

## 침지냉각 조건에 따른 닭 도체의 수분 흡수 및 감량 비교

이재청<sup>1</sup> · 김병기<sup>1</sup> · 전진안<sup>1</sup> · 임찬혁<sup>1</sup> · 김효선<sup>1</sup> · 이경우<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>축산물품질평가원, <sup>2</sup>건국대학교 동물자원학과

### Comparison of Water Retention and Loss of Chicken Carcasses by Different Water Chilling Condition

Jae Cheong Lee<sup>1</sup>, Byeong-Ki Kim<sup>1</sup>, Jin An Jun<sup>1</sup>, Chan Hyok Yim<sup>1</sup>, Hyosun Kim<sup>1</sup> and Kyung-Woo Lee<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Korea Institute for Animal Products Quality Evaluation, Gunpo 435-010, Korea

<sup>2</sup>Department of Animal Science and Technology, College of Animal Bioscience and Technology, KonKuk University, Seoul 143-701, Korea

**ABSTRACT** This study was conducted to investigate whether water chilling had effect on water retention, freshness or internal temperature of chicken carcasses during chilling or storage in two different chicken processing plants (designated as A and B). A total of 240 carcasses from chicken processing plants (n = 120 per chicken processing plant) was randomly sampled and evaluated the effect of water chilling on carcass characteristics (i.e., water retention, water loss or freshness during chilling or storage). Torrymeter value was used as an indicator of freshness in chicken carcasses. Water chilling did not affect carcass water retention between the processing plants. However, chicken carcasses processing in B plant exhibited significantly higher freshness ( $p < 0.05$ ) compared with those in A plant. This difference in freshness was mainly due to the longer transit time through the water chiller in A versus B plants. Water loss of carcasses during storage was not different between plants. It was found that carcass freshness can be affected by water chilling time as manifested in this study. Further study is warranted to see whether freshness or microbiological status of chicken carcasses may be affected depending on the chilling methods, i.e., air or water chilling.

(Key words : water chilling, freshness, carcass quality, broiler chickens)

## 서 론

닭고기의 저장 기간은 닭고기가 품고 있는 함수율에 따라 영향을 받으며, 함수율은 침지냉각 기간 및 냉각 후 보관 온도와 밀접하게 관련되어 있다고 알려져 있다(Bigbee et al., 1963). 닭고기의 수분 흡수는 도체 과정 중 여러 단계에서 일어날 수 있으며, 도체 후 닭고기의 심부 온도를 낮추기 위하여 닭 도체를 물에 침지하는 냉각 과정을 거치게 되고, 이때 가장 많은 수분을 흡수하게 된다. 닭고기에 과도하게 수분이 남아 있으면, 보관하는 동안 미생물에 대한 오염이 증가하는 등 닭고기의 안전성에 영향을 미칠 수 있다. 축산물 위생관리법 시행규칙(KFDA, 2014)에 따르면, 닭고기 냉각 세척 후 중량 증가 허용 기준에서 함수율을 8.0%로 제한하고 있다. Carciofi et al.(2007)에 의하면, 미국과 브라질 등은

냉각효과와 비용이 효율적인 침지냉각을 실시하고, 유럽은 공기냉각을 실시하도록 규제하고 있으며, 특히 브라질은 우리나라와 같이 냉각 과정 동안 최대 8%의 수분 흡수를 허용하고 있다. 또한 미국(USDA FSIS)은 닭 도체당 최소 냉각수 사용량과 도체의 일정 심부 온도 도달 시간을 설정하여 교차 오염과 미생물 증식을 억제하고 있다. Chae et al.(2008)은 닭고기의 함수율이 저장 기간 동안 닭고기의 지방산패도, 육색 및 미생물 변화에 미치는 영향에 대하여 보고한 바 있으며, 포장 닭고기의 함수율이 증가함에 따라 육색의 변화를 가져오며, 지방산패도가 증가할 뿐 아니라 미생물 증식이 활성화되는 것으로 보고하였다. 이러한 결과는 닭고기의 함수율이 낮을수록 유통 중에 저장성이 향상될 수 있다는 것으로 해석될 수 있다. 즉, 닭 도체의 냉각 방법 또는 닭 도체의 함수율이 닭고기의 저장성에 상당한 영향을 미치는 결과

