

< Original Article >

도계육 냉각공정 방식에 따른 보존성 비교

김경택^{1*} · 김지현¹ · 박영민¹ · 명근식¹ · 박태욱²
전라북도 동물위생시험소 서부지소¹, 전라북도 동물위생시험소²

Comparison of preservation in poultry carcasses processed by different chilling systems

Kyeong-Taek Kim^{1*}, Ji-Hyun Kim¹, Young-Min Park¹, Keun-Sik Myung¹, Tae-Wook Park²

¹West-Branch, Jeonbuk Veterinary Service Laboratory, Jeongup 56134, Korea
²Jeonbuk Veterinary Service Laboratory, Jangsu 55632, Korea

(Received 8 August 2017; revised 3 November 2017; accepted 29 November 2017)

Abstract

Cold air or ice water are used to chill poultry carcasses after slaughter. In order to compare the microbial reduction effect of two different chilling systems in poultry carcasses, Pre-and post-chilled carcass samples were tested for contamination agents such as aerobic bacteria counts, *E. coli* counts and *Salmonella* spp. counts. Water chilling system showed higher reduction ratio of bacteria than air chilling system during the three seasons. Also, aging of slaughter facility was related with bacterial contamination of pre-chilled carcasses. And additional volatile basic nitrogen (VBN) test were conducted in poultry packing meats and it increased steadily during 15 days. VBN at 8~9 days were over 13 mg% with putrid smell. Poultry packing meats by water chilling system were fresher than air chilling system during early storage time. But those decayed faster after 9 days.

Key words : Poultry carcasses, Chilling, Aerobic bacteria, *E. coli*, VBN

서 론

우리나라 국민 1인당 닭고기 소비량은 2000년 6.9 kg, 2014년 12.8 kg로 2배 가까이 증가하여 2014년 10.8 kg인 쇠고기 소비량을 추월하였다(농림축산식품부, 2016). 이러한 급격한 닭고기 수요증가는 국내 양계산업의 계열화를 통한 양적인 발전과 동시에 HACCP 제도 도입 등의 위생수준 개선을 통한 닭고기 품질향상과 밀접하게 관련한다. 닭 도축장의 위생적인 시설과 미생물 오염 방지를 위한 도축공정은 닭고기의 품질과 관련이 있으며 소비자의 안전을 위하여 매우 중요한 요소가 되고 있다(Bolder, 1998).

특히 닭 도축공정 중 내장 적출단계 후 도체의 심

부를 냉각시키는 공정은 병원성 미생물 증식 억제 및 보존성 향상에 매우 중요하다. 하지만 일반육류와 달리 도계육은 도축 후 장시간 냉장보관이 매우 어려워서 침지냉각수를 이용하는 워터칠링과 공기냉각을 이용하는 에어칠링 등의 냉각공정을 통해 도체의 심부온도를 5°C에서 -0.5°C까지 낮추게 된다. 위 공정 방식은 육류의 품질과 미생물 증식에 영향을 주며(Petrak 등, 1999; McKee, 2001; Sanchez 등, 2002), 도체의 생화학반응, 보수력, 맛, 풍비, 연화도 및 유통기한에도 영향을 주는 것으로 보고된 바 있다(Schreurs, 2000; Fletcher, 2002).

워터칠링은 염소를 첨가한 냉각수에 약 60분 정도 도체를 이동하는 공정을 통해 심부온도를 5°C 이하로 낮추는 방식으로 상대적으로 적은 비용으로 빠르게 냉각시키는 장점이 있으며 미국에서 상용화된 방

*Corresponding author: Kyeong-Taek Kim, Tel. +82-63-290-6547, Fax. +82-63-290-6568, E-mail. caisfo@korea.kr

식이다. 반면 에어칠링은 냉기를 사용하여 약 90~150분간 도체를 이동시켜 심부온도를 1°C 이하로 낮추는 방식으로 워터칠링에 비해 교차오염 가능성이 낮고 수분흡수가 적어 가금류 특유의 품질을 유지시키며 주로 유럽에서 사용되다가 최근에는 폐수배출제한 규정으로 인해 미국에서도 사용이 증가하고 있다 (Carciofi와 Laurindo, 2007, 2010; Huezo 등, 2007; Zhaung 등, 2009).

