

레토르트 쇠고기의 텍스처 연화를 위한 보수력 향상에 관한 전처리 방법 연구

최준봉 · 정명수¹ · 조원일^{2,*}

수원대학교 호텔관광대학원, ¹이화여자대학교 식품공학과, ²씨제이제일제당(주) 식품연구소

A study on increasing the water holding capacity of retorted beef for texture softening by pre-treatment

Jun-Bong Choi, Myong-Soo Chung¹, and Won-Il Cho^{2,*}

Graduate School of Hotel & Tourism, The University of Suwon

¹Department of Food Science and Engineering, Ewha Womans University

²CJ Foods R&D, CJ Cheiljedang Corporation

Abstract This study was conducted to soften the tough texture of retorted beef in storage by increasing the water holding capacity (WHC) after pretreatment involving soaking and blanching in a phosphate solution. The yield of pretreated beef, based on weight as an indirect indicator of WHC, soaked in 0.35% (w/w) complex phosphates for 1 h, increased by 5-10%, in contrast to the untreated control in which the rib and shank was heated at 100°C for 5-40 min. Additionally, strength of mechanical toughness in the fore rump and rib after phosphate curing at 115°C for 30 min and blanching at 100°C for 2 min were significantly decreased to 1.3 and 1.4 kg_f ($p < 0.05$) as compared to 2.0 and 1.8 kg_f in the control, respectively. During storage of retorted beef for 30 days at 10°C, rib and shank pretreated with 0.35% complex phosphates exhibited a highly soft texture as compared to that of untreated beef. The softening of pretreated beef was based on the increased WHC due to complex phosphates.

Keywords: retorted beef, complex phosphate, blanching, water holding capacity (WHC), toughness

서 론

쇠고기, 돼지고기 및 닭고기 등과 같은 다양한 고기 원료는 가공식품에서 중요한 음식 소재로서 사용되고 있으나 레토르트와 같은 과도한 가열 살균 후에 조직 단백질의 열 변성이 심해 품질 저하가 급격하게 발생한다. 이러한 가공시의 제약점으로 소비자의 선호도가 낮아 고기 원료는 함량과 크기를 최소화하는 등 활용이 많이 제한된다(1-3).

레토르트와 같은 고온 고압 가열 시 고기 원료의 품질 손상은 보수력(water holding capacity, WHC) 감소가 가장 큰 요인이다. 고기 보수력은 고기를 세절, 압착 및 열처리 등 물리적 처리를 할 때 고기가 함유하고 있는 수분을 잃지 않고 계속 보유할 수 있는 능력을 말한다. 햄, 소시지 등 고기 베이스 가공식품 생산 시 고기 단백질은 고기가 함유하고 있는 자체 수분 이외에도 고기 양의 약 25-50% 정도 되는 첨가수의 흡수, 결합이 필요하다. 따라서 고기 보수력은 가공식품에서 매우 중요하다고 할 수 있으며, 고기 원료의 보수력이 낮을 시 품질 저하 외에 수율 저하에 따른 원가 상승 문제도 발생한다(4,5).

가공 시 고기 원료의 보수력에 영향 미치는 인자는 고기의 신

선도, 단백질 함량, 식품 첨가물인 소금과 인산염의 농도 및 가공 조건 등이다. 고기 신선도에 관한 세부 항목은 원료의 pH와 근육 구성 복합단백질인 액토마이오신을 액틴과 마이오신으로 해리할 수 있는 ATP (adenosin triphosphate)의 존재이며, 가공 조건은 열처리 시 온도와 시간이다(6,7).

고기 보수력 향상을 위해서는 보수력 원리에 대한 세부 파악이 중요한데 1970-80년대 연구에서는 고기 보수력은 주로 정전기력(electrostatic forces) 또는 삼투압(osmotic forces)에 의해 근원섬유가 물과 결합하여 팽윤(swelling)되는 메커니즘으로 설명되었다. 그러나 근원섬유단백질과 같은 복잡한 고기 조직의 영향으로 고기 보수력에 대한 명확한 원리가 설명 되지 않아, 1970년대 부터 다양한 고기 보수력 관련 다양한 이론이 제기되어 왔으나 완벽하게 규명되지 못하였다(5,7).

