

차아염소산나트륨 세척 및 진공 포장에 노계 가슴육의 냉장 저장 중 미생물학적 및 이화학적 품질에 미치는 영향

나재천¹ · 김선효² · 정사무엘³ · 이수기² · 강환구¹ · 최희철¹ · 조철훈^{3,†}

¹국립축산과학원 가금과, ²충남대학교 동물자원생명과학과, ³서울대학교 농생명공학부

The Effect of Washing of Carcasses with Sodium Hypochlorite Solution and Vacuum Packaging on the Microbiological and Physiochemical Quality of the Breast Meat from Old Hen during Storage at 4°C

Jae Cheon Na¹, Sun Hyo Kim², Samooel Jung³, Soo Kee Lee², Hwan Gu Kang¹, Hee Cheol Choi¹ and Cheorun Jo^{3,†}

¹Poultry Science Division, National Institute of Animal Science, RDA, Seonghwan 330-801, Korea,

²Department of Animal Science and Biotechnology, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea,

³Department of Agricultural Biotechnology, Seoul National University, Seoul 151-921, Korea

ABSTRACT This study was conducted to examine the effect of spray-washing old hens (old laying hens, old molting hens and old breeder hens) carcasses with sodium hypochlorite (50 ppm) solution and vacuum packaging on the microbiological and physiochemical quality of breast meat during storage at 4°C. There were no significant differences of cooking loss and texture among breast meats from different birds with spray-washing by water or sodium hypochlorite solution before storage. The numbers of total aerobic bacteria of aerobically packaged and only water-washed breast meat were higher than 7 Log CFU/g (the limitation population for spoilage of meat) after 7 days of storage. However, the numbers of total aerobic bacteria of vacuum packaged breast meat washed by sodium hypochlorite solution were lower than 7 Log CFU/g even after 14 days of storage. The volatile basic nitrogen content of vacuum packaged breast meat were lower than 20 mg% (the limitation value for spoilage of meat) regardless of the washing method, while those of aerobically packaged breast meat washed by tap water and sodium hypochlorite solution were 41.1 and 20.1 mg%, respectively. In addition, lipid oxidation and change of pH in breast meat was inhibited by vacuum packaging when compared with that of aerobic packaged breast meat during storage. Therefore, the results indicated that the washing old hen's carcasses with sodium hypochlorite (50 ppm) solution and vacuum packaging could improve the shelf-life of meat from old birds. This result can provide the basic information for industry, which are seeking for export market.

(Key words : old hen, sodium hypochlorite, vacuum packaging, shelf-life)

서 론

계육은 우육 및 돈육에 비해 불포화 지방산과 단백질 함량이 높은 반면 콜레스테롤 함량은 낮아 영양학적으로도 가치가 높은 식육이다(Nanari et al., 2004). 산업이 발전함에 따라 국민소득이 증가하고 식습관이 서구화되면서 육류 소비가 증가하고 있는 가운데, 총 소비되는 육류 중 계육의 비중이

점점 높아지고 있으며, 이에 따라 국내 1인당 계육 소비량은 1995년도 5.98 kg에서 2011년도 11.37 kg으로 꾸준히 증가하고 있다.

우리나라 계육 자급률은 70~80% 정도로 외래 육용종인 브로일러와 토종닭 사육에 의한 계육 생산이 주를 이루고 있으며, 일부 계육은 노계로부터 생산되고 있다. 노계는 산란율이 저조한 고령의 산란계와 이의 환우계 그리고 생산능력

Authors, Jae Cheon Na and Sun Hyo Kim contributed equally as co-first authorship.

[†]To whom correspondence should be addressed : cheorun@snu.ac.kr

이 다한 중계를 포함하는 것으로 계속 생산을 위해 도계되고 있다. 하지만 노계육의 경우 일반적으로 육용으로 쓰이는 브로일러종에 비해서 불용성 콜라겐 함량이 높아서 상대적으로 조직이 질긴 특성이 있어, 우리나라 소비자들의 선호도가 낮아 산업적으로 부담이 되고 있다(Jin et al., 2007; Park et al., 1994). 따라서 노계의 이용가치를 높일 수 있는 방안이 요구되고 있는 실정이며, 품질 향상이나 가공 방법 등 다양한 방법으로 연구가 진행되고 있지만, 활용하는데 있어 아직은 해결해야 할 요인들이 많다(Song, 1993; Lee, 2010).

노계의 활용 방안 중 하나로서 수출 가능성이 제안되어 오고 있으며, 2003년 1,374톤에서 2012년 17,054톤으로 수출량이 지속적으로 증가하고 있다(한국육류유통수출입협회, 2013).

하지만 닭의 경우 무리를 지어 사양하게 되고 특징이 있고, 수송 과정에서도 좁은 공간에서 장시간 체류함에 따라 개체 간 그리고 분뇨에 의한 상호 교차 오염이 발생한다. 또한, 도계 시 표피의 구조상 깃털이 뽑힌 후 미생물에 쉽게 오염 될 수 있지만, 여러 번 세척이나 소독 과정을 거쳐도 제거는 쉽지 않다는 문제점이 있고, 이후 탕침, 세척, 냉각 과정 중에서도 일정한 수조를 통과하는 과정에 따라 교차 오염이 쉽게 일어날 수 있어 미생물 증식에 의해 저장성이 취약하다는 단점이 있다(Bailey et al., 1987; Chae et al., 2011).

따라서 노계육의 수출을 위해서 수송 과정 중 미생물의 증식을 억제하고, 국가별 수의위생 약정을 충족시키기 위해 노계육의 미생물학적 안전성의 확보가 필요한 실정이다. 현재 도계 시 내장 적출 후 내·외부 세척 과정에 소독제로서 저렴하면서 위해성이 낮은 차아염소산나트륨을 사용하고 있다(White, 1998). 하지만 차아염소산나트륨 사용만으로 우수한 미생물학적 안전성 확보에는 한계가 있다.