\* To whom correspondence should be addressed : kyungwoolee@konkuk.ac.kr

에 대해서는 많은 보고가 있어 왔지만(Mielnik et al., 1999; Young et al., 2004; Tuncer et al., 2008; Perumalla et al., 2011), 아직까지 동일한 침지냉각 방식의 도체 공정에서 통과 속도, 냉각 온도와 침지 시간이 닭 도체의 함수율 및 신선도 변화에 어떠한 영향을 미치는지에 대한 조사 결과는 거의 없는 실정이다. 따라서 본 연구에서는 침지냉각을 실시하는 국내 대형 도계장 중에서 수조의 개수는 같으나, 수조의 길이, 통과 속도, 수온이 상이한 2곳을 선정하여 동일한 닭고기 냉각 방법에 따른 수분 흡수율과 저장 기간에 따른 수분 감량을 조사하여 전국적으로 유통되는 닭고기의 수분 함유 현황을 파악·보고하고자 실시하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 공시 시료

공시 시료는 경기도 소재의 A도계장과 충청북도 소재의 B도계장에서 내장 적출 및 수세가 완료된 닭 도체 중 중량 규격이 9~12호이고, 축산물등급판정 세부 기준 중 닭 도체 품질 기준에서 A급(MFAFF, 2014)인 닭 도체를 선별하여 실시하였다. 실험은 2개의 처리구로 3반복(1차: 10월 17~21일, 2차: 10월 31일~11월 4일, 3차: 11월 21~25일)하여 실험하였으며, 반복 당 80수 씩 총 240수를 이용하였다.

### 2. 도체 냉각 조건

침지냉각을 수행하는 도계장 상위 9곳의 도계장을 조사한 결과, 2차 수조 2곳, 3차 수조 4곳, 4차 수조 3곳이었고, 시간 당 도체 능력은 같으나, 각 수조별 길이와 통과 속도 및 수온이 상이한 두 곳의 도계장을 선정하였다. A도계장의 경우, 탕적 온도 58.3℃, chiller별 수온과 동시 통과 수수는 23℃(795수), 17℃(2,844수), 2℃(3,634수)이고, B도계장은 탕적 온도 59.0℃, chiller별 수온과 동시 통과 수수가 12℃(1,500수), 4℃(700수), 4℃(2,100수)이었으며, 닭 도체의 chiller별 통과 시간은 A도계장의 경우, 분당 0.52 m(24 m/46분) 속도로 통과하고, B도계장은 분당 1.26 m(39 m/31분)의 속도로 통과하였다.

### 3. 신선도 측정

닭 도체의 신선도는 토리미터(Torrymeter, TorryFreshness-Meter, Distell, Scotland)를 이용하여 측정하였다. 토리미터는 1 mA의 낮은 전류를 닭 도체에 흘려보내 전송 신호의 유전체/위상 변화와 탐지된 신호 사이의 차이를 측정하는 것으로, 근육의 유전체 변화는 효소 및 세균 활동, 시간 지연에 의해 발생하는 세포 구조의 변화 시 변화하는 전도성과 임피던스

값이 0~16으로 표시되며, 숫자가 높을수록 신선함을 의미한다.

## 4. 실험 방법

### 1) 냉각 전 조사

일련의 도체 과정에서 도체의 내장 적출 및 내외부 수세 직후 9~12호의 A급 닭 도체 40수를 무작위로 선별하여 중량, 신선도 값(Torrymeter value)을 측정 후 Tag를 부착하였고, 비슷한 중량대의 도체 10수에 대해 심부 온도를 측정하여 실험 도체의 심부 온도를 예측하였다. 선별된 실험 도체를 1분간 정지하여 도체로부터 자연 낙하하는 수분을 제거하고, 도체 중량을 측정하였다. 내장 적출에 따른 도체의 내·외부 오염물을 제거하기 위한 세척 수 온도는 A도계장은 17.8℃, B도계장은 17.5℃로 온도 차이는 발견되지 않았다. 신선도 값은 닭 도체 왼쪽 가슴살 중앙에 토리미터(Torry-FreshnessMeter, Distell, Scotland)를 접촉하여 3회 측정 평균값으로 신선도 값을 산출하였다.

