

## 산란노계와 육계의 이화학적 품질특성 평가

†전기홍 · 황윤선 · 김영봉 · 최윤상 · 김병목 · 김동욱\* · 장애라\*

한국식품연구원, \*강원대학교 동물생명과학과

### Physico-Chemical Characteristics Evaluation of Spent Hen and Broiler

†Ki-Hong Jeon, Yoon-Seon Hwang, Young-Boong Kim, Yun-Sang Choi, Byoung-Mok Kim,  
Dong-Wook Kim\* and Aera Jang\*

Food Processing Technology Research Center, Korea Food Research Institute, Seongnam 463-746, Korea

\*College of Animal Life Sciences, Kangwon National University, Chuncheon 200-271, Korea

#### Abstract

This study was performed to investigate the physico-chemical characteristics of breast meat from spent hens (SP) in comparison with the same part from the broilers (BR). The moisture and crude protein contents for SP were 72.56% and 24.26%, which were lower than 75.87% and 24.64% for BR. Crude fat and crude ash contents in SP were 0.45% and 1.00%, which were higher than the BR contents of 0.41% and 0.51%. The respective L, a and b value for SP were 48.61, 2.40 and 2.42, which were lower than the BR values of 49.41, 1.45 and 3.06 respectively. The pH for SP was 5.89, which was higher than pH 5.79 for BR. The WHC for SP was 50.29%, which was lower than that of BR at 62.31%. SP scored 28.04% in the heating loss test, which was significantly higher than 19.09% for BR. The shear forces for SP and BR were 4.86 kg and 1.36 kg respectively, which meant that the texture of SP was much tougher than that of BR. Hardness for SP was 8.89 kg while that of BR was 3.92 kg indicating that the SP texture is firmer than that of BR. Oleic acid was most abundant fatty acid in both samples and was at 44.15% in SP and 27.68% in BR.

Key words: spent hen, broiler, chemical composition, physical properties, fatty acid

#### 서 론

닭의 활용도에 따라 닭고기를 생산하는 육용계와 계란을 생산하기 위한 난용계로 구분한다. 계란 생산을 목적으로 사육되는 산란계는 계란의 생산이 가장 중요한 지표이기 때문에 그 효율이 저하되면 도태시키는 것이 일반적이다(Park 등 1994a). 이러한 닭의 상태를 우리나라에서는 산란노계 또는 산란폐계(spent (laying) hen)으로 부르며 경제적인 가치가 떨어져 있는 상태를 말한다. 일반적으로 75주령 이상의 산란계를 말하는 산란노계는 계란생산 대비 사료효율이 높아 경제성을 잃어버렸을 뿐 아니라, 폐기 시 비용이 발생한다는 점에서 양계사양가의 문제점으로 지적되고 있다. 산란노계의 경

제성은 계란의 가격과 매우 밀접한 관계를 갖고 있어, 계란가격이 높게 형성되는 경우 산란노계 도태를 줄이지만, 계란가격이 떨어지는 경우 산란노계 도태수가 급증하기 때문에 올바른 가격형성이 어려울 뿐 아니라, 급격한 물량증가로 인해 일반적인 육계시장에도 부정적인 영향을 줄 수 있다(Jin 등 2011). 산란노계육의 경우 일반적으로 육용으로 쓰이는 브로일러종에 비해서 불용성 콜라겐 함량이 높아서 상대적으로 조직이 질긴 특성이 있어, 우리나라 소비자들의 선호도가 낮아 산업적으로 부담이 되고 있다(Jin 등 2007a; Park 등 1994a). 산란노계의 식품가공용 소재로의 이용은 많이 시도되어 왔으나, 산란노계 특유의 거칠고 질긴 조직감으로 인해 육계육에 비해 가공적성이 저하되는 특성을 갖고 있어(Kondaiah &

† Corresponding author: Ki-Hong Jeon, Food Processing Technology Research Center, Korea Food Research Institute, Seongnam, 463-746, Korea. Tel: +82-31-780-9077, Fax: +82-31-709-9876, E-mail: khjeon@kfri.re.kr