닭 도축장 냉각공정에 따른 도체 위생과 관련한 국외연구는 활발히 진행되고 있으나, 아직까지 국내에서는 국외와 동일한 냉각공정이 상용화되고 있음에도 불구하고 냉각공정별 도계육의 위생 및 보존성에 관한 비교연구가 전무하여 작업장 위생지도에 필요한 자료가 부족한 실정이다. 이에 본 실험은 도계육의 냉각공정 방식에 따른 보존성을 조사하고자 전북 지역 관내 워터칠링과 에어칠링 각기 다른 냉각공정을 적용하는 닭 도축장 2개소를 선정하여 계절별로 냉각공정 전·후 시료를 채취하고 미생물 감소율을 비교하였다. 또한 각기 다른 냉각공정을 거친 포장육의 보존성 비교를 위하여 당일출고 포장육을 수거하여 보존일자별로 15일간 10회에 걸쳐 휘발성염기질소 검사 및 미생물 검사를 실시하였다.

재료 및 방법

공시재료

전북 군산소재 워터칠링 공정의 A 도축장과 부안소재 에어칠링 공정의 B 도축장 2개소를 선정하여 도축장 1개소당 냉각공정 이전과 이후 각 50수씩 2016년 5월, 8월, 12월 총 600수의 도체를 각각 멸균 린스백에 넣고 BPD (Butterfield's Phosphate Buffered Dilution water) 400 mL로 행군 후 행군액을 냉장상태를 유지하여 균을 분리하고자 즉시 실험실로 운반하였다. 또한 위 선정한 도축장에서 중량규격이 12호인 당일 출고된 개별 포장육 100건을 수거 후 즉시 이동하여 실험실의 4°C 냉장고에 15일간 보관하며 휘발성염기질소(VBN)와 미생물 검사를 진행하였다. 마찬가지로 5월, 8월, 12월 계절별로 총 3회에 걸쳐 600건을 수거하였다.

일반세균 및 대장균 검사

냉각공정 전·후 도계육 행군액 시료를 0.85% 멸균생리식염수로 10진 희석법에 따라 희석한 후 각 단계의 희석액을 일반세균수는 일반세균용 펠트리필름 배지(Aerobic cell count Petrifilm, 3M Health Care, USA)에 1 mL를 접종하여 37°C 48시간, 대장균수는 대장균수 측정용 펠트리필름 배지(*E. coli*/Coliform count Petrifilm, 3M Health Care, USA)에 1 mL를 접종하여 37°C에서 48시간동안 배양한 후, 일반세균수는 붉은색 집락을, 대장균수는 가스 생성이 있는 푸른색 colony를 양성반응으로 하여 집락을 계수하였다. 검사결과는 CFU/mL단위로 계수한 후 평균값을 log CFU/mL로 변환하였다. 각기 다른 냉각공정을 거친 당일출고 포장육에 대해서도 출고일을 기준으로 보존일자 별로 15일간 10회(2일, 3일, 6일, 7일, 8일, 9일, 10일, 11일, 13일, 15일)에 걸쳐 회당 10건씩 검사를 진행하였다.

Salmonella spp. 검사

냉각공정 전·후 도계육 및 보존일자별 포장육 행군액 시료 25 mL를 취하여 BPW (Buffered peptone water) 25 mL에 넣고 균질화하여 37°C에서 24시간 배양하였다. 이후 10 mL TT (Tetrathionate) broth에 1 mL 첨가 및 10 mL RV (Rappaport Vassiliadis) broth에 0.1 mL를 첨가하여 각각 37°C 및 42°C에서 24시간 증균 배양을 거쳐 BG Sulfa agar와 XLT4 agar에 도말 후 37°C에서 24시간 배양하고 의심집락을 취하여 Vitek-II (BioMeriux)로 최종 판정하였다.

