n=1) UD (n=1)	
Total	1/40	0/40	0/30	2/20	4/60	0/10	7/200*	-		
Welfare broiler	K	2/6	3/6	1/4	1/4	3/14	0/2	0/4	10/40 SG ⁴ (n=1) SV ⁵ (n=1) UD (n=8)	
	L	0/6	2/6	2/4	0/4	0/14	0/2	2/4	6/40 UD	
	M	1/6	1/6	1/4	0/4	1/14	0/2	0/4	4/40 UD	
	N	0/6	0/6	0/4	0/4	0/14	0/2	0/4	0/40 -	
	O	0/6	1/6	0/4	0/4	0/14	0/2	0/4	0/40 -	
	Total	3/30	7/30	4/20	1/20	4/70	0/10	2/20	21/200*	-

¹ Undetermined, ² *Salmonella enterica* subsp. Senftenberg, ³ *Salmonella enterica* subsp. Enteritidis, ⁴ *Salmonella enterica* subsp. Grampian, ⁵ *Salmonella enterica* subsp. Virchow.

* *P* value was 0.0057, and there is statistical difference between the conventional layer farms and the welfare layer farms if the *P* value is less than 0.05.

대한 차이를 확인하였다. 실험 결과, 산란계 농장과 육계농장 모두 복지농장이 일반 농장에 비해 살모넬라 검출율이 높은 것으로 나타났으며 육계농장의 경우 복지농장과 일반농장의 살모넬라 검출율에서 통계학적인 유의차를 보였다.

본 연구의 결과와는 달리, 해외 선행연구에 의하면 복지농장에서의 살모넬라 검출율이 일반 농장에 비해 낮은 것으로 나타났으며 이는 복지농장에서 사육된 동물의 낮은 스트레스와 높은 면역력으로 질병에 대한 저항력이 높기 때문인 것으로 여겨진다(Iannetti et al., 2020). 그 외 다른 연구에서도 방사한 닭의 배설물에서는 살모넬라가 거의 검출되지 않았던 반면에, 케이지 사육한 닭의 배설물의 50%에서 살모넬라가 검출되었다(Shields and Greger, 2019). 또한 유럽식품

안전청(THE EFSA)은 방사 환경에서 사육된 닭이 낳은 알이 케이지에서 사육된 닭이 낳은 알보다 SE 오염률이 43% 낮다고 분석하였다(EFSA et al., 2006). 또한 무창, 개방, 방사형으로 사육되는 농가에서 검사를 실시한 결과, 산란계의 총배설장과 계사 내에서 채취된 분변에서 SE가 검출되지 않은 선행 연구도 발표되었다(Hong et al., 2017).

분리된 살모넬라 혈청형의 사람에서의 병원성을 비교해 보면 복지사육 육계에서 발견된 *Salmonella enterica* subsp. Grampian 및 *Salmonella enterica* subsp. Virchow는 병원성이 크지 않지만 비해, 일반 사육 육계에서 발견된 *Salmonella enterica* subsp. Senftenberg 및 SE는 높은 병원성을 나타내는 것으로 알려져 있다(Pezzoli et al., 2007).

본 연구에서 분리된 29개의 살모넬라 중 5개만이 살모넬라 혈청형이 확인되었다. 그 이유는 현재 본 연구팀에서 보유하고 있는 15종의 O antigen만 혈청형 확인에 사용했기 때문인 것으로 여겨진다. 이 O antigen들은 가금류에서 주로 검출되는 살모넬라의 혈청형을 확인하기 위한 것으로, 확인되지 않은 24개의 살모넬라는 가금류에서 흔히 발견되지 않는 살모넬라 혈청형인 것으로 생각된다. 농장 타입 중 육계 복지농장에서 분리된 살모넬라가 24개 중 19개로 많은 부분을 차지하는 것으로 보아 이 농장에서는 가금류에서 흔히 발견되지 않는 살모넬라 혈청형이 발생하는 것으로 추측된다. 추가 연구에서는 좀 더 다양한 O antigen을 사용하여 혈청형을 정확하게 확인해야 할 것으로 여겨진다. 일반적인 사육 농장보다 복지농장에서 더 많은 살모넬라가 검출된 이유로 개방형 혹은 방사형 복지농장은 닭이 야생조류나 야생 설치류와 접촉 기회가 많고 이에 따라 감염병의 방역이나 통제가 어렵기 때문인 것으로 생각된다. 따라서 동물의 스트레스와 복지 관리 외에도 복지농장에서의 주기적인 소독 방역과 환경 모니터링이 감염병 제어에 중요할 것으로 생각된다. 또한 다른 선행연구와의 비교를 위해 추가 연구에서는 예찰 시에는 더 많은 농가를 선정하는 것이 중요할 것으로 생각되며 계절별 샘플 채취도 필요할 것으로 보인다.