Panta 1997) 활발한 이용이 어렵기 때문에 일반 식품으로 활용하기 위해 품질 향상(Park 등 1997; Park 등 1994b)과 수리미(Jin 등 2006; Newsad 등 2000), 소시지(Jin 등 2007b), 식육 프레이크(Kang GH 2007) 제조 등 다양한 방법이 시도되고 있다. 산란노계육은 기존 육계에 비해 매우 낮은 가격을 형성하고 있기 때문에 육가공 원료육으로 사용이 활발할 것으로 예측할 수 있으나, 계란가격 변동으로 인해 산란노계 원료육 확보가 불안정할 뿐만 아니라, 일정 비율 이상 첨가 시 최종제품의 조직감에 부정적인 영향을 미치기 때문에, 일정한 물량과 품질을 유지해야 하는 육가공업계 입장에서 볼 때 원료육으로서의 가치가 낮은 원료로 구분할 수밖에 없는 구조로 해석된다. 따라서 산란노계가 갖는 고유의 가공적성을 이해하고, 이를 바탕으로 식품으로 활용할 수 있는 방안을 모색할 수 있다면, 저평가되고 있는 국내 부존 단백질 자원을 이용하여 가치 향상 고부가 식품으로 활성화할 수 있을 뿐 아니라, 안정적인 수급 조절 기능으로 인해 산란양계 농민과 식품업체에서도 바람직한 결과를 가져올 수 있을 것으로 판단된다.

따라서 본 연구는 산란노계육의 활용도를 높이기 위하여 산란노계육과 육계육의 색도, 보수력, 가열 감량, 전단력 및 조직감 등 물리적 품질특성과 일반성분, pH 및 지방산 등 화학적 품질특성을 살펴보고자 실시하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 실험재료

본 연구의 실험재료는 닭의 가슴살로서 산란노계육 가슴살은 경기도 소재 산란계 사육 농장에서 생산된 82주령 갈색 하이라인 품종 산란노계육 20마리를 구입하여 시료로 사용하였고, 육계육 가슴살은 경기도 성남 지역의 대형마트에서 M사의 제품을 30팩 구입하여 사용하였다. 각 실험재료를 냉장상태에서 실험장소로 이동한 후 공시재료로 사용하였다.

### 2. 분석항목 및 방법

#### 1) 일반성분

일반성분은 AOAC법(2005)에 따라 수분 함량은 105°C 상압건조법, 조회분 함량은 550°C 직접 회화법, 조지방 함량은 Soxhlet법 및 조단백질 함량은 Kjeldahl법으로 분석하였다.

#### 2) 색도(Color)

가슴살 생육의 육색은 색차계(Chromameter: Model CR-410. Minolta Co., Japan)를 이용하여 L(Lightness, 명도), a(Redness, 적색도), b(Yellowness, 황색도)의 색채 값을 5회 반복 측정하

여 평균값을 나타내었다. 이 때 사용된 표준백판은 L값 97.10, a값 -0.17, b값 2.08이었다.

#### 3) pH

pH 측정은 분쇄된 가슴살 생육 1 g을 증류수 100 mL에 넣어 20분간 교반한 후 pH meter(Mettler, toledo 340, Switzerland)로 측정하였다.

#### 4) 보수력

보수력(water-holding capacity, WHC)은 분쇄 균질된 시료를 거즈에 각 5 g씩 넣은 후 원심분리튜브에 담아 70°C의 항온수조에서 30분 가열처리 후 실온에서 10분 방냉하고, 230 × g으로 10분간 원심분리 후 유리된 액즙량을 측정하였다. 총수분량은 동일 시료를 105°C에서 향량이 될 때까지 건조하여 측정하였다.

$$\text{보수력(\%)} = 100 - \{(\text{유리수분} \times 0.951) \div \text{총 수분 함량} \times 100\}$$

#### 5) 전단력

가슴살 생육을 2.0 × 2.0 × 1.0 cm 크기로 일정하게 절단한 후, V자 모양의 칼날(HDP/WBV)이 부착된 Texture analyzer (TA-XT2i, stable micro system. UK)를 이용하여 시료의 전단력을 측정하였다. 이 때 측정 조건은 pre test speed 3.0 mm/sec, test speed 2.0 mm/sec, post test speed 10.0 mm/sec, distance 30 mm, trigger force 10 g이었다.

#### 6) 가열 감량(Heating loss)

각 처리구에 따른 시료를 심부온도 75°C로 30분 가열하고 방냉한 다음, 가열 전과 후의 손실된 중량을 측정하였다. 가열 감량은 가열 전 원료육의 중량에 대한 감소비율로 계산하였다.

