

구이용 전기팬과 과열증기로 열처리한 고등어구이의 이화학적 품질특성 및 기호도 비교평가

유광연·조인희[†]

원광대학교 식품산업기술대학원 기능성식품학과, ¹원광대학교 식품·환경학부

Comparison on Physico-Chemical and Affective Properties in Mackerel Cooked by Electric Pan and under Superheated Steam

Gwang Yeon Yu · In Hee Cho^{1†}

Department of Functional Food, Graduated School of Industrial Technology for Food Science, Wonkwang University, Jeonbuk 54538, Korea

¹Division of Food and Environmental Sciences, Wonkwang University, Jeonbuk 54538, Korea

Abstract

Purpose: This study analyzed and compared the physico-chemical and affective properties between mackerels cooked by an electric pan and under superheated steam. **Methods:** Mackerel were cooked by an electric pan (95°C) for 10 min and mackerel cooked under superheated steam (250°C) for 5 min to be internal temperatures of 75±5°C and tests to measure proximate composition, color values, texture profiles, microorganism counts and sensory acceptance were performed. **Results:** The moisture contents were 60.30% and 73.81% in mackerels cooked by electric pan and under superheated steam, respectively. The rate of weight loss in mackerel cooked by electric pan was 39%, whereas it was 29% in mackerel cooked under superheated steam. Mackerel cooked under superheated steam exhibited more yellowness, higher springiness, cohesiveness, gumminess, chewiness, and resilience with more acceptable preferences (appearance, odor, taste, and texture) compared to the mackerel cooked by electric pan. **Conclusion:** The application of superheated steam technology to fish products could reduce the cooking time and nutritional loss. Also, it could produce highly preferred fish products compared to that prepared by conventional electric pan.

Key words: superheated steam, electric pan, mackerel, physico-chemical and affective property

I. 서론

전 세계적으로 현대사회 가족은 형태적으로 핵가족 중심의 양상을 띄고 있는 가운데, 국내 통계청의 “2010 인구조동조사” 결과에서도 가장 보편적인 세대 구성인 2세대 가구 비율이 2010년 기준으로 68.4%로 과거 30년 전인 1980년대와 비교하여 4.7% 감소하였고, 반대로 1세대 가구 비율은 2010년 기준 23.3%로 과거 1980년대와 비교하여 14.5% 증가되었다. 뿐만 아니라 1인 가구 혹은 2인 가구의 비중이 빠르게 증가하는 양상을 나타내고 있는데, 특히 20대, 30대의 젊은 연령층은 결혼을 미루며 독립하여 혼자 사는 가구가 늘어나고, 고령자들 또한 자녀와 동거하지 않고 혼자 사는 가구가 늘면서 2010년 1인 가구 비율은 23.9%로, 과거 30년 전과 비교

하여 19.1%가 증가되었다(Statistics Korea 2016), 이러한 1인 중심적인 사회로의 변화와 더불어 여성의 사회진출 확대, 가전제품의 보급률 증가 및 제조기술의 발달은 우리 식문화의 형태도 변화시키고 있는데, 바로 가정 대체 간편식(Home Meal Replacement, HMR)의 대중화가 그 대표적인 예라 할 수 있겠다(Choi SS 2009). 국내 가정대체 간편식의 시장 현황을 살펴보면, 2009년 7,170억원 규모였던 시장규모는 2014년 1조 7,000억원을 달성하는 등 매년 꾸준히 성장하고 있는 추세이다(Park SJ 등 2015). 이러한 추세에 따라 주요 외식업체들과 식음료 제조업체들이 다양한 식품군(햇반, 즉석 컵밥, 김밥, 도시락, 즉석면, 및 육류 및 채소를 이용한 다양한 레토르트 상품)을 활용한 가정대체 간편식 제품들을 출시하고 있는 가운데, 생선구이를 이용한 가정대체 간편식 개발 및 이용은 극

[†]Corresponding author: In Hee Cho, Division of Food and Environmental Sciences, Wonkwang University, 460, Iksan-daero, Iksan-si, Jeonbuk 54538, Korea
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1970-5348>
Tel: +82-63-850-6680, Fax: +82-63-850-7308, E-mail: inheecho@wku.ac.kr



히 저조한 실정이다.