### 2) 냉각 후 조사

포장반(Drop station) 낙하 도체 중 같은 중량대인 A급 11호 도체 30수의 심부 온도를 측정하여 실험 도체의 심부 온도를 예측하고, 실험 도체의 중량을 측정하였으며, 닭 도체 왼쪽 가슴에 토리미터를 접촉하여 3회 측정 평균값으로 신선도 값을 측정하였다.

### 3) 실험 도체의 운송 및 보관

신선도 및 중량 측정이 완료된 도체를 polyethylene 포장지에 포장한 후 얼음 팩을 충전한 스티로폼 박스에 넣고, 실험실로 운송하여 냉장보관(4±1℃)하였다. 실험 도체는 Berri et al.(2008)이 닭고기 대흉근의 육즙삼출 실험을 실시했던 방식으로 polyethylene 포장지에 넣어 현수하였으며, 포장지의 밑면에서 약 1.5 cm 부근에 스테플러를 이용하여 구분하고, 도체로부터 삼출된 수분이 고이게 하여 도체와의 재접촉을 방지하였으며, 실험 도체 간 접촉을 최소화하여 중력 이외의 수분 삼출 요인을 방지하였다.

## 5. 보관일별 수분 감량 및 신선도 값 측정

냉장 보관된 실험 도체는 처리구별로 일별 10수씩 포장지를 개봉하여 중량을 측정하였으며, 수분 감량은 아래의 식에 의해 산출하고, 실험 도체의 왼쪽 가슴에 토리미터를 접촉하여 3회 측정 평균값으로 신선도를 측정하였다.

$$\text{수분 감량(\%)} = \frac{(\text{냉각침지 후 도체 중량} - \text{일별 도체 중량})}{(\text{냉각침지 후 도체 중량})} \times 100$$

6. 통계 처리

작업장별로 얻어진 실험 도체의 수분 흡수율 및 감소율, 그리고 신선도 값 평균은 t-test를 이용하여 분석하였으며, 유의성은  $p < 0.05$  수준에서 검정하였다.

결과 및 고찰

닭 도체의 냉각 방법 또는 닭 도체의 흡수율이 닭고기의 저장성에 상당한 영향을 미치는 결과에 대해서는 많은 보고가 있어 왔지만, 아직까지 닭고기 가공 공장에서 실시하는 동일한 가공 단계(탕침, 냉각 등)가 닭 도체의 흡수율 등에 어떠한 영향을 미치는지 보고된 바는 거의 없는 실정이다.

1. 냉각 전·후 수분 흡수 및 신선도

냉각 전 실험 도체의 평균 호수는 A도계장은 10호(1,028.2 g), B도계장은 11호(1,116.4 g)이며, 냉각 후 실험 도체의 평균 호수는 A도계장이 11호(1,077.5 g), B도계장 12호(1,162.8 g)로 나타내었다. 수분 흡수율은 A도계장이 4.80%(49.3 g), B도계장이 4.16%(46.4 g)로 작업장별 수분 흡수율에서 유의적인 차이는 발견되지 않았다(Table 1). 다만, 두 도계장 시료의 수분 흡수율은 James et al.(2006)의 조사에 의해 침지 냉각된 도체의 껍질과 주변 지방에 4~6% 정도의 수분이 흡수된다는 결과와 비슷한 값을 나타내었다.

2. 냉각 전·후 신선도 변화

B도계장 실험 도체의 신선도가 냉각 전·후 모두 A도계장의 실험 도체보다 신선도 값이 유의적으로 높게 조사되었다(Table 2). 이러한 결과는 A도계장의 water chiller 통과 시

간이 B도계장보다 느리기 때문에(water chiller 통과 시간: A도계장 46분, B도계장 31분)(수분 흡수율: A도계장 4.80%, B도계장 4.16%) A도계장 닭 도체의 경우, 장시간 냉각수에 침지되어 결과적으로 도축 후 도체 껍질과 근육의 전기적 성질이 변화(효소, 세균활동, 시간 지연)함으로써 전기 신호를 탐지하여 표시하는 토리미터 원리에 따라 신선도 측정값이 낮아진 것으로 추정될 수 있다. 하지만 냉각수 침지에 따라 근육의 전기적 성질이 변하는 이유에 대해서는 아직 밝혀진 바 없기에 이에 대한 추가 연구가 필요한 실정이다.

