

국내 유통 닭고기의 미생물 수준과 위생관리기준 적합성

김혜진¹ · 김동욱¹ · 송성옥² · 고흥균³ · 장애라^{1*}

¹강원대학교 축산식품과학전공, ²식품의약품안전처 축산물위생안전과, ³강원대학교 축산과학전공

Microbiological Status and Guideline for Raw Chicken distributed in Korea

Hye-Jin Kim¹, Dongwook Kim¹, Sung Ok Song², Yong-Gyun Goh³ and Aera Jang^{1*}

¹Animal Products and Food Science Program, Kangwon National University, Chuncheon 24341, Korea

²Livestock Products Sanitation Division, Ministry of Korea Food and Drug Safety, Osong 28159, Korea

³Animal Science Program, Kangwon National University, Chuncheon 24341, Korea

ABSTRACT This study was conducted to investigate the microbiological sanitation status of raw chicken meat distributed in Korea, and potential changes in chicken breast quality during storage. The microbiological sanitation status analysis of raw chicken involved studying the results of microbiological monitoring for a 5-year period (2010~2014) by the Korean Food and Drug Administration. Furthermore, the microbiological status of raw chicken meat in meat packing centers and shops in Seoul/Gyeonggi, Gangwon, and Chungcheong Provinces was investigated from July to August 2015. The total bacterial counts of chicken meat in the packaging centers and meat shop of these Provinces were below the level specified in the Korean Meat Microbiological Guideline (1×10^7 colony forming units [CFU]/g) and showed a similar microbiological sanitation status with results of the microbiological monitoring for the analyzed 5-year period. To evaluate the relationship between quality change and microbiological level of the meat distributed in Korea, the pH and microbiological and sensory quality characteristics of the chicken breast samples during storage at $4 \pm 2^\circ\text{C}$ were determined. On day 4, the total bacterial count of the chicken breast was $6.76 \log \text{CFU/g}$, which was close to the official $1 \times 10^7 \text{CFU/g}$ standard, the pH was 5.96, and the overall acceptability was reduced significantly ($p < 0.05$). In particular, the aroma score was < 5 , indicating that the consumer panel expressed a negative perception even though the chicken contained a lower microbial level than that specified in the Korean microbiological guideline. These results suggest that the current Korean microbiological guideline for raw chicken meat may require a stricter level of up to $1 \times 10^6 \text{CFU/g}$ to satisfy both meat safety standards and organoleptic quality for consumers.

(Key words: chicken breast, microbiological guideline, monitoring, total bacterial count, meat quality)

서론

최근 식습관의 변화로 우리나라의 1인당 연간 육류 소비량은 지난 2000년 31.9 kg에서 2015년에는 47.6 kg으로 약 1.5배 증가했다(Nonghyup, 2016). 축종 중 닭고기는 다른 축종에 비해 단백질 함량은 높은 반면에, 지방과 콜레스테롤 함량은 낮아서 소비자의 선호도가 높다(Kim et al., 2014). 2015년 우리나라 1인당 연간 소고기, 돼지고기 및 닭고기 소비량은 각각 10.9, 23.7, 13.0 kg으로 닭고기는 돼지고기에 이어 다음으로 많은 소비량을 가지고 있다(Nonghyup, 2016). 또한 닭고기는 종교적인 제약이 없어 전 세계적으로 소비량이 증가하고 있는 추세이다.

축산물은 미생물이 살 수 있는 최적의 배지이며, 그 중 닭고기는 매우 부패되기 쉬운 식품으로써 저장, 유통 중 취급에 주의가 요구되고 있다(Raeisi et al., 2016). 그 원인으로 현재 계육의 밀집 사육과 도계 공정 중 냉각수에 침지하는 과정에서 발생하는 교차오염 등이 있으며(Hong et al., 2008), 닭고기는 소고기와 돼지고기와 비해 백색 근섬유 비율이 높아 사후대사 속도에 영향을 미치며(Brooke and Kaiser, 1970), 인지질과 불포화 지방산이 많아 유통 기한이 짧다(Park and Kim, 2008). 닭고기의 부패에 따른 이러한 짧은 유통 기한은 생산자에게 경제적 손실을 줄 뿐만 아니라, 소비자들에게 병원성 미생물의 존재 가능성에 따른 안전성에 위협을 줄 수 있다. 따라서 닭고기의 미생물학적 수준에 대한 지속적

* To whom correspondence should be addressed : ajang@kangwon.ac.kr

인 모니터링이 필요하다고 할 수 있다.