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

#### 7) 조직감(TPA)

가슴살 생육을 2.0 × 2.0 × 1.0 cm 크기로 일정하게 절단한 후, Texture analyzer (TA-XT2i, stable micro system. UK)를 사용하여 경도(hardness), 탄력성(springiness), 응집성(cohesiveness), 검성(gumminess), 씹힘성(chewiness)을 측정하였다. 이 때 texture analyzer 측정 조건은 pre test speed: 1.0 mm/sec, test speed: 1.0 mm/sec, post test speed: 1.0 mm/sec, trigger force: 10 g, sample compressed ratio: 70%이었다. 20 mm diameter probe를 사용하여 측정하였다.

### 8) 지방산(Fatty acid)

지방산 분석을 위한 지질 추출은 Folch 등(1957)의 방법에 준하여 분석하였다. 20 g의 시료를 Folch 용액(Chloroform과 Methanol = 2:1) 150 mL에 넣고 5분간 균질한 후 No. 2 (Whatman, Maidstone, UK) 여지로 여과하고, 원심분리(1,500 rpm, 10분간)를 한다. 상층액은 버리고 하층액에 대하여 No. 2 여지위에 Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>를 부은 후 하층액을 여과하고, 농축기로 용매를 제거한 후 지방을 회수하였다. 추출한 지질 5 mg 정도를 채취하여 methylation tube에 넣어 0.5 N NaOH 1 mL를 첨가한 후 100°C에 15분간 가열하여 냉각시켰다. Boron trifluoride methanol 14% solution(BF<sub>3</sub> methanol; Sigma-Aldrich, Co, USA) 3 mL를 넣어 다시 15분간 가열 후 냉각하여 시험관에 옮겨 1 mL heptane 및 5 mL NaCl 포화 용액을 첨가한 후 혼합하여 층이 분리될 때까지 정치하고 상층액을 채취하여 effendorf 튜브에 넣고 -80°C 냉동 보관하면서 auto sampler가 장착된 gas chromatography(7890A, Agilent, USA)를 이용하여 분석하였다(Table 1). 이때 사용된 GC column은 capillary column이고, carrier gas는 N<sub>2</sub>를 이용하였다.

### 3. 통계분석

본 실험에서 얻어진 결과의 통계분석은 SAS/PC+(SAS, 1999) 프로그램을 사용하여 분산분석 및 Duncan의 다중검정을 실시하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 산란노계육의 원료 특성

산란노계육의 원료특성 평가를 위해 생체중량, 도계중량

**Table 1. Operating conditions of fatty acid for spent hen and broiler analysis**

Instrument	7890A, Agilent USA
Column	HP-FFAP 30 m × 0.25 mm × 0.2 μm
Column Temp.	140°C(5)-5°C-230°C(20)
Detector	FID
Injection volume	0.5 μL
Injector Temp.	230°C
Detector Temp.	250°C

**Table 2. Sample weight of spent hen and broiler**

	Live wt(kg)/head	Dressing wt(kg)/head	Breast meat wt(g)
Spent hen	1.6±0.5	1.2±0.1	177±15
Broiler	2.1±0.3	1.4±0.2	218±30

및 가슴살 중량 등을 측정하였고 이를 육계와 비교한 결과는 Table 2와 같다. 산란노계육의 체중은 1.6 kg, 육계의 중량은 2.1 kg이었으며, 산란노계와 육계의 도계중량은 각각 1.2 kg과 1.4 kg으로 육계가 높았다. 또한 가슴살의 중량은 산란노계육이 177 g, 육계가 218 g으로 육계의 중량이 더 높았다. 일반적으로 산란계는 육계에 비해 생체 크기가 작기 때문에 (Kim 등 2002) 생체중 및 가슴살 중량이 상대적으로 적은 것으로 평가되었고, 그 편차는 계란 또는 닭고기의 시장가격 변동에 따라 차이가 있을 것으로 판단되었다.