3. 냉각 전·후 도체의 심부 온도 변화

각 작업장에서 실험 도체와 비슷한 중량대의 냉각 전 도체 10수, 냉각 후 도체는 회차별 10수씩 30수의 가슴살 심부 온도를 측정하였다. 냉각 전 도체의 심부 온도는 A도계장의 경우, 평균 36.8℃, B도계장은 평균 39.2℃로 유의적인 차이 ( $p=0.002$ )를 나타내었다. 냉각 후 도체의 심부 온도는 A도계장은 7.7℃, B도계장은 12.5℃로서 B도계장의 실험 도체 심

Table 2. Change in torrimeter value as an indicator of carcass freshness in carcasses before and after chilling process in two different processing plants<sup>1</sup>

Processing plant	n	Chilling process	
		Before	After
A	120	9.96±1.7 <sup>b</sup>	11.81±1.7 <sup>b</sup>
B	120	11.15±1.5 <sup>a</sup>	12.59±1.3 <sup>a</sup>

<sup>a,b</sup> Means(±S.D) not sharing common superscripts in the same column are significantly different at  $p < 0.05$ .

<sup>1</sup> Chicken processing plant A uses scald temperature of 58.3℃ and three chiller tanks with the decreasing temperature of 23℃, 17℃ and 2℃. Chicken processing plant B uses scald temperature of 59.0℃ and has three chiller tanks with the decreasing temperature of 12℃, 4℃ and 4℃.

Table 1. Carcass weight changes before and after chilling process in two different chicken processing plants<sup>1,2</sup>

Processing plant	n	Chilling (g)		Difference (b - a)	Ratio (%)
		Before (a)	After (b)		
A	120	1,028.2±71.5	1,077.5±76.7	49.3±17.3	4.80
B	120	1,116.4±83.2	1,162.8±87.3	46.4±19.5	4.16

<sup>1</sup> Chicken processing plant A uses scald temperature of 58.3℃ and three chiller tanks with the decreasing temperature of 23℃, 17℃ and 2℃. Chicken processing plant B uses scald temperature of 59.0℃ and has three chiller tanks with the decreasing temperature of 12℃, 4℃ and 4℃.

<sup>2</sup> Data were expressed as means±SD.

부 온도가 평균 4.8°C 높게( $p<0.001$ ) 조사되었다. 이는 B도계장의 전체 chiller 길이는 A도계장보다 길고, 냉각수의 평균 수온이 낮지만 도체의 chiller 통과 속도가 빨라, 도체의 심부 온도를 효과적으로 낮추지 못하는 것으로 예측되었다. 하지만 본 실험에서는 냉각 전 도체의 심부 온도가 작업장 별로 대략 2.4°C 차이가 발생하였기 때문에, 이러한 냉각 전 도체의 심부 온도가 냉각 후 심부 온도에 영향을 줄 수도 있다는 것을 배제할 수는 없기 때문에 추가적으로 확인 실험이 필요하다.

#### 4. 저장 기간 중 수분 감량 및 신선도 변화

저장일별 수분 감소율은 A도계장의 실험 도체가 B도계장 실험 도체보다 저장 2일을 제외하고, 모든 저장일에서 감소율이 높게 조사되었으나, 통계적인 유의차는 발견되지 않았다(Table 3). 이번과 동일한 형태의 실험 결과는 없으나, Schermerhorn et al.(1962)이 닭 도체를 개봉하여 냉수 침지했을 때 5.47%의 수분 흡수가 나타나고, 16 시간 후 2.10%의 수분 감량이 나타났다고 보고하였는데, 두 실험 간의 도체중,