따라서 본 연구에서는 노계육의 수출 시 우수한 저장성 확보를 위해 차아염소산나트륨 세척 및 진공 포장방법이 4℃ 냉장 저장 중 노계 가슴육의 미생물학적 및 이화학적 품질에 미치는 영향을 조사하였다.

재료 및 방법

1. 공시재료

본 실험에 사용된 노계는 강원도 포천군에 소재한 J사에서 80주령의 Isa-Brown 품종인 산란노계(비환우계, old laying hens), 100주령의 Isa-Brown 품종인 환우계(old molting hens)와 68주령의 Ross 품종의 중계(old breeder hens)를 각각 10 마리씩 공시하였다.

2. 세척 및 포장

공시된 노계는 종별 각 5 마리씩 수도물(tap water) 또는 50 ppm 차아염소산나트륨(NaOCl) 이용 30초간 분무 세척을 하였다. 세척 후 과도한 수분이 제거된 상태에서 미생물 분석 시료로서 껍질과 가슴육을 1:1의 비율로 채취하여 만육기로 분쇄하였다. 만육기는 노계육 시료가 달라지는 시점에서 세척하여 사용하였다. 노계 가슴육의 이화학적 분석 시료로서 껍질을 제외한 가슴육을 만육기를 이용하여 분쇄하여 이용하였다. 미생물 분석 시료 및 이화학적 분석을 위한 분쇄육을 진공포장(10 cm × 10 cm 저밀도 폴리에틸렌-나일론 진공백, 산소 투과도 : 22.5 mL/m² 24 h atm at 60% RH 25℃, 투습성 : 4.7 g/m² 24 h at 100 % RH 25℃, 진공도 : -650 mmHg) 또는 합기 포장(고밀도 폴리에틸렌 백) 처리군으로 나누어 미생물 실험 시료는 14일간, 이화학적 분석 시료는 7일간 4℃에서 냉장 보관하면서 분석을 실시하였다.

3. 가열 감량

가열 감량은 분쇄육 25 g을 지름 3.5 mm, 높이 3.0 mm의 원형 모양으로 성형하여 polyethylene bag에 넣고 밀봉하여 72℃에서 30분간 가열한 다음 냉각한 뒤 표면의 수분을 제거하여 무게를 측정해 가열 감량을 계산하였다.

가열 감량(%)

$$= (\text{가열 전 무게} - \text{가열 후 무게}) / (\text{가열 전 무게}) \times 100$$

4. 조직감

조직감 분석은 가열 감량을 측정한 시료를 취하여 곧바로 texture analyzer(TA-XT2, Stable Microsystems, Surrey, UK)를 이용해 50 kg load cell에 70 mm probe를 장착하여 1.00 mm/sec의 압착 속도로 시료에 0.005 kg의 힘이 가해지는 시점부터 시료 높이의 75%까지 두 번 압착해서 각 시료의 견고성(hardness), 탄력성(springiness), 응집성(cohesiveness), 검성(gumminess), 씹힘성(chewiness), 점착성(resilience)을 측정하였다.

5. 총 호기성 미생물

총 호기성 미생물 측정은 Kim et al.(2011)의 방법에 따랐다. 껍질을 포함한 가슴육 총 10 g에 멸균 식염수(0.85% NaCl) 90 mL을 첨가하여 10배 희석 후 Bag Mixer[®](Model 400, Interscience, France)를 이용해 30분 동안 혼합한 뒤, 10진 희석법으로 희석한 희석액을 Total plate count agar(Difco Laboratories, USA)에 도말하였다. 미생물의 수는 표준 한천 배양

방법으로 37°C에서 48시간 배양한 후 집락을 계수하여 Log CFU/g으로 나타내었다.

6. 휘발성 염기태 질소

휘발성 염기태 질소 함량 측정은 Conway(1950)의 방법을 변형하여 분쇄육 3 g에 3 mL의 증류수와 10% trichloroacetic acid(TCA) 6 mL를 첨가하여 균질기(T25 basic, Ika Co., Staufen, Germany)를 이용하여 균질(1,130 × g, 1분)하였다. 균질액을 여과(Whatman No.4 filter paper, Whatman Inc., Maidstone, England) 후, 5% TCA로 최종 부피 30 mL로 희석하여 Conway unit의 내실에는 0.01 N boric acid와 지시약(0.066% methyl red : bromocresol green=1:1 in EtOH) 100 µL를 주입하고, 외실에는 여과액 1 mL와 50% K₂CO₃ 1 mL를 주입하여 신속히 Conway unit의 접착부에 기밀제(vaseline)를 도포 후, 조임 공구로 밀폐하였다. Dry oven을 이용하여 37°C에서 120분간 활성화 시킨 후, 0.01 N HCl 용액으로 내실 용액이 미홍색이 될 때까지 적정하였다.

7. 지방 산패도

시료의 저장 중 지방 산패도 측정은 Kruk et al.(2011)의 방법을 준용하여 2-thiobarbituric acid reactive substances(TBARS) 값을 측정하였다. 즉, 시료 3 g에 증류수 9 mL을 넣은 후 7.2 % butylated hydroxyl toluene 50 µL를 첨가한 후, 균질기(T25 basic)를 이용하여 균질(1,130 × g, 1분)하였다. 이후, 균질액 1 mL를 취하여 시험관에 넣고, 2-thiobarbituric acid(TBA)와 TCA 혼합 용액(20 mM TBA in 15% TCA) 2 mL를 혼합하여 30분간 90°C 수욕상에서 가열 후 10분간 냉각하여 2,090 × g로 25분간 원심분리 후 상등액을 취해 분광 광도계(DU[®]530, Beckman Instruments Inc., USA)를 이용하여 532 nm에서 흡광도를 측정하였다. 지방 산패도는 mg malondialdehyde/kg sample로 표시하였으며, malondialdehyde의 함량은 tetraethoxypropane을 이용한 표준 곡선으로부터 구하였다.