최근 연구에서는 근원섬유단백질의 극성 및 비극성 그룹과 결합을 잘하는 저밀도 물의 결합 관점에서 고기의 보수력 원리를 규명하는 시도가 있었다. 근원섬유단백질의 주요 성분인 마이오신의 보수력은 물과의 결합력이 우수한 아미노산인 아스파르트산과 글루탐산에 의해 발생하며, 마이오신과 결합하는 액틴의 보수력은 S1 (subdomain 1) 부분의 삼투압에 의한 것으로 설명되었다. 또한 나트륨, 칼륨과 같은 이온의 경우 근원섬유단백질의 음성 아미노산과 물 사이에서 결합 매개체 역할을 해서 보수력에 영향을 미치는 것으로 나타났다(6,7).

가열 고기의 보수력 향상을 통한 텍스처 개선을 위한 방법으로 고기 텍스처 연화제, 보수력 향상제, 지방 이용 및 양이온 제거 물 이용 등이 연구되었다. 텍스처 연화제로 파파인(papain) 효소, 과일즙, 과일 발효추출물 등을 활용한 사례가 있으며, 보수력 향상

*Corresponding author: Won-Il Cho, CJ Foods R&D, CJ Cheiljedang Corporation, Suwon 16495, Korea
Tel: 82-31-8099-1338
Fax: 82-31-8099-2907
E-mail: wonil.cho@cj.net
Received June 19, 2016; revised August 7, 2016;
accepted August 9, 2016

제로는 복합인산염 계통 제제를 사용한 상업적 방법이 있다(8,9). 햄, 소시지 등 육가공 제품에 있어 고기 원료에 대한 보수력 향상 방법에 대한 여러 연구는 다수 있으나 상대적으로 레토르트 고기의 텍스처 개선을 위한 보수력 향상에 대한 고찰은 부족한 편이다. 따라서 본 연구에서는 고온, 고압 가열 시 고기 원료의 텍스처 개선을 위한 보수력 향상 전처리 방법에 대한 다양한 연구를 수행하여 상업적으로 적용 가능한 전처리 방법을 확립하였다.

재료 및 방법

실험 재료

본 연구에서는 레토르트 후 고기 조직이 질겨지고 상온 저장 시 조직 경화가 일어나는 대표적인 고기 원료로 쇠고기를 선정하여 부위별로 사용하였다(1,3). 본 실험에 사용한 갈비(beef rib), 사태(shank) 및 우둔살(top round)은 서울시내 재래시장에서 동시에 구입하여 5-10°C의 냉장고에 보관하여 신선 상태를 유지하여 사용하였다. 시료용 쇠고기 3종은 텍스처가 다르게 나타나는 고기 외부에 붙어 있는 지방 부위는 제거하고, 예비 실험으로 단단함(firmness) 측정을 통해 측정값이 유사하게 나오는 부위를 미리 정하여 사용함으로써 분석 시 실험 오차를 최소화 하였다.

전처리 및 레토르트

세 종류의 쇠고기를 2.0 cm×2.0 cm×1.0 cm로 최대한 크기를 맞추어 절단한 다음, 식품첨가물 등급의 폴리인산염(polyphosphate), 피로인산염(pyrophosphate) 및 메타인산염(metaphosphate)이 동량 혼합된 3.5% (w/w) 복합인산염(complex sodium-phosphate, ESFOOD Inc., Gunpo, Korea) 용액을 고기 중량 대비 10% 첨가 (용액내 복합인산염 함량은 고기 중량 대비 0.35% (w/w)) 하여 10°C에 1시간 방치해 놓았다. 이때 3.5% (w/w) 복합인산염 용액은 고기의 맛품질에 영향을 없는 범위에서 고기 보수력 향상 효과를 높이기 위해 사용할 수 있는 최대 농도 이다(5,6).

그 다음 상압에서의 가열시 고기 텍스처 변화를 살펴보기 위해 100°C의 온도로 유지시킨 반 밀폐형 항온수조(VS-1991W PID controller, Vision Science, Daejeon, Korea)에서 5-40분간 가열하였으며, 고기 표면 및 내부로 고른 열전달이 일어날 수 있도록 교반기를 이용하여 온수 및 시료를 교반, 순환시켰다. 이때 쇠고기 부위육의 초기 온도는 15°C로 동일하게 하여 물의 온도가 100°C 도달시 투입하여 시간 경과별로 견져서 중량 변화를 측정하여 수율을 산출하였다.