전처리(개복), 측정 시간(16 시간 versus 24 시간) 차이를 고려하면, 이번 실험의 결과인 수분 흡수(4.16%, 4.80%)와 수분 감량(2.79%, 3.24%)도 동일한 결과가 나타난 것을 알 수 있다. 또한 저장 기간에 따른 신선도 값은 A도계장 실험 도체가 B도계장 실험 도체에 비해 신선도 값이 낮은 경향을 나타내었지만, 통계적인 유의차는 없었다(Table 4). 최근 토리미터 신선도 값과 관련한 연구가 보고(Jung et al., 2011; Sung et al., 2013; Bae et al., 2014)되고 있으며, 보관 기간에 따라 신선도 값이 유의적으로 감소한다는 결과를 나타내어 이번 실험과 유사한 결과를 나타내었다. 또한 신선도는 침지 시간과 수온에 따라 발생할 수 있는 효소 분해 정도, 교차 오염 여부 등이 신선도에 영향을 미칠 것으로 예측되는 바, 향후 효소 분해 및 미생물과 관련된 요인에 대한 추적 조사와 냉각 방법(air 또는 water chilling)에 따른 도체의 신선도 등에 대한 연구 결과가 필요할 것으로 사료된다.

## 적 요

**Table 3.** Change in moisture contents during storage at refrigerator after water chilling between two different chicken processing plants<sup>1,2</sup>

Processing plant	n	Storage day							
		1		2		3		4	
		Drip loss (g)	Ratio <sup>3</sup> (%)	Drip loss (g)	Ratio (%)	Drip loss (g)	Ratio (%)	Drip loss (g)	Ratio (%)
A	120	34.9±8.8	3.24	39.0±14.1	3.62	43.8±20.7	4.06	39.7±13.1	3.68
B	120	32.4±10.1	2.79	33.3±10.2	2.86	38.8±10.8	3.34	43.0±13.8	3.70

<sup>1</sup> Chicken processing plant A uses scald temperature of 58.3°C and has three chiller tanks with the decreasing temperature of 23°C, 17°C and 2°C. Chicken processing plant B uses scald temperature of 59.0°C and has three chiller tanks with the decreasing temperature of 12°C, 4°C and 4°C.

<sup>2</sup> Values are means±S.D.

<sup>3</sup> Ratio was calculated as (water dripped)/(Initial weight of carcass) × 100.

**Table 4.** Change in torrymeter value as an indicator of carcass freshness during storage at refrigerator after water chilling between two different chicken processing plants<sup>1,2</sup>

Processing plant	n	Storage day			
		1	2	3	4
A	120	9.07±2.3	8.19±2.2	6.66±3.1	4.72±2.3
B	120	9.99±1.5	8.92±1.6	7.83±1.7	5.99±1.7

<sup>1</sup> Chicken processing plant A uses scald temperature of 58.3°C and three chiller tanks with the decreasing temperature of 23°C, 17°C and 2°C. Chicken processing plant B uses scald temperature of 59.0°C and has three chiller tanks with the decreasing temperature of 12°C, 4°C and 4°C.

<sup>2</sup> Data were expressed as means±S.D.

**Table 5.** Change in carcass internal temperature before and after water chilling between two different chicken processing plants<sup>1</sup>

Processing plant	n	Before chilling (°C)	After chilling (°C)		
			1st	2nd	3rd
A	40	36.8±1.79 <sup>b</sup>	7.79±0.38 <sup>b</sup>	7.46±0.60 <sup>b</sup>	7.88±0.57 <sup>b</sup>
B	40	39.2±1.09 <sup>a</sup>	11.7±1.72 <sup>a</sup>	13.4±1.41 <sup>a</sup>	12.4±1.60 <sup>a</sup>

<sup>a,b</sup> Means(±S.D) not sharing common superscripts in the same column are significantly different at  $p < 0.05$ .

<sup>1</sup> Chicken processing plant A uses scald temperature of 58.3°C and three chiller tanks with the decreasing temperature of 23°C, 17°C and 2°C. Chicken processing plant B uses scald temperature of 59.0°C and has three chiller tanks with the decreasing temperature of 12°C, 4°C and 4°C.