휘발성염기질소(Volatile Basic Nitrogen) 검사

포장육 흉근부 세절시료 10 g에 증류수 50 mL를 가하여 150 rpm에서 15분간 균질화한 후 균질액을 30분간 정치하여 여과지(Advantec No.2)로 여과한 다음, conway unit을 약간 기울여 외실에 여과액 1 mL와 내실에 0.01N-H₂SO₄ 1 mL를 정밀하게 넣고 덮개를 갈아 맞추는 부분에 기밀제를 소량 바른 다음 K₂CO₃ 포화용액 1 mL를 외실에 여과액과 구분되게 신속히 주입하고 즉시 밀폐시켜 용기를 수평으로 하여 교반하였다. 32°C에서 40분간 정치한 후 내실의 H₂SO₄용액에 brunswick시액 한 방울을 넣고 0.01N NaOH 용액으로 적정하였다.

$$\text{휘발성염기질소(mg\%)} = 0.14 \times \frac{(b-a) \times f}{W} \times 100 \times d$$

W: 검사시료채취량(g), f: 0.01N-NaOH의 역가, a: 본 시험 적정량(mL), b: 공시험 적정량(mL), d: 희석배수

통계분석

냉각공정 전·후 그룹간 검사수치 비교는 SPSS (Statistical Package for the Social Sciences)의 Independent T-test를 이용하였고 계절별 냉각공정 이전 그룹간 검사수치 비교는 One-Way-ANOVA를 이용하였으며 유의성 검정은 $P < 0.05$ 수준에서 실시하였다.

결과 및 고찰

냉각공정 전·후 검사

봄철 닭 도축장 도체의 미생물 검사(log CFU/mL)에서 워터칠링 전·후 시료의 일반세균은 각각 4.8과 3.7, 대장균은 3.1, 1.8을 나타냈고 살모넬라는 1.0의 수치를 보였으나 워터칠링 후에는 검출되지 않았다.

에어칠링 공정에서는 전·후 일반세균이 4.7과 3.8, 대장균은 3.1과 1.9를 나타냈으며 살모넬라는 칠링 전 0.9, 칠링 후에 미검출 되었다. 각 냉각공정의 전·후 미생물 오염도간의 비교에서 유의적인 차이를 보였는데($P < 0.05$), 감소율은 워터칠링에서 일반세균 22.9%, 대장균 41.9%, 살모넬라 100%를 나타냈고, 에어칠링은 일반세균 19.1%, 대장균 38.7%, 살모넬라 100%를 보여, 냉각을 통한 미생물 감소율을 단순비교 했을때 워터칠링 공정이 에어칠링보다 상대적으로 높은 것으로 나타났다(Table 1).

여름철에 실시한 실험에서 워터칠링 공정 이전 및 이후 도체의 일반세균이 4.9와 3.8, 대장균은 3.3과 1.9, 살모넬라는 1.1과 0을 나타냈고 에어칠링은 일반세균이 4.8과 3.8, 대장균은 3.1과 1.9, 살모넬라는 칠링 전 1.1, 칠링 후에서 미검출 되었다. 봄철 실시한 검사와 같이 냉각공정 전·후 미생물 오염도는 유의적인 차이를 보였으며($P < 0.05$), 미생물 감소율의 단순비교에서는 워터칠링이 더 높았다(Table 2).

겨울철 실험에서 워터칠링 공정 이전 및 이후 도체의 일반세균이 4.7과 3.8, 대장균은 3.1과 1.9, 살모넬라는 1.2와 0을 나타냈다. 에어칠링은 일반세균이 각각 4.7과 3.7, 대장균은 3.0과 1.8, 살모넬라는 1.0과 0.0을 나타냈다. 미생물 감소율은 이전 실험과 달리

Table 1. Comparison of mean counts (log CFU/mL) of aerobic bacteria, *Escherichia coli*, *Salmonella* spp. on broiler carcasses before and after chilling in spring

Chilling method (Plant)		No. of samples	Aerobic bacteria*	<i>E. coli</i> *	<i>Salmonella</i> spp.
Water chilling (Plant A)	Before chilling	50	4.8	3.1	1.0
	After chilling	50	3.7	1.8	-
	Reduction ratio (%)		22.9	41.9	100
Air chilling (Plant B)	Before chilling	50	4.7	3.1	0.9
	After chilling	50	3.8	1.9	-
	Reduction ratio (%)		19.1	38.7	100

*Significant statistical difference ($P < 0.05$).

