JPAF Journal of Practical Agriculture and Fisheries Research
J. Pract. Agric. Fish. Res.
pISSN 2234-1129, eISSN 3022-8255
https://doi.org.10.23097/JPAF:2024.26(3).17
ORIGINAL ARTICLE

죽염을 이용한 염지 닭가슴살의 보수력에 대한 연구

Research on Water Holding Capacity of Chicken Breast Meat Cured with Bamboo Salt

이승택[1†]
Seung-taek Lee
㈜동해식품
R&D 센터

박미리[2†]
Miri Park
한국식품연구원
기능성식품소재연구단

이수협[3*]
Suhyup Lee
국립한국농수산대학교
축산학부

최지환[3*]
Jeehwan Choe
국립한국농수산대학교
축산학부

[1] R & D Center, Donghae Food, Gyeonggi-do 10825, Korea
[2] Food Functionality Research Division, Korea Food Research Institute, Jeonju 55365, Korea
[3] Deparment of Livestock, Korea National University of Agriculture and Fisheries, Jeonju 54874, Korea

[†]These authors contributed equally to this work as the first author.

ABSTRACT

This study was conducted to evaluate bamboo salt usage as a curing agent of chicken breast meat focusing on water holding capacity. Chicken breast meat with a lightness greater than 48 and less than 53 was selected and randomly allocated to five treatment groups. The five treatments were as follows: 1) unsalted control (C), 2) bamboo salt 2.1% (w/w, BS), 3) refined salt 2.1% (w/w, S), 4) sodium polyphosphate 2.1% (w/w, SP), and 5) mixed refined salt and sodium polyphosphate 4.2% (w/w, S+SP). Measurements related to water holding capacity were brine absorption, drip loss, filter paper compression loss, and cooking loss. There was no significant difference in brine absorption between BS, S, and SP treatments except for the control, and S+SP treatment showed the highest brine absorption (P<0.05). Drip loss was also not significantly different between BS, S, and SP treatments. However, the S+SP treatment had significantly (P<0.05) less drip loss than the SP treatment, and the control had the least (P<0.05) drip loss compared with the curing treatment. No significant differences were observed in Filter paper compression loss and cooking loss between treatments regardless of curing or not and curing agents. In conclusion, considering that the concentration of 4.2% in the S+SP treatment was twice the concentration of the other curing treatments, bamboo salt which has various beneficial physiological effects and contains many minerals can be used as a curing agent without compromising the water holding capacity of chicken breast meat.

Keywords: Curing agent, Bamboo salt, Breast meat, Drip loss, Water holding capacity

Received Jun. 12. 2024
Revised Jul. 2. 2024
Accept Jul. 3. 2024

*Correspondence
Suhyup Lee
lsh979@gmail.com
Jeehwan Choe
jchoe@korea.kr

서 론

염지는 식육 가공의 중요한 공정 중 하나이며, 선사시대에서부터 그 유래를 찾아 볼 수 있다(한국식육과학연구, 2018). 염지란 식육을 소금에 절이는 과정으로 저장기술이 발달되지 못했던 시대에 유용한 저장방법이었다. 그러

Copyright ⓒ Journal of Practical Agriculture and Fisheries Research
This is Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0), which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

나 현대에는 저장기술의 발달로 식육의 가공과 가치를 높이기 위한(한국식육과학연구회, 2018; Alvarado와 Mckee, 2007) 광의적인 기술로 사용되며 염장(brining), 마리네이션(marinating) 등 새로운 기술들이 계속 소개되고 있다. 이와 같이 염지는 다양한 방식으로 변화되고 있지만, 모든 염지 과정에서 소금과 인산염은 필수적으로 사용된다(Xiong과 Kupski, 1999).