생선은 우리나라의 대표적인 단백질 식품군으로써 한국인의 밥상에 빠질 수 없는 주요 식품군 중의 하나이다. 하지만 우리가 흔히 접할 수 있는 온라인과 오프라인을 포함한 일반 식품판매처에서는 대부분 1차 가공된 생선을 취급하여 판매하고 있다. 이는 대부분의 생선류는 유통기한이 짧고, 효소적 갈변현상, 미생물 번식 등과 같은 품질 변화가 유통 중 계속적으로 진행되기 때문에 판단된다. 따라서 번거로운 손질이나 복잡한 조리과정을 거치지 않고도 섭취가 용이한 국내 가정대체 간편식으로서의 생선구이 개발의 필요성이 강조된다. 일반적으로 생선구이는 직화(direct), 열풍(hot-air), 그리고 원적외선(far-infrared radiation) 등의 열처리 방법을 통하여 조리되어 왔으며, 최근에 끓는 점 이상의 과열증기(superheated steam)로 열을 공급하여 증발된 수분을 운반하는 방식의 과열증기 열처리 방법이 생선구이에서도 주목되고 있다.

과열증기 열처리 방법은 고온의 수증기를 재활용할 수 있어 에너지를 절약할 수 있고, 환경오염 물질 배출 최소 등 친환경 고효율 에너지 활용방식으로 알려져 있으며(Kim OS 등 2008), 특히 식품 조리 시에는 높은 열 전달로 식품에 함유되어 있는 일반성분 및 미량성분 등이 고르게 분포하게 되며, 단시간 내 식품 겉 표면이 바삭한 질감특성을 가지게 되고 먹음직스럽게 노릇한 색을 유지하며, 기름이 잘 제거되어 지방 함량이 낮아지는 등의 장점을 가지는 것으로 평가되고 있다(Sila DN 등 2005, Kim IS 등 2008). 또한, 과열증기로 열처리한 경우 미생물의 살균 효과가 있어 저장성을 증대시키고, 식품과의 접촉 시 산소가 차단되는 조리환경이 조성되어 비타민 C의 산화, 지방 산패, 산소에 의한 갈변 현상 등을 억제하여 식품의 영양성분 조성과 이화화학적 특성에 영향을 미치는 것으로도 알려져 있다(Sila DN 등 2005, Takashi Y 2005, Choi Y 등 2013). 관련 국내 선행 연구로는 과열증기 처리조건에 따른 닭 가슴살의 물리·화학적 및 관능 특성(Oh JH 등 2014), 과열증기와 초고압을 적용한 삼계탕 및 갈비찜에 관한 연구(Seo SH 등 2014a, Seo SH 등 2014b), 전기오븐에서 과열증기주입에 따른 열처리가 닭고기의 이화학적 특성변화에 미치는 영향(Chun JY 등 2013) 등 주로 닭고기에 적용한 연구가 많았으며, 그 외 과열증기와 초고압 처리법을 적용한 간장 소스의 냉장저장 중 품질 특성 변화에 관한 연구(Choi Y 등 2013) 및 초 급속 과열증기를 이용한 인삼의 품질특성(Kim KT 등 2009), 가열 전처리에 따른 피망의 품질특성 변화(Hwang IG 등 2015), 스팀 열처리 방식에 따라 채소류의 품질특성(Choi CI 등 2011), 열처리 방법과 냉동저장기간에 따른 표고버섯의 특성 변화(Seo JH 등 2015) 등이 수행되었다. 그러나 과열증기를 생선구이에 적용한 연구는 전무하여, 본 연구에서는 생

선의 가정대체 간편식의 개발을 위하여 과열증기 열처리 방식을 생선 조리에 적용한 후 가정에서의 일반적인 열처리 방법인 직화 팬 구이와 그 품질특성을 비교분석하고자 하였다.

II. 재료 및 방법

1. 시료 준비

본 연구에 사용한 고등어는 수산물 제조 가공업체 하예랑(주)(Jeonju, Korea)에서 1차 가공품으로 생산하는 국내산 고등어를 부산 수산물 시장에서 2015년 4월에 구매한 후, 냉장 온도에서 비 가식 부위를 제거하고 두께 1.5 cm, 중량 약 50 g으로 손질한 것을 사용하였다. 조직감 분석을 위해서는 뼈를 제외 한 순수한 고등어 살을 두께 1 cm, 중량 30 g으로 준비하였다.