국내에서는 축산물에 대한 안전성 확보를 위하여 생산에서부터 소비자에 도달하는 모든 과정상의 위험을 예방하는 방법인 HACCP(hazard analysis critical control point) 제도를 도입하여 2003년 7월 1일부터 전국의 모든 도계장이 HACCP 적용 도계장으로 승인 받는 것을 추진하였다(MAFRA, 1999). 또한, 식품의약품안전처 고시 제 2014-135호 식육 중 미생물 모니터링 검사 권장기준에 의거하여 유통단계의 닭고기의 일반세균수는 1×10^7 CFU/g 이하, 대장균수는 1×10^4 CFU/g 이하로 권장하고 있다. 국외의 경우, 식육 중 미생물에 대하여 일반세균수는 $1 \times 10^5 \sim 10^6$ CFU/g or CFU/cm² 이하 수준, 대장균수는 $1 \times 10^2 \sim 10^4$ CFU/g or CFU/cm² 이하 수준으로 권장 또는 규제하고 있다(Jang et al., 2015). 이 중 일반세균수는 식육의 오염도를 평가하는 기본적인 지표로 이용되는데, 우리나라는 국외보다는 다소 완화된 권장기준을 가지고 있으며, 일부 학계에서는 식육의 일반세균수가 1×10^7 CFU/g 을 넘으면 표면에 점질화가 시작되고, 이취가 발생하여 부패의 시점으로 보고하고 있다(Verma and Sahoo, 2000; Shin et al., 2006). 따라서 식품의약품안전처 고시(제 2014-135호)로 권장하고 있는 기준인 1×10^7 CFU/g은 식육의 부패 시 미생물 수준과의 유사성으로 인해 소비자들의 닭고기 위생 안전에 대하여 혼란을 야기할 수 있다. 특히 부패되기 쉬운 닭고기는 지속적인 미생물수준의 모니터링과 품질변화 분석을 통한 더욱 실질적인 위생기준이 필요하다고 할 수 있다.

따라서 본 연구는 국내 닭고기를 대상으로 유통과정(식육포장처리장, 식육판매장)에서의 미생물학적 수준을 평가하고, 저장기간에 따른 닭고기의 pH, 미생물학적 및 관능학적 품질 변화 분석을 통하여 유통단계 닭고기의 적정 미생물 권장기준에 대한 과학적인 근거자료를 제공하기 위하여 실시하였다.

재료 및 방법

1. 국내 유통 가금육(닭고기, 오리고기)의 일반세균수 모니터링

식품의약품안전처로부터 지난 5년간(2010~2014) 전국의 유통과정(식육포장처리장과 식육판매장)의 가금육(닭고기와 오리고기) 중 일반세균수 모니터링 검사 결과를 제공받아 정리하였다.

2. 서울/경기, 강원도, 충청도 지역의 닭고기의 미생물 수준 검사

국내 유통단계의 닭고기의 미생물학적 수준을 평가하기 위하여 2015년 7월부터 8월까지 서울/경기, 강원도 그리고 충청도 지역 소재의 식육포장처리장(1곳)과 식육판매장(6곳)을 무작위로 선정 방문하여 진열보관 중인 닭고기에 대하여 업소별 3개의 시료를 구입한 후 무균적으로 닭가슴살을 발골하여 24시간 이내에 검사에 이용하였다.

3. 저장기간에 따른 닭가슴살의 품질변화

1) 공시재료

저장기간에 따른 닭가슴살의 pH, 미생물학적 및 관능학적 품질 변화를 분석하기 위하여 강원도 춘천 소재 식육포장처리장에서 구입하고, 저밀도랩으로 호기포장하여 $4 \pm 2^\circ\text{C}$ 에서 저장하며, 각 일차별로 분석에 이용하였다.

2) pH

pH는 닭가슴살 10 g에 증류수 90 mL를 넣고 함께 균질 후 pH meter(Orion 230A, Thermo Fisher Scientific, Inc., Waltham, MA, USA)를 이용하여 분석하였다.

3) 일반세균수 및 대장균수 측정

일반세균수와 대장균수는 축산물의 가공기준 및 성분규격(MFDS, 2015) 중 미생물 시험법에 의해 실시하였다. 멸균백에 닭가슴살 5 g을 멸균된 메스를 이용하여 채취한 다음, 멸균생리식염수 45 mL를 넣고, stomacher(Bag Mixer 400; Interscience, France)를 사용하여 2분간 균질화 하였다. 추출물을 멸균생리식염수로 희석하여 1 mL를 Petrifilm(Aerobic count plate, *E. coli*/Coliform count plate, 3M, USA)에 접종한 뒤, 37°C 에서 48시간 배양하여 균락수를 계수하였다.

4) 관능적 특성

관능적 특성은 훈련된 관능검사위원 12명을 선발하여 육색, 냄새, 종합적 기호도 항목에 대하여 9점 척도법을 이용하여 평가하였다. 그 중 육색, 냄새, 종합적 기호도는 1점이 '매우 나쁘다', 9점이 '매우 좋다'로 표시하도록 하였으며, 육즙감량은 밖으로 유출된 육즙의 양을 나타냄으로 1점이 '매우 적다', 9점이 '매우 많다'로 표시하도록 하였다.

5) 통계 분석

통계분석은 SAS program(ver. 9.2 Statistics Analytical System)의 General Linear Model(GLM) 방법을 이용하였으며, 처리군의 유의성 검정은 Duncan's multiple range test를 이용

하여 5% 수준에서 실시하였다.