8. pH

pH 측정은 시료 10 g에 증류수 90 mL를 첨가하여 균질기(T25 basic)를 이용하여 1,130 × g로 1분 동안 균질 후 여과지(Whatman No. 4)를 이용하여 여과하였다. 여과액을 pH meter(SevenEasy, Mettler-Toledo Int. Inc., Schwerzenbach, Switzerland)를 이용하여 측정하였다.

9. 통계분석

실험은 3회 반복 수행하였으며, 모든 통계분석은 SAS program(ver. 9.3, SAS Institute Inc.)을 이용하였다. 각 분석 항목에서 얻어진 측정값에 미치는 노계의 종류(산란노계, 환우계 또는 종계), 세척 방법(물 또는 50 ppm 차아염소산나트륨), 포장 방법(합기 또는 진공 포장) 및 저장 기간의 영향을 확인하기 위해 다요인 분산 분석(multifactorial analysis of variance)을 수행하였다. 또한 각 분석 항목별 얻어진 측정값을 동일 노계종 및 동일 세척 방법으로 나눈 후 포장 방법과 저장 기간에 따른 측정값 차이를 일원 분산 분석(one-way Analysis of variance)하여 비교하였다. 측정값 간의 유의성은 Tukey(1953)의 honestly significant difference 검정을 이용 5% 수준에서 평가하였으며, 측정값의 평균값과 표준오차를 나타내었다.

결과 및 고찰

1. 가열 감량과 조직감

노계 가슴육의 4°C 냉장 저장 전 가열 감량 및 조직감을 측정하였다. 측정 결과, 산란노계, 환우계 및 종계 사이에 가열 감량과 조직감(건고성, 탄력성, 응집성, 검성, 씹힘성, 점착성) 모두 유의적인 차이가 없었으며, 세척 방법 차이에 따른 유의적인 차이 또한 보이지 않았다(Tables 1, 2).

2. 미생물학적 품질의 변화

차아염소산나트륨(50 ppm) 세척 및 진공 포장에 따른 노계 가슴육의 4°C 냉장 저장 중 총 호기성 미생물의 증식 변화를 Table 3에 나타내었다. 일반적으로 총 호기성 미생물 증식이 7 Log CFU/g 수준이면 식품이 부패한 것으로 판단

Table 1. Cooking loss of the chicken breast meat washed with tap water or sodium hypochlorite solution

Sample	Old laying hens		Old molting hens		Old breeder hens		SEM ¹
	Water	NaOCl(50 ppm)	Water	NaOCl(50 ppm)	Water	NaOCl(50 ppm)	
Cooking loss(%)	7.7	8.0	5.4	5.9	5.3	7.8	0.91

¹ Standard error of means(n=18).

Table 2. Texture profile of the chicken breast meat washed with tap water or sodium hypochlorite solution

	Old laying hens		Old molting hens		Old breeder hens		SEM ¹
	Water	NaOCl(50 ppm)	Water	NaOCl(50 ppm)	Water	NaOCl(50 ppm)	
Hardness(kg)	43.4	44.9	46.8	39.4	39.8	43.6	2.75
Springiness(mm)	0.80	0.79	0.81	0.75	0.82	0.80	0.025
Cohesiveness(%)	0.50	0.50	0.52	0.48	0.46	0.50	0.013
Gumminess(kg)	21.6	22.4	24.2	19.2	18.6	21.9	1.77
Chewiness(kg · mm)	17.5	17.8	19.6	14.7	15.3	17.6	1.77
Resilience	0.15	0.15	0.16	0.13	0.15	0.16	0.009

¹ Standard error of means(n=18).

한다(IC- MSF, 1986). Kim and Song(2004)에 따르면 계육 가슴육의 경우 초기 총 호기성 미생물은 5 Log CFU/g 수준이며, 합기 포장하여 4°C 냉장 저장 시 저장 9일 후 총 호기성 미생물이 7 Log CFU/g 이상 증식하여 계육 가슴육의 냉장 저장 기간은 9일 미만이라고 보고하고 있다. 하지만 본 연구 결과, 물 세척한 노계 가슴육의 저장 전 총 호기성 미생물 수는 3 Log CFU/g 수준으로 나타났으며, 합기 포장하여 저장한 노계 가슴육에서 저장 7일 차에 총 호기성 미생물이 7 Log CFU/g 이상 증식함이 나타나, 기존 연구와 비교하여 초기 총 호기성 미생물 수가 적었음에도 불구하고, 합기 포장된 노계 가슴육의 4°C 냉장 저장 기간이 7일 미만으로 확인되었다.

진공 포장은 저장 중 식육의 품질 변화를 최소화하고 미생물 증식을 억제하는 방법으로 제시되고 있다(Sagoo et al., 2007; Mbarki et al., 2009). 본 연구에서 진공 포장에 따른 미생물 증식 억제 효과를 확인한 결과, 물 세척 후 진공 포장하여 저장한 노계 가슴육은 저장 7일차에 총 호기성 미생물 수가 5 Log CFU/g(산란노계, 5.21; 환우계, 5.37; 종계, 5.81 Log CFU/g)으로 나타나 합기 포장하여 저장한 노계 가슴육과 비교하여 진공 포장에 의해 총 호기성 미생물의 증식이 2 Log CFU/g 가량 억제됨이 확인되었다($P < 0.05$). 하지만 저장 14일 후 총 호기성 미생물의 증식이 7 Log CFU/g 이상으로 나타났다. 기존의 연구 결과, 계육 가슴육을 진공 포장하여 4°C 냉장 저장 시 저장 15일차에서 총 호기성 미생물이 7 Log CFU/g 이상 증식함이 확인되어, 본 연구 결과와 유사한 결과를 보였다(Kim and Song, 2004).