2. 전기 팬 구이

생선 조리에 많이 이용되고 있는 구이용 전기 팬(HM-106FP, Daewon Electronic Industrial Co., Bucheon, Korea)을 이용하여 대조군 고등어 시료를 준비하였다. 고등어는 다른 성분들의 유입을 최소화하기 위하여 식용유는 사용하지 않고 조리되었으며, 95°C 모드에서 10분간 열처리하였다(5분 예열 후, 시료 내부온도는 75±5°C가 되도록). 조리가 완료된 고등어를 진공 팩에 담아 얼음 위에서 5분 동안 식힌 후 진공 포장하여 분석에 이용할 때까지 냉장고(GC-114KDMP, LG Electronics Inc., Changwon, Korea)에 냉장보관 하였다.

3. 과열증기처리

본 연구에서 사용된 과열증기설비는 과열증기 스팀오븐(STEAM convection oven EON-C303CSM, Dongyang Magic Co., Seoul, Korea)으로, 조리 매뉴얼에 지정된 과열증기 스팀 생선구이 조건인 250°C 모드에서 15분간 예열한 후 생선 내부 온도가 75±5°C가 되도록 5분을 가열 조리하였다. 대조군과 동일하게 조리가 완료된 고등어를 진공 팩에 담아 얼음 위에서 5분 동안 식힌 후 진공 포장하여 분석에 이용할 때까지 냉장보관 하였다.

4. 중량 손실률

중량 손실률은 조리 전 고등어의 중량과 두 가지 열처리 조건에 따라 조리한 후 고등어의 중량을 다음과 같은 식에 의하여 계산하여 백분율로 환산하여 표기하였다.

$$\text{중량 손실률(\%)} = \frac{\text{조리 전 중량} - \text{조리 후 중량}}{\text{조리 전 중량}} \times 100$$

5. 일반성분 분석

두 가지 열처리 방법(직화 전기구이와 과열증기 스팀 구이)에 따른 고등어의 일반성분(수분, 회분, 조단백, 조지방)은 식품공전 분석법(Korea Food and Drug Safety Administration 2011)을 따라 분석되었다. 수분함량은 105°C 상압가열법, 조단백질 함량은 semi-micro Kjeldahl법, 조지방 함량은 퇴제-꽃트 리브법, 조회분 함량은 550°C 직접 회화로법을 사용하여 각각 측정하였다. 모든 결과는 백분율로 환산하여 표기하였으며, 탄수화물 함량은 전체 함량 중 수분, 회분, 조지방, 조단백 함량을 제외한 것으로 계산하였다.

6. 색도 측정

고등어의 색 분석은 색도계(CM-5, VISKO, Seoul, Korea)를 이용하여 시료 표면색을 측정하였고(38×50×12 mm cuvette 사용), L값(lightness, 명도), a값(+redness, -greenness, 적색도), b값(+yellowness, -blueness, 황색도)으로 표시하여 색의 차이를 비교 분석 하였다. 이 때 사용된 표준 백색판의 L값은 97.46, a값은 0.10, b값은 1.75이었다.

7. 조직감 분석

고등어의 조직감 분석은 텍스처 분석기(GB/TA X7plus, Stable Micro System, London, UK)를 이용하였으며, 각 시료의 크기를 1 cm × 1.5 cm × 1 cm 크기로 성형한 후 서로 다른 두 가지 열처리 방법에 따른 생선구이의 경도(hardness), 탄력성(springiness), 응집성(cohesiveness), 씹힘성(chewiness), 검성(gumminess), 회복성(resilience)을 평가하였다. 측정조건은 compression type에서 target value는 5.0 mm, trigger load는 5.0 g, pre-test와 post test speed는 각각 1.0 mm/s, test speed는 2.5 mm/s의 속도로 50 mm cylinder probe와 TA-SBA fixture를 사용하여 측정하였다.

8. 위해 미생물 분석

두 가지 열처리 방법에 따른 고등어의 위해 미생물은 일반세균, 대장균군, 살모넬라군에 대해 분석되었다. 일반세균 분석을 위해 열처리 된 고등어 25 g과 멸균 생리식염수 225 mL를 멸균팩에 넣어 균질화 하여 10배 희석액을 만든 후 단계적으로 희석하였다(10^{-1} 부터 10^{-5} 까지). 각 희석액 1 mL를 취해 PCA배지에 분주하여 35°C에서 48 시간 배양한 후 일반세균 집락 수를 측정하였다. 대장균은 2배농도의 10 mL lactose broth(LB; OXOID, Basingstoke, UK)에 발효관을 넣은 후 35°C에서 24시간 배양하여 가스가 발생하면 양성, 가스가 발생하지 않으면 음성으로 판정하였다. 살모넬라(*Salmonella* spp.) 오염 여부를 확인하기 위해서는 고등어 시료 25 g을 225 mL buffered peptone water(BWP, BD, Sparks, MD, USA)에 접종하여

균질화 시킨 후 35°C에서 18시간 동안 진균 배양한 후 배양액 0.1 mL를 10 mL Rappaport-Vassiliadis 배지(R10 broth, BD, Sparks, MD, USA)에 첨가하고 42°C에서 24시간 동안 2차 배양한 후 배양액 80 µL를 살모넬라 신속 검출기(BioSign™ *Salmonella*, Princeton BioMeditech Co., New Jersey, NY, USA)를 이용하여 결과를 판독하였다.

