

## 펄스자기장 및 과열증기 처리를 통한 노계육과 육계의 품질 평가

†전기홍 · 황윤선 · 김영봉 · 최윤상 · 김은미 · 이동언\* · 최진영\*\*  
한국식품연구원, \*중앙대학교 식품공학부, \*\*신한대학교 식품조리과학부

### Quality Evaluation of Spent Hen and Broiler with Pulsed Electric Field and Super Heated Steam Treatment

†Ki-Hong Jeon, Yoon-Seon Hwang, Young-Boong Kim, Yun-Sang Choi,  
Eun-Mi Kim, Dong-Un Lee\* and Jinyoung Choi\*\*

*Food Processing Technology Research Center, Korea Food Research Institute, Seongnam 13539, Korea*

*\*School of Food Science and Technology, Chungang University, Ansong 17546, Korea*

*\*\*Division of Food Science and Culinary Arts, Shinhan University, Euijeongbu 11644, Korea*

#### Abstract

The processing properties of spent hen and broiler chicken were investigated before and after treatment to improve texture characteristics. Each treatment consisted steaming (S) with 85°C for 20 min, Pulsed Electric Field (PEF) with 1.5 KV/cm for 4 sec, and Super Heated Steam (SH) with an oven temp. of 300°C, a steam temp. of 350°C for 8 min. The yield of spent hen and broiler were 66.85% and 63.80% respectively in the control, but decreased in every treatment was lowest at 61.05% in the PEF treatment ( $p<0.05$ ). In the color test, L value decreased, but the a and b values increased regardless of the species of spent hen or broiler. In the test of heating loss, the S treatment of spent hen had the highest result of 45.25% but lowest of 30.66% in the SH treatment of the broiler. When it was compared with various treatments, SH after PEF treatment showed the better result in terms of heating loss than the PEF or SH treatment respectively. In the test of texture, the broiler showed the lowest hardness of 5.57 kg in the SH ( $p<0.05$ ). Otherwise, the spent hen resulted in 14.08 kg of hardness in steaming after PEF, but it improved significantly to 10.73 kg in SH after PEF. In the test of 9 scored sensory evaluation of overall palatability, 7.8 point was the best score with SH treatment in the broiler. The best score in spent hen was 6.3 point which was SH after PEF treatment. With this experiment, SH after PEF was the condition in the treatments to have the better texture of spent hen.

Key words: spent hen, broiler, PEF, SHS, quality evaluation

#### 서 론

산란노계는 연간 2,400~2,500만 수, 육용종계는 600만 수 도계된다. 육질이 질긴 닭을 선호하는 베트남, 홍콩 등 주로 동남아시아 지역으로의 수출이 계속 증가하고 있지만(Na JC 2013) 많은 양이 폐기되고 있어 이를 식육자원으로 이용하기 위한 방법 및 개발이 필요하다. 우리나라에서는 산란노계의

식품화 시도가 오랫동안 되어 왔으나, 산란노계 특유의 거칠고 질긴 조직감으로 인해 육계육에 비해 가공적성도 떨어져(Kondaiah & Panta 1997) 가공적성을 증가시키기 위한 시도가 많이 이루어지고 있는 실정이다. 그러나 닭 가슴살을 이용한 가공 제품도 또한 닭가슴살 특유의 텁텁함, 냄새 그리고 조직감의 저하로 소비에 박차를 가하지 못하고 있다(Kim & Kim 2009). 특히 산란노계의 질긴 조직감을 개선하기 위하여 목초

† Corresponding author: Ki-Hong Jeon, Food Processing Research Center, Korea Food Research Institute, Seongnam 13539, Korea.  
Tel: +82-31-780-9077, Fax: +82-31-709-9876, E-mail: khjeon@kfri.re.kr