소금은 식품의 가공 및 조리에 가장 많이 이용되는 첨가물 중 하나이다. 특히 식육의 염지에 사용되는 소금은 식육 내 염용성단백질인 근원섬유단백질의 추출을 증가시켜 식육의 가공특성인 유화력, 결착력, 보수력 등을 향상시키고, 육제품의 맛과 풍미를 높이며, 조직감을 개선시킨다(Lemos 등, 1999). 그러나 소금의 구성 성분인 나트륨의 과다섭취는 인체에 부정적인 영향을 주는 것으로 보고되고 있다. Larsen과 Elvevoll (2008)에 따르면 나트륨의 과다섭취는 심혈관계 질환의 주원인인 고혈압과 관련 있고, He와 MacGregor (2003)는 과다한 나트륨 섭취는 위와 신장 등에도 부정적인 영향을 줄 수 있다고 보고하였다. 이에 World Health Organization (WHO, 2003)에서는 성인의 1일 소금섭취량을 5g 이하로 권장하고 있다. 특히 식육은 식육 자체적으로 100g 당 100mg 이하의 나트륨을 함유하고 있기 때문에(Ruusunen과 Puolanne, 2005), 가공 시 투입되는 고순도의 정제소금은 나트륨 함량을 더욱 높여 영양학적인 측면에서 문제가 될 수 있다.

인산염 역시 식육의 수율 향상 및 육색, 풍미, 식감 개선 등의 목적으로 염지 시 소금과 함께 사용된다(Lemos 등, 1999). 그러나 Jin 등(2009)의 연구에 의하면 인산염이 폐종양의 발생과 관련 있으며, 종양의 성장을 자극하는 것으로 나타났다. Sullivan 등(2009)의 연구에서도 인산염이 포함된 가공식품의 섭취가 혈중 인산 농도를 높여 심혈관 질환 및 뼈에 부정적인 영향을 줄 수 있고, 신장장애를 가진 환자의 경우 치명적인 결과를 나타낼 수 있는 것으로 나타났다.

최근 소비자들은 식품의 품질, 위생, 안전성 외에도 식품이 인체에 미치는 영향에 관해 많은 관심을 가지고 있다. 특히 소비가 증가하고 있는 육제품 및 가공식품의 정제소금 첨가량과 지방조성 등 심혈관계 질환과 대사질환에 관련된 성분에 주의하고 있다. 동시에 식품 내 존재하거나 가공 시 첨가되는 건강에 이로운 작용을 하는 생리활성물질에 대한 관심도 커지고 있다. 이러한 소비자들의 관심은 소비경향의 변화로 나타나 저염 또는 저지방 가공식품, 그리고 건강에 이로운 생리활성물질이 첨가된 가공식품에 대한 수요가 증가하고 있다(Kim 등, 2010).

가공육 제조공정 중 염지에 사용되는 정제소금과 인산염의 부정적인 영향 때문에 식육산업에서는 정제소금과 인산염의 대체물질 사용에 관한 연구가 진행되고 있다. 소금의 대체물질로는 염화칼륨(KCl)과 염화마그네슘($MgCl_2$)이 많이 쓰이고 있다. 그러나 염화칼륨의 경우 쓴 맛이 강하고, 염화마그네슘은 마그네슘에 의한 금속 맛과 향으로 풍미가 저하되는 부정적인 측면이 있다(Larsen과 Elvevoll, 2008; Ruusunen과 Puolanne, 2005). 인산염은 전분, 검류, 건자두 분말 및 식이섬유 등으로 대체하려는 연구가 있었으나, 조직감 등 품질특성이 저하되는 문제가 있었다(Fernandez-Gines 등, 2005).