9. 기호도 조사

두 가지 열처리 방법에 따른 고등어구이의 기호도를 조사하기 위하여 수산물 제조업체인 하예랑(주)에 근무하는 직원 20명을 대상으로 외관, 냄새, 맛, 조직감 등의 특성에 대하여 7점 척도법(1=매우 싫다, 7=매우 좋다)을 사용하여 기호도 평가를 실시하였다. 이 때 시료는 살 부위만으로 American Society for Testing and Materials(1968)의 권장량인 28 g씩 제시하였다.

10. 통계분석

두 가지 열처리 방법에 따른 고등어구이의 품질평가를 비교분석하기 위하여, 중량 손실률, 일반성분, 색, 조직감, 위해 미생물, 기호도의 모든 평가는 총 3회 반복 실시되었으며 모든 실험결과와 통계분석은 IBM SPSS Statistics (ver. 21, IBM, Armonk, NY, USA)를 이용하여 각 측정군의 평균과 표준편차를 산출하고 처리 간의 차이 유무를 $p < 0.05$ 수준에서 t -검정하여 유의성을 판단하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 중량 손실률

육류 및 생선의 안전성 범위를 충족시키는 내부온도 $75 \pm 5^\circ\text{C}$ 에 도달하는데 전기팬을 이용한 고등어구이는 10분, 과열증기 스팀을 이용한 고등어구이는 5분의 가열조리시간이 각각 소요되었으며, 서로 다른 두 가지 열처리 방법에 따른 고등어구이의 중량 손실률은 Table 1과 같았다. 생선구이의 중량 손실률의 경우 열 전달방식(혹은 가열온도)이나 조리시간에 따라 달라질 수 있는데, 본 연구

Table 1. The weight losses in mackerel cooked by different cooking methods

Samples	Weight loss (%)
MP ¹⁾	39.38±0.99 ^{3)a4)}
MSS ²⁾	29.28±0.60 ^b

¹⁾ MP: mackerel cooked on the electric pan.

²⁾ MSS: mackerel cooked under superheated steam.

³⁾ Values are mean±SD.

⁴⁾ Values with different lowercase superscripts in the column are significant different by t -test ($p < 0.05$).

에서는 전기 팬을 이용한 고등어구이가 약 39.38% 정도의 중량 손실률을 나타내었으며, 과열증기 방식을 이용한 고등어구이가 약 29.28% 정도의 손실률을 나타내어 두 가지 열처리 방법에 따른 고등어구이의 중량 손실률은 유의적인 차이를 보였다($p < 0.05$). 선행연구에서도 유사한 양상을 나타내어, 전기오븐 닭 가슴살 구이에서보다 과열증기를 이용한(10분 이상의 조리시간은 예외) 닭 가슴살 구이의 중량 손실률이 유의적으로 더 작았으며(Oh JH 등 2014), Barbanti D & Pasquini M(2005)과 Chun JY 등(2013)의 연구에서에서도 조리시간이 길어질수록 중량 감량은 큰 것으로 보고된 바 있었다.

2. 일반성분 분석

고등어구이의 일반성분 함량비율을 분석한 결과는 Table 2와 같았으며, 전반적으로 수분 함량과 조지방 함량을 제외한 나머지 일반성분의 함량비율이 원재료(구이 전 생선)에서보다 증가되었다. 이는 생선이 열처리 되는 동안 수분함량이 줄어들어 상대적으로 다른 일반성분의 함량비율이 높아진 것으로 평가될 수 있다. 한편, 수분함량은 신선육에서 뿐만 아니라 조리 및 가공된 육류의 품질에도 중요한 역할을 하는데, 과열증기 방식을 이용한 고등어구이(73.81%)는 전기 팬을 이용한 고등어구이(60.30%)보다 수분함량 비율이 유의적으로 높은 결과를 보였다. 이는 선행연구에서도 유사한 양상을 나타내었듯이(Chae HS 등 2004, Chun JY 등 2013), 직화 열처리 한 닭고기나 갈비찜에 비해 과열증기 방식을 이용한 닭고기나 갈비찜에서 수분보유율이 유의적으로 높았으며, 특히 Chun JY 등(2013)의 연구에서는 과열증기의 주입시간이 길어질수록 닭고기의 보수력이 증가하는 경향을 나타내어 과열증기의 이용이 보수력 증진에 영향을 미치는 것으로 보고되었다.