보수력은 축육, 어육 등이 수분을 유지하는 능력을 말하는데 측정법으로는 생육을 가압, 분리한 육즙량에서 구하는 가압 방법과 일정 조건하에서 가열하여 원심분리하여 얻어지는 분리 육즙량에서 구하는 것으로 방법이 있다. 가압법은 생육에서 침출되는 육즙량을 측정하는 방법으로 주로 생육 평가에 사용되기 때문에 본 연구에서는 가열 원심분리법을 사용하였다(4,5).

전처리한 절단 쇠고기의 레토르트 가열시 단단함 변화는 시료를 식품첨가물용 소금(Hanju Co., Ulsan, Korea), 설탕(CJ Cheiljedang Co., Seoul, Korea), 글루탐산 나트륨(monosodium glutamate, CJ Cheiljedang Co.)의 중량비가 3:3:0.3인 이온수가 충전된 레토르트 파우치에 20개의 조각을 넣은 후 밀봉시켜 115-121.1°C의 고온에서 가열강도(F₀)값 별로 가열하여 살펴 보았다. 실험에서의 가열 살균 설비는 F₀값과 시간별 온도 변화를 알 수 있는 F₀ 계산기(calculator)와 기록기(recorder)가 연결되어 있는 반자동식 수증기, 온수 혼합형 레토르트(Stock pilot-ROTOR® 900, Stock, Neumnster, Germany)를 사용하였다.

질김성(toughness) 측정과 해석

전처리한 소고기 조직의 가열에 의한 질김성 변화는 물성측정기(FUDHO Rheo Meter NRM-3005D, Fudoukougyou, Tokyo, Japan)로 칼날(T-9 type)을 이용한 단단함 측정을 통한 절단 응력 검사로 알아보았다. 각 측정치는 20회 반복 측정된 것으로 Chauvent 이상치 판정법에 의해 이상치를 제외한 평균값을 측정값으로 하여 실험 데이터의 정확도를 기하였다(10).

관능평가

레토르트 쇠고기의 텍스처를 개선하기 위해 전처리한 실험구와 무처리 대조구의 텍스처에 대한 관능적 특성을 비교, 평가 하였다. 식품 연구개발 업무를 하는 연구원 중 고기의 텍스처에 대한 분석형 관능평가에 사전 훈련된 패널 20명을 검사원으로 선정하여 실험의 취지를 인식 시킨 후 시료 쇠고기의 텍스처를 5점 척도 채점법으로 3회 반복 평가하였으며, 각 항목 평가 점수는 통계 처리하여 유의성 검증을 실시하였다($p < 0.05$). 이때 쇠고기 텍스처 관능 평가를 위한 텍스처 묘사(texture profile) 사전 훈련은 기계적, 기하학적, 촉감적 특성 용어에 대한 이해와 갈비, 사태, 우둔살의 텍스처 강약 정도를 씹기 전 입안에서의 느낌, 처음 및 계속 씹을 때의 느낌 그리고 다 씹었을 때와 목구멍으로 삼킬 시의 느낌을 평가하는 방법을 통해 실시하였다.

가장 중요한 관능적 특징 파악을 위해 텍스처는 질김성(toughness) 및 씹힘성(chewiness) 으로 구분하여 고기의 부드러운 정도를 세부 평가하였으며, 척도가 높을수록 특성 강도가 강한 것을 나타낸다. 각 시료의 평가가 끝나면 물로 입안을 행구게 하고 2분 후 다음 평가를 하여 결과에 대한 정확도를 최대한 높였다.

통계처리

반복 실험을 3회 실시한 실험 데이터에 대해서는 통계패키지 SAS (Statistical Analysis System Ver. 9.0, SAS Institute, Cary, NC, USA)로 분산분석(analysis of variance)을 실시하여 통계 처리하였으며, 시료간의 유의적 차이 검증은 Duncan's multiple range test ($p < 0.05$)로 실시하였다.

결과 및 고찰

복합인산염 처리 효과

쇠고기와 같은 생육을 가열처리를 하게 되면 고기 단백질내 콜라겐의 젤라틴화로 결합조직이 변성되게 됨과 동시에 근원섬유 단백질이 응고되어 고기 조직이 질겨지게 된다. 더욱이 레토르트와 같은 고온 고압에서의 가열은 급속한 고기 단백질 구조의 수축을 가져와 냉장 또는 상온에서 장기 저장 시 조직 경화가 지속적으로 발생한다(11,12).