액을 이용한 육질개선이나(Youn 등 2005) 초음파 처리가 노계가슴육 근섬유 단백질의 수용화에 미치는 영향 등의 연구가 계속되고 있다(Cho 등 2007). 최근 계육의 육질개선 연구로는 사료를 급여하여 연도를 증가시키기 위해 맥반석을 첨가하여 급여한 육계의 품질연구(Choi TH 2003), 박하, 복분자와 매리골드를 첨가한 경우(Kim YR 2009), 대나무 숯과 대나무 잎을 사료로 첨가한 경우, 키토산등의 사료첨가(Nam 등 2008)로 육질을 개선하는 다양한 연구가 이루어졌으며, 물리적인 처리 방법은 포도씨추출물과 녹차추출물을 첨가한 닭가슴살을 전기 오븐과 전자레인지로 이용하여 조리 후 물리화학적 특성을 분석한 연구(Rababah 등 2006), Chinese marinade mix로 양념한 닭가슴살을 컨벡션 오븐 조건에 따라 조리한 후 그 품질 특성을 분석한 연구(Yusop 등 2012), 전기 오븐에서 과열증기 주입에 따른 열처리가 닭고기의 이화학적 특성 변화에 미치는 영향(Chun 등 2013), 과열증기 처리조건에 따른 닭가슴살의 물리, 화학적 및 관능 특성 등이 있다. 과열증기(superheated steam)는 100-400℃ 사이의 고온의 수증기를 재활용함으로써 에너지를 절약할 수 있고, 제품의 품질 향상, 환경오염 물질 배출 최소 등 친환경 고효율 에너지 활용방식으로 알려져 있다(Kim 등 2008a). 또한 과열증기오븐은 과열증기를 주입하여 가열시간이 단축되고 표면은 바삭하고 노릇하게 익혀주며, 기름기를 많이 감소시켜 지방함량을 감소시켜주는 장점이 있다(Kim 등 2008a; Kim 등 2008b; Kim 등 2009). 또한 펄스전기자기(Pulsed electric field)는 미생물 및 특정 효소를 불활성화 하는 식품처리 기술 중 하나로 (Bendicho 등 2003) 영양가, 풍미, 물성 및 관능적 성질의 영향을 최소화 시키는 안전한 식품생산에 이용할 수 있다(Jayaprakasha 등 2004).

따라서 본 연구는 과열증기 및 펄스전기자기 등 물리적 처리를 통해 노계육의 조직감 개선과 가공적성 향상을 시도하기 위한 목적으로 수행되었다.

## 재료 및 방법

### 1. 시료 구입

본 연구에 사용된 닭가슴살 중 노계육은 성남시 소재 정육점에서 구입하였으며, 육계육은 동일 지역의 대형마트에서 M사의 제품을 구입하였다. 각 실험재료를 냉장상태에서 실험장소로 이동한 후 공시재료로 사용하였다.

### 2. 시료의 물리적 처리

대조구로는 육계육과 노계육에 스팀(85℃ 20 min) 처리를 하였고, 펄스전기자기(Pulsed Electric Field, PEF) 처리는 시료를 일정한 크기(12 cm×10 cm)의 분석틀에 담아 펄스자기장을 발생시키는 장치(Siemens, SIMATIC PA)에 넣어 처리구에

Table 1. Treatment of samples on the experiment

Treatment	Samples
B-S	Broiler/steam
B-SH	Broiler/super heated steam
SL-S	Spent laying hen/steam
SL-SH	Spent laying hen/super heated steam
SL-PS	Spent laying hen/PEF/steam
SL-PSH	Spent laying hen/PEF/super heated steam

따른 전압 강도(1.5 kV/cm)와 노출 시간(10 sec)에 따라 처리하였다. 또한 과열증기(Super heated steam, SH) 처리는 과열증기 장치(DFC-240W, Naomoto, Osaka, Japan)에 오븐온도(300℃), 스팀온도(350℃), 시간(8 min) 등의 처리하였으며 각 처리조건은 Table 1과 같다.

## 3. 분석항목 및 방법

### 1) 수율

수율 측정은 육계육 및 노계육을 스팀 처리와 전기장 처리한 대조구와 처리구를 각각 동결건조하였고, 동결건조한 후 건조 전의 중량 대비 동결건조 후 중량의 백분율로 표시하였다.

$$\text{수율(yield, \%)} = \frac{\text{건조 후 중량}}{\text{건조 전 중량}} \times 100$$

### 2) 색도 측정

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

### 3) 가열 감량

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

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

### 4) 조직감

가슴살 생육을 2.0×2.0×1.0 cm 크기로 일정하게 절단한 후, Texture analyzer(TA-XT2i, stable micro system. UK)를 사용하

여 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.

#### 5) 관능평가

관능평가는 훈련된 15명의 패널요원을 구성하여 가열육에 대한 관능적 기호도를 조사하였다. 조사항목은 외관, 풍미, 조직감, 맛, 전반적인 기호도였고, 9점 척도법으로 조사하였다.

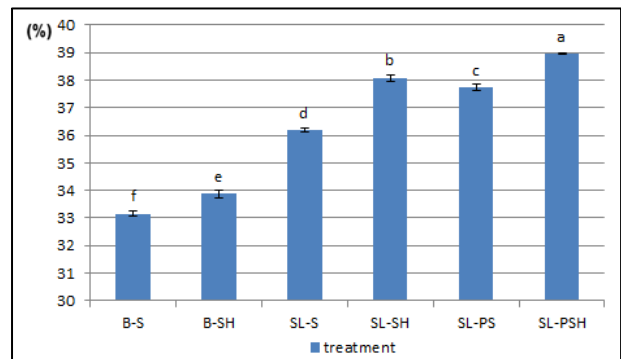
#### 4. 통계처리

본 실험에서 얻어진 결과의 통계분석은 SAS/PC+(SAS, 1999) 프로그램을 사용하여 분산분석 및 Duncan의 다중검정을 실시하였다. 유의성 검정은 통계처리에 의해 평균값과 표준편차를 구한 후 유의확률 0.05 이내에서 실시하였다.