결과 및 고찰

1. 국내 유통 가금육(닭고기, 오리고기) 중 일반세균수 모니터링

축산물은 영양이 풍부하여 미생물에 감염될 수 있는 가능성이 크고, 변질되기 쉬우므로 취급 및 보관관리가 매우 중요하며, 축산물의 안전성을 확보하기 위해서는 사육, 도축, 가공, 운반, 보관, 판매, 소비까지 단계별로 연계된 일관성이 있는 안전관리가 요구된다(Jeon et al., 2011). 우리나라에서는 식품의약품안전처 고시로 지정하여 생산단계(도축장)와 유통단계(식육포장처리장, 식육판매장)의 식육 중 미생물의 오염 수준을 모니터링하며, 권장기준을 지키도록 권고하고 있다. 생산단계 가금육(닭고기, 오리고기) 중 일반세균수는 1×10^5 CFU/g 이하, 대장균수는 1×10^3 CFU/g 이하로 권장하고 있으며, 유통단계 가금육 중 일반세균수는 1×10^7 CFU/g 이하, 대장균수는 1×10^4 CFU/g 이하로 권장하고 있다.

본 연구에서 식품의약품안전처로부터 지난 5년간 전국의 식육포장처리장의 가금육(닭고기, 오리고기) 중 일반세균수

모니터링 결과를 받아 분석한 결과는 Table 1에 나타내었다. 닭고기는 총 932건이 분석되었으며, 그 중 1×10^6 CFU/g 이하에 889건(95.05%)이 해당하였다. 오리고기는 총 336건이 분석되었으며, 1×10^6 CFU/g 이하 범위에 333건(99.12%)이 해당하였다. 대부분의 미생물 수준이 1×10^6 CFU/g 이하에 분포하였으며, 국내 식육포장처리장의 식육 중 일반세균수 권장기준 1×10^7 CFU/g 초과 비율은 닭고기가 0.16%로 집계되었으며, 오리고기에서는 권장기준을 초과한 경우가 없었다.

식품의약품안전처로부터 지난 5년간 전국의 식육판매장의 닭고기와 오리고기 중 일반세균수 모니터링 결과를 받아 분석한 결과는 Table 2에 나타내었다. 닭고기는 총 1,071건으로 1,017건(92.16%)이 1×10^6 CFU/g 이하의 범위로 집계되었다. 오리고기는 산업규모가 작아 총 281건이 집계되었으며, 그 중 242건(85.84%)이 1×10^6 CFU/g 이하의 범위로 집계되었다. 오리고기의 오염도가 닭고기보다 높은 것은 오리고기의 산업 규모가 작아 미생물 오염 관리에 대한 투자 비용이 적고, 관련 시설 투자가 다소 부진한 영향인 것으로 사료된다. 또한, Huang et al.(2016)은 닭고기의 미생물학적 오염은 다양한 환경에 의해서 기인될 수 있으며, 영세한 규모일수록 더욱 오염되기 쉽다고 하였다. 하지만 국내 식육

Table 1. Total bacterial counts of chicken and duck meat from meat packing center across the country for last five years ('10~'14')

Meat	Total bacterial counts					
	$\leq 10^3$ ¹⁾	$10^3 < \sim \leq 10^4$	$10^4 < \sim \leq 10^5$	$10^5 < \sim \leq 10^6$	$10^6 < \sim \leq 10^7$	$10^7 <$
Chicken (n=932)	146 ²⁾ (15.74) ³⁾	297 (30.76)	340 (36.47)	106 (12.08)	41 (4.79)	2 (0.16)
Duck (n=336)	25 (7.09)	116 (33.76)	146 (43.77)	46 (14.50)	3 (0.87)	0 (0.00)
Total (n=1,268)	171 (13.49)	413 (32.57)	486 (38.33)	152 (11.99)	44 (3.47)	2 (0.16)

¹⁾ CFU/g.

²⁾ Number of samples.

³⁾ Percentage in the total number of samples (%).

Table 2. Total bacterial counts of chicken and duck meat from meat shop across the country for last five years ('10~'14')

Meat	Total bacterial counts					
	$\leq 10^3$ ¹⁾	$10^3 < \sim \leq 10^4$	$10^4 < \sim \leq 10^5$	$10^5 < \sim \leq 10^6$	$10^6 < \sim \leq 10^7$	$10^7 <$
Chicken (n=1,071)	120 ²⁾ (11.20) ³⁾	314 (29.55)	380 (35.82)	203 (18.61)	49 (4.39)	5 (0.43)
Duck (n=281)	25 (8.18)	45 (15.83)	97 (33.70)	75 (28.12)	39 (14.16)	0 (0.00)
Total (n=1,352)	145 (10.72)	359 (26.55)	477 (35.28)	278 (20.56)	88 (6.51)	5 (0.37)

¹⁾ CFU/g.

²⁾ Number of samples.

³⁾ Percentage in the total number of samples (%).

판매장의 식육 중 일반세균수 권장기준 1×10^7 CFU/g 초과 비율은 닭고기가 0.43%로 집계되어 권장범위를 초과하는 경우는 매우 적었으며, 앞의 결과와 같이 오리고기에서는 권장기준을 초과하는 경우가 없었다.