본 연구에서는 레토르트 쇠고기의 복합인산염 전처리 유무에 따른 조직 경화 개선 효과를 고기 보수력 증가 측면에서 고찰하였다. 실험 결과 Fig. 1에서와 같이 고기 중량 대비 0.35% (w/w) 복합인산염을 갈비살 및 우둔살에 각각 10°C에서 1시간 혼합한 경우 5-40분간 100°C에서 가열시 무처리구 대비 보수력의 간접 지표인 중량 기준의 수율(yield)이 5-10% 내외 향상되는 것으로 나타났다. 복합인산염은 다극성 결합기를 많이 가지고 있어 근원섬유단백질의 극성기와 물 사이에서 결합 매개체 역할을 하여 보수력을 향상시킨다(5,6). 또한 우둔살의 경우 수율 향상 효과가 갈비살 대비 2배나 높아 복합인산염의 보수력 향상 효과가 더 우수하였다. 이는 쇠고기 부위별 단백질 조직 및 총량, 지방 함량 등의 차이에 따른 것으로 사료된다. 우둔살은 내향근과 반막모양

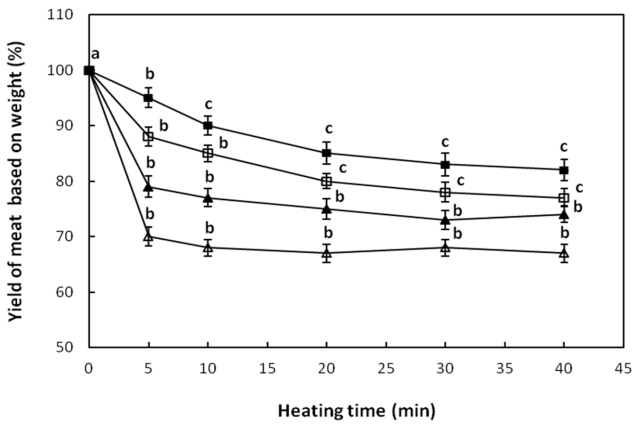


Fig. 1. The improvement effect on yield of beef rib and shank by pre-treatment with 0.35% (w/w) complex sodium-phosphate on heating (■, pre-treatment on beef rib; □, non-treatment on beef rib; ▲, pre-treatment on beef shank; △, non-treatment on beef shank). Vertical bar represents standard deviation. Values marked above the bar with different letters are significantly different by ANOVA with Duncan's multiple range test at $p < 0.05$.

Table 1. The comparison of toughness on various retorted beef meats by change of F_0 value related to heating intensity

Heating intensity (F_0 value)	Toughness of meat (kg_f) ¹⁾		
	Part of beef		
	Rib	Shank	Fore rump
1.5	1.81±0.05 ^a	1.60±0.03 ^a	2.00±0.04 ^a
2.5	1.63±0.04 ^b	1.41±0.06 ^b	1.82±0.05 ^b
3.0	1.40±0.04 ^c	1.38±0.04 ^b	1.55±0.03 ^c

¹⁾ Values are expressed as mean±standard deviation ($n=20$). Values marked above mean±standard deviation with different letters are significantly different by ANOVA with Duncan's multiple range test at $p < 0.05$.

근으로 구성되어 있는 마블링이 적은 살코기로 근내지방의 함량이 적고 고기 단백질의 비율이 높은 편이며, 고기의 결이 거칠지 않고 굵은 근섬유들이 균일하게 연결되어 있는 것이 특징이다 (3,6,7,13).

레토르트시 전처리 효과

가공식품에 사용되는 가열살균 고기 원료는 상온 또는 냉장에서 장시간 보관시 조직이 질겨져 품질이 저하되는데 이를 최소화 하기 위해서는 최대한 조직을 연화시키는 것이 중요하다. 이러한 점을 감안하여 세 종류의 전처리 하지 않은 쇠고기에서 대해 115-121°C에서 F_0 값이 1.5-3.0이 되게 가열 하여 각각 텍스처 강도를 측정하였다. 실험 결과 F_0 가 1.5에서 2.5으로 증가할 경우 세 종류 모두 10-13% 내외 질김 강도가 감소하였으며, 사태살이 조직 구조 특성상 갈비살 및 우둔살에 비해 가열에 의한 조직 연화가 잘 일어났다. 구체적으로 F_0 값 2.5에서 질김 강도가 1.4 kg_f 로서 갈비살의 1.6 kg_f , 우둔살의 1.8 kg_f 보다 각각 13, 22% 낮게 나타났다(Table 1). 사태살의 경우 힘줄이나 막이 많이 섞여 질기지만 반면에 지방이 적고 고기 조직의 결이 곱은 편이라 물에 넣어 가열하면 연해지는 특성이 있다(2,3).