죽염(Bamboo salt)은 천일염을 대나무통 속에 넣고 고온(1,000℃~1,500℃)에서 반복적으로 가열하여 나온 물질을 가루로 만든 것이다. 죽염은 일반 정제소금에 비해 칼슘, 칼륨, 마그네슘, 구리, 아연 등의 미네랄 함량이 높으며, 짠맛과 함께 독특한 풍미를 나타내는 것으로 알려져 있다(정, 2005). 또한, 천일염에 비해서 알칼리성이 강하며, 조리 중 죽염 첨가가 독성을 감소시키는 효과가 있고, 항염증, 항균 및 항바이러스, 항암, 그리고 순환기계 질병에 긍정적인 효과가 있는 것으로 보고되고 있다(Shin 등, 2004; Kim 등, 1998). 한국에서는 죽염을 식품조리 시 사용하기도 하고 죽염 자체로 섭취를 하기도 한다(Kim 등, 2010). 죽염의 첨가가 돈육 유화물의 이화학적 특성을 향상시켰다는 연구결과도 있다(Kim 등, 2010). 그러나 신선육의 염지에 죽염을 적용한 연구는 미비하며, 죽염을 이용한 염지계육의 품질특성에 관한 연구도 부족한 실정이다. 그러므로 본 연구는 죽염을 사용하여 염지한 닭가슴살의 품질을 보수력에 초점을 맞추어 분석하고, 닭가슴살 염지제로서 죽염의 가능성을 평가하고자 한다.

연구방법

원료육 준비

본 연구는 동일 농장에서 동일한 사료와 환경에서 사육된 하바드(Hubbard) 품종 40일령 닭고기를 이용하였다. 전문도계공장에서 도계를 한 후, 도체중량 13호(1,251g~1,350g)를 선별하여 냉장상태(3℃~4℃)로 보관하였다. 사

후강직이 완료되는 도계 후 3h에 좌우 가슴살을 발골하고, 껍질 및 지방을 제거한 후 다시 냉장보관(4℃)하였다. 사후강직이 해제되는 도계 후 5h에 각 염지액 별로 임의 배치하였다. 염지 전 원료육의 균일성을 유지하기 위해 뼈와 맞닿은 부위의 육색을 색도계(CR-10, Konica Minolta)를 이용하여 측정하고, CIE 명도값이 48 이상 53 이하인 계육만을 사용하였다(Qiao 등, 2002, 2001).

염지액 제조

염지에 사용된 죽염은 상업용 제품을 이용하였다. 인터넷에서 구매할 수 있는 제품 중 전라북도 고창에서 생산한 천일염을 9번 구워 불순물을 제거한 것을 이용하였다. 정제염은 지역 마트에서 구매하였고, 폴리인산나트륨은 식품원료를 전문 취급하는 업체에서 구매하여 사용하였다. 각 염지액은 Table 1과 같이 제조하였으며, 제조 후 염지하기 전까지 4℃에 보관하였다.

염지 및 저장

각 처리구별로 시료 중량의 10%에 해당되는 염지액을 계량하였다. 자체 제작한 텀블러(스테인레스 원통, 직경 32cm, 높이 39cm, 기울기 20°)에 원료육과 염지액을 함께 넣은 후 진공펌프를 작동시켜 -60%로 감압하고, 10 rpm으로 15분간 텀블링을 하였다. 텀블링 후 처리구별로 구분하여 polyethylene 용기에 담아 냉장보관(4℃)하였다.

염지액흡수율(brine uptake) 측정

염지 전 무게를 측정하고, 텀블링 직후 각 시료의 무게를 측정하여 염지액흡수율을 다음 공식에 의해 계산하였다.

$$\text{염지액흡수율(\%)} = \frac{(\text{텀블링 직후 시료무게} - \text{텀블링 전 시료무게})}{\text{텀블링 전 시료무게}} \times 100$$

육즙손실량(drip loss) 측정

육즙손실량은 먼저 텀블링 직후 시료의 무게를 측정하고, 24h 냉장저장 후 시료 표면의 수분을 외부에서 힘을 가하지 않은 상태에서 조심히 제거한 후 다시 무게를 측정하여 다음 공식을 이용하여 계산하였다.

$$\text{육즙손실량(\%)} = \frac{(\text{텀블링 직후 시료무게} - \text{냉장보관 후 시료무게})}{\text{텀블링 직후 시료무게}} \times 100$$