Table 2. Comparison of mean counts (log CFU/mL) of aerobic bacteria, *Echerichia coli*, *Salmonella* spp. on broiler carcasses before and after chilling in summer

Chilling method (Plant)		No. of samples	Aerobic bacteria*	<i>E. coli</i> *	<i>Salmonella</i> spp.
Water chilling (Plant A)	Before chilling	50	4.9	3.3	1.1
	After chilling	50	3.8	1.9	0
	Reduction ratio (%)		22.4	42.4	100
Air chilling (Plant B)	Before chilling	50	4.8	3.1	1.1
	After chilling	50	3.8	1.9	-
	Reduction ratio (%)		20.8	38.7	100

*Significant statistical difference ($P < 0.05$).

에어칠링 공정에서 더 높았다(Table 3).

냉각공정간 도체 미생물 검사 비교에서 워터칠링이 에어칠링보다 미생물 감소에 상대적으로 효과적인 점은 Berrang 등(2008)이 보고한 냉각방식간 도체의 미생물증감 비교와 유사하였다. 특히 워터칠링은 염소처리 및 세척효과로 살모넬라, 캄필로박터 등의 미생물 감소율에 탁월한 것으로 알려져 있다(Demirok 등, 2013). 다만 겨울철 워터칠링 공정에서 미생물 감소율이 이전 워터칠링 및 에어칠링 실험을 모두 포함한 결과 중 가장 낮은 수준을 보였는데, 이는 투입된 염소의 농도가 낮을 때에 닭 도체로부터 떨어져 나온 유기물이 염소와 결합하여 chloramine으로 산화에 관여함으로써 살균효과를 나타내지 못한 것으로 추정할 수 있다(Yi 등, 1999). 또한 2013년에 신축한 B 도축장에 비해 1995년에 도축을 개시한 A 도축장에서 냉각공정 이전 도체의 미생물 오염도가 더 높은 것은 시설 노후화에 따른 것으로 추정되며, 전반적인 작업장 시설기준 향상 및 위생관리 강화로 그룹간 검사수치의 비교분석에서 유의적인 차이를 보이지는 않았다.

냉각공정 이전 도체의 살모넬라를 제외한 미생물 오염도의 계절별 비교에서는 대체적으로 두 도축장

모두 여름, 봄, 겨울 순으로 오염도가 높았다.

포장육 검사

봄철에 실시한 각기 다른 냉각공정별 출고 포장육 검사에서 Dierick 등(1974)이 보고한 바와 같이 저장기간이 증가할수록 식육 내 VBN (mg%)은 지속적으로 상승하여 15일차에 워터칠링은 20.3, 에어칠링은 20.1을 나타냈다. 일반세균은 워터칠링에서 2일차에 3.7, 마지막 15일 검사에서 7.3을 나타냈고 에어칠링은 각각 3.6과 7.3을 나타냈다. 대장균은 두 냉각공정에서 8일차에 1.7까지 상승하고 이후에 감소하는 경향을 보였다. 두 냉각공정간 포장육의 검사수치 비교에서 VBN은 6~13일 사이에 진행된 7회의 검사 외에 전반적인 검사수치는 유의적인 차이가 발견되지 않았다. 그 외 관능검사에서 이취는 워터칠링에서 9일, 에어칠링은 8일에 확인할 수 있었고 일반세균은 각각 그 다음날부터 점차적으로 증가하기 시작하였다(Table 4).

여름철에 출고한 냉각공정별 포장육의 비교에서 VBN은 워터칠링 2일에서 5.5, 15일은 20.0를 나타냈

Table 3. Comparison of mean counts (log CFU/mL) of aerobic bacteria, *Escherichia coli*, *Salmonella* spp. on broiler carcasses before and after chilling in winter

Chilling method (Plant)		No. of samples	Aerobic bacteria*	<i>E. coli</i> *	<i>Salmonella</i> spp.
Water chilling (Plant A)	Before chilling	50	4.7	3.1	1.2
	After chilling	50	3.8	1.9	0
	Reduction ratio (%)		19.1	38.7	100
Air chilling (Plant B)	Before chilling	50	4.7	3.0	1.0
	After chilling	50	3.7	1.8	0
	Reduction ratio (%)		21.3	40.0	100

*Significant statistical difference ($P < 0.05$).