## 2. 산란노계육과 육계육의 품질 특성

### 1) 일반성분

산란노계육과 육계육의 일반성분은 Table 3과 같다. 수분 함량은 산란노계육 72.56%, 육계육은 75.87%이었으며, 육계육이 산란노계육보다 수분 함량이 많아 육질이 연하다고 생각된다. 조단백질은 각각 산란노계육 24.26%, 육계육 24.64%로 조단백질 함량은 차이가 나타나지 않았으며, 조지방은 산란노계육과 육계육이 0.45%와 0.41%로 유의적 차이를 보이지 않았다. 조회분 함량도 각각 산란노계육과 육계육이 1.00%와 0.51%로 산란노계육에서 많은 함량을 보였는데, 이는 Na 등(2013)의 산란노계육과 육계육의 가슴살에서 측정된 조회분 함량에서는 육계육에서 높게 나타났으나, 본 실험에서와는 차이를 보였다. Hamm & Ang(1984)이 보고한 결과와 비교할 때, 본 실험에서 실험한 육계 가슴부위 수분 함량 75.87%와 조단백질 함량 24.64%, 조지방 함량 0.41%, 조회분 0.51%의 일반성분 결과 중 수분과 조지방 함량은 매우 낮았으며, 조단백질은 상대적으로 높은 함량을 보였다.

### 2) 색도

산란노계육과 육계육의 색도는 Table 4와 같다. 산란노계육의 L(백색도)값은 48.61로 육계 49.41보다 낮았고, 산란노계육의 a(적색도)와 b(황색도)값에서도 각각 2.40과 1.45로 육계육의 같은 항목 2.42과 3.06에 비해 낮았다. 전체적으로 육계육이 산란노계육에 비해 더 선명한 색을 띠고 있어 두 시료간의 외관 색에 의한 차이가 분명하였다.

**Table 3. Chemical composition of spent hen and broiler**  
(Unit: %)

	Moisture	Crude protein	Crude fat	Crude ash
Spent hen	72.56±0.09 <sup>b</sup>	24.26±0.63	0.45±0.11	1.00±0.00 <sup>a</sup>
Broiler	75.87±0.09 <sup>a</sup>	24.64±0.89	0.41±0.01	0.51±0.05 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup> Values with different letters within a column differ significantly at  $p < 0.05$ .

**Table 4. L, a and b value of spent hen and broiler**

	L	a	b
Spent hen	48.61±0.17	2.40±0.02	1.45±0.03 <sup>b</sup>
Broiler	49.41±0.41	2.42±0.14	3.06±0.09 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup> Values with different letters within a column differ significantly at  $p<0.05$ .

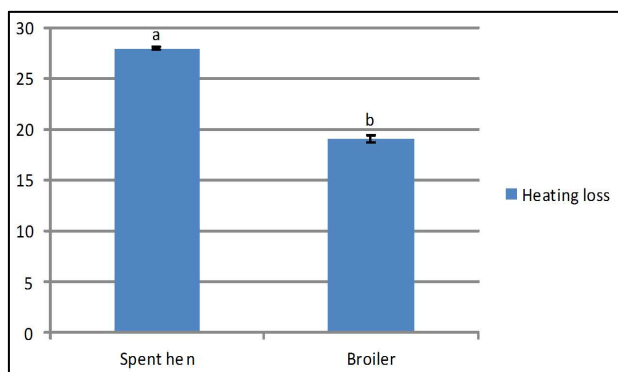
### 3) pH, 보수력 및 전단력

산란노계육과 육계육의 pH, 보수력 및 전단력은 Table 5와 같다. 산란노계육 pH는 5.89로 육계육 5.79보다 높게 나타났으며, 보수력은 50.29%로 육계육 62.31%보다 낮게 나타났다. 보수력은 고기의 질감과도 관계가 많으며, 수분 함량이 적게 나타난 산란노계육에서 육계육보다 보수력도 크게 차이가 나타나는 것을 볼 수 있었는데, 이는 Na 등(2013)의 실험결과와도 일치함을 보였다. 전단력은 산란노계육 4.86 kg, 육계육 1.36 kg으로 산란노계육의 연도가 육계육 연도에 비해 월등

**Table 5. pH, WHC and shear force of spent hen and broiler**

	pH	WHC(%)	Shear force(kg)
Spent hen	5.89±0.02 <sup>a</sup>	50.29±1.49 <sup>b</sup>	4.86±0.22 <sup>a</sup>
Broiler	5.79±0.02 <sup>b</sup>	62.31±0.35 <sup>a</sup>	1.36±0.104 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup> Values with different letters within a column differ significantly at  $p<0.05$ .