3. 색도 측정

서로 다른 두 가지 열처리 방법에 따른 고등어구이의

색도를 비교분석 한 결과, 과열증기로 열처리한 고등어의 경우 L값, a값, b값 모두 높은 수치를 나타내었다($p < 0.05$). Choi Y 등(2013)은 과열증기 열처리한 사과, 양파, 마늘의 경우 L값, a값, b값이 모두 높게 측정되었다고 보고하였으며, 반면 Chun JY 등(2013)은 과열증기 열처리한 닭고기 시료가 처리하지 않은 시료에 비해 L값은 감소하고 a값과 b값은 증가하였다고 보고한 바 있다. 본 연구결과에서는 과열증기 열처리 한 고등어구이는 64.18의 L값, 1.04의 a값, 16.45의 b값을 나타내었고 반면, 전기 팬을 이용한 고등어구이는 45.66의 L값, -1.40의 a값, 8.36의 b값을 가지는 것으로 분석되어, 전기 팬을 이용한 고등어구이 보다 과열증기 방식을 이용한 고등어구이가 색이 밝으며 노릇함과 붉은 정도가 유의적으로 높은 것을 확인할 수 있었다(Table 3).

4. 조직감 분석

고등어구이의 조직감을 비교분석한 결과, 경도, 탄력성, 응집성, 검성, 씹힘성, 회복성의 6가지 조직감 특성 중 경도(23,731.78±1,256.00 vs 31,829.22±2,400.55), 검성(11,907.75±892.75 vs 17,109.77±1,812.24), 씹힘성(7,415.84

Table 3. The color values in mackerel cooked by different cooking methods

Samples	L ³⁾	a ⁴⁾	b ⁵⁾
MP ¹⁾	45.66±0.05 ⁶⁾⁷⁾	-1.40±0.01 ^a	8.36±0.04 ^a
MSS ²⁾	64.18±0.01 ^b	1.04±0.01 ^b	16.45±0.03 ^b

- 1) MP: mackerel cooked on the electric pan.
- 2) MSS: mackerel cooked under superheated steam.
- 3) L-value: lightness, white 100 ↔ 0 black.
- 4) a-value: +redness ↔ -greenness.
- 5) b-value: +yellowness ↔ -bluiness.
- 6) Values are mean±SD.
- 7) Values with different lowercase superscripts in the column are significant different by *t*-test ($p < 0.05$).

Table 2. The proximate composition in mackerel cooked by different cooking methods

Samples	Moisture (%)	Ash (%)	Crude protein (%)	Carbohydrate (%)	Crude fat (%)
Raw ¹⁾	75.06	1.48	21.83	0.18	2.55
MP ²⁾	60.30±1.60 ⁴⁾⁵⁾	1.88±0.04 ^a	25.66±0.65 ^a	0.05±0.01 ^a	9.27±0.54 ^a
MSS ³⁾	73.81±1.42 ^b	1.66±0.17 ^b	25.87±3.77 ^a	0.24±0.06 ^b	2.21±0.26 ^b

- 1) Raw: uncooked mackerel.
- 2) MP: mackerel cooked on the electric pan.
- 3) MSS: mackerel cooked under superheated steam.
- 4) Values are mean±SD.
- 5) Values with different lowercase superscripts in the column are significant different by *t*-test ($p < 0.05$).

Table 4. The texture profiles in mackerel cooked by different cooking methods

Samples	Hardness (g.sec)	Springness (g.sec)	Cohesiveness (g.sec)	Gumminess (g.sec)	Chewiness (g.sec)	Resilience (g.sec)
MP ¹⁾	23,731.78±1,256.00 ³⁾⁴⁾	0.62±0.03 ^a	0.50±0.02 ^a	1,1907.75±892.75 ^a	7,415.84±576.79 ^a	0.14±0.01 ^a
MSS ²⁾	3,1829.22±2,400.55 ^b	0.64±0.04 ^a	0.54±0.01 ^a	1,7109.77±1,812.24 ^b	11,096.33±1,236.65 ^b	0.17±0.01 ^b

¹⁾ MP: mackerel cooked on the electric pan.