또한 가열강도와 조직 연화 정도를 나타내는 질김 강도와는 직선적인 상관관계가 유의차($p < 0.05$) 있게 성립되었다. 따라서 레토르트와 같은 고온 고압 가열조건을 적용한다면 조직 연화 효과

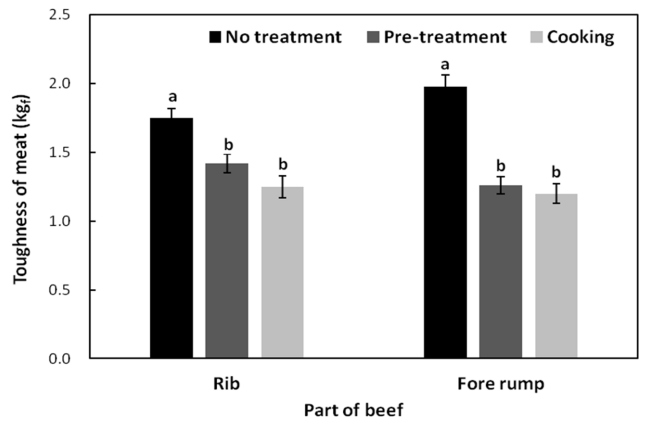


Fig. 2. The comparison of toughness on various retorted beef meats with and without pre-treatment of 0.35% (w/w) complex sodium-phosphate against home cooking type. Vertical bar represents standard deviation. Values marked above the bar with different letters are significantly different by ANOVA with Duncan's multiple range test at $p < 0.05$.

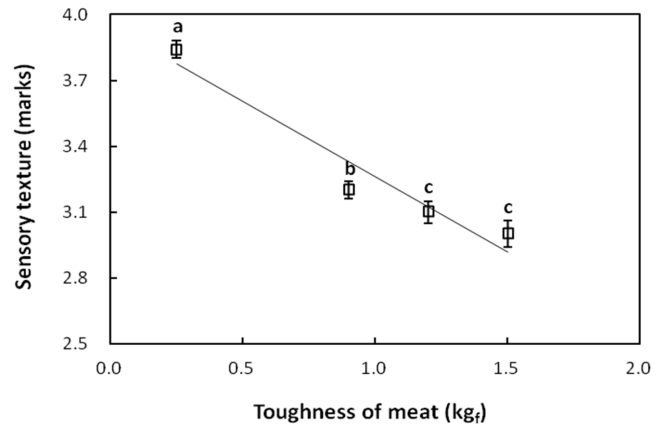


Fig. 3. The correlation relationship between sensory evaluation related to texture and toughness on mechanical measurement of retorted beef rib by pre-treatment of 0.35% (w/w) complex sodium-phosphate. Vertical bar represents standard deviation. Values marked above the bar with different letters are significantly different by ANOVA with Duncan's multiple range test at $p < 0.05$.

에 따른 질김 텍스처 개선이 가능하다는 사실을 확인할 수 있었다(3,10,14-16).

0.35% (w/w) 복합인산염 1시간 염지 및 100°C, 2분간 블렌칭 조합시의 전처리 효과를 115°C에서 30분간 가열 살균한 쇠고기에 적용하여 무처리구와 비교한 결과 Fig. 2에서와 같이 텍스처 개선 효과가 유의차($p < 0.05$) 있게 나타났다. 사태살 보다 텍스처가 상대적으로 질김 우둔살 및 갈비살을 시료로 하여 전처리한 결과 기계적 질김 강도가 각각 1.3, 1.4 kg_f 로서 무처리구의 2.0, 1.8 kg_f 에 비해 36, 19% 텍스처 질김 정도가 개선 되었다. 더욱이 전처리한 고기의 경우 가정 조리식의 고기 텍스처 수준인 1.2 kg_f 에 근접한 값을 보여 텍스처 개선효과를 재확인할 수 있었다(3,9).