본 실험은 닭고기 가공 공장별로 침지냉각에 따른 닭 도체의 수분 흡수율 및 감소율 그리고 신선도를 측정 비교하여 품질의 균일화 제고를 위하여 실시하였다. A도계장과 B도계장 닭고기 가공 공장에서 1회 각 40수씩 3회에 걸쳐 총 240수에 대하여 수분 흡수율 및 신선도를 측정하였으며, 수분 흡수율 실험이 완료된 도체에 대하여 개체 포장, 운송하여 실험실 냉장고(4±1°C)에 입고 후, 저장일별 수분 감소율 및 신선도를 측정하였다. 실험 결과, 수분 흡수율은 A도계장 4.8%, B도계장 4.2%로서 유의적인 차이는 발견되지 않았다. B도계장 실험 도체의 신선도가 냉각 전후 모두, A도계장 실험 도체보다 신선도가 유의적으로 높게 조사되었다. 저장일별 수분 감소율은 A도계장 실험 도체와 B도계장 실험 도체 사이에 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 저장일별 신선도는 A도계장 실험 도체가 B도계장 실험 도체에 비해 낮게 조사되었다. 결론적으로 수분 흡수율은 chiller의 길이나 침지시간에 크게 영향을 받지 않으나, 수분 감소율은 침지 시간, 수온 및 심부 온도의 영향을 받는 것으로 예측되었다.

(색인어: 침지냉각, 수분 흡수율, 수분 감량, 신선도)

## REFERENCES

- Bae YS, Lee JC, Jung S, Kim HJ, Jeon SY, Park DH, Lee SK, Jo C 2014 Differentiation of deboned fresh chicken thigh meat from the frozen-thawed one processed with different deboning conditions. *Korean J Food Sci An* 34: 73-79.
- Berri C, Besnard J, Belandeu C 2008 Increasing dietary lysine increases final pH and decreases drip loss of broiler breast meat. *Poultry Sci* 87:480-484.
- Bigbee DG, Dawson LE 1963 Some factors that affect change in weight of fresh chilled poultry. 1. Length of chill period, chilling medium and holding temperature. *Poultry Sci* 42: 457-462.
- Carciofi BAM, Laurindo JB 2007 Water uptake by poultry carcasses during cooling by water immersion. *Chem Eng Process* 46:444-450.
- Chae YS, Ahn CN, Yoo YM, Jang AR, Jeong SG, Ham Js, Cho SH 2008 Effect of water uptake rate of chicken on lipid oxidation, color of meat, and microbes of chicken during storage. *Korea J Poult Sci* 35: 247-253.
- James C, Vincent C, Andrade Lima TI, James SJ 2006 The primary chilling of poultry carcasses-A review. *Int J Refrig* 29:847-862.
- Jung S, Lee JC, Jung YK, Kim MK, Son HY, Jo C 2011 Instrumental methods for differentiation of frozen-thawed from fresh broiler breast fillets. *Korean J Food Sci Ani Resour* 31:27-31.
- KFDS 2014 Implementing regulations in livestock sanitation law. Ordinance of the Prime Minister No. 1074. Filed at Apr. 01. 2014.
- 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. *Poultry Sci* 78:1065-1073.
- MIFAFF 2014 Livestock grading regulations. Amended Notification 2014-4 of the Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs. Filed at Feb. 3, 2014.
- 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. *Poultry Sci* 90:671-679.
- Schermerhorn EP, Adams RL, Stadelman WJ 1962 Effects of polyphosphates on water uptake, moisture retention, and

- cooking loss in broilers. Purdue Agricultural Experiment Station, Lafayette, Indiana, No. 1943.
- Sung SH, Bae YS, Oh SH, Lee JC, Kim HJ, Jo C 2013 Possibility of instrumental differentiation of duck breast meat with different processing and storage conditions. Korean J Food Sci 33:96-102.
- Tuncer B, Sireli UT 2008 Microbial growth on broiler carcasses stored at different temperatures after air- or water-chilling. Poultry Sci 87:793-799.
- USDA FSIS. 9 CFR 381.66 - Temperatures and chilling and freezing procedures.
- Young LL, Smith DP 2004 Moisture retention by water- and air-chilled chicken broilers during processing and cutup operations. Poultry Sci 83:119-122.
- (접수: 2014. 5. 29, 수정: 2014. 7. 21, 채택: 2014. 8. 18)