Table 4. Comparison of mean counts of aerobic bacteria, *Escherichia coli*, *Salmonella* spp. and VBN on poultry packing meats by different chilling systems in spring

Chilling method and item tested	No. of samples	Storage time (days)										
		2	3	6	7	8	9	10	11	13	15	
Water chilling (Plant A)	VBN*	50	5.4	6.1	7.1	8.5	10.2	14.2	15.0	17.6	19.9	20.3
	Aerobic bacteria [†]		3.7	3.7	4.1	5.0	5.1	5.9	6.0	6.9	7.2	7.3
	<i>E. coli</i> [†]		1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.6	1.5	1.5	1.5	1.5
	<i>Sal</i> spp. [†]		0	-	0.3	-	-	0.3	0.3	-	-	0.3
Air chilling (Plant B)	VBN*	50	5.3	6.6	8.3	10.4	14.0	15.9	17.7	18.7	19.1	20.1
	Aerobic bacteria [†]		3.6	3.7	4.1	4.7	5.2	6.0	6.7	7.0	7.2	7.3
	<i>E. coli</i> [†]		1.6	1.6	1.7	1.7	1.7	1.6	1.6	1.4	1.4	1.4
	<i>Sal</i> spp. [†]		0	-	0	-	0.6	0	0	0.8	0.5	0.3

*Mean mg%, [†]Mean log CFU/mL.

고, 에어칠링은 5.3와 19.8를 나타냈다. 일반세균은 워터칠링이 2일에 3.8, 마지막 15일 검사에서 7.3을 나타냈고 에어칠링에서는 각각 3.6과 7.2를 나타냈다. 대장균은 붐철 검사와 마찬가지로 8일까지 증가 후 감소하는 경향을 보였다. 이취는 워터칠링은 9일에, 에어칠링은 8일에 확인 가능하였다(Table 5).

겨울철 포장육 검사에서 VBN은 워터칠링 2일에 5.0, 15일에 20.0를 나타냈고 에어칠링은 각각 5.2와 19.5를 나타냈다. 일반세균은 워터칠링에서 3.7과 7.3, 에어칠링은 3.6과 7.2를 나타냈고 대장균은 이전 검사와 유사하게 7~8일 이후 감소 곡선을 보였다. 이취 또한 워터칠링 및 에어칠링 각각 9일과 8일에 확인 가능하였다(Table 6).

Park 등(1988)은 쇠고기에서 VBN이 15 mg% 이상 측정될 경우 부패취를 느낄 수 있다고 보고한 바 있는데 닭고기 포장육을 대상으로 한 이번 실험에서 냉각공정과 상관없이 8~9일경 13 mg%이상에서 부패취에 가까운 이취를 확인할 수 있었다. 현재 축산물

의 가공기준 및 성분규격(식품의약품안전처, 2016)에서는 포장육에 대한 부패도 기준을 VBN은 20 mg%으로 규정해 놓고 있으나 이번 실험의 관능검사에서는 부패육으로 의심되나 VBN 수치는 기준치보다 낮아 부패육으로 판단하기 모호한 경우가 발생하였다. 따라서 부패도 기준에 대한 보다 과학적인 근거 마련이 요구된다.

또한 위 8~9일을 기준으로 이전기간에 워터칠링 포장육은 에어칠링에 비해 VBN이 더 낮은 반면 그 이후에는 두 포장육의 VBN이 유사하게 증가하는 경향을 보였으며 이를통해 워터칠링 공정을 거친 포장육이 출고 후 냉장보관 상태에서 신선도 유지에 더 용이하나, 일정시간이 지난 후부터 냉각방식에 관계없이 유사한 부패정도를 보이는 것으로 판단된다. 워터칠링을 거친 도체는 에어칠링에 비해 더 많은 수분을 흡수하고 있고 이는 보관기간 중 미생물 오염을 증가시키는 점에서 닭고기의 저장성과 밀접하게 관련된다. 그간 닭 도체의 냉각방법과 이에 따른 함수

Table 5. Comparison of mean counts of aerobic bacteria, *Escherichia coli*, *Salmonella* spp. and VBN on poultry packing meats by different chilling systems in summer

