

Superheated Steam과 High Hydrostatic Pressure에 의한 갈비찜의 품질 개선 효과

서상희¹ · 김은미¹ · 김영봉¹ · 조은경² · 우현정² · 이민아³

¹한국식품연구원

²(주)다손

³국민대학교 식품영양학과

Quality Improvement of *Galbijjim* Using Superheated Steam and High Hydrostatic Pressure

Sang-Hee Seo¹, Eun-Mi Kim¹, Young-Boong Kim¹, Eun-Kyung Cho²,
Hyun-Jung Woo², and Min-A Lee³

¹Department of Convergence Technology, Korea Food Research Institute

²Dason Biotechnology Research Institute

³Department of Foods and Nutrition, Kookmin University

ABSTRACT This study investigated the effects of superheated steam (SHS) and high hydrostatic pressure (HHP) on the quality of *Galbijjim*. SHS cooking increased moisture and crude fat contents and decreased crude protein contents ($P<0.05$). The value of L was significantly higher upon SHS cooking compared to conventional cooking (CC), whereas a and b values were not significantly different among the samples. Hardness decreased more upon CC than SHS. The results of the safety storage experiment at refrigeration temperature showed that the total number of bacteria was lower in SHS-HHP than in CC-HHP. The thiobarbituric acid value increased to 0.70~1.56 mg malonaldehyde (MA)/kg in CC-HHP after 15 days, and SHS-HHP showed 0.69 (0 day)~1.24 (15 days, 10°C) mg MA/kg. Volatile basic nitrogen value was 18.07~36.76 mg% in CC-HHP, and that in SHS-HHP also increased to 17.06 (0 day)~35.76 mg% (15 days, 10°C). Overall, SHS cooking and HHP reduced microorganisms, which could improve product quality and sanitation.

Key words: superheated steam cooking (SHS), high hydrostatic pressure (HHP), *Galbijjim*

서 론

최근 식육 및 육제품의 소비패턴은 국민소득 증가와 생활 수준 및 소비자 의식수준 향상으로 양적인 면에서 질적인 면으로 증가, 발전하는 추세이며 냉장 유통 판매가 증가하면서 냉장 제품의 저장 연장 기술이 시급한 실정이다(1,2). 급격히 까다로워지는 소비자들의 요구와 엄격해지는 식품 규정들은 식품 산업으로 하여금 안전성 확보는 물론 고품질 식품생산을 위한 새로운 가공법 개발을 요구하고 있다. 이와 관련하여 활발히 연구되고 있는 것이 최소가공기술로 가장 많이 사용되고 있는 비가열 가공기술인 초고압 가공과 신속하고 경제적인 공정인 과열 수증기 가공이 있다(3,4).

과열수증기를 이용한 가열은 포화증기를 100°C 이상으

로 가열 시 생성되는 '과열수증기'를 이용하는 가열방법으로 낮은 온도에서 물체와 접촉 시 많은 에너지를 방출하여 식품의 조리 및 건조의 특성을 가지게 되며, 고유 색택과 영양성분을 유지하며 산화반응을 방지하는 장점이 있다(5). 또한 일부 연구 결과에서 250~350°C 고온의 스팀을 이용해 단 시간 내에 식품에 열을 전달하여 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 것으로 나타났으며(6), 다른 조리 방법보다 다양한 목적으로 사용될 수 있음을 언급하였다(7). 과열증기를 식품 공정에 이용한 연구로는 아시안 면(8), 고구마(9), 두리안 칩(10) 등이 있으며 건조의 목적으로 사용하여 품질 변화를 살펴보았다.