차아염소산나트륨으로 세척한 노계 가슴육의 초기 총 호기성 미생물 수는 2 Log CFU/g 수준을 보였다. 냉장(4°C) 저장 중 차아염소산나트륨으로 세척된 노계 가슴육의 총 호기

성 미생물 변화를 살펴보면, 합기 포장하여 저장한 종계 가슴육은 저장 7일차에 총 호기성 미생물이 7.13 Log CFU/g을 보였다. 하지만 산란노계 및 환우계 가슴육의 경우는 저장 7일차에서 총 호기성 미생물이 식품의 부패 기준인 7 Log CFU/g보다 낮은 6.19 및 5.96 Log CFU/g으로 나타났다. 이는 물 세척 후 합기 포장하여 4°C 냉장 저장한 산란노계 및 환우계 가슴육의 저장 기간이 7일 미만이었다는 것을 고려했을 때 차아염소산나트륨 세척에 의해 계육의 저장 기간을 연장할 수 있음이 확인되었다. 하지만 저장 14일 후에는 총 호기성 미생물이 8 Log CFU/g 이상 증식하여 차아염소산나트륨으로 세척한 계육이라 할지라도 4°C 냉장 조건 하에서 14일간 저장할 수 없을 것으로 생각된다. 계육의 저장기간 연장에 미치는 차아염소산나트륨 세척의 효과에 관하여 기존 연구에서도 보고된 바 있다. Northcutt et al.(2007)은 본 연구와 동일한 방법으로 계육을 50 ppm 차아염소산나트륨 용액으로 분무 세척 시 계육의 총 호기성 미생물이 감소함을 보고하였으며, Russell and Axtell(2005)은 계육 세척 수에 50 ppm수준으로 차아염소산나트륨 첨가 시 *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes*, *Pseudomonas fluorescens*, *Salmonella* serovars, *Shewanella putrefaciens* 및 *Staphylococcus aureus*에 대한 감균 효과를 확인하였다. Estrela et al.(2002)은 차아염소산나트륨 세척 시 발생하는 수산기의 강한 염기성으로 인해 미생물의 세포질 막에 비가역성 효소 억제 및 세포 대사 과정에 영향을 끼치며, 또한 물의 중화반응으로 생성된 HOCl⁻가 미생물 세포막의 아미노산과 결합을 하게 되면서 chloramine이 생성이 되고, 생성된 chloramine의 염화 이온에 의해 미생물 효소의 활성부위에 비가역성 불활성화를 촉진시켜 이에 따라 미생물의 사멸이 일어난다고 보고하였다.

차아염소산나트륨으로 세척 후 노계 가슴육을 진공 포장

Table 3. Number of total aerobic bacteria (Log CFU/g) in chicken breast meat washed by tap water or sodium hypochlorite solution with aerobic or vacuum packaging during storage at 4°C

Chicken	Washing	Packaging	Storage(day)				SEM ¹
			0	3	7	14	
Old laying hens	Water	Aerobic	3.07 ^d	4.06 ^{cx}	7.33 ^{bx}	9.00 ^{ax}	0.191
		Vacuum	3.07 ^c	3.34 ^{cy}	5.21 ^{by}	7.14 ^{ay}	0.100
		SEM ²		0.055	0.146	0.258	
	NaOCl (50 ppm)	Aerobic	2.76 ^c	3.66 ^{cx}	6.19 ^{bx}	8.09 ^{ax}	0.244
		Vacuum	2.76 ^c	2.99 ^{cy}	4.56 ^{by}	5.94 ^{ay}	0.134
		SEM		0.134	0.158	0.317	
Old molting hens	Water	Aerobic	3.19 ^d	4.67 ^{cx}	7.02 ^{bx}	9.39 ^{ax}	0.189
		Vacuum	3.19 ^c	3.57 ^{cy}	5.37 ^{by}	7.59 ^{ay}	0.120
		SEM		0.094	0.100	0.283	
	NaOCl (50 ppm)	Aerobic	2.94 ^d	4.00 ^{cx}	5.96 ^{bx}	8.14 ^{ax}	0.052
		Vacuum	2.94 ^c	3.09 ^{cy}	4.95 ^{by}	6.23 ^{ay}	0.100
		SEM		0.061	0.132	0.015	
Old breeder hens	Water	Aerobic	3.12 ^d	4.46 ^{cx}	7.17 ^{bx}	9.68 ^{ax}	0.099
		Vacuum	3.12 ^d	3.64 ^{cy}	5.81 ^{by}	7.20 ^{ay}	0.102
		SEM		0.113	0.132	0.090	
	NaOCl (50 ppm)	Aerobic	2.85 ^d	3.96 ^{cx}	7.13 ^{bx}	8.00 ^{ax}	0.122
		Vacuum	2.85 ^c	3.19 ^{cy}	4.60 ^{by}	6.30 ^{ay}	0.093
		SEM		0.080	0.126	0.147	
	Chicken	Washing	Packaging	Storage day			
<i>P</i> -value	ns ³	<.0001	<.0001	<.0001			
<i>F</i> -value	3.01	62.20	173.55	627.42			

¹ Standard error of means(n=12), ² (n=6), ³ *P*>0.05.
^{a~d} Different letters within same row differ significantly(*P*<0.05).
^{x,y} Different letters within same column differ significantly(*P*<0.05).