Chilling method and item tested	No. of samples	Storage time (days)										
		2	3	6	7	8	9	10	11	13	15	
Water chilling (Plant A)	VBN*	50	5.5	6.3	7.4	9.0	10.4	13.9	14.8	16.6	18.9	20.0
	Aerobic bacteria [†]		3.8	3.8	4.1	5.0	5.1	5.8	6.0	6.9	7.1	7.3
	<i>E. coli</i> [†]		1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.6	1.6	1.6	1.5	1.5
	<i>Sal</i> spp. [†]		0.5	0.6	-	-	0.3	-	0.5	0.0	0.6	0.0
Air chilling (Plant B)	VBN*	50	5.3	6.5	8.5	10.1	13.8	14.4	17.1	18.7	18.9	19.8
	Aerobic bacteria [†]		3.6	3.6	4.1	4.6	5.2	6.0	6.6	7.0	7.1	7.2
	<i>E. coli</i> [†]		1.6	1.6	1.7	1.7	1.8	1.6	1.5	1.5	1.4	1.5
	<i>Sal</i> spp. [†]		-	0.3	0	-	0.3	0	0.5	0.6	0	0.3

*Mean mg%, [†]Mean log CFU/mL.

Table 6. Comparison of mean counts of aerobic bacteria, *Escherichia coli*, *Salmonella* spp. and VBN on poultry packing meats by different chilling systems in winter

Chilling method and item tested	No. of samples	Storage time (days)										
		2	3	6	7	8	9	10	11	13	15	
Water chilling (Plant A)	VBN*	50	5.0	5.2	5.9	8.9	11.5	13.1	13.7	17.2	19.1	20.0
	Aerobic bacteria [†]		3.7	3.7	4.4	5.1	5.2	5.7	5.9	6.9	7.1	7.3
	<i>E. coli</i> [†]		1.7	1.6	1.7	1.7	1.6	1.6	1.6	1.6	1.5	1.5
	<i>Sal</i> spp. [†]		-	0	0	-	0	-	0	-	0	0.3
Air chilling (Plant B)	VBN*	50	5.2	5.3	6.6	10.6	13.2	14.3	17.2	18.5	19.0	19.5
	Aerobic bacteria [†]		3.6	3.6	4.1	4.6	5.1	5.9	6.6	6.9	7.1	7.2
	<i>E. coli</i> [†]		1.5	1.6	1.5	1.6	1.6	1.5	1.5	1.2	1.2	1.1
	<i>Sal</i> spp. [†]		-	0	0	-	-	0	0.3	0	-	0

*Mean mg%, [†]Mean log CFU/mL.

율이 닭고기의 저장성에 상당한 영향을 미친다는 보고가 다수 발표되어 왔으며(Mielnik 등, 1999; Young과 Smith, 2004; Tuncer와 Sireli, 2008; Perumalla 등, 2011), 이에 축산물위생관리법 시행규칙(식품의약품안전처, 2016)은 닭고기 냉각 및 세척 후 중량 증가 허용 기준을 8.0%로 제한하고 있다.

닭고기의 shelf-life는 타육류에 비하여 짧고, 계절적인 영향과 수급 측면에서 원활하지 못하여 가격등락의 폭이 매우 크게 나타난다. 이에 본 실험은 서로 다른 냉각공정을 거친 도계육의 비교를 통해 보존성에 대한 유의적인 차이를 확인하였다. 그러나 더 정확한 데이터를 위해서 여러 변수를 통제하고 표본수를 늘려 추가 실험을 진행함과 동시에 모니터링 검사를 확대 실시하여 위생적인 제품의 생산에 활용하였으면 한다.

결 론

전북지역 관내 각기 다른 냉각공정을 보유한 닭 도축장 2개소를 선정하여 계절별로 냉각공정 전·후 도체 600수에 대한 미생물 검사를 실시하였다. 워터칠링에서 봄, 여름, 겨울 계절별 감소율은 일반세균이 22.9%, 22.4%, 19.1%, 대장균이 41.9%, 42.4%, 38.7%, 살모넬라는 모두 100%를 나타냈고 에어칠링은 계절별로 각각 일반세균이 19.1%, 20.8%, 21.3%, 대장균이 38.7%, 38.7%, 40.0%, 살모넬라는 워터칠링과 같이 모두 100%의 감소율을 나타냈는데 미생물 감소에서 워터칠링이 상대적으로 효과적이었다. 또한 냉각공정 이전 오염도는 시설이 노후될수록, 계절별로는 여름, 봄, 겨울 순으로 오염도가 높았다.

각기 다른 냉각공정을 거친 포장육의 보존일자별 VBN검사에서 8~9일에 13 mg% 이상과 함께 부패취와 가까운 이취를 확인하였으며, 워터칠링 포장육이 에어칠링에 비해 저장초기는 더 신선한 반면, 저장기간이 길어질수록 더 빨리 부패하였다. 이는 각기 다른 냉각공정을 거친 도체의 함수율 차이와 관련된 것으로 추정된다.