High hydrostatic pressure(HHP) 기술은 100~1,000 Mpa의 압력을 이용하여 물이나 오일을 이용해 압력을 순간적으로 균일하게 전달시키는 비가열 처리 기술 중의 하나로, 미생물의 형태, 생화학적 반응, 세포막 및 세포벽에 영향을 주는 것으로 알려져 있으며(11), 미생물의 증식 억제에 효과

적이고 높은 온도와 병행 처리 시 단독 처리보다 고기의 연도 증진에 효과가 있다고 보고하였다(12-14). 또한 초고압 기술은 살균 효과뿐 아니라 풍미와 조직감을 유지, 천연물의 추출공정에도 이용되는 것으로 보고되고 있다(15). HHP 기술은 식품병원성균을 감소시키는 목적으로 육제품에 많이 사용되어 왔고(16), 제품의 외관과 향을 보존하는 비가열 공정으로 사용되었으며(17), 포장된 식품에 처리하므로 초고압 처리 후 미생물의 재감염 위험이 없는 장점을 가진 식품 살균기술로서 이미 국제식품규격위원회(18)와 미국 식품의약국(19)의 승인을 받았다.

일반적으로 갈비찜은 양념된 갈비와 채소를 압력솥에서 조리하는 대표적인 한국음식으로 대부분의 한국음식이 그러하듯 준비 및 조리에 많은 시간이 소요되며(20) 시중의 갈비찜 제품은 냉동 보관으로 섭취 시 해동과정을 거친 후 조리해야 하는 번거로움이 있다. 이에 본 연구에서는 기존의 갈비찜 제품의 제조공정 및 품질을 개선하고자 기존의 갈비찜 제조공정에 과열수증기 가열기술(SHS)과 초고압살균기술(HHP)을 적용하였을 때 품질 개선 효과 및 유통기간 연장 효과를 검토하였다.

재료 및 방법

실험재료

본 실험에서 사용된 갈비는 한우(찜용, 1⁺⁺ 등급)로 구입하여 12시간 조미소스에 재운 후 사용하였다. 조미소스는 Kang(21)의 레시피(Table 1)를 이용하여 제조하였으며 조미소재료로 사용된 원료는 간장(S사), 설탕(C사), 마늘(J사, 다진 것), 후춧가루(O사), 참기름(O사), 통깨(국내산, 볶은 것), 파, 배 등으로 대형마트(경기, 한국)에서 구입하여 사용하였다. 대파는 씻은 후 흰 부분을 다져 사용하였고, 배는 씨를 제거한 후 믹서로 갈아 즙으로 사용하였다. 모든 재료를 혼합 후 콜로이드밀(MKZA 6-5, Masko Sangyo, Osaka, Japan)을 통과시켜 곱게 갈아 사용하였다.

실험원료의 제조

갈비찜 제조공정은 Fig. 1, 2와 같다. 일반 조리(conventional cooking, CC)는 갈비를 찬물에 담가 피를 제거한 후 끓는 물에 넣어 1차 조리를 한다. 1차 조리 후 소스를 첨가하

Table 1. Formula of *Galbijjim* sauce

Ingredient	%
Soy sauce	25.64
White sugar	17.10
Chopped garlic	9.11
Chopped spring onion	11.98
Grated pear	19.24
Black pepper powder	0.70
Sesame oil	11.11
Roasted sesame	5.12
Sum	100.0

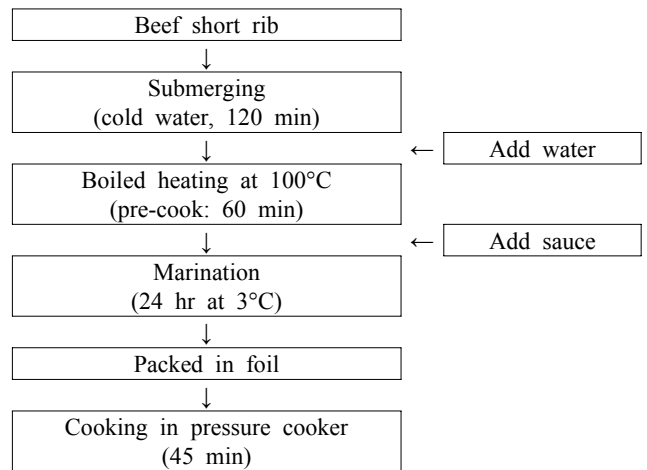


Fig. 1. The conventional process of Korean traditional *Galbijjim*.