종합적으로 지난 5년간 전국 유통단계(식육포장처리장, 식육판매장)의 닭고기와 오리고기의 일반세균수 권장 기준 초과 비율은 1% 이내로 위생관리가 잘 이루어지고 있는 것으로 사료되며, 유통단계간의 오염수준은 식육포장처리장에 비해 식육판매장이 더 높은 것으로 보이는데, 이는 유통과정 중에 기구나 작업자 등에 의한 오염으로 인해 식육판매장의 식육의 오염도가 높아진 것으로 사료된다. Woo(2007) 또한 도계장과 시판단계의 계육의 일반세균수를 비교한 결과, 시판단계의 계육이 도계장의 계육보다 $10 \sim 100$ 균수 이상 수준으로 높은 오염도 성적을 보였으며, 유통과정의 간소화 및 시간단축 그리고 판매자의 개인위생 등과 같은 추가적인 오염에 대한 해결책이 필요하다고 하였다.

2. 서울/경기, 강원도, 충청도 지역의 닭고기의 미생물 수준 검사

식품의약품처로부터 지난 5년간(2010~2014) 전국의 유통단계의 닭고기와 오리고기에 대한 모니터링 검사 결과를 토대로 2015년 7~8월에 실시한 국내 서울/경기, 강원도 및 충청도 지역 식육포장처리장 내 닭고기(가슴살)의 일반세균수와 대장균수를 모니터링한 결과는 Table 3에 나타내었다. 도계 전 생체표면의 일반세균수는 $6.0 \times 10^3 \sim 8.1 \times 10^3$ CFU/cm² 수준이나, 도계처리 후에는 $1.1 \times 10^4 \sim 9.3 \times 10^4$ CFU/cm² 수준으로 증가하며 비위생적으로 처리될 경우, 각종 전염병과 식중독의 원인이 될 수 있으며(Kim et al., 2003), 도계 후 포장되기까지 수많은 오염원이 존재하며, 식육포장처리장의 미생물 오염도는 저장기간을 결정하는데 중요한 요소로 작용될 수 있다. 본 연구 결과, 지역별 식육포장처리장 내 닭고기(가슴살)의 일반세균수는 서울/경기, 강원도 및 충청도 각각 평균

1.0×10^4 , 6.7×10^4 , 3.2×10^4 CFU/g으로 집계되었으며, 대장균은 각각 평균 0.0, 3.0, 2.7×10^1 CFU/g 수준으로 검출되었다. Kim et al. (2005)은 식육의 유통단계별 미생물 오염실태 조사에서 포장 직전의 닭고기의 일반세균수를 4.2×10^4 CFU/g으로 보고하였다. 본 연구에서 이용된 지역별 식육포장처리장 닭고기의 일반세균수는 $1.0 \times 10^4 \sim 6.7 \times 10^4$ CFU/g의 범위를 보여 Kim et al.(2005)이 보고한 닭고기의 일반세균수 4.2×10^4 CFU/g과 유사하였으며, 식육 중 일반세균수 권장기준치인 1×10^7 CFU/g 보다 매우 낮은 수준으로 분석되어 위생적으로 관리되고 있음을 알 수 있었다.

2015년 7~8월에 실시한 지역별 식육판매장 6곳의 닭고기(가슴살) 일반세균수 및 대장균수 모니터링 결과, 일반세균수의 경우 최대 평균값은 9.4×10^5 CFU/g, 최소 평균값은 2.7×10^2 CFU/g으로 매우 다양한 수준을 보였다. 대장균은 서울/경기 2곳, 강원도 3곳, 충청도 1곳에서 최소 평균값 3.0 CFU/g에서 최대 평균값 1.3×10^2 CFU/g을 나타내었다(Table 4). 유통 단계 중 식육판매업소는 축산물을 보관, 판매하는 최종 유통단계로 작업장 내 환경에 대하여 미생물의 오염 및 증식요인을 제거함으로써 식육으로 교차오염을 방지할 수 있다(Jeon et al., 2011). 또한 식육판매장에서 구입한 신선육의 미생물학적 모니터링은 소비자들에게 식품을 조리하기 이전에 병원성 미생물에 대한 정보를 제공해줄 뿐만 아니라, 이후 가공이나 조리하는 과정에서 교차 오염의 가능성에 대한 정보를 제공해 줄 수 있다(Huang et al., 2016). Jeon et al.(2011)은 서울지역 식육판매장 내 닭고기의 미생물학적 오염도를 분석해본 결과, $1 \times 10^3 \sim 10^6$ CFU/g까지가 86.9%으로 대부분을 차지했으며, 그 중 $1 \times 10^4 \sim 10^5$ CFU/g이 43.5% 차지했다. 또한 대장균은 1×10^3 CFU/g 이하에서 93.5%을 보여 본 연구결과와 유사하였다. 한편, Lee et al.(2007)에 의하면 마트나 정육점에서 구입한 147개의 닭고기의 일반세균수 평가 결과, $1 \times 10^4 \sim 10^5$ CFU/g 수준에서 42.8%로 가장 많이 분포하였으며, 10^5 CFU/g 초과 수준에 46.5%가 분포한다고 보고하