전처리에 의한 텍스처 개선 효과를 분석형 관능검사를 통해 검증해 보았다. Fig. 3에서와 같이 기계적 질김 강도 측정치와 5점 척도법 관능검사에 의한 텍스처 질김도 평가 결과 사이에 직선적인 상관관계가 통계적으로 유의차($p < 0.05$) 있게 나타나 실제 관능치에서도 개선 효과가 검증 되었다.

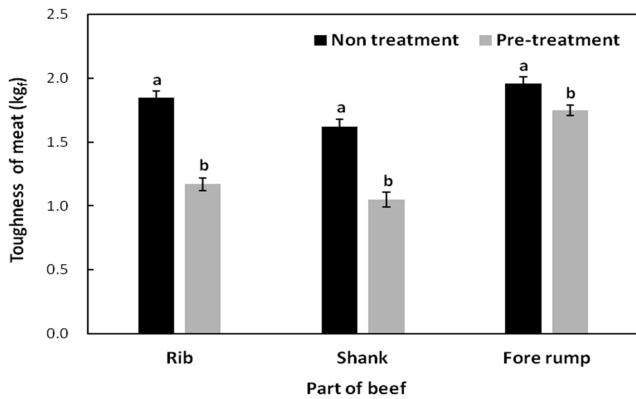


Fig. 4. The change of toughness on various retorted beef meats with and without pre-treatment of 0.35% (w/w) complex sodium-phosphate after storing during 30 days at 10°C. Vertical bar represents standard deviation. Values marked above the bar with different letters are significantly different by ANOVA with Duncan's multiple range test at $p < 0.05$.

저장시 전처리 효과

전처리 후 레토르트 쇠고기에 대한 저장시 질긴 텍스처 변화를 일정기간 저장 후 기계적 측정치 분석, 비교를 통해 알아보았다. 분석 결과 Fig. 4에서와 같이 10°C, 30일 보관 후 질긴 강도를 분석한 결과 갈비살 및 사태살에서 무처리구 1.7 kg에 비해 1.1 kg의 값을 보여 평균 35% 내외의 질긴 텍스처 개선 효과가 유의차 있게 나타났다($p < 0.05$). 그에 반해 고기 단백질의 함량이 많은 우둔살의 경우 저장시 전처리 효과가 다른 부위육에 비해 떨어져 10% 개선효과를 나타냈다. 이는 우둔살의 경우 물과 결합할 수 있는 고기 내 근원섬유단백질 함량이 많아 초기에는 보수력 향상 효과를 가져오나 상대적으로 고기 단백질 매트릭스가 수축되는 것을 방지하여 매트릭스 속에 결합되어 있던 물이 외부로 흘러 나가는 것을 최소화하는 역할을 한다. 이러한 기작으로 상대적으로 고기 내부 지방 함량이 적어 장기 저장시 다른 쇠고기 부위에 비해 조직 연화 효과가 떨어지는 것으로 생각된다(2,7,9).

전처리 후 레토르트와 같은 가열살균을 적용한 쇠고기의 경우 대부분 장기 저장이 필요한 제품에 사용되는 경우가 많다. 따라서 일정기간 저장시 나타내는 조직 연화 효과가 더 중요하므로 본 연구에서 고찰한 보수력 향상 전처리 방법의 상업적 활용도가 높다고 할 수 있다(15,17,18).

요 약

고온에서 가열 살균한 쇠고기의 복합인산염 전처리 유무에 따른 조직 경화 개선 효과를 고기 보수력 증가 측면에서 고찰한 결과 고기 중량 대비 0.35% (w/w) 복합인산염을 갈비살 및 우둔살에 각각 1시간 혼합, 방치한 후 100°C에서 5-40분간 가열시 무처리구 대비 보수력의 간접 지표인 중량 기반 수율이 5-10% 내외 향상되는 것으로 나타났다. 115°C에서 30분간 가열 살균한 쇠고기에 대한 0.35% (w/w) 복합인산염 1시간 염지 및 100°C, 2분 조건의 블렌칭 공정 조합 전처리 효과를 무처리구와 비교한 결과 텍스처 개선 효과가 유의차($p < 0.05$) 있게 나타났다. 전처리 우둔살 및 갈비살의 기계적 질긴 강도가 각각 1.3, 1.4 kg로서 무처리구의 2.0, 1.8 kg에 비해 36, 19% 텍스처 질긴 정도가 개선

되었다. 전처리 후 가열 살균한 쇠고기에 대한 저장시 질긴 텍스처 변화를 10°C, 30일 보관 후 기계적 질긴 강도 비교를 통해 고찰한 결과 갈비살 및 사태살에서 무처리구 1.7 kg에 비해 1.1 kg의 값을 보여 평균 35% 내외의 질긴 텍스처 개선 효과가 유의차 있게 나타났다($p < 0.05$).