### 결과 및 고찰

#### 1. 수율

펄스전자자기(PEF) 처리는 여러 가지 크기의 전압을 마이크로초(microsecond,  $\mu$ s) 단위의 펄스 형태로 식품에 처리하는 기술로서 생체구조물 중 세포막에 가열 또는 비가역적 변화를 주어 미생물의 사멸 또는 조직의 특성변화 등을 시도하는 것이다. 또한 고압증기가열(SH) 처리는 250~350℃ 고온의 스팀을 단시간 내에 식품에 전달할 수 있는 기능을 갖는 것을 이용하는 것으로서, 장시간 가열 조리 시 발생하는 영양소 손실을 최소화하고 식재료 고유의 맛, 향, 색, 질감 등을 최대한 유지시키며 비타민 C 산화, 갈변 현상을 억제하고 미생물을 제어하는 데 효과적인 가열기술로 주목받고 있다. 따라서 노계육과 육계육에 물리적 처리를 한 다음 스팀 처리하고 동결건조하여 제조한 분말의 수율을 측정하는 것은 Fig. 1과 같다. 육계를 증기(B-S) 처리 또는 과열증기(B-SH) 처리한 수율은 각각 33.15%와 33.88%를 보여 매우 낮은 결과를 얻었으나, 노계육을 스팀(SL-S) 또는 과열증기(SL-SH) 처리한 시료의 수율은 각각 36.19%, 38.09%를 보여 스팀처리구에서는 노계육의 수율이 유의적으로 높았으며, 과열증기처리구에서도 육계육이나 노계육 모두에서 상대적으로 수율이 높은 경향을 보였다. 또한 노계육을 전기장 처리한(PEF) 처리구에서도 시료를 스팀(SL-PS)과 과열증기(SL-PSH) 가열한 경우 각각 37.75%, 38.95%의 결과를 보여 육계 및 노계육 대조구에 비해 높은 수율을 나타냈다( $p < 0.05$ ). 이는 가열 감량이 적을 경우 시료 중 수분함량이 높고, 동결



**Fig. 1. Recovery yield after freeze drying of spent hen.**

<sup>1)</sup> B-S: Broiler/steam, B-SH: Broiler/super heated steam, SL-S: Spent laying hen/steam, SL-SH: Spent laying hen/super heated steam, SL-PS: Spent laying hen/PEF/steam, SL-PSH: Spent laying hen/PEF/super heated steam <sup>2)</sup> Values with different letters within a bar differ significantly at  $p < 0.05$ .

건조 시 제거되는 수분량 또한 높음으로 수율이 낮게 나타나게 된 것이라 판단된다.

#### 2. 색도

펄스전자자기(PEF) 처리와 고압증기가열(SH) 처리에 따른 육계육과 노계육의 색도 변화는 Table 2와 같다. 명도를 나타내는 L 값은 육계육 70.64, 노계육 61.25로 대조구인 스팀처리구(S)가 가장 높았고( $p < 0.05$ ), 처리구별로는 육계육은 고압증기가열(B-SH)이 55.81, 노계육은 펄스전자자기와 고압증기가열(PSH)이 55.32로 유의적으로 가장 낮은 값을 나타냈다. 따라서 명도값은 대조구에 비하여 육계육이나 노계육 모두에서 PEF 처리나 SH 처리 시 명도값이 감소되면서 어두운 색을 나타내었다. 이는 높은 온도 처리 시 단백질 변성에 의해서 육색의 명도 값이 감소되는 것으로 사료된다. 또한 적색도(a값)는 노계육 펄스전자자기와 고압증기가열(SL-PSH) 처리구가 9.13으로 가장 높았고 육계육 스팀처리구(B-S)는 1.65로 가장 낮은 값을 보였다. 적색도는 PEF 처리나 PSH 처리한 처리구에서 더 증가함을 보여 명도값이 감소하면서 적색도가 증가하는 일치되는 결과를 보였다. 처리구별로는 노계육에서 PEF 처리 시 적색도가 가장 크게 증가하였다( $p < 0.05$ ). Na BJ(2005)는 육계육과 노계육에 고온고압 처리와 삶았을 때 적색도 값은 육계는 감소하였고 노계는 높아졌으며 삶은 시료보다 고온고압처리 시 적색도 값은 증가함을 보였다. 또한 적색도의 증가는 사료에 들어 있는 carotenoids의 함유량에 따라 산란노계의 경우 계란의 난황과 육계의 육색 등 색깔이 좌우된다(Na 등 2004). 황색도를 나타내는 b값은 PEF 처리나 SH 처리구에서 증가함을 보였으며, 노계육 고압증기가열(SL-