하여 4°C 냉장 저장한 결과, 저장 14일 후 노계 가슴육의 총 호기성 미생물이 7 Log CFU/g보다 낮음(산란노계, 5.94; 환우계, 6.23; 종계, 6.30 Log CFU/g)이 확인되었다. 본 연구에서 계육을 물 세척 후 가슴육을 합기 포장하여 저장하였을 때 총 호기성 미생물이 9 Log CFU/g 이상 증식하였음을 고려하면 차아염소산나트륨 세척과 진공 포장 병용 처리에 의해 총 호기성 미생물 증식이 3 Log CFU/g 가량 억제 효과가 나타났다고 생각된다. 또한 진공 포장 및 차아염소산나트륨 단일 처리 시 노계 가슴육의 저장 기간이 14일 미만으로 생각되는 반면, 차아염소산나트륨 세척과 진공 포장 병용 처리

시 4°C 냉장 조건 하에서 노계 가슴육을 14일 이상 저장이 가능할 것으로 생각된다.

본 연구에서 전체 미생물 결과를 이용 노계의 종류, 차아염소산나트륨 세척, 진공포장 및 저장 기간이 노계 가슴육의 총 호기성 미생물 증식에 미치는 영향을 분석한 결과, 영향력이 저장 기간, 진공 포장 및 차아염소산나트륨 세척 순으로 작아졌으며, 노계의 종류에 따른 총 호기성 미생물 증식의 차이는 없는 것으로 나타났다. 따라서 노계육 수출 시 저장성 개선을 위해 가장 우선적으로 진공 포장 방법이 고려되어야 하고, 차아염소산나트륨 세척과 병용 처리 시 노계육의

우수한 저장성 개선을 기대할 수 있을 것으로 사료된다.

3. 휘발성 염기태 질소(VBN) 및 지방 산패도

휘발성 염기태 질소 함량은 식육의 저장 시 신선도를 측정하는 하나의 방법으로 제시되고 있으며, 이는 식육의 저장 중 식육 단백질이 미생물 증식에 따른 단백질 분해효소의 활성화에 의해서 아미노산 및 저분자 무기태질소로 분해되고, 특히 VBN의 증가에 의해 식육의 관능적 품질 저하를 초래하기 때문이다(Egan et al., 1981; Ohashi et al., 1991). 우리나라는 식품공전 상에 식육 내 VBN 함량 20 mg% 이상

은 부패한 식육이라고 명시하고 있다(KFDA, 2011).

본 연구에서 노계 가슴육의 7일간 4°C 냉장 저장 중 VBN 함량은 저장 기간, 포장 방법 및 노계의 종류에 영향을 받음이 확인되었으며, 세척 방법에 따른 영향은 없는 것으로 나타났다(Table 4). 저장 기간에 따른 영향으로 저장 기간이 증가함에 따라 VBN 함량이 증가하는 경향을 보였다. 하지만 저장 7일 후 산란노계를 제외한 환우계와 종계 가슴육에서 세척 및 포장 방법과 무관하게 VBN 함량이 20 mg% 이하로 나타났다. 산란노계 가슴육의 경우, 물 또는 차아염소산나트륨으로 세척된 합기 포장 처리구의 VBN 함량이 저장 7일

Table 4. Volatile basic nitrogen (mg%) in chicken breast meat washed by tap water or sodium hypochlorite solution with aerobic or vacuum packaging during storage at 4°C

Chicken	Washing	Packaging	Storage(day)			SEM ¹
			0	3	7	
Old laying hens	Water	Aerobic	8.4 ^b	8.9 ^{bx}	41.1 ^{ax}	0.38
		Vacuum	8.4 ^b	7.0 ^{by}	14.5 ^{ay}	0.54
		SEM ²		0.33	0.74	
	NaOCl (50 ppm)	Aerobic	9.3 ^b	8.4 ^b	20.1 ^{ax}	0.89
		Vacuum	9.3 ^b	7.0 ^b	12.6 ^{ay}	0.54
		SEM		0.57	1.04	
Old molting hens	Water	Aerobic	8.9 ^b	9.3 ^b	15.9 ^{ax}	0.81
		Vacuum	8.9	8.4	10.7 ^y	0.60
		SEM		0.66	0.93	
	NaOCl (50 ppm)	Aerobic	8.4 ^b	8.4 ^b	12.6 ^{ax}	0.00
		Vacuum	8.4 ^b	8.9 ^{ab}	10.3 ^{ay}	0.38
		SEM		0.33	0.33	
Old breeder hens	Water	Aerobic	10.3 ^b	8.4 ^c	13.5 ^{ax}	0.38
		Vacuum	10.3	8.9	9.8 ^y	0.38
		SEM		0.33	0.33	
	NaOCl (50 ppm)	Aerobic	9.3 ^b	7.9 ^b	12.1 ^{ax}	0.47
		Vacuum	9.3	7.9	9.8 ^y	0.60
		SEM		0.74	0.33	
	Chicken	Washing	Packaging	Storage day		
<i>P</i> -value	0.0052	ns ³	0.0015	<.0001		
<i>F</i> -value	5.54	4.03	10.67	25.79		

¹ Standard error of means(n=9), ² (n=6), ³ *P*>0.05.

^{a~c} Different letters within same row differ significantly(*P*<0.05).

^{x,y} Different letters within same column differ significantly(*P*<0.05).