**Fig. 1. Heating loss of spent hen and broiler.**

<sup>1)</sup> Values with different letters within a column differ significantly at  $p<0.05$ .

**Table 6. Texture profile analysis of spent hen and broiler**

	Hardness(kg)	Springiness	Gumminess	Chewiness	Cohesiveness
Spent hen	8.89±0.23 <sup>a</sup>	0.76±0.01	6.06±0.17 <sup>a</sup>	4.82±0.23 <sup>a</sup>	0.64±0.01 <sup>b</sup>
Broiler	3.92±0.60 <sup>b</sup>	0.78±0.12	0.63±0.12 <sup>b</sup>	0.25±0.07 <sup>b</sup>	1.07±0.05 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup> Values with different letters within a column differ significantly at  $p<0.05$ .

하게 높은 것으로 나타나 Jung 등(2013)의 결과와 같았다. 이러한 이유는 육류 내 지방이 적을수록 연도가 증가(Wood 등 1995)하는 이유뿐 아니라, 가축은 나이가 들수록 질겨지므로 산란노계육이 육계육에 비하여 전단력이 크게 증가됨을 보이는 것으로 사료된다. 이러한 산란노계육 특유의 질긴 조직감으로 인해 평가 절하되는 원인이 되고 있다.

### 4) 가열 감량

산란노계육과 육계육의 가열 감량을 조사한 결과는 다음 Fig. 1과 같다. 가열하는 방법이나 정도에 따라 상이한 고기 구조의 변화를 야기할 수 있으나, 가열 방법 및 조건과 관계 없이 고기가 가열될 때 근섬유의 수축과 근질의 단축현상이 발생하면서 가열 감량이 나타난다. 산란노계육을 가열하는 경우, 산란노계육의 가열 감량은 28.04%이고, 육계육의 경우는 19.09%로서 산란노계육의 가열 감량이 육계육에 비해 유의적으로 높게 측정되었다. 이러한 현상으로 인한 산란노계육의 수분 감소는 조직감 저하로 이어지기 때문에 기호성과 상관관계가 매우 높다고 볼 수 있다.

### 5) 조직감

Table 6은 산란노계육과 육계육의 hardness(경도), springiness(탄성), gumminess(검성), chewiness(씹힘성) 그리고 cohesiveness(응집력) 등 조직감을 평가한 결과이다. Hardness(경도)의 경우, 산란노계육은 8.89 kg으로 육계육 3.92 kg에 비해 월등히 높은 수치를 보여, 산란노계육이 육계육에 비해 매우 단단한 조직을 갖는 것을 알 수 있었다. 또한 springiness(탄성)의 경우에는 산란노계육 0.76 그리고 육계육 0.78로 산란노계육의 탄성이 떨어졌으며, gumminess(검성) 결과는 산란노계육 6.06과 육계육 0.63으로 산란노계육의 검성이 더 크게 나타났다. 그리고 chewiness(씹힘성)의 경우, 산란노계육 4.82, 육계육 0.25로서 산란노계육의 씹힘성이 육계육에 비해 매우 높은 결과를 보여 질긴 조직감을 나타내고 있으며, cohesiveness(응집력)는 산란노계육 0.64, 육계육 1.07로 육계육의 응집력이 더 강하게 나타났다. 본 시험결과, 산란노계육의 조직감은 육계육에 비해 매우 단단하고 질기다고 판단됐다.

### 6) 지방산

산란노계육과 육계육에서 palmitic acid, palmitoleic acid,

**Table 7. Fatty acid composition of spent hen and broiler**  
(Unit: Area %)

	Spent hen	Broiler
Palmitic acid(16:0)	22.10	27.53
Palmitoleic acid(16:1)	1.27	1.89
Stearic acid(18:0)	10.65	9.79
Oleic acid (18:1)	44.15	27.68
linoleic acid(18:2)	20.01	29.75
Arachidonic acid(20:4)	1.82	3.36
SFA	32.75	37.32
USFA	67.25	62.68
Total	100.00	100.00