²⁾ MSS: mackerel cooked under superheated steam.

³⁾ Values are mean±SD.

⁴⁾ Values with different lowercase superscripts in the column are significant different by *t*-test ($p < 0.05$).

±576.79 vs 1,1096.33±1,236.65), 회복성(0.14±0.01 vs 0.17±0.01)의 특성에 대하여 $p < 0.05$ 에서 통계적으로 유의적인 차이를 나타내었으며(Table 4), 이 네 가지 특성이 모두 과열증기 방식을 이용한 고등어구이에서 더 높은 수치를 나타내었다. 일반적으로 어육류의 경우 가열 조리하여 섭취하게 되는데, 조리과정은 이러한 어육류의 조직감 특성에 가장 중요한 인자 중 하나가 된다. 특히 조리과정 중 어육류 단백질의 가열에 의한 변성은 근섬유의 횡적 및 종적인 수축과 결합조직의 수축을 일으키며 단백질이 구조적으로 변화하게 하여 조리된 어육류의 연도에 중요한 영향을 미치게 한다(Pathare PB & Roskilly AP 2016). 한편, 본 연구의 결과는 과열증기를 이용한 삼계탕이 일반 조리 삼계탕에 비해 경도, 응집성, 점성, 씹힘성 등이 모두 낮아 육조직을 전반적으로 연해지게 한다는 선행 연구결과(Seo SH 등 2014a)와 다소 상반되는 것이었으나, Palka K & Daun H(1999)는 조리온도를 100°C 이상 증가시키면 육류의 구조가 더욱 치밀하게 된다고 보고한 바 있고 이는 근섬유(액토미오신 복합체) 길이가 감소되었기 때문이라고 하였다. Chiavaro E 등(2009)의 연구에서도 조리방식 및 조리온도에 따른 닭고기의 전단력을 비교 측정하였는데, 100°C 이하의 조리온도에서는 과열증기 방식을 이용한 닭고기의 전단력이 낮았으나 120°C 및 140°C의 조리온도에서 오히려 과열증기 방식을 이용한 닭고기의 전단력이 유의적으로 높아지는 것을 통해, 60°C 이상의 온도를 적용한 조리방식의 경우 조리온도 뿐만 아니라 조리시간도 어육류 단백질의 변성(근섬유와 콜라겐)에 중요한 인자임을 주장하였던 선행연구(Bouton PE & Harris PV 1972)의 결과를 뒷받침하였다. 또한, 본 연구에서 유의적인 차이를 보이지는 않았으나 응집성과 탄력성이 과열증기 방식을 이용한 고등어구이가 전기 팬을 이용한 고등어구이에서 보다 높은 수치로 나타나, 부서짐 양상은 적으면서도 부드러운 식감을 유지하기 위해서는 전기 팬을 이용한 고등어구이 보다 고온으로 열처리 하면서 증기를 공급하여 주는 과열증기 방식을 이용하는 것이 적절할 것으로 사료되었다.

Table 5. The microorganism counts in mackerel cooked by different cooking methods

Samples	General bacteria (CFU/g)	Coliform group (g)	Salmonella (g)
MP ¹⁾	1.73×10 ²	N.D.	N.D.
MSS ²⁾	1.13×10 ²	N.D.	N.D.

¹⁾ MP: mackerel cooked on the electric pan.

²⁾ MSS: mackerel cooked under superheated steam.

³⁾ N.D.: not detected.

5. 위해 미생물 분석

일반적으로 위해 미생물은 원재료, 조리환경, 조리자, 상호간의 교차오염에 의해 생성되어 위험을 초래할 수 있는데(Kim SJ 등 2011), 본 연구에서는 열처리된 고등어에서 일반세균의 경우에는 낮은 수치를, 대장균군과 살모넬라의 경우에는 모두 음성으로 판정되었다. 더욱이 과열증기 방식을 이용한 고등어구이에서 검출된 일반세균의 수가 전기 팬을 이용한 고등어구이 보다 낮은 수치를 나타내었다. 따라서 과열증기 방식을 이용한 고등어구이가 전기 팬을 이용한 고등어구이에 비해 총 균수가 적게 확인되어 위해 미생물에 대한 안전성을 확보할 수 있을 것으로 기대되었다(Seo SH 등 2014a)(Table. 5).