**Table 2. Color of cooked spent hen and broiler with PEF and SH treatment**

Treatment <sup>1)</sup>	L	a	b
B-S	70.64±0.35 <sup>a*</sup>	1.65±0.06 <sup>f</sup>	9.43±0.93 <sup>e</sup>
B-SH	55.81±1.07 <sup>e</sup>	5.61±0.35 <sup>d</sup>	15.91±0.43 <sup>e</sup>
SL-S	61.25±1.30 <sup>b</sup>	6.17±0.24 <sup>c</sup>	10.90±0.88 <sup>d</sup>
SL-SH	60.09±0.59 <sup>c</sup>	7.34±0.17 <sup>b</sup>	18.40±0.27 <sup>a</sup>
SL-PS	58.85±0.75 <sup>d</sup>	4.70±0.33 <sup>e</sup>	11.41±0.17 <sup>d</sup>
SL-PSH	55.32±0.30 <sup>e</sup>	9.13±0.11 <sup>a</sup>	17.11±0.15 <sup>b</sup>

Mean±S.D.

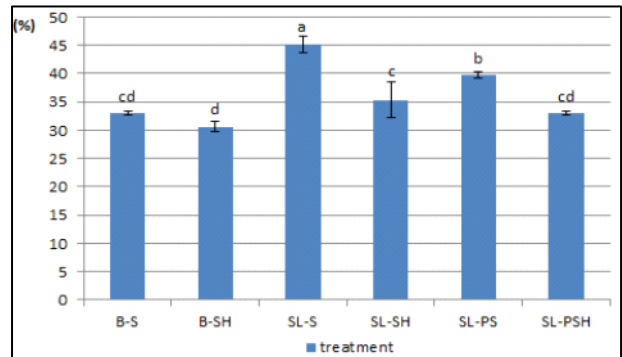
<sup>1)</sup> B-S: Broiler/steam, B-SH: Broiler/super heated steam, SL-S: Spent laying hen/steam, SL-SH: Spent laying hen/super heated steam, SL-PS: Spent laying hen/PEF/steam, SL-PSH: Spent laying hen/PEF/super heated steam

<sup>2)</sup> Values with different letters within a column differ significantly at  $p < 0.05$ .

SH) 처리구가 18.40으로 가장 높았고 육계육 스팀(B-S) 처리구가 9.43으로 가장 낮은 값을 나타냈다. 처리구별로는 PEF 처리보다는 SH 처리구에서 황색도값이 크게 나타났다. 전체적으로 색도값은 노계육과 육계의 품종과는 관계없이 처리구에서 가열 중 명도 값은 낮아지고 적색도 값과 황색도 값은 높아지는 전형적인 현상을 보였으며, S(스팀) 처리구보다는 SH(고압증기가열) 처리구에서 적색도가 향상하는 것으로 나타났다. 이러한 결과, 처리구에서는 PEF 처리에 의한 영향보다는 SH처리에 의한 영향이 더 큰 것으로 판단되었다. Oh 등(2014)은 육계에 과일증기처리 시 온도가 증가함에 따라 L값의 경우 가장 어두웠으며, 과일증기 처리군은 온도가 높을수록, 조리 시간이 길어질수록 어두워졌고, b값은 과일증기 처리 온도가 높을수록, 시간이 길어질수록 황색도가 높아졌다고 보고하여 위의 결과와 일치함을 보였다.

### 3. 가열 감량

펄스전기자기(PEF) 및 고압증기가열(SH) 처리에 따른 노계육과 육계육의 가열 감량 차이는 Fig. 2에서 보이는 바와 같다. 가열 감량은 노계육스팀처리(SL-S)에서 45.25%로 가장 높았으며, 육계육의 고압증기가열(B-SH) 처리구에서는 30.66%로 가장 낮았다( $p < 0.05$ ). Chun 등(2013)은 가열 방법에 따른 감량을 비교한 결과 과일증기 처리 시 오븐 가열을 했을 때보다 가열감량이 4.23% 낮게 나타나, 과일증기처리구에서 가열 감량이 가장 적게 나타난 것과 일치한 결과를 보였다. 고압증기가열(SH) 처리방법은 원료육 내에 포함되어 있는 수분의 증발을 억제시켜 고기를 섭취할 때 보다 부드러운 조직감을 느낄 수 있는 것과 같은 원리라고 판단된다. 따라서 고압증기가열(SH) 처리한 처리구에서 가열 감량이 적게 나타났다고



**Fig. 2. Cooking loss of cooked spent hen and broiler with PEF and SH treatment.** <sup>1)</sup> B-S: Broiler/steam, B-SH: Broiler/super heated steam, SL-S: Spent laying hen/steam, SL-SH: Spent laying hen/super heated steam, SL-PS: Spent laying hen/PEF/steam, SL-PSH: Spent laying hen/PEF/super heated steam <sup>2)</sup> Values with different letters within a bar differ significantly at  $p < 0.05$ .