stearic acid, oleic acid, linoleic acid와 arachidonic acid 등의 지방산이 검출되었다. Table 7에 나타난 바와 같이, 산란노계육과 육계육의 지방산 중 oleic acid 함량이 산란노계육은 44.15%, 육계육은 27.68%로 가장 많았고, palmitoleic acid가 산란노계육은 1.27%, 육계육은 1.89%로 가장 적게 나타났다. 특히 산란노계육에서는 전체 지방산의 44%를 oleic acid가 차지하였으며, 이는 육계에 비해 상대적으로 높은 수치였다. Lee 등 (2012)은 일반 육계와 토종닭의 가슴살과 다리살에서 지방산 함량을 측정된 결과, oleic acid가 28.0~34.5%로 가장 많이 차지하였는데, 이는 본 실험과도 일치하였다. Palmitic acid도 산란노계육(22.10%)보다 육계육(27.53%)에서 더 많은 함량을 보였으며, 필수지방산인 linoleic acid도 육계육(29.75%)이 산란노계육(20.01%)에 비해 약 1.5배 가량 많이 검출되었다. Moon & Gong (1989)은 535일된 산란노계에서 부위별 지방산 함량을 측정된 결과, linoleic acid가 모든 부위에서 35.3~40.4%로 가장 많은 함량을 보여, 본 실험에서 oleic acid가 가장 많은 비율을 차지한 것과는 상이함을 보였다. 전체적으로 포화지방산과 불포화지방산의 비율은 산란노계육은 33:67의 비율로 나타났고, 육계육은 37:62의 비율로 나타났다.

### 결론 및 요약

본 연구는 노계육의 활용도를 높이기 위하여 산란노계육과 육계육의 품질특성을 연구하고자 일반성분 및 조직감, 연도 등의 물리적 특성을 살펴보고자 실시하였다. 산란노계육과 육계육의 수분 함량은 72.56%, 75.87%이었으며 육계육이 산란노계육보다 수분 함량이 많았으며, 조단백질은 산란노계육 24.26%, 육계육 24.64%로 차이가 나타나지 않았다. 조지방은 산란노계육과 육계육에서 유의적 차이가 나타나지 않았고, 조회분 함량은 1.00%와 0.51%로 산란노계육에서 많은 함량을 보였다. 산란노계육의 L값과 a값은 각각 48.61 및 2.40

으로 육계육의 49.41 및 2.42에 비해 낮았으나 유의적 차이가 없었고, b값은 1.45 및 3.06으로 육계가 유의적으로 높았다. 산란노계육 pH는 5.89로 육계육 5.79보다 높게 나타났으며, 보수력은 산란노계육이 50.29%로서 육계육 62.31%에 비해 낮게 나타났다. 전단력은 산란노계육 4.86 kg, 육계육 1.36 kg으로 산란노계육의 연도가 육계육 연도에 비해 월등하게 높았으며, 이것은 산란노계육 질긴 조직감의 원인이 되고 있다. 가열 감량은 산란노계육이 28.04%이고 육계육은 19.09%로서 산란노계육의 가열 감량이 육계육에 비해 유의적으로 높게 측정되었다. 조직감에서는 hardness(경도)는 산란노계육 8.89 kg, 육계육 3.92 kg에 비해 월등히 높은 수치를 보여 산란노계육이 육계육에 비해 매우 단단한 조직을 갖는 것을 알 수 있었다. 지방산은 oleic acid 함량이 산란노계육은 44.15%, 육계육은 27.68%로 가장 많았으며 육계육에 비해 산란노계육에서 함량이 월등히 많았다.

### 감사의 글

본 논문은 농림축산식품부에서 지원한 고부가가치 식품기술 개발사업(2014-31305-3)의 연구수행 내용으로 작성하였습니다.

### References

- AOAC. 2005. The Association Official methods of analysis. 18<sup>th</sup> ed., pp.1-24
- Cho YJ, Lee NH, Yang SY, Kim YB, Kim YH, Lim SD, Jeon KH, Kim KS. 2007. Effects of sonication on the water-solubilization of myofibrillar proteins from breast muscle of spent hen. *Korean J Food Sci Ani Resour* 27:457-462
- Choe JH, Nam KC, Jung S, Kim BN, Yun HJ, Jo C. 2010. Differences in the quality characteristics between commercial Korean native chickens and broilers. *Korean J Food Sci Ani Resour* 30:13-19
- Folch J, Less M, Sloane GH. 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J Biology and Chemistry* 226:497-509
- Hamm DH, Ang CYW. 1984. Effect of sex and age on proximate analysis, cholesterol and selected vitamins in broiler breast meat. *J of Food Sci* 49:286-287
- Hamm R. 1986. Functional properties of the myofibrillar system and their measurements. In: Bechtel, P. J. (eds), *Muscle as Food*, Academic Press, Orlando, USA. pp. 135-199
- Jin SG, Huh YC, Shin DK. 2011. Effects of *Cordyceps ochra-*