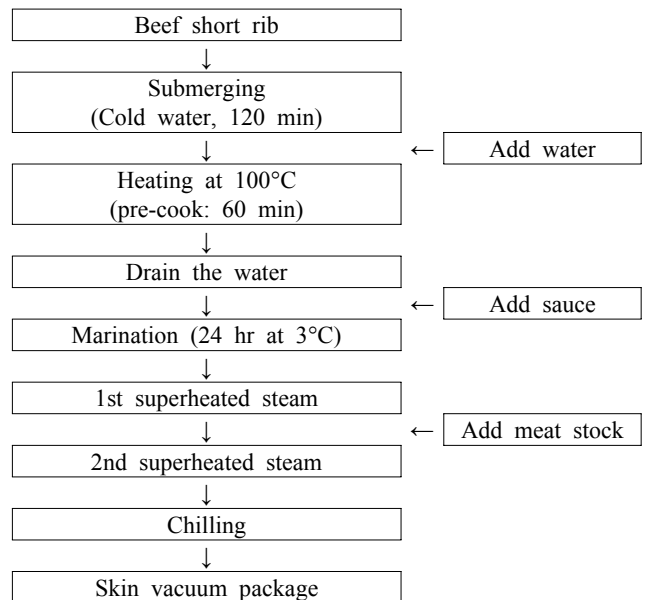


Fig. 2. Superheated steam process of Korean traditional *Galbijjim*.

여 24시간 동안 재운 후 압력솥에서 45분간 조리하였다. SHS 조리(superheated steam, SHS, DFC-240W, Nao-moto, Osaka, Japan)는 2단계로 나누어 1단계에서는 끓는 물에 넣어 1차 조리된 갈비에 소스를 넣어 조리하고, 2단계에서는 1차 조리된 갈비에 육수를 첨가하였다. 육수는 잡뼈를 이용하였으며 지방층을 모두 분리시킨 후 첨가하였다. SHS 1차 조건은 오븐 200°C, 스팀 300°C, 10분간 가열하였고 2차는 오븐과 스팀을 동일온도에서 시간만 20분으로 늘려 가열하였다.

초고압처리

갈비찜의 안전성 및 저장성 증진을 위해 초고압 공정(QFP 215L-600, Avure technology Inc., Middletown, OH, USA)을 처리하였다. 초고압의 조건은 일반적으로 500~

600 Mpa, 1~2분을 이상적인 품질 유지 조건으로 보고 있으며(22), 식품의 살균 목적으로 초고압을 사용한 논문(23-27)에서도 350~600 Mpa, 1~5분을 처리하였을 때 대장균이 사멸하는 것으로 보고되고 있다(6). 본 연구에서는 500 Mpa, 3분으로 설정하여 실시하였다.

일반성분 분석

모든 시료는 곱게 마쇄한 후 냉장 보관하면서 분석하였다. AOAC(28) 방법에 따라 수분은 105°C 상압가열건조법으로 측정하였고, 조회분은 550°C 회화로에서 직접회화시켜 중량법으로 정량하였다. 조지방은 Soxhlet 추출법으로 측정하였고, 조단백은 Kjeltex System(Kjeltex System, Kjeltex Auto Sampler System 8400 Analyzer, Foss Tecator, Höganäs, Sweden)을 이용하였다.

색도

색도는 색차계(spectrophotometer CM-2500d, Konica Minolta, Osaka, Japan)를 사용하여 L값(lightness), a값(redness), b값(yellowness)으로 나타내었다(표준편 L=69.08, a=-0.78, b=14.39).