Table 3. Total bacterial counts and *E. coli* of fresh chicken breast from meat packing center and meat shop in three regions in Korea (CFU/g)

Province	Total bacterial counts			<i>E. coli</i>		
	Mean	Minimum	Maximum	Mean	Minimum	Maximum
Seoul/Gyeonggi	1.0×10^4	8.3×10^3	1.3×10^4	N.D.	N.D.	N.D.
Gangwon	6.7×10^4	7.4×10^4	5.6×10^5	3.0	N.D.	1.0×10^1
Chungcheong	3.2×10^4	2.6×10^4	3.5×10^4	2.7×10^1	2.0×10^1	3.0×10^1

N.D.: Not detected.

Table 4. Total bacterial counts and *E. coli* of chicken breast from meat shop in three regions in Korea (CFU/g)

Province	Markets	Total bacterial counts			<i>E. coli</i>		
		Mean	Minimum	Maximum	Mean	Minimum	Maximum
Seoul/ Gyeonggi	A ¹⁾	5.2×10 ²	4.5×10 ²	5.7×10 ²	N.D.	N.D.	N.D.
	B	6.8×10 ³	6.1×10 ³	7.2×10 ³	1.0×10 ¹	1.0×10 ¹	1.0×10 ¹
	C	3.8×10 ⁴	3.0×10 ⁴	5.1×10 ⁴	1.3×10 ²	1.0×10 ²	1.5×10 ²
	D	9.9×10 ⁴	8.6×10 ⁴	1.2×10 ⁵	N.D.	N.D.	N.D.
	E	1.8×10 ⁴	1.4×10 ⁴	2.1×10 ⁴	N.D.	N.D.	N.D.
	F	2.3×10 ⁴	2.1×10 ⁴	2.5×10 ⁴	N.D.	N.D.	N.D.
Gangwon	A	2.5×10 ³	1.9×10 ³	2.9×10 ³	N.D.	N.D.	N.D.
	B	5.0×10 ³	4.3×10 ³	5.4×10 ³	7.0	N.D.	2.0×10 ¹
	C	1.2×10 ³	7.0×10 ²	1.9×10 ³	N.D.	N.D.	N.D.
	D	2.0×10 ⁴	1.8×10 ⁴	2.3×10 ⁴	1.0×10 ¹	N.D.	2.0×10 ¹
	E	9.4×10 ⁵	8.1×10 ⁵	1.0×10 ⁶	N.D.	N.D.	N.D.
	F	1.0×10 ⁴	7.5×10 ³	1.3×10 ⁴	3.0	N.D.	1.0×10 ¹
Chungcheong	A	1.1×10 ⁵	9.0×10 ⁴	1.3×10 ⁵	N.D.	N.D.	N.D.
	B	2.8×10 ³	1.9×10 ³	3.9×10 ³	N.D.	N.D.	N.D.
	C	4.7×10 ⁴	4.0×10 ⁴	5.1×10 ⁴	N.D.	N.D.	N.D.
	D	5.7×10 ⁴	3.9×10 ⁴	8.0×10 ⁴	N.D.	N.D.	N.D.
	E	1.2×10 ³	8.0×10 ²	1.2×10 ³	N.D.	N.D.	N.D.
	F	2.7×10 ²	1.0×10 ²	5.0×10 ²	3.0	N.D.	1.0×10 ¹

¹⁾ A: Supermarket, B~F: Butcher's shop.

N.D.: Not detected.

여 본 연구 결과보다 높은 오염도를 나타내었다.

3. 저장기간에 따른 닭가슴살의 품질변화

식육의 미생물학적 부패는 식품산업에서 매우 주요한 문제로 주로 식육 내에 존재하는 효소 또는 미생물에 의해 일어나게 된다(Ye et al., 2016). 따라서 식육의 미생물학적 부패는 피할 수 없으며, 저장 기간에 따른 식육의 품질 변화 분석은 유통과정 중에 발생할 수 있는 식육의 변화를 예측하고, 소비자들에게 안전한 식육을 제공하는데 기여할 수 있다. 본 연구에서는 닭가슴살의 저장기간에 따른 품질변화를 알아보기 위하여 pH, 미생물학적 및 관능적 평가를 실시하였다(Table 5).

저장 1일차 닭가슴살의 pH는 5.81이었으며, 저장기간이 경과할수록 증가하는 경향을 나타내었고, 저장 6일차에 6.19로 유의적으로 가장 높은 값을 나타내었다($p < 0.05$). Park et

al.(1997)은 저장 중의 pH 증가는 지방의 산패로 인한 과산화물의 축적과 단백질 분해에 의한 암모니아 생성 때문이라고 보고하였다. 또한, 기존의 연구에 따르면 식육의 저장 중 미생물의 증식은 단백질을 분해하여 식육의 pH를 증가시키는 것으로 보고되었다(Chun and Kim, 2010).