6. 기호도

서로 다른 두 가지 가열방법에 따른 고등어구이의 외관, 냄새, 맛, 그리고 조직감에 대한 기호도를 평가한 결과는 Table 6과 같다. 맛 특성을 제외한 외관, 냄새, 조직감의 기호도에 대해 두 고등어에서 유의적인 차이를 나타내었으며, 특히 모든 특성에 대하여 과열증기 방식을 이용한 고등어구이가 높은 기호도를 가지는 것으로 평가되었다. 과열증기와 초고압공정을 이용한 갈비찜의 선행 기호도 조사에서는 다즙성과 조직감의 기호도 항목에서 과열증기를 이용한 갈비찜이 높은 점수를 받았으며(Seo SH 등 2014b), 닭 가슴살과 삼계탕의 경우도 과열증기를 이용하여 단시간 조리한 시료가 좋은 기호도를 보였고

Table 6. Sensory characteristics in mackerel cooked by different cooking methods

Samples	Appearance	Odor	Taste	Texture
MP ¹⁾	2.85±1.50 ^{3)a4)}	2.60±1.50 ^a	4.20±1.54 ^a	2.80±1.54 ^a
MSS ²⁾	5.40±1.23 ^b	5.70±1.08 ^b	4.90±1.51 ^a	6.00±0.97 ^b

¹⁾ MP: mackerel cooked on the electric pan.

²⁾ MSS: mackerel cooked under superheated steam.

³⁾ Values are mean±SD.

⁴⁾ Values with different lowercase superscripts in the column are significant different by *t*-test ($p < 0.05$).

(Oh JH 등 2014, Seo SH 등 2014a), 과열증기 처리법을 이용한 간장소스의 냉장저장 중 기호도 평가에서도 저장 7일 이전까지는 전반적인 기호도, 색과 질감의 기호도가 유의적으로 높았으며(향미의 경우 유의적 차이 없었음), 7일 이후의 저장기간에서 전반적인 기호도, 색, 향, 맛, 질감 등의 모든 특성에서 높은 기호도를 나타내었다(Choi Y 등 2013). 따라서 기호적인 면에서도 과열증기 조리 방식은 향후 다양한 생선 요리나 생선을 이용한 간편식 등에 적용이 가능할 것으로 사료되며, 다양한 소비자들의 욕구를 충족시킬 수 있는 생선 조리방식의 하나로 이용될 수 있을 것으로 기대 된다.

IV. 결론

본 연구는 전기 팬을 이용한 고등어구이와 과열증기 방식을 이용한 고등어구이의 품질특성을 비교분석하여 간편식에 과열증기 방식의 이용 가능성을 살펴보고자 한 것이었다. 일반적으로 흔히 가정에서 사용하는 전기 팬을 이용한 고등어구이와 비교하여 과열증기로 250°C에서 5분 열처리한 고등어구이에서 중량 손실이 적고 높은 수분함량을 나타내었으며, 조직 변화에 있어서 또한 탄력 있고 회복성이 우수한 것으로 평가되었다. 또한, 전기 팬 방식의 고등어구이보다 과열증기 방식으로 열처리 한 고등어구이의 외관상 색이 밝고 노르스름한 빛깔을 띠는 것으로 분석되었으며, 위해 미생물 번식 또한 적게 평가되었고, 외관 및 향미, 조직감에 대한 기호도 역시 높게 평가 되었다. 이는 과열증기 스팀을 이용한 열처리 방법이 전기팬을 이용한 열처리 방법에 비하여 높은 온도의 과열증기로 가열 조리되어 우선적으로는 미생물의 살균 효과가 나타났으며, 다소 짧은 가열시간 동안 고등어가 조리되어 표면은 바삭하고 노릇하게 익혀졌으며, 기름이 제거되어 지방함량은 낮출 수 있었고 그 외 영양성분의 파괴를 최소화할 수 있었던 것으로 평가된다. 뿐만 아니라 기호도 면에서도 과열증기를 이용한 고등어구이가 선호되어, 생선을 이용한 간편식에 과열증기 방식을 접목하면 조리시간을 단축시킬 수 있을 뿐만 아니라 물리·이화

학적인 품질을 유지하면서 동시에 기호성까지 확보할 수 있어 그 이용이 기대된다 하겠다.

Conflict of Interest

No potential conflict of interest relevant to this article was reported.

Acknowledgements

This paper was supported by Wonkwang University in 2016.