후 각각 41.1 및 20.1 mg%를 보여 산란노계 가슴육이 이미 부패한 수준으로 나타났다. 하지만 산란노계 가슴육을 물 또는 차아염소산나트륨으로 세척 후 진공 포장하여 저장하였을 때 VBN 함량이 각각 14.5 및 12.6 mg%로 나타나, 진공 포장에 의해 저장 중 VBN 함량 증가가 합기 포장 처리구에 비해 유의적으로 억제됨이 확인되었다($P<0.05$). 또한 환우계 및 종계에서도 저장 7일 후 VBN 함량이 물 및 차아염소산나트륨 세척처리 모두에서 진공 포장 처리군이 합기 포장 처리군에 비해 유의적으로 낮았다($P<0.05$). Kenawi et al. (2007)은 포장방법에 따른 계육 가슴육의 냉장 저장 중 품질

변화를 측정 한 결과, 진공 포장하여 저장하였을 때 VBN의 증가가 합기 포장 처리구에 비해 유의적으로 억제됨을 확인하였으며, 이는 진공 포장함으로써 미생물 증식이 억제됨에 따른 결과라고 보고하였다. 따라서 본 연구의 결과 또한 진공 포장된 노계 가슴육에서 저장 중 총 호기성 미생물 증식이 효과적으로 억제됨에 따라 VBN 함량이 진공포장 처리구에서 낮은 것으로 생각된다.

TBARS 값으로 측정 한 노계 가슴육의 7일간 4°C 냉장 저장 중 지방 산패도를 Table 5에 나타냈다. 저장 기간이 증가함에 따라 물 세척 후 진공 포장하여 저장한 산란노계를 제

Table 5. 2-Thiobarbituric acid reactive substances (mg malondialdehyde/kg meat) in chicken breast meat washed by tap water or sodium hypochlorite solution with aerobic or vacuum packaging during storage at 4°C.

Chicken	Washing	Packaging	Storage day			SEM ¹
			0	3	7	
Old laying hens	Water	Aerobic	0.46 ^b	0.49 ^b	0.69 ^{ax}	0.021
		Vacuum	0.46	0.45	0.57 ^y	0.030
		SEM ²		0.023	0.027	
	NaOCl (50 ppm)	Aerobic	0.36 ^c	0.45 ^b	0.73 ^a	0.021
		Vacuum	0.36 ^c	0.44 ^b	0.69 ^a	0.014
		SEM		0.015	0.026	
Old molting hens	Water	Aerobic	0.45 ^b	0.53 ^{ab}	0.57 ^a	0.019
		Vacuum	0.45	0.48	0.51	0.015
		SEM		0.016	0.017	
	NaOCl (50 ppm)	Aerobic	0.41 ^b	0.45 ^{aby}	0.54 ^a	0.027
		Vacuum	0.41 ^b	0.54 ^{ax}	0.59 ^a	0.017
		SEM		0.017	0.022	
Old breeder hens	Water	Aerobic	0.37 ^c	0.56 ^b	0.76 ^{ax}	0.043
		Vacuum	0.37 ^c	0.45 ^b	0.56 ^{ay}	0.014
		SEM		0.031	0.045	
	NaOCl (50 ppm)	Aerobic	0.37 ^c	0.49 ^b	0.61 ^{ax}	0.009
		Vacuum	0.37 ^c	0.47 ^b	0.56 ^{ay}	0.006
		SEM		0.007	0.008	
	Chicken	Washing	Packaging	Storage day		
P-value	ns ³	ns ³	0.010	<.0001		
F-value	1.09	2.02	6.89	106.02		

¹ Standard error of means(n=9), ² (n=6), ³ $P>0.05$.
^{a~c} Different letters within same row differ significantly($P<0.05$).
^{x,y} Different letters within same column differ significantly($P<0.05$).

외한 나머지 모든 처리구에서 TBARS 값이 증가함을 보였다($P<0.05$). 저장 중 포장 방법에 따른 지방 산패도 차이를 비교한 결과, 물 세척한 환우계와 차아염소산나트륨으로 세척한 산란노계 및 환우계 가슴육에서는 TBARS 값의 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 하지만 물 세척한 산란노계 및 종계와 차아염소산나트륨으로 세척한 종계 가슴육의 저장 7일 후 진공 포장 처리구에서 합기 포장 처리구에 비해 유의적으로 낮은 TBARS 값을 보여 진공 포장이 노계 가슴육의 4℃ 냉장 저장 중 지방 산패도 억제에 효과가 있음이 확인되었다($P<0.05$). Yang et al.(2009)에 따르면 계육 가슴

육의 10일간의 냉장 저장 중 진공 포장에 의해 지방산패가 억제되었다고 보고하고 있어, 본 연구 결과와 일치하였다. 본 연구에서 노계 종류 및 세척방법은 노계 가슴육의 지방 산패도에 영향을 미치지 않음이 확인되었다. 지방 산패도는 식육 품질을 결정짓는 요인 중 하나이다. Kanner(1994)에 따르면 신선육의 TBARS 값이 0.5이상일 때 지방 산패취를 느낄 수 있다고 보고하고 있다. 본 연구 결과, 노계 가슴육을 진공 포장하여 저장한다고 할지라도 저장 7일 후 TBARS 값이 0.5 이상으로 나타났다. 따라서 노계육의 저장 중 지방 산패 억제를 위한 추후 연구가 필요할 것으로 생각된다.