여과지 압착 감량(filter paper compression loss) 측정

여과지 압착 감량은 Honikel과 Hamm(1994)의 여과지압착법(filter-paper press method)을 변형하여 측정하였다. 각 시료의 중심부에서 근섬유 방향으로 1cm×1cm×1cm의 정육면체 시료를 채취하여 Texture analyzer (TX-XT2i/25, Texture Expert Version 1.19)에 올려놓고, 시료 위에 Whatman™ filter-paper No.1(직경 110mm)을 놓았다. 이후 원통형실린더(직경 39mm)를 이용하여 pre-test speed 5.0mm/s, test speed 2.0mm/s, post-test speed 5.0mm/s, distance 5mm, force 25,000g 조건으로 1분 동안 일정한 압력을 가하고, 시료의 무게를 측정하여 다음 공식을 이용하여 보수력을 계산하였다.

$$\text{여과지 압착 감량(\%)} = \frac{(\text{압착 전 시료무게} - \text{압착 후 시료무게})}{\text{압착 전 시료무게}} \times 100$$

Table 1. Different composition of curing solution for chicken breast meat

Agents / Treatments	Composition (w/w)			
	DW	BS	S	SP
C	-	-	-	-
BS	97.9	2.1	-	-
S	97.9	-	2.1	-
SP	97.9	-	-	2.1
S+SP	95.8	-	2.1	2.1

Abbreviations: C, Control; DW, distilled water; BS, bamboo salt; S, refined salt; SP, sodium tripolyphosphate; S+SP, refined salt+sodium tripolyphosphate.

가열감량(cooking loss) 측정

가열감량은 Honikel (1998)의 방법을 이용하여 측정하였다. 시료의 무게를 측정하고 수분비투과성 용기에 넣어 85℃의 항온수조에서 심부온도 75℃까지 가열하였다. 가열 후 얼음물에 30분간 담구어 시료를 냉각시키고 표면의 수분을 외부의 힘을 가하지 않은 상태로 조심스럽게 제거하여 무게를 측정하였다. 가열감량은 다음 공식을 이용하여 산출하였다.

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

통계분석

보수력 관련 측정 항목에 대한 대조구와 처리구간의 차이를 알아보기 위해 SPSS for Windows 16.0(SPSS Inc., Chicago, Ⅱ., USA) 통계 패키지의 분산분석(Analysis of variance, ANOVA)을 실시하였으며, Duncan's multiple range test를 통해 각 처리구간의 유의성을 검증하였다.

결과 및 고찰

염지액흡수율

염지처리를 하지 않은 대조구(C)를 제외하고, 각 처리구의 텀블링(염지) 직후의 염지액 흡수율을 Table 2에 나타냈다. 죽염(BS)과 정제염(S), 폴리인산나트륨(SP)으로 염지한 처리구 사이에는 염지액흡수율의 유의적 차이가 없는 것으로 나타났다. 정제염과 폴리인산나트륨의 혼합처리구(S+SP)는 다른 처리구에 비해 유의적으로 높은 염지액흡수율을 나타냈다(P<0.05).

일반적으로 염지에 사용되는 소금과 인산염은 염지시료의 보수력을 높이는 것으로 알려져 있다(한국식육과학연구회, 2018). 소금은 수용액에서 나트륨와 염소 이온으로 해리되며, 염지액으로 식육에 처리하면 나트륨 이온은 식육단백질의 음전하군에, 염소 이온은 식육단백질의 양전하군에 결합한다. 이는 식육단백질의 등전점을 낮추는 효과를 가져오고, 식육단백질 구조 사이의 공간을 확장시켜 더 많은 수분을 함유할 수 있도록 돕는다(정, 2011). 또한, 식육단백질을 팽윤시키고 단백질의 수분결합을 증가시키며, 소금에 의한 염용성 단백질 추출 증가는 가열 시 겔 매트릭스(gel matrix)를 형성하여 수분을 가두어 보수력을 증진시킨다(Alvarado와 Sams, 2003; 한국식육과학연구회, 2018; 정, 2011).