적 요

최근 산업동물에서도 동물복지의 관심이 높아짐에 따라 복지 사육방식을 채택한 농가의 수가 점점 늘어나고 있다. 본 연구는 복지농장과 일반농장 간의 살모넬라 검출율을 확인하였다. 각 농가에서 얻어진 샘플들을 이용하여 비교한 결과, 산란계와 육계농장 모두 복지농장이 일반농장에 비해 높은 검출율을 나타냈다. 산란계 농장의 경우 통계학적 유의차는 없었으나(P value, 1.00), 일반 농장 5개 농가에서는 살모넬라가 검출되지 않았으며 복지 농장 5개 농가에서 채취된 130개 샘플 중에서 1개 샘플에서 *Salmonella enterica* subsp. Enteritidis(SE)가 검출되었다. 육계 농장의 경우, 일반 농장 10개 농가의 200개 샘플 중에 5개 농가의 7개 샘플에서 살모넬라가 검출되었으며, 복지농장 5개 농가의 200개 샘플 중 4개 농가의 21개 샘플에서 검출되었으며, 일반농장과 복지농장의 살모넬라 검출율간 통계학적 유의차를 보였다(P value, 0.0057). 일반농장의 2개 분리주는 *Salmonella enterica* subsp. Senftenberg, SE로 혈청형이 확인되었고 복지농장의 2개 분리주는 *Salmonella enterica* subsp. Grampian,

Salmonella enterica subsp. Virchow로 혈청형이 확인되었다. 앞으로 국내에서 사육방식의 차이에 따른 지속적인 연구와 복지농장에서의 미생물 모니터링이 필요하며, 계사내 적절한 방역대책도 필요하다고 사료된다.

(색인어 : 동물복지 농장, 살모넬라, 산란계 농장, 육계농장)

사 사

본 결과물은 농림축산검역본부 용역과제(Z-1543071-2018-19-01)와 농림축산식품부의 재원으로 농림식품기술기획평가원의 지원(121010-1) 받아 연구되었음.

ORCID

Deok-Hwan Kim <https://orcid.org/0000-0003-0208-8811>
 Kyu-Jik Kim <https://orcid.org/0000-0002-6381-7793>
 Yun-Jeong Choi <https://orcid.org/0000-0002-9537-9863>
 Heesu Lee <https://orcid.org/0000-0002-8989-6119>
 Ji-Yeon Hyeon <https://orcid.org/0000-0001-6961-2089>
 Chang-Seon Song <https://orcid.org/0000-0002-4158-6402>

REFERENCES

- Jeong JH 2021 Study on the revision of animal welfare certification standards for poultry and pig. NIAS. PJ013608
- OIE 2016 2016 Report of the fifteenth meeting of the OIE animal welfare working group. https://www.woah.org/fileadmin/Home/eng/Animal_Welfare/docs/pdf/AWWG_Reports/A_Report_AWWG_2016.pdf Accessed on May 30, 2016.
- Kim GY 2019 Animal and plant quarantine agency. <https://www.mafra.go.kr/mafra/293/subview.do?enc=Zm5jdDF8QE8JTJGYmJzJTJGbWFmcmEIMkY2OCUyRjMyMTEwNcUyRmFydGNsVmllldy5kbyUzRmJic0NsU2VxJTN EJTI2cmdzRW5kZGVVdHlIM0QIMjZiYnNPcGVvU3JkU2VxJTNEJTI2cmdzQmduZGVVdHlIM0QIMjZwYXNzd29yZCUzRCUyNnNyY2hDb2x1bW41M0QIMjZyb3clM0QxMCUyNmlzVmllld01pbmUIM0RmYWxzZSUyNnBhZ2UIM0QxJTI2c3JjaFdyZCUzRCUyNg%3D%3D> Accessed on Aug 8, 2019.