References

- Devadason IP, Anjaneyulu ASR, Mendirra SK, Murthy TRK. Quality and shelf life of buffalo meat blocks processed in retort pouches. *J. Food Sci. Technol.* 51: 3991-3997 (2014)
- Kim CJ, Chae YC, Lee ES. Changes of physico-chemical properties of beef tenderloin steak by cooking methods. *Korean J. Food Sci. An.* 21: 314-322 (2001)
- Yang JB, Lee KH, Choi SU. Physicochemical changes of beef loin by different cooking methods. *Korean J. Food Preserv.* 19: 368-375 (2012)
- Moon SH, Jeong JY, Kim GD, Cho IC, Jeon JT, Joo ST, Park GB. The relationship between measurements of color and water-holding capacity in pork loin. *J. Anim. Sci. Technol.* 51: 329-336 (2009)
- Jung S, Kim HJ, Lee HJ, Seo DW, Lee JH, Park HB, Jo C, Nam KC. Comparison of pH, water holding capacity and color among meats from Korean native chickens. *Korean J. Poult. Sci.* 42: 101-108 (2015)
- Moon YH. Effects of adding polyphosphate on the water holding capacity and palatability of boiled pork loin. *Korean J. Food Sci. An.* 22: 130-136 (2002)
- Puolanne E, Halonen M. Theoretical aspects of water-holding in meat. *Meat Sci.* 86: 151-165 (2010)
- Elisabeth HL, Steven ML. Mechanisms of water-holding capacity of meat: The role of postmortem biochemical and structural changes. *Meat Sci.* 71: 194 - 204 (2005)
- Mueller SL, King DA, Baird BE, McKenna DR, Osburn WN, Savell JW. In-home consumer evaluation of individual muscles from beef rounds subjected to tenderization treatments. *Meat Sci.* 74: 272-280 (2006)
- Choi DW, Kim JB, Yoo MS, Pyun YR. Kinetics of thermal softening of Chinese cabbage tissue. *Korean J. Food Sci. Technol.* 19: 515-519 (1987)
- Cheon HS, Park EJ, Cho WI, Hwang KT, Chung MS, Choi JB. Determination of optimum sterilization condition for the production of retorted kimchi soup. *Korean J. Culin. Res.* 20: 254-261 (2014)
- Jeong SH, Ha JH, Jeong YG, Jo BC, Kim DH, Ha SD. Estimation of shelf-life of commercially sterilized fried rice cooking meat. *J. Fd. Hyg. Safety* 26: 209-213 (2011)
- Cheng Q, Sun DW. Factors affecting the water holding capacity of red meat products: A review of recent research advances. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 48: 137-159 (2008)
- Kang JY, Yun JU, Hwang SM, Kim NW, Oh KS. Effects of retort sterilization on quality characteristics of the imitation crab leg. *J. Agric. Life Sci.* 44: 147-157 (2010)
- Han KS, Lee EJ, Hong SP. The prediction of shelf-life of commercially sterilized Korean soup using accelerated experiment. *Korean J. Food Cook. Sci.* 21: 149-154 (2005)
- Jung IC. Changes in morphologic and enzymatic properties of beef myofibrillar protein by storage temperature. *Korean J. Food Nutr.* 10: 468-474 (1997)
- Lee JM, Kim TW, Kim JH, Cho SH, Seong PN, Jung MO, Cho YM, Park BY, Kim DH. Comparison of chemical, physical and sensory traits of longissimus lumborum hanwoo beef and Australian wagyu beef. *Korean J. Food Sci. An.* 29: 91-98 (2009)
- Lee JM, Choe JH, Lee HK, Na JC, Kim YH, Cheon DW, Sea SC, Hwang KS. Effect of quality grades on carcass characteristics, physico-chemical and sensory traits of longissimus dorsi in hanwoo. *Korean J. Food Sci. An.* 30: 495-503 (2010)