인산염은 알칼리성 인산염으로 첨가될 경우, 식육의 pH를 증가시키고, 높은 pH와 높은 이온강도가 동시에 만족될 때 사후강직에 의해 생성된 액토마이오신(actomyosin)을 해리시켜 보수력을 증진시키는 것으로 알려져 있다(Alvarado와 Sams, 2003; 정, 2011). 3종류의 인산염과 정제염을 이용해 닭가슴살에 염지처리를 한 연구(Xiong과 Kupski, 1999)를 보면, 폴리인산나트륨과 피로인산나트륨 처리군의 염지액흡수율이 유의적으로 높았으며, 여기에 정제염을 추가하면 염지액흡수율도 추가적으로 증가하였다. 본 연구에서 대조구에 비해 BS, S, S+SP 처리구의 높은 염지액흡수율은 Na, Cl, phosphate와 같은 이온에 의한 영향으로 판단되며, 특히 S+SP 처리구(농도 4.2%)가 유의적으로 가장 높은 염지액흡수율을 나타낸 것은 다른 처리구(농도 2.1%)에 비해 염농도가 높았기 때문인 것으로 판단된다.

Table 2. **Various measurements related water holding capacity of broiler breast meats cured with different curing agents**

Variables \ Treatments	C	BS	S	SP	S+SP
Brine uptake (%)	-	8.52±0.23^{b}	8.93±0.02^{b}	8.92±0.11^{b}	9.43±0.10^{a}
Drip loss (%)	0.98±0.19^{c}	5.05±0.58^{ab}	5.05±0.71^{ab}	6.01±0.52^{a}	3.34±0.95^{b}
Filter paper compression loss (%)	26.15±1.23	27.74±1.41	27.79±1.67	27.84±1.55	26.74±1.16
Cooking loss (%)	22.25±1.15	26.13±0.72	25.43±1.95	24.22±3.06	23.94±0.48

$^{a-c}$ Means±standard error with different superscripts in same rows are significantly different (P<0.05).
Abbreviations: C, control (not curing); BS, bamboo salt; S, refined salt; SP, sodium tripolyphosphate; S+SP, refined salt+sodium tripolyphosphate.

육즙손실량

염지제에 따른 육즙손실량을 측정하였다(Table 2). 염지액흡수율과 유사하게 BS, S, SP 처리구는 육즙손실량의 차이가 없었다. 반면에 S+SP 처리구는 SP 처리구에 비해 육즙손실량이 유의적으로($P<0.05$) 적었다. 대조구는 염지처리구에 비해 가장($P<0.05$) 육즙손실량이 적었다. 대조구의 육즙손실량이 가장 적은 것은 염지처리를 하지 않아서 염지처리구와 달리 수분의 추가가 없어, 수분 자체의 함량이 차이 때문이라고 생각된다.

앞서 기술한 바와 같이 염지제로서 소금 및 인산염의 첨가는 일반적으로 보수력을 증진시키는 것으로 알려져 있다. 죽염의 경우, 비록 정제염과 폴리인산나트륨 혼합처리구에 비해 육즙손실량이 많았지만, 정제염, 폴리인산나트륨 단독처리구와 차이가 없었다. 혼합처리구의 농도가 4.2%로 2배 높다는 것을 고려하면, 보수력 측면에서 죽염이 염지제로서 잠재적 사용가능성이 있다는 것을 의미한다고 볼 수 있다.