References

- American Society for Testing and Materials. 1968. Manual on sensory testing methods. ASTM STP 434. American Society for Testing and Materials, Philadelphia, PA, USA. pp 13-16.
- Barbanti D, Pasquini M. 2005. Influence of cooking conditions on cooking loss and tenderness of raw and marinated chicken breast meat. *LWT-Food Sci Technol* 38(8):895-901.
- Bouton PE, Harris PV. 1972. The effects of cooking temperature and time on some mechanical properties of meat. *J Food Sci* 37(1):140-144.
- Chae HS, Ahn CN, Yoo YM, Park BY, Ham JS, Kim DH, Lee JM, Choi YI. 2004. Effect on the scalding temperature at slaughtering process on meat quality and storage properties of chicken. *Korean J Food Sci Ani Resour* 24(2):115-120.
- Chiavaro E, Rinaldi M, Vittadini E, Barbanti D. 2009. Cooking of pork Longissimus dorsi at different temperature and relative humidity values: Effects in selected physico-chemical properties. *J Food Eng* 93(2):158-165.
- Choi CI, Lee JH, Chung MS. 2011. Quality characteristics of vegetables by different steam treatments. *Korean J Food Nutr* 24(3):464-470.
- Choi SS. 2009. What is HMR, how to succeed. *Jisikgonggan*, Seoul, Korea. pp 56-64.
- Choi Y, Oh JH, Bae IY, Cho EK, Kwon DJ, Park HW, Yoon S. 2013. Changes in quality characteristics of seasoned soy sauce treated with superheated steam and high hydrostatic pressure during cold storage. *Korean J Food Cook Sci* 29(4):387-398.
- 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 Ani Resour* 33(1):103-108.
- Hwang IG, Kim KI, Jo YJ, Choi MJ, Min SG, Yoo SM. 2015. Effects on different thermal pre-treatment on the quality properties of bell pepper. *Food Eng Prog* 19(2):96-103.
- Kim IS, Jang AR, Jin SK, Lee MH, Jo CR. 2008. 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(2):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(4):361-366.
- Kim OS, Lee DH, Chun WP. 2008. Eco-friendly drying technology using superheated steam. *Korean Chem Eng Res* 46(2):258-273.
- Kim SJ, Park MS, Park GK, Rahman SME, Park JH, Oh DH, 2011, Transfer rate of cross contamination of *Listeria monocytogens* between pork meat and workers hands during pork meat processing. *J Food Hyg Saf* 26(4):330-335.
- Korea Food and Drug Safety Administration (KFDA). 2011. Food code of Korea. KFDA, Osong, Korea. [chapter 10.1 & 10.3].
- 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(3):317-324.
- Palka K, Daun H. 1999. Changes in texture, cooking losses, and myofibrillar structure of bovine *M. semitendinosus* during heating. *Meat Sci* 51(3):237-243.
- Park SJ, Choi JW, Huh SY. 2015. A study on the status and policy issues the home meal replacement (HMR) industry in Korea. Korea Rural Economic Institute, Naju, Korea. pp 27-36.
- Pathare PB, Roskilly AP. 2016. Quality and energy evaluation in meat cooking. *Food Eng Rev* pp 1-13.
- Seo JH, Kim KI, Hwang IG, Yoo SM, Jo YJ, Min SG, Choi MJ. 2015. Effects on thermal treatment and freezing storage period on physicochemical and nutritional characteristics of Shiitake mushroom. *Korean J Food Sci Technol* 47(3):350-358.
- Seo SH, Kim EM, Kim YB, Cho EK, Woo HJ. 2014a. A study on development of *Samgyetang* using superheated steam and high hydrostatic pressure. *Korean J Food Cook Sci* 30(2):183-192.
- Seo SH, Kim EM, Kim YB, Cho EK, Woo HJ, Lee MA. 2014b. Quality improvement of *Galbijim* using superheated steam and high hydrostatic pressure. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 43(9):1423-1430.
- Sila DN, Smout C, Vu ST, Loey AV, Hendrickx M. 2005. Influence of pretreatment conditions on the texture and cell wall components of carrots during thermal processing. *J Food Sci* 70(2):E85-91.
- Statistics Korea. 2016. 2015 Social statistics of Korea. Statistics Korea, Seoul, Korea. pp 1-7.
- Takashi Y. 2005. Collection of superheated steam technology. NTS Inc., Tokyo, Japan. pp 3-83.

Received on Feb.18, 2016/ Revised on Apr.28, 2016/ Accepted on Apr.28, 2016