- Kim YH 2021 Animal and plant quarantine agency. https://www.qia.go.kr/viewwebQiaCom.do?id=52234&type=7_depart Accessed on Apr 6, 2021.
- Lederberg J, Shope RE, Oaks SC Jr. 1992 Emerging Infections: Microbial Threats to Health in the United States. Washington (DC): National Academies Press (US). Institute of Medicine Committee on Emerging Microbial Threats to Health.
- Cheon SN, Yoo GZ, Jung JY, Kim CH, Kim DH, Jeon JH 2021 Survey on housing facilities and management of broiler welfare certified farms. *KJOA* 29(2):209-221.
- Kim DH, Kim GJ, Song CS 2019 Comparison of mycoplasma prevalence and protection rate of low pathogenic avian influenza between traditional cage and animal welfare systems. *KJPS* 46(4):271-277.
- Guard-Petter J 2001 The chicken, the egg and *Salmonella enteritidis*. *Environ Microbiol* 3(7):421-430.
- Ministry of Food and Drug Safety 2021 Current status of food poisoning through food statistics. https://www.mfds.go.kr/brd/m_629/view.do?seq=27 Accessed on Jan 11, 2021.
- Choi SW, Ha JS, Kim BY, Lee DH, Park JK, Youn HN, Hong YH, Lee SB, Lee JB, Park SY, Choi IS, Song CS 2014 Prevalence and characterization of *Salmonella* species in entire steps of a single integrated broiler supply chain in Korea. *Poult Sci* 93(5):1251-1257.
- Halatsi K, Oikonomou I, Lambiri M, Mandilara G, Vatopoulos A, Kyriacou A 2006 PCR detection of *Salmonella* spp. using primers targeting the quorum sensing gene *sdiA*. *FEMS Microbiol Lett* 259(2):201-207.
- Gelaw AK, Nthaba P, Matle I 2018 Detection of *Salmonella* from animal sources in South Africa between 2007 and 2014. *J S Afr Vet Assoc* 7;89(0):e1-e10.
- Iannetti L, Neri D, Santarelli GA, Cotturone G, Vulpiani MP, Salini R 2020 Animal welfare and microbiological safety of poultry meat: impact of different at-farm animal welfare levels on at-slaughterhouse *Campylobacter* and *Salmonella* contamination. *Food Control* 109:106921.
- Shields S, and Greger M 2013 Animal welfare and food safety aspects of confining broiler chickens to cages. *Animals* 3(2):386-400.
- EFS 2006 Preliminary report on analysis of the baseline study on the prevalence of *Salmonella* in laying hen flocks of *Gallus gallus*. *EFSA Journal* 4(6):81r.
- Hong EC, Kang HK, Park KT, Jeon JJ, Kim HS, Park SB, Kim CH, Suh SS, Kim SH 2017 A study of analysis on comparison of laying performance and disease occurrence of welfare approved farms of laying hens with housing type. *KJPS* 44(2):143-149.
- Pezzoli L, Elson R, Little CL, Yip H, Fisher I, Yishai R, Anis E, Valinsky L, Biggerstaff M, Patel N, Mather H, Brown DJ, Coia JE, Pelt Wv, Nielsen EM, Ethelberg S, Pinna ED, Hampton ME, Peters T, Threlfall J 2008 Packed with *Salmonella*--investigation of an international outbreak of *Salmonella senftenberg* infection linked to contamination of prepacked basil in 2007. *Foodborne Pathog Dis* 5(5):661-668.

Received Dec. 8, 2022, Revised Dec. 21, 2022, Accepted Dec. 23, 2022