본 연구에서 이용한 닭가슴살 초기 일반세균수는 4.84 log CFU/g(7.0×10^4 CFU/g)이었으며, 저장기간이 경과함에 따라 유의적으로 증가하여 6일차에는 7.96 log CFU/g(9.6×10^7 CFU/g)을 나타내었다($p < 0.05$). Pavelková et al.(2014)에 의하면 닭가슴살을 폴리에틸렌 백에 포장하여 냉장 보관한 결과, 초기 일반세균수는 4.72 log CFU/g이었으며, 저장기간이 증가함에 따라 일반세균수가 증가한다고 보고하여 본 연구결과와 일치하였다. Sallam and Samejima(2004)에 의하면 가슴육을 2℃에서 랩포장하여 12일까지 저장한 결과, 초기 미생물은 3.48 log CFU/g로써 저장기간이 증가함에 따라 증가

Table 5. Changes in pH, microbiological and sensory quality characteristics of chicken breast during storage at 4°C

Trait	Storage (days)					
	1	3	4	5	6	
pH	5.81±0.003 ^c	5.86±0.003 ^d	5.96±0.009 ^c	6.09±0.009 ^b	6.19±0.009 ^a	
Total bacterial count ¹⁾	4.84±0.049 ^d	6.08±0.044 ^c	6.76±0.055 ^b	7.82±0.024 ^a	7.96±0.101 ^a	
Color	8.22±0.222 ^a	7.50±0.289 ^a	5.33±0.373 ^b	4.67±0.500 ^b	3.22±0.434 ^c	
Sensory evaluation	Aroma	7.78±0.278 ^a	7.44±0.176 ^a	4.22±0.401 ^b	3.11±0.200 ^c	2.11±0.309 ^d
	Drip loss	1.89±0.389 nd	1.25±0.294 ^d	3.00±0.408 ^b	2.89±0.351 ^{bc}	5.11±0.351 ^a
	Overall acceptability	8.11±0.261 ^a	7.33±0.167 ^a	5.11±0.389 ^b	3.89±0.512 ^c	2.22±0.324 ^d

^{a~d} Means±S.E. within same row with different letters differ significantly at $p<0.05$.

¹⁾ log CFU/g.

N.D.: Not detected.

하였으며, 저장 6일차에는 6.91 log CFU/g으로 7 log CFU/g에 가까운 값을 나타내었고, 이때의 pH는 6.36을 나타내었다고 보고하여 본 연구 결과와 유사하였다. Kim(1997)은 닭 가슴살을 폴리에틸렌 백에 포장하여 4°C에서 3일 간격으로 미생물 검사를 한 결과, 중온성균과 저온성균 모두 저장 1일차에서 3일차에 급속도로 증식함을 확인하였는데, 본 연구 결과 또한 저장 1일차에 4.84 log CFU/g에서 저장 3일차에 6.08 log CFU/g으로 급격한 증가를 보였다. 육류의 저장 기간은 주로 초기 오염정도와 저장 조건에 의해 좌우되고, 초기 일반세균수는 식육의 저장성을 판단하는데 주요 요소가 될 수 있다. 닭고기는 초기 일반세균수가 3~4 log CFU/g 수준일 때 좋은 품질이라고 할 수 있으며, 저장 기간이 증가함에 따라 증가하는 것으로 알려져 있다(Dawson et al., 1995; Raesi et al., 2016). Hong et al.(2008)은 닭을 폴리에틸렌 백에 담아 4°C에서 저장하였을 때 초기 일반세균수는 4.14 log CFU/g이었으며, 저장 7일차에는 6.0 log CFU/g을 초과하였고, 이때부터 표면에 점액질 분비가 나타나고 불쾌취가 발생하여 부패단계 과정이 있음을 확인하였다. 본 연구에서는 저장 3일차부터 6.0 log CFU/g을 초과한 것으로 보아 초기의 미생물 수준에 따른 저장성의 차이를 확인할 수 있었다.

본 연구는 관능적 특성으로 육색, 냄새, 육즙감량, 종합적 기호도를 평가하였으며, 관능적 특성은 소비자의 전체적인 고기의 품질을 평가하는데 주요한 역할을 한다(Xiong et al., 2014). 각 항목들은 9점 기호척도법으로 측정하였다. 육즙감량을 제외하고는 9점이 가장 신선한 상태이며, 3점 이하는 이취가 발생하고 점질물을 생성되어 식용이 불가능한 상태를 확인하였다. 관능평가 결과, 초기 육색은 8.22점을 나타내었으며, 저장 3일차까지 유의적으로 높은 선호도를 보였다