여과지 압착 감량

여과지압착법을 변형하여 염지제에 따른 닭가슴살의 보수력(여과지 압착 감량)을 측정하였다(Table 2). 본 측정에서는 염지처리 유무와 염지제 차이에 따른 통계학적 차이가 없는 것으로 나타났다. 식육에서 보수력이란 외부에서 힘이 주어졌을 때, 즉 절단, 분쇄, 압착, 열처리 등을 가했을 때 식육 내 존재하는 수분을 유지하려는 능력과 외부에서 수분이 주어졌을 때 주어진 외부 수분을 흡수하는 능력을 의미한다(Szmanko 등, 2021). 일반적으로 육가공에서는 수분을 첨가해서 육제품을 제조하기 때문에 외부에서 주어진 수분을 흡수하는 능력을 중요하게 생각한다. 또한 보수력을 측정하는 방법에는 육즙손실량, 여과지압착법, 원심분리법 등 여러 방법이 있다. 여과지 압착 감량 결과와 앞의 육즙손실량 결과와 비교해 보면 정확하게 일치하지 않으며, 이는 실험원리의 차이에 의한 것으로 생각된다. 육즙손실량의 경우 외부에서 주어지는 물리적 힘을 최소한으로 했으며, 여과지 압착 감량은 물리적인 힘을 가하여 보수력을 측정하였다.

가열감량

조리 중 수분이 손실되는 정도를 알아보기 위해 가열감량을 측정하였다(Table 2). 가열감량도 식육의 보수력을 측정하는 방법 중 하나이다. 특히, 조리 시 손실되는 수분은 소비자가 식육을 섭취할 때, 연도, 다즙성, 그리고 풍미 등 관능특성에 영향을 줄 수 있다. 가열감량도 여과지 압착 감량과 마찬가지로 염지처리 유무와 염지제 차이에 따른 유의미한 차이가 관찰되지 않았다. 따라서 죽염을 이용한 닭가슴살의 염지는 보수력 측면에서 기존의 염지제와 유의미한 차이를 나타내지 않았으며, 이는 죽염이 염지제로서 보수력의 저하없이 죽염이 가지는 여러 생리활성 효과, 다양한 미네랄 공급이 가능하다는 것을 의미한다고 볼 수 있다.

적 요

본 연구는 죽염을 사용하여 염지한 닭가슴살의 보수력 관련 품질을 분석하여 죽염의 염지제로서 사용가능성을 평가하기 위해 실시했다. 이를 위해 명도 48 초과 53 미만의 닭가슴살을 선별하여 연구에 사용하였다. 선별된 닭가슴살은 무작위로 5개의 처리군에 배분하였다. 닭가슴살의 처리는 다음과 같이 총 5개로 하였다; 1) 염지하지 않은 대조군(C), 2) 죽염 2.1%(w/w, BS), 3) 정제염 2.1%(w/w, S), 4) 폴리인산나트륨 2.1%(w/w, SP), 그리고 5) 정제염과 폴리인산나트륨 혼합처리구 4.2%(w/w, S+SP). 보수력 관련 품질측정은 염지액흡수율, 육즙손실량, 여과지 압착 감량, 그리고 가열감량을 측정하였다. 대조군을 제외한 BS, S, 그리고 SP 처리구 사이의 염지액흡수율은 유의적 차이가 없었으며, S+SP 처리구는 유의적으로 가장 높은 염지액흡수율을 나타냈다($P<0.05$). 육즙손실량에서도 BS, S, SP 처리구는 유의적 차이가 없었다. 반면에 S+SP 처리구는 SP 처리구에 비해 유의적으로($P<0.05$) 육즙손실량이 적었으며, 대조구는 염지처리구에 비해 가장($P<0.05$) 육즙손실량이 적었다. 여과지 압착 감량과 가열감량은 염지처리 유무와 염지제 차이에 따른 통계학적 차이가 없는 것으로 나타났다. 결론적으로 정제염과 폴리인산나트륨 혼합처리구의 경우, 농도가 4.2%로 다른 염지처리구에 비해 농도가 2배인 것을 고려한다면, 죽염은 여러 생리활성 효과와 다양한 미네랄을 공급할 수 있을 뿐만 아니라 염지제로서 닭가슴살의 보수력 저하없이 사용가능할 것으로 판단된다.