생각된다. 또한 고압증기가열(SH) 처리와 펄스전기자기(PEF) 처리에 대한 차이를 검토한 결과, 시료별로는 스팀(S) 처리 시 육계육 32.95%, 노계육 35.35%로 육계육의 스팀처리구(B-S)에서 가열 감량이 적게 나타났고, 처리구별로는 SH 처리한 육계육 30.66%, 노계육 35.35%, PEF 처리 후 고압증기 처리한 노계육 32.96%로 나타났다. 노계육을 펄스전기자기(PEF) 및 고압증기가열(SH) 병행 처리 시 PEF와 SH를 단독으로 처리한 물리적인 처리구보다 가열 감량이 낮게 나타나는 것을 알 수 있었다( $p < 0.05$ ).

### 4. 조직감(TPA)

육계육과 노계육에 물리적 처리를 한 후 각 시료의 조직감을 측정하는 결과는 Table 3과 같다. Hardness(경도)의 경우 시료별로는 육계육이 부드러운 조직감을 갖기 때문에 물리적 처리구인 B-S(육계, 스팀) 또는 B-SH(육계, 고압증기가열) 처리하였을 때 각각 5.89 kg과 5.57 kg으로 가장 낮았다( $p < 0.05$ ). 이는 시료 자체의 특성상 육계육의 근육조직이 노계육보다 훨씬 부드럽기 때문에 스팀처리 후에도 대조구나 처리구에서도 육계육이 노계육보다 현저히 낮은 경도를 보였다. 반면에 처리구별로는 노계육은 육계육에 비해서는 길진 조직감을 보였으나 스팀(SL-S) 또는 고압증기가열(SL-SH)한 시료 그리고 펄스전기자기(PEF) 처리한 경우는 각각 13.74 kg, 13.87 kg 그리고 14.08 kg으로 처리구별로는 펄스전기자기(PEF) 처리 후 고압증기가열(SL-PSH) 처리 시료는 10.73 kg까지 유의적으로 감소하여 노계육의 대조구인 스팀처리구에 비해 복합처리 방법이 노계육의 연도개선에 효과가 있었음을 확인할 수 있었다( $p < 0.05$ ). Springiness도 육계육에 고압증기가열

**Table 3. Texture of cooked spent hen and broiler with PEF and SH treatment**

Treatment <sup>1)</sup>	Hardness(kg)	Springiness	Cohesiveness	Gumminess	Chewiness
B-S	5.89±0.57 <sup>c*</sup>	0.68±0.07 <sup>bc</sup>	0.35±0.03 <sup>b</sup>	2.03±0.21 <sup>c</sup>	1.38±0.22 <sup>d</sup>
B-SH	5.57±0.33 <sup>c</sup>	0.65±0.04 <sup>c</sup>	0.31±0.07 <sup>b</sup>	2.07±0.20 <sup>c</sup>	1.26±0.13 <sup>d</sup>
SL-S	13.74±0.88 <sup>a</sup>	0.74±0.05 <sup>ab</sup>	0.58±0.02 <sup>a</sup>	7.87±0.45 <sup>a</sup>	5.84±0.64 <sup>b</sup>
SL-SH	13.87±0.85 <sup>a</sup>	0.76±0.06 <sup>a</sup>	0.59±0.03 <sup>a</sup>	7.86±0.65 <sup>a</sup>	6.61±0.76 <sup>a</sup>
SL-PS	14.08±0.65 <sup>a</sup>	0.76±0.06 <sup>a</sup>	0.57±0.04 <sup>a</sup>	7.97±0.54 <sup>a</sup>	6.87±0.76 <sup>a</sup>
SL-PSH	10.73±0.40 <sup>b</sup>	0.74±0.09 <sup>ab</sup>	0.62±0.07 <sup>a</sup>	6.64±0.96 <sup>b</sup>	4.96±0.69 <sup>c</sup>

Mean±S.D.

<sup>1)</sup> B-S: Broiler/steam, B-SH: Broiler/super heated steam, SL-S: Spent laying hen/steam, SL-SH: Spent laying hen/super heated steam, SL-PS: Spent laying hen/PEF/steam, SL-PSH: Spent laying hen/PEF/super heated steam

<sup>2)</sup> Values with different letters within a column differ significantly at  $p<0.05$ .