- ceostromat*, silkworm cocoon and conjugated linoleic acid addition on the quality of cremi manufactured using spent layer recovered protein. *Korean J Poult Sci* 38:197-204
- Jin SK, Kim IS, Choi YJ, Yang HS, Park GB. 2007a. Effects of cryoprotectants on the quality characteristics of chicken breast surimi manufactured by pH adjustment during freezing storage. *Korean J Food Sci Ani Resour* 27:320-328
- Jin SK, Kim IS, Kim DH, Jeong KJ, Choi YJ. 2006. Comparison of yield, physic-chemical and sensory characteristics for chicken surimi manufactured by alkaline adjustment with different raw materials. *Korean J Food Sci Ani Resour* 26:431-440
- Jin SK, Kim IS, Jung H.J, Kim DH, Choi YJ, Hur SJ. 2007b. The development of sausage including meat from spent laying hen surimi. *Poult Sci* 86:2676-2684
- Jung MO, Choi JS, Lee JH, Lee HJ, Kang M, Choi YI. 2013. Quality characteristics of breast meats among broiler, Korean native chicken and old layer. *Bulletin of the Animal Biotechnology* 5:69-73
- Kang GH. 2007. Development of new products with spent laying hens. *Korean Poultry Journal* 2:128-130
- Kang GH. 2008. How to make tough breast meat of spent lay hen soft. *Korean Poultry Journal* 40:136-139
- Kim KW, Ko CJ, Park HJ. 2002. Mechanical properties, water vapor permeabilities and solubilities of highly carboxymethylated starch-based edible films. *J Food Sci* 67:218-222
- Kondaiah N, Panta B. 1997. Physicochemical and functional properties of spent hen components. *J Food Sci & Technology* 24:267
- Lee SK, Kang SM, Lee IS, Seo DK, Kwon IK, Panjono1, Kim HJ, Ga CH, Pak JI. 2010. Manufacture of spent layer chicken meat products by natural freeze-drying during winter. *Korean J Food Sci Ani Resour* 30:277-285
- Moon YH, Gong YS. 1989. Lipid in fatty acid composition of culled laying hen. *Korean J Poul Sci* 16:169-174
- Na JC, Kim SH, Jung S, Lee SK, Kang HG, Choi HC, Jo CR. 2013. The effect of washing of carcasses with sodium hypochlorite solution and vacuum packaging on the microbiological and physicochemical quality of the breast meat from old hen during storage at 4°C. *Korean J Poult Sci* 40:327-336
- Nowsad AA, Huang WF, Kanoh S, Niwa E. 2000. Washing and cryoprotectant effects on frozen storage of spent hen surimi. *Poult Sci* 79:913-920
- Park GB, Kim JH, Lee HG, Kim YG, Kim YG, Lee JI, Park TS, Jeong TC. 1997. Effects of dietary  $\omega$ -fatty acids on fatty acids composition and storage characteristics of meats from spent hens. *Korean J Poult Sci* 24:73-83
- Park GB, Lee JI, Jin SK, Moon JD, Shin TS. 1994b. Changes in protein extractability, thiobarbituric acid and volatile basic nitrogen of spent layer meat treated with sodium chloride and phosphates. *Korean J Poult Sci* 21:249-256
- Park GB, Song DJ, Lee JI, Kim YJ, Kim YG, Park TS. 1994a. 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
- SAS. 1999. SAS/STAT Software for PC. Release 8.01, SAS Institute Inc., Cary, NC
- Wood JD, Nute GR, Fursey GAI, Cuthbertson A. 1995. The effect of cooking conditions on the eating quality of pork. *Meat Sci* 40:127-135

---

Received 22 June, 2015

Revised 3 July, 2015

Accepted 30 July, 2015