Table 6. pH of chicken breast meat washed by tap water or sodium hypochlorite solution with aerobic or vacuum packaging during storage at 4℃

Chicken	Washing	Packaging	Storage day			SEM ¹
			0	3	7	
Old laying hens	Water	Aerobic	5.99 ^e	6.39 ^{bx}	7.13 ^{ax}	0.066
		Vacuum	5.99	5.68 ^y	6.03 ^y	0.102
		SEM ²		0.021	0.146	
	NaOCl (50 ppm)	Aerobic	5.98 ^b	6.03 ^b	6.41 ^{ax}	0.056
		Vacuum	5.98	6.03	5.99 ^y	0.033
		SEM		0.008	0.057	
Old molting hens	Water	Aerobic	5.86 ^b	5.83 ^b	6.16 ^{ax}	0.048
		Vacuum	5.86	5.77	5.88 ^y	0.029
		SEM		0.036	0.058	
	NaOCl (50 ppm)	Aerobic	6.03 ^a	5.81 ^{bx}	5.80 ^b	0.042
		Vacuum	6.03 ^a	5.75 ^{by}	5.80 ^b	0.042
		SEM		0.003	0.006	
Old breeder hens	Water	Aerobic	5.50 ^e	5.67 ^{bx}	5.75 ^{ax}	0.018
		Vacuum	5.50 ^b	5.54 ^{aby}	5.60 ^{ay}	0.012
		SEM		0.016	0.019	
	NaOCl (50 ppm)	Aerobic	5.57 ^b	5.81 ^a	5.79 ^a	0.021
		Vacuum	5.57 ^b	5.75 ^a	5.78 ^a	0.015
		SEM		0.020	0.012	
	Chicken	Washing	Packaging	Storage day		
<i>P</i> -value	<.0001	ns ³	<.0001	0.0002		
<i>F</i> -value	48.10	0.10	17.22	9.13		

¹ Standard error of means(n=9), ² (n=6), ³ $P>0.05$.

^{a~c} Different letters within same row differ significantly($P<0.05$).

^{x,y} Different letters within same column differ significantly($P<0.05$).

4. pH

노계 가슴육 pH에 미치는 노계 종류, 세척 방법, 포장 방법 및 저장 기간의 영향을 분석한 결과, 노계 종류가 가장 큰 영향을 미쳤고, 포장 방법 그리고 저장 기간의 순으로 나타났다. 세척방법은 영향을 미치지 않음이 확인되었다(Table 6). 기존 연구에 따르면 닭 품종 간 대사 속도, 글리코겐 함량 또는 스트레스 저항성이 달라 계육의 pH가 차이가 있을 수 있음을 보고하고 있어, 본 연구에서도 노계 종류에 따라 가슴육의 pH 차이가 있었던 것으로 생각된다(Kweon et al., 1995). Dahl(1957)은 저장 기간이 증가함에 따라 지질 및 단백질의 분해나 혹은 미생물 증식에 의하여 pH가 증가한다고 보고하였다. 본 연구에서도 기존의 연구와 유사한 경향을 보였는데, 차아염소산나트륨으로 세척 후 합기 포장하여 저장된 환우계 가슴육을 제외한 모든 합기 포장 처리구에서 저장 7일 후 가슴육의 pH가 저장 초기(0일차)에 비하여 유의적으로 증가하였으며, 물 세척 또는 차아염소산나트륨으로 세척 후 진공 포장하여 저장한 중계 가슴육에서도 저장 기간 증가와 함께 pH가 유의적으로 증가함이 확인되었다($P<0.05$). 저장 7일 후 차아염소산나트륨으로 세척한 환우계와 중계의 합기 또는 진공 포장하여 저장된 가슴육 사이에 유의적인 pH 차이가 없었다. 하지만 물로 세척한 모든 노계와 차아염소산나트륨으로 세척한 환우계를 진공 포장하여 저장된 가슴육에서 저장 7일 후 유의적으로 pH가 합기 포장하여 저장된 가슴육에 비해 낮아, 진공 포장 저장이 노계 가슴육의 pH증가를 유의적으로 억제함이 확인되었다($P<0.05$). 이 결과는 노계 가슴육을 진공 포장하여 저장하였을 때 총 호기성 미생물 증식이 억제됨에 따른 것으로 사료된다.

적 요

본 연구는 국내에서 생산되는 노계육(산란노계, 환우계 및 중계)의 우수한 저장성 확보를 위해 수행되었으며, 차아염소산나트륨 세척 및 진공 포장 방법이 4°C 냉장 저장 중 노계 가슴육의 미생물학적 및 이화학적 품질에 미치는 영향을 조사하였다. 노계육을 물 또는 50 ppm 차아염소산나트륨 세척 후 가슴육의 가열 감량과 조직감 분석 결과, 노계 종류 및 세척방법에 따른 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 노계육을 물 또는 50 ppm 차아염소산나트륨으로 세척 후 가슴육을 합기 또는 진공 포장하여 4°C 냉장 저장하면서 가슴육의 총 호기성 미생물을 측정한 결과, 식육의 부패 기준이 7 Log CFU/g 임을 고려하였을 때 차아염소산나트륨 세척 또는 진공 포장

단일 처리에 의해 노계 가슴육을 7일 이상 저장할 수 있음이 확인되었으며, 차아염소산나트륨 세척 및 진공 포장 병용 처리 시 14일 이상의 저장 기간을 확보할 수 있음이 확인되었다. 게다가 노계 가슴육을 진공 포장하여 저장하였을 때 노계 가슴육의 VBN 함량이 저장 7일 후에도 식육의 부패 기준인 20 mg% 미만으로 나타났으며, 지방 산패 또한 합기 포장 처리구에 비해 억제됨이 확인되었다. 저장 중 노계 가슴육의 pH는 저장 기간 증가와 함께 증가하는 경향을 보였으나, 노계 종류에 따른 차이가 컸고, 진공 포장하였을 때 증가가 억제되었다. 결론적으로 노계육을 차아염소산나트륨으로 세척 후 진공 포장하여 냉장 저장 시 노계육의 우수한 저장성 개선을 기대할 수 있을 것으로 사료된다.