(B-SH) 처리한 처리구에서 노계육의 처리구보다 낮게 나타났으며( $p<0.05$ ) 육계육과 노계육의 대조구 간에는 유의적인 차이를 보이지 않았다. 처리구별로는 노계육에서는 대조구와 유의적인 차이는 없었고, 펄스전기자기(PEF) 처리 후 고압증기가열처리(SL-PSH)한 처리구가 0.74로 낮게 나타났다. 또한 cohesiveness, gumminess와 chewiness의 경우도 육계육이 노계육에 비하여 현저히 작게 나타났으며( $p<0.05$ ) 처리구별로는 노계육에서 gumminess와 chewiness의 경우 고압증기가열(SH) 처리나 펄스전기자기(PEF) 처리 후 스팀처리구간에는 유의적 차이를 보이지 않았으나, 펄스전기자기(PEF) 처리 후 고압증기가열 처리구(PSH)에서는 대조구와 일반 스팀처리구에 비해 유의적으로 낮은 결과를 보여 노계육의 연도가 물리적 복합처리방법(PSH)에서 다른 가열 처리구에 비해 유의적으로 개선되었음을 알 수 있었다. Mora 등(2011)연구에서는 칠면조 고기를 오븐에서 공기와 스팀처리하였을 때 스팀을 처리한 육질에서 전단력이 적게 나타났다는 결과로 보아 스팀 처리가 가금류의 육질 개선에 도움이 된다고 생각되나 본 실험에서는 스팀처리만 단독으로 한 처리구보다 복합 처리구

에서(PSH) 연도 개선에 더 효과적이었다.

### 5. 관능평가

육계육과 노계육에 물리적 처리를 한 후 각 시료의 관능점사를 측정된 결과는 Table 4와 같다. 외관과 색은 육계육과 노계육에서 모두 스팀처리한(S) 대조구보다 처리구에서 좋은 점수를 보였고( $p<0.05$ ), 육계육의 고압증기가열처리구(B-SH)에서 8.0점, 8.2점, 노계육에서 펄스전기자기(PEF) 처리 후 고압증기가열처리구(SL-PSH)에서 7.8점, 7.7점으로 육계육과 노계육간에 유의적으로 차이 없이 모두 높은 점수를 보였으며, 향미, 조직감, 전반적 기호도에서는 육계육에서 고압증기가열처리구(B-SH) 8.3점, 8.2점과 7.8점으로 가장 좋은 점수를 보였고, 노계육에서는 펄스전기자기(PEF) 처리 후 고압증기가열처리구(SL-PSH)에서 6.8점, 6.0점과 6.3점으로 처리구 중에서 가장 좋은 점수를 보였다( $p<0.05$ ). 따라서 노계육의 연도를 개선하기 위한 물리적 처리방법에서는 펄스전기자기(PEF) 처리 후 고압증기가열처리구(PSH)가 가장 이상적인 방법이라고 생각된다.

**Table 4. Sensory evaluation of cooked spent hen and broiler with PEF and SH treatment**

Treatment	Appearance	Color	Flavor	Texture	Overall acceptability
B-S	6.5±0.8 <sup>b*</sup>	6.2±1.0 <sup>b</sup>	7.0±0.9 <sup>b</sup>	7.7±0.5 <sup>a</sup>	7.0±0.9 <sup>ab</sup>
B-SH	8.0±0.9 <sup>a</sup>	8.2±1.0 <sup>a</sup>	8.3±0.8 <sup>a</sup>	8.2±0.8 <sup>a</sup>	7.8±0.8 <sup>ab</sup>
SL-S	7.0±0.9 <sup>ab</sup>	6.7±0.5 <sup>b</sup>	4.7±1.0 <sup>c</sup>	3.8±0.8 <sup>c</sup>	4.3±0.5 <sup>c</sup>
SL-SH	7.8±0.8 <sup>a</sup>	7.7±0.5 <sup>a</sup>	6.2±0.8 <sup>b</sup>	5.3±0.8 <sup>b</sup>	5.7±0.8 <sup>cd</sup>
SL-PS	6.7±0.5 <sup>b</sup>	6.2±0.8 <sup>b</sup>	4.8±0.8 <sup>c</sup>	4.5±0.5 <sup>c</sup>	4.8±0.8 <sup>de</sup>
SL-PSH	7.8±0.8 <sup>a</sup>	7.7±0.5 <sup>a</sup>	6.8±0.8 <sup>b</sup>	6.0±0.6 <sup>b</sup>	6.3±0.8 <sup>bc</sup>

Mean±S.D.

<sup>1)</sup> B-S: Broiler/steam, B-SH: Broiler/super heated steam, SL-S: Spent laying hen/steam, SL-SH: Spent laying hen/super heated steam, SL-PS: Spent laying hen/PEF/steam, SL-PSH: Spent laying hen/PEF/super heated steam

<sup>2)</sup> Values with different letters within a column differ significantly at  $p<0.05$ .