참고문헌

1. 김승희, 강석연, 정기경, 김태균, 한형미, 류항목, 문애리. 1998. 죽염의 특성 분석과 항위궤양 효과. Journal of Food Hygiene and Safety 13:252-257.
2. 정승희. 2011. 햄 소시지 제조. 한국육가공협회.
3. 정찬홍. 2005. 고품질의 죽염 명란젓갈의 제조방법. 대한민국특허청, 공개특허공보, 특2005-0089625.
4. 한국식육과학연구회. 2018. 식육과학. 선진문화사.
5. Alvarado C, Mckee S. 2007. Marination to improve functional properties and safety of poultry meat. Journal of Applied Poultry Research 16: 113-120.
6. Alvarado CZ, Sams AR. 2003. Injection marination strategies for remediation of pale, exudative broiler breast meat. Poultry Science 82:1332-1336.
7. Fernandez-Gines JM, Fernandez-Lopez J, Sayas-Barbera E, Perez-Alvarez JA. 2005. Meat products as functional foods: A review. Journal of Food Science 70:37-43.
8. He GJ, MacGregor GA. 2003. How far should salt intake be reduced? Hypertension 42:1096-1099.
9. Honikel KO, Hamm R. 1994. Measurement of water-holding capacity and juiciness. In: Quality attributes and their measurement in meat, poultry and fish products, Pearson, A. M. and T. R. Dutson (Editors.), Blackie Academic and Professional.
10. Honikel KO. 1998. Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. Meat Science 49:447-457.
11. Jin H, Xu CX, Lim HT, Park SJ, Shin JY, Chung YS, Park SC, Chang SH, Youn HJ, Lee KH, Lee YS, Ha YC, Chae CH, Beck GRJ, Cho MH. 2009. High dietary inorganic phosphate increases lung tumorigenesis and alters akt signaling. American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine 179:59-68.
12. Kim HY, Lee ES, Jeong JY, Choi JH, Choi YS, Han DJ, Lee MA, Kim SY, Kim CJ. 2010. Effect of bamboo salt on the physicochemical properties of meat emulsion systems. Meat Science 86: 960-965.
13. Larsen R, Elvevoll EO. 2008. Water uptake, drip losses and retention of free amino acids and minerals in cod (*Gadus morhua*) fillet immersed in NaCl or KCl. Food Chemistry 107: 369-376.
14. Lemos ALSC, Nunes DRM, Viana AG. 1999. Optimization of the still-marinating process of chicken parts. Meat Science 52:227-234.
15. Qiao M, Fletcher DL, Smith DP, Northcut JK. 2001. The effect of broiler breast meat color on pH, moisture, water-holding capacity, and emulsification capacity. Poultry Science 80:676-680.
16. Qiao M, Fletcher DL, Smith DP, Northcutt JK. 2002. Effects of raw broiler breast meat color variation on marination and cooked meat quality. Poultry Science 81:276-280.
17. Ruusunen M, Puolanne E. 2005. Reducing sodium intake from meat products. Meat Science 70: 531-541.
18. Shin HY, Na HJ, Moon PD, Shin TK, Shin TY, Kim SH, Hong SH, Kim HM. 2004. Inhibition of mast cell-dependent immediate-type hypersensitivity reactions by purple bamboo salt. Journal of Ethnopharmacology 91:153-157.
19. Sullivan C, Sayre SS, Leon JB, Machekano R, Love TE, Porter D, Marbury M, Sehgal AR. 2009. Effect of food additives on hyperphosphatemia among patients with end-stage renal disease: a randomized controlled trial. Journal of the American Medical Association 301:629-635.
20. Szmanko T, Lesiow T, Gorecka J. 2021. The water-holding capacity of meat: A reference analytical method. Food Chemistry 357:129727.
21. WHO/FAO Expert Consultation. 2003. Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases. Technical Report Series, 30-46.
22. Xiong YL, Kupski DR. 1999. Time-dependent marinade absorption and retention, cooking yield, and palatability of chicken filets marinated in various phosphate solution. Poultry Science 78:1053-1059.