인용문헌

- Bailey JS, Thomson JE, Cox NA 1987 Contamination of poultry during processing. Pages 193-211 in *The Microbiology of Poultry Meat Products*. Cunningham FE and Cox NA ed Academic Press New York NY.
- Chae HS, Na JC, Choi HC, Kim MJ, Ban HT, Kang HK, Kim DW, Suh OH, Ham JS, Jang A 2011 Effect of gas mixture ratio of modified atmosphere packaging on quality of chicken breast. *J Food Sci An* 31(1):100-106.
- Conway EJ 1950 *Microdiffusion Analysis and Volumetric Error*, 3rd ed. London: Crosby Lockwood and Son Ltd.
- Dahl Q 1957 Decomposition of starch in sausage products. *Food Res* 23:161.
- Egan H, Kirk RS, Sawyer R 1981 *Pearson's Chemical Analysis of Foods*. 8th ed, Churchill Livingstone Ltd., Edinburgh, pp. 413-415.
- Estrela C, Estrela CRA, Barbin EL, Spanó JCE, Marchesan MA, Pécora JD 2002 Mechanism of action of sodium hypochlorite. *Braz Dent J* 13(2):113-7.
- ICMSR 1986 International commission on microbiological specifications for foods. Sampling plans for fish and shellfish. In: *ICMSF, Microorganism in Foods*. ICMSF (ed) University of Toronto Press, Toronto, Vol. 2, pp. 181-196.
- Jin SK, Kim IS, Jung HJ, Kim DH, Choi YJ, Hur SJ 2007 The development of sausage including meat from spent laying hen surimi. *Poult Sci* 86:2676-2684.
- Kanner J 1994 Oxidative processes in meat and meat products:

- quality implications. *Meat Sci* 36:169-189.
- KFDA 2011 Korean Food Standards Codex. Forea Food and Drug Administration, pp. 5.11.2-5.11.3.
- Kim J, Song KB 2004 Effect of vacuum packaging on the microbiological profile of chilled chicken during storage. *Agric Chem Biotechnol* 47(1):35-37.
- Ko KY, Nam KC, Jo C, Lee EJ, Ahn DU 2011 A simple and efficient method for preparing partially purified phosvitin from egg yolk using ethanol and salts. *Poult Sci* 90:1096-1104.
- Kruk ZA, Yun H, Rutley DL, Lee EJ, Kim YJ, Jo C 2011 The effects of high pressure on microbial population, meat quality and sensory characteristics of chicken breast fillet. *Food Control* 22:6-12.
- Kweon YJ, Yeo JS, Sung SK 1995 Quality characteristics of Korean native chicken meat. *Korean J Poult Sci* 22(4): 223-231.
- Lee SK, Kang SM, Lee IS, Seo DK, Kwon IK, Panjono, Kim HJ, Ga CH, Pak JI 2010 Manufacture of spent layer chicken meat products by natural freeze-drying during winter. *Korean J Food Sci An* 30(2):277-285.
- Mbarki R, Ben Miloud N, Selmi S, Dhib S, Sadok S 2009 Effect of vacuum packaging and low-dose irradiation on the microbial, chemical and sensory characteristics of chub mackerel. *Food Microbiol* 26(10):821-826.
- Mountney GJ 1976 *Poultry Product Technology*. The AVI Publishing Co. Westport Ct 43-52.
- Nanari MC, Hewavitharana AK, Beca C, de jong S 2004 Effect of dietary tocopherols and tocotrienols on the anti-oxidant status and lipid stability of chicken. *Meat Sci* 68: 155-162.
- Northcutt J, Smith D, Ingram KD, Hinton A Jr, Musgrove M 2007 Recovery of bacteria from broiler carcasses after spray washing with acidified electrolyzed water or sodium hypochlorite solutions. *Poult Sci* 86(10):2239-44.
- Ohashi E, Okamoto M, Ozawa A, Fugita T 1991 Characterization of common squid using several freshness indicators. *J Food Sci* 56(1):161-163.
- Park GB, Song DJ, Lee JI, Kim YJ, Kim YG, Park TS 1994 Effects of addition of varied levels of sodium chloride and phosphates on pH, tenderness, moisture and mineral contents in spent layer meat. *Korean J Poult Sci* 21, 239-247.
- Sagoo SK, Little CL, Allen G, Williamson K, Grant KA 2007 Microbiological safety of retail vacuum-packed and modified-atmosphere-packed cooked meats at end of shelf life. *J Food Prot* 70(4):943-951.
- Song DJ 1993 Changes in freshness of spent layer meat with additive levels of sodium chloride and phosphates. *J Inst Develop Livest* 20:9-19.
- Tukey JW 1953 *The Problem of Multiple Comparisons*. Department of Statistics, Princeton University, Princeton NJ.
- Russell SM, Axtell SP 2005 Monochloramine versus sodium hypochlorite as antimicrobial agents for reducing populations of bacteria on broiler chicken carcasses. *J Food Prot* 68(4):758-763.
- White GC 1998 *Handbook of Chlorination and Alternative Disinfectants*, 4th ed. Wiley, New York, NY, USA.
- Yang HS, Jeong YJ, Choi YH, Joo ST, Park GB 2009 Effect of different packaging methods on the quality and storage characteristics of domestic broiler breast meat during cold storage. *Korean J Poult Sci* 36(1):69-75.
- 한국육류유통수출입협회 육류유통실태조사 2013 <http://www.kmta.or.kr/>. accessed date: 2013. 10. 10.
- (접수: 2013. 10. 16 수정: 2013. 10. 21, 채택: 2013. 10. 22)