REFERENCES

농림축산식품부. 2016. 농림축산식품 주요통계. pp. 469.
 식품의약품안전처. 2016. 축산물위생관리법 시행규칙. 식품의약품안전처 총리령 제1314호

식품의약품안전처. 2016. 축산물의 가공기준 및 성분규격. 식품의약품안전처 고시 제2016-48호
 Berrang ME, Meinersmann RJ, Smith DP, Zhuang H. 2008. The effect of chilling in cold air or ice water on the microbiological quality of broiler carcasses and the population of *Campylobacter*. *Poult Sci* 87: 992-998.
 Bolder NM. 1998. The microbiology of the slaughter and processing of poultry. pp. 158-173. In: Davies AR, Board RJ(ed), *The microbiology of meat and poultry*. Blackie Academic & Professional, London.
 Carciofi BAM, Laurindo JB. 2007. Water uptake by poultry carcasses during cooling by water immersion. *Chem Eng Process* 46: 444-450.
 Carciofi BAM, Laurindo JB. 2010. Experimental results and modeling of poultry carcass cooling by water immersion. *Ciën Tecnol Alimentos* 30: 447-453.
 Demirok E, Veluz G, Stuyvenberg WV, Castaneda MP, Byrd A, Alvarado CZ. 2013. Quality and safety of broiler meat in various chilling systems. *Poult Sci* 92: 1117-1126.
 Dierick A, Vandekerckhove P, Demeyer D. 1974. Changes in nonprotein nitrogen components during dry sausages ripening. *J Food Sci* 39: 301-306.
 Fletcher DL. 2002. Poultry meat quality. *World's Poult Sci J* 58: 131-145.
 Huezo R, Smith DP, Northcutt JK, Fletcher DL. 2007. Effect of immersion or dry air chilling on broiler carcass moisture retention and breast fillet functionality. *J Appl Poult Res* 16: 438-447.
 McKee S. 2001. Chilling of poultry. Immersion and air. *Watt Poult USA* 12: 18-24.
 Mielnik MB, Dainty RH, Lundby F, Mielnik J. 1999. The effect of evaporative air chilling and storage temperature on quality and shelf life of fresh chicken carcasses. *Poult Sci* 78: 1065-1073.
 Park GB, Kim YJ, Lee HG, Kim JS, Kim YH. 1988. Changes in freshness of meats during postmortem storage. *Korea J Anim Sci* 30: 672-677.
 Perumalla AV, Saha A, Lee A, Meullenet JF, Owens CM. 2011. Marination properties and sensory evaluation of breast fillets from air-chilled and immersion-chilled broiler carcasses. *Poult Sci* 90: 671-679.
 Petrak T, Kalodera Z, Novakovic P, Gumhalter Karolyi L. 1999. Bacteriological comparison of parallel and counter flow water chilling of poultry meat. *Meat Sci* 53: 269-271.
 Sanchez XM, Wade MF, Mindy MB, McKee SM. 2002. Microbial profile and antibiotic susceptibility of *Campylobacter* spp. and *Salmonella* spp. in broilers processed in air chilled and immersion chilled environments. *J Food Prot* 65: 948-956.
 Schreurs FJG. 2000. Post mortem changes in chicken muscle. *World's Poult Sci J* 56: 319-346.
 Tuncer B, Sireli UT. 2008. Microbial growth on broiler carcasses stored at different temperatures after air or water-chilling. *Poult Sci* 87: 793-799.
 Yi CH, Byun YS, Hwang BW, Kang HJ. 1999. Efficacy of chlor-

- ine and lactic acid for reducing pathogenic and spoilage microorganisms on chicken skin. *Korea J Vet Serv* 22: 411-418.
- Young LL, Smith DP. 2004. Moisture retention by water and air chilled chicken broilers during processing and cutup operation. *Poult Sci* 83: 199-122.
- Zhaung H, Savage EM, Smith DP, Berrang ME. 2009. Effect of dry-air chilling on sensory descriptive profiles of cooked broiler breast meat deboned four hours after the initiation of chilling. *Poult Sci* 88: 1282-1291.