## 결 론

수율에서는 육계육과 노계육 모두 대조구에서 66.85%, 63.80%로 높은 결과를 얻었으며 처리구에서는 모두 감소하여 노계육을 전기장 처리한(PEF) 처리구에서 61.05%로 가장 낮은 수율을 나타냈다( $p < 0.05$ ). 색도에서는 명도를 나타내는 L 값은 70.64로 대조구인 스팀처리구(B-S)가 가장 높았고, 육계육은 고압증기가열처리구(B-SH)가 55.81, 노계육은 펄스전기자기와 고압증기가열처리구(PSH)가 55.32로 유의적으로 가장 낮은 값을 나타냈다. 적색도(a값)는 SL-PSH 9.13으로 가장 높았고, 처리구별로는 노계육에서 PEF처리 시 적색도가 가장 크게 증가하였다( $p < 0.05$ ). 황색도를 나타내는 b값은 노계육 초고압증기처리구(SL-SH)가 18.40으로 가장 높았다. 가열 감량은 가열 감량은 노계육스팀처리(S)에서 45.25%로 가장 높았으며, 육계의 고압증기가열처리 시(SH) 30.66%로 가장 낮았다. 처리구별로는 SH 처리한 육계육 30.66%, 노계육 35.35% PEF 처리한 노계육 32.96%로 나타나 노계육을 PEF 및 SH 병행 처리시 PEF와 SH를 단독으로 처리한 물리적인 처리구보다 가열 감량이 낮게 나타나는 것을 알 수 있었다. 조직감은 hardness의 경우 시료별로는 부드러운 조직감을 갖는 육계육에서 고압증기가열처리구(B-SH)에서 5.57 kg으로 가장 낮았다( $p < 0.05$ ). 반면에 노계육은 PEF 처리한 후 스팀처리구 경우 14.08 kg으로 육계육에 비해서는 질긴 조직감을 보였으나 PEF 처리 후 고압증기가열처리(SL-PSH) 시료에서는 10.73 kg까지 유의적으로 감소하여 연도 개선에 효과가 있었다. 또한 cohesiveness, gumminess와 chewiness의 경우도 육계육이 노계육에 비하여 현저히 작게 나타났으며 PEF 처리 후 고압증기가열처리구(PSH)에서는 유의적으로 낮아서 노계육의 연도가 다른 가열 처리구에 비해 유의적으로 개선되었음을 알 수 있었다. 관능평가에서는 전반적 기호도가 가장 좋은 점수를 보인 것은 육계육 7.8점이었고, 노계육에서는 PEF 처리 후 고압증기가열처리구(SL-PSH)에서 6.3점으로 가장 좋은 점수를 보였다. 따라서 노계육의 연도를 개선하기 위한 물리적 방법에서는 PEF 처리 후 고압증기가열처리구(PSH)가 가장 이상적인 방법이라고 생각된다.

## 요 약

노계육의 물리적 처리를 통한 조직감 개선과 가공특성을 조사하였다. 각 처리 조건은 스팀(Steam, S) 85°C/20 min, 펄스 전기 자기장(Pulsed Electric Field, PEF) 1.5 KV/cm, 초고압증기 가열법(Super Heated Steam, SHS) 오븐온도(300°C), 스팀온도(350°C), 시간(8 min)을 선정하여 실험 하였다. 수율에서는 육계육과 노계육 모두 대조구에서 66.85%, 63.80%로 높은

결과를 얻었으며 처리구에서는 모두 감소하여 노계육을 전기장 처리한(PEF) 처리구에서 61.05%로 가장 낮은 수율을 나타냈다( $p < 0.05$ ). 색도는 노계와 육계의 품종과 관계없이 가열 중 L 값은 낮아지고 a 값과 b 값은 높아지는 전형적인 현상을 보였으며, 가열 감량은 가열 감량은 노계육스팀처리(S)에서 45.25%로 가장 높았으며, 육계육의 초고압증기(B-SH) 가열 처리할 때는 30.66%로 가장 낮았다. 처리구별로는 노계육을 PEF 및 SH 병행 처리 시 PEF와 SH를 단독으로 처리한 물리적인 처리구보다 가열 감량이 낮게 나타나는 것을 알 수 있었다. 조직감은 hardness의 경우 시료별로는 부드러운 조직감을 갖는 육계육에서 초고압스팀처리구(B-SH)에서 5.57 kg으로 가장 낮았다( $p < 0.05$ ). 반면에 노계육은 PEF 처리한 후 스팀처리구 경우 14.08 kg으로 육계육에 비해서는 질긴 조직감을 보였으나 PEF 처리 후 초고압증기처리(SL-PSH) 시료에서는 10.73 kg까지 유의적으로 감소하여 연도 개선에 효과가 있었다. 관능평가에서는 전반적 기호도가 가장 좋은 점수를 보인 것은 육계육 7.8점이었고, 노계육에서는 PEF 처리 후 초고압증기처리구(SL-PSH)에서 6.3점으로 가장 좋은 점수를 보였다. 따라서 노계육의 연도를 개선하기 위한 물리적 방법에서는 PEF 처리 후 초고압증기처리(PSH)가 가장 이상적인 방법이라고 생각된다.