($p<0.05$). 냄새는 저장 1일차에 7.78점으로 높았으나, 저장 4일차에 4.22점으로 5점 이하의 점수를 보여 관능패널의 선호도가 매우 저하되었음을 확인하였으며, 저장 6일차에는 3점 이하로 식용이 불가능한 상태로 판단되었다. 일반세균수와 이취는 유의적으로 연관이 있는데, 부패 시 일반세균수가 증가되고, 이에 따른 결과로 이취가 발생한다고 보고되어진다(Ye et al., 2016). 본 연구 결과, 이취가 5점 이하를 나타내었던 저장 4일차에 일반세균수는 6.76 log CFU/g(5.8×10^6 CFU/g)으로 현재 국내 권장기준치인 7.0 log CFU/g(1×10^7 CFU/g) 이하에서도 관능적으로 부정적인 영향을 끼칠 수 있는 것으로 사료된다. 육즙감량은 저장 1, 3일차가 각각 1.89와 1.25점으로 유의적으로 가장 낮은 점수를 나타내었으며($p<0.05$), 저장 6일차에 5.11점으로 육즙감량이 유의적으로 증가하였다($p<0.05$). 종합적 기호도는 저장 1일차와 4일차에 각각 8.11, 7.33점으로 높은 기호도를 나타냈으나($p<0.05$), 저장 4일차는 5.11점으로 관능패널의 선호도가 저하되는 점으로 보았으며, 저장 6일차에는 3점 이하의 점수를 보여 식용이 불가능한 상태로 판단하였다.

종합적으로 저장 중 닭가슴살의 품질변화를 분석한 결과, 저장기간이 증가함에 따라 pH 증가와 일반세균수의 증가 등 품질의 저하가 일어났다. 특히 저장 4일차는 관능평가 결과, 관능패널 즉 소비자의 선호도가 저하되는 시점으로 사료되며, 특히 이취의 발생이 관찰되었다. 이때의 일반세균수는 6.76 log CFU/g(5.8×10^6 CFU/g)이었으며, pH는 5.96을 나타내었다. 일반세균수와 이취와의 연관성을 고려하였을 때, 현재 국내 유통단계 닭고기 중 일반세균수 권장기준치인 1×10^7 CFU/g 이하에서도 소비자들에게 부정적인 영향을 줄 수 있다고 사료되었다.

적 요

본 연구는 식품의약품안전처로부터 지난 5년간 가금육(닭고기, 오리고기) 중 일반세균수 모니터링 검사 결과를 받아 분석하고, 현재 서울/경기, 충청도 및 강원도 지역 내 유통단계(식육포장처리장, 식육판매장)의 닭고기를 대상으로 미생물학적 오염도를 조사하였다. 또한, 닭가슴살의 저장기간의 따른 이화학적, 미생물학적, 관능적 특성의 변화를 분석을 통하여 적정 미생물 권장 기준에 대한 과학적인 근거를 제시하고자 하였다. 현재 국외에서는 유통단계 식육의 일반세균수에 대하여 $1 \times 10^5 \sim 10^6$ CFU/g 또는 CFU/cm² 이하로 권장 또는 규제하고 있다. 반면에, 우리나라의 권장기준치는 1×10^7 CFU/g 이하로 국외와 비교하였을 때 완화된 권장기준치를 가지고 있다. 실제 지난 5년간 시행된 전국의 유통단계 가금육(닭고기, 오리고기) 중 일반세균수 모니터링하여 분석해본 결과, 대부분 1×10^6 CFU/g 이하에 속하며, 권장기준 초과 건수가 1% 이내로 위생관리가 잘 이루어지고 있었다. 이를 바탕으로 현재 서울/경기, 강원도 및 충청도 지역의 유통단계 닭고기의 현장 모니터링을 실시하여 18개의 식육판매점에서 채취된 54개의 시료 중 2건을 제외하고, 모두 국내 일반세균수 권장기준치인 1×10^7 CFU/g과 대장균수 권장기준치인 1×10^4 CFU/g을 초과하지 않았다.

적정 미생물 권장기준에 과학적 근거 제시를 위하여 유통기간 중에 발생할 수 있는 품질적 변화를 예측하고자 닭가슴살을 저밀도 랩으로 포장하여 4°C에서 저장하며, 저장기간별 이화학적, 미생물학적 및 관능학적 변화를 분석하였다. 그 결과, 현재 국내 유통단계 닭고기 중 일반세균수 권장기준치인 1×10^7 CFU/g에 근접하였을 때 pH는 5.96으로 pH 6에 가까웠고, 종합적 기호도가 5.11점으로 5점에 가까웠으며 특히 냄새가 5점 이하를 보여 이취로 인한 선호도의 저하를 나타냈다. 따라서 국내 유통 단계 식육에 대한 일반세균수 권장기준치가 국외에 비해 다소 완화된 기준이며, 심지어 권장기준치(1×10^7 CFU/g 이하) 이하에서도 관능패널들이 낮은 선호도를 보였던 점을 고려할 때, 안전성뿐만 아니라 소비자의 기호도를 동시에 만족시킬 수 있도록 유통단계 닭고기 중 일반세균수 권장기준을 1×10^6 CFU/g 수준까지 낮추어 보다 현실적이고 적절한 권장기준에 대한 검토가 필요할 것으로 판단된다.

사 사

본 연구는 식품의약품안전처에서 시행한 용역연구개발과제의 지원에 의해 수행되었으며, 이에 깊은 감사를 드립니다.