## 감사의 글

본 논문은 농림축산식품부에서 지원한 고부가가치 식품기술 개발사업(2015-313050-3)의 연구수행 내용으로 작성하였으며 이에 감사드립니다.

## 참고문헌

- Bendicho S, Barbosa-Canovas GV, Martin O. 2003. Reduction of protease activity in milk by continuous flow high intensity pulsed electric field treatments. *J Dairy Sci* 86:697-703
- 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
- Choi TH. 2003. Effects of dietary supplementation of quartz porphyry on growth performances and meat sensory qualities in broiler chickens. MS Thesis, Konkuk Univ. Seoul. Korea
- Chun JY, Kwon BG, Lee SH, Min SG, Hong GP. 2013. Studies on physico-chemical properties of chicken meat cooked in electric oven combined with superheated steam. *Korean J Food Sci* 33:103-108

- Jayaprakasha HM, Yoon YC, Lee SK. 2004. Pulsed Electric Fields: An emerging food processing technology-an overview. *Journal of Animal Sci & Tech* 46:871-878
- Kim IS, Jang AR, Jin SK. 2008b. Effect of marination with mixed salt and kiwi juice and cooking methods on the quality of pork loin-based processed meat product. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37:217-222
- Kim KT, Hong HD, Kim SS. 2009. Quality characteristics of ginseng treated by hot air drying after being dried using super-heated steam. *J Ginseng Res* 33:361-366
- Kim OS, Lee DH, Chun WP. 2008a. Eco-friendly drying technology using superheated steam. *Korean Chem Eng Res* 46:258-273
- Kim SM, Kim EJ. 2009. Development of chicken breast noodles adding *Rubus coreanum* Miquel and *Opuntia ficusindica* var. *saboten*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38:1111-1117
- Kim YR. 2009. Studies on utilization of bokbunja (*Rubus coreanus* Miquel), akha (*Mentha arvensis* var. *piperascens*), and African marigold (*Tagetes erecta*) extracts as poultry feed additives. MS Thesis, Konkuk Univ. Seoul. Korea
- Kondaiah N, Panta B. 1997. Physicochemical and functional properties of spent hen components. *J Food Sci and Technology* 24:267
- Mora B, Curti E, Vittadini E, Barbanti D. 2011. Effect of different air/steam convection cooking methods on turkey breast meat: Physical characterization, water status and sensory properties. *Meat Sci* 88: 489-497
- Na BJ. 2005. Yield, moisture content, springiness, hardness and color of broiler and spent hen meat by pressurized cooking and boiling time. Seoul National University of Science and Technology. Master Thesis, Seoul National University of Science and Technology. Seoul. Korea
- Na JC, Jang BG, Lee JG, Ha JK, Song JY, Lee BD, An GH. 2004. Effect of  $\beta$ -8-*apo*-carotenoic acid ethyl ester supplementation on pigmentation in muscle, skin, and egg yolk of old layers. *Korean J Poult Sci* 31:73-78
- Na JC. 2013. Dressing percentage of spent hen and its breast meat quality characteristics. *Korean poultry Journal* 45:148-149
- Nam KD, Han HG, Cho SJ, Park KH, Kim JT. 2008. Effects of water-soluble chitosan-based feed additive on growth performance and quality in broiler chickens. *Journal of Chitin and Chitosan* 13:14-21
- Oh JH, Yoon S, Choi Y. 2014. The effect of superheated steam cooking condition on physico-chemical and sensory characteristics of chicken breast fillets. *Korean J Food Cook Sci* 30:317-324
- Rababah TM, Ereifej KI, Al-Mahasneh MA, Al-Rababah MA. 2006. Effect of plant extracts on physicochemical properties of chicken breast meat cooked using conventional electricoven or microwave. *Poultry Sci* 85:148-154
- Youn BS, Nam KT, Chang KM, Hwang SG, Choe IS. 2005. Effects of wood vinegar addition for meat quality improvement of old layer. *Korean J Poult Sci* 32:101-106
- Yusop AM, O'Sullivan MG, Kerry JF, Kerry JP. 2012. Influence of processing method and holding time on the physical and sensory qualities of cooked marinated chicken breast fillets. *LWT-Food Sci Technol* 46:363-370

---

Received 14 July, 2016  
 Revised 07 October, 2016  
 Accepted 21 October, 2016