REFERENCES

- Brooke MH, Kaiser KK 1970 Three myosin adenosine triphosphate system: The nature of their pH liability and sulphhydryl dependence. *J Histochem Cytochem* 18:670-672.
- Chun HH, Kim JY 2010 Effect of UV-C irradiation on the inactivation of inoculated pathogens and quality of chicken breasts during storage. *Food Control* 21(3):276-280.
- Dawson PL, Han IY, Voller LM, Clardy CB, Martinez RM, Acton JC 1995 Film oxygen transmission rate effects on ground chicken meat quality. *Poultry Sci* 74(8):1381-1387.
- Hong YH, Kim MK, Song KB 2008 Effects of aqueous chlorine dioxide treatment on microbial safety and quality of samgae chicken. *Korean J Food Preserv* 15(5):769-773.
- Huang J, Zong Q, Zhao F, Zhu J, Jiao XA 2016 Quantitative surveys of *Salmonella* and *Campylobacter* on retail raw chicken in Yangzhou, China. *Food Control* 59:68-73.
- Jang A, Kim D, Kim HJ, Gil J 2015 Evaluation of microbiological guideline for meat. Ministry of Food Drug Safety.
- Jeon HC, Kim JE, Son JW, Chae HS, Jin KS, Oh JH, Shin BW, Lee JH 2011 Evaluation of the microbial contamination status and sanitation practice level in butcher's shops in Seoul. *Korean J Vet Serv* 34(4):409-416.
- Kim JH, Kim KH, Song SW, Lee JY, Jung SC, Lee SW 2005 A survey on the microbial contamination levels for meats in distributional stages. *QIA*.
- Kim M 1997 Effect of lactic acid treatment on microorganisms and sensory characteristics in chickens. *Korean J Soc Food Sci* 13:293-298.
- Kim SH, Jayasena DD, Kim HJ, Jo C, Jung S 2014 Effect of adding *Lactobacillus*-fermented solution on characteristics of chicken breast meat. *Korean J Poult Sci* 41(2):127-133.
- Kim SH, Na KB, Yang SM, You JY, Bae YJ, Choi YT 2003 Survey of bacterial contamination of chicken meat. *Korean J Vet Serv* 26(3): 221-225.
- Lee D, Hwang J, Yang H, Jang S, Baek E, Kim M, Ha N 2007 Assessment of bacterial contamination of raw meats sold in Korea. *Environ Health Toxicology* 22(4):313-320.

- MAFRA (Ministry of Agriculture Food and Rural Affairs) 1999 Development of HACCP Application Manual.
- MFDS (Ministry of Food and Drug Safety) 2015 Processing Standards and Ingredient Specifications for Livestock Products.
- Nonghyup (Livestock Information Center) 2016. <https://livestock.nonghyup.com/main/main.do> accessed 27. Oct. 2016.
- Park CI, Kim YJ 2008 Effects of dietary mugwort powder on the VBN, TBARS, and fatty acid composition of chicken meat during refrigerated storage. *Korean J Food Sci An* 28(4):505-511.
- Park WM, Choi WH, Yoo IJ, Kim YS, Kim WJ, Chung DH 1997 Effects of lactic acid bacteria isolated from fermented foods on the microbiological properties of fermented sausages. *Food Sci Biotechnol* 6(3):145-148.
- Pavelková A, Kačániová M, Horská E, Rovná K, Hleba L, Petrová J 2014 The effect of vacuum packaging, EDTA, oregano and thyme oils on the microbiological quality of chicken's breast. *Anaerobe* 29:128-133.
- Raeisi M, Tabaraei A, Hashemi M, Behnampour N 2016 Effect of sodium alginate coating incorporated with nisin, *Cinnamomum zeylanicum*, and rosemary essential oils on microbial quality of chicken meat and fate of *Listeria monocytogenes* during refrigeration. *Int J Food Microbiol* 238: 139-145.
- Sallam KI, Samejima K 2004 Effects of trisodium phosphate and sodium chloride dipping on the microbial quality and shelf life of refrigerated tray-packaged chicken breasts. *Food Sci Biotechnol* 13(4):425.
- Shin HY, Ku KJ, Park SK, Song KB 2006 Use of freshness indicator for determination of freshness and quality change of beef and pork during storage. *Korean J Food Sci Technol* 38(3):325-330.
- Verma SP, Sahoo J 2000 Improvement in the quality of ground chevon during refrigerated storage by tocopherol acetate preblending. *Meat Sci* 56(4):403-413.
- Woo YK 2007 Survey on the status of microbial contamination of chicken meats collected from poultry processing plants in nationwide. *Kor J Microbiol* 43(3):186-192.
- Xiong Z, Sun DW, Zeng XA, Xie A 2014 Recent developments of hyperspectral imaging systems and their applications in detecting quality attributes of red meats: A review. *J Food Eng* 132:1-13.
- Ye X, Iino K, Zhang S 2016 Monitoring of bacterial contamination on chicken meat surface using a novel narrow band spectral index derived from hyperspectral imagery data. *Meat Sci* 122:25-31.

Received Oct. 27, 2016, Revised Dec. 5, 2016, Accepted Dec. 5, 2016