조직감

조직감은 지방과 뼈를 제외한 살코기부분을 texture analyzer(TA-XT2, Stable Micro Systems Ltd., Godalming, UK)를 사용하여 지름 2.5 cm인 aluminum cylinder probe(pretest: 3.0 mm/sec, test: 1.0 mm/sec, post: 1.0 mm/sec)로 경도, 응집성, 부착성, 겹성, 씹힘성을 측정하였다. 전단력은 warner-bratzler blade(pretest: 2.0 mm/sec, test: 2.0 mm/sec, post: 5.0 mm/sec)를 사용하여 측정하였다. 저장기간에 따른 조직감의 변화는 texture analyzer(TA.XT Express, Stable Micro System Ltd.)를 이용하여 전단력(warner-bratzler blade #31)을 측정하였다.

총균수 측정

총균수는 3M 건조필름(Petrifilm™ plate, 3M Co., St. Paul, MN, USA)을 이용하여 진행하였으며, 35°C 배양기에서 48시간 배양한 후 1 평판당 25~250개의 집락을 형성한 평판을 택하여 g당 집락수를 계산하였다.

pH

pH는 시료 10 g을 취하여 90 mL의 증류수에 희석한 후 filter paper(Whatman™ cellulose filter paper, Grade 1, GE Healthcare Companies, Buckinghamshire, UK)로 여과하여, pH meter(Orion 3-star plus pH Benchtop meter, Orion Research Inc., Beverly, MA, USA)를 이용하여 3회 반복 측정 후 평균값으로 나타내었다.

Thiobarbituric acid(TBA), volatile basic nitrogen(VBN)

시료 5 g에 butylated hydroxyanisole(BHA)과 증류수를 첨가하여 균질화시킨 후 균질액 1 mL를 시험관에 넣고 여기에 2 mL thiobarbituric acid(TBA)/ trichloroacetic acid(TCA) 혼합용액을 넣어 완전히 혼합한 후 90°C의 항온수조에서 15분간 열처리한 후 냉각시켜 3,000 rpm에서 10분간 원심분리 시킨다. 원심분리 한 시료의 상층을 회수하여 531 nm에서 측정된 흡광도에 5.88을 곱하여 mg MA(malonialdehyde)/kg으로 나타냈다.

VBN은 시료 5 g에 증류수 45 mL를 가하여 균질화한 후 Whatman No. 1(Whatman filter paper, Grade 1, Whatman International Ltd., Maidstone, UK)으로 여과하였다. Conway unit 접착부에 glycerin을 바르고 여액 1 mL를 Conway dish 외실에 넣고, 내실에는 0.005 N H₂SO₄ 1 mL를 넣고 25°C에서 1시간 정치하였다. 정치한 후 내실에 Brunswik 시액을 첨가한 후 0.01 N NaOH로 적정하였다.

기호도 조사

본 연구원 20명의 전문패널을 대상으로 기호도 조사를 실시하였다. 시료는 3자리 수로 표기된 일회용 플라스틱 용기에 담고 뚜껑을 덮은 후 제공되었다. 조리 방법에 따른 기호도 조사는 외관, 향, 맛, 조직감, 다즙성, 전반적인 기호도를 9점 척도로 평가하였으며 조직감과 다즙성은 강도를 조사하였으며(1점: 강도가 약하다, 9점: 강도가 강하다), 외관, 향, 맛과 전반적인 기호도는 기호도(1점: 너무 싫다, 9점: 정말 좋다)를 조사하였다.

통계분석

분석 결과는 평균값±표준편차(mean±SD)로 표시하였으며 통계 처리는 SPSS(Statistics Package for the Social Science, Ver. 18.0 for windows, SPSS Inc., Chicago, IL, USA) 프로그램을 이용하여 one-way ANOVA를 실시하였으며, Duncan's multiple range test로 유의성을 검증하였다.

결과 및 고찰

일반성분 분석

일반 조리(CC), SHS 조리구(SHS), 일반 조리와 초고압 병행 처리구(CC-HHP), SHS 조리와 초고압 병행 처리구(SHS-HHP)에 대해 일반성분을 분석한 결과는 Table 2와 같다. 수분함량 분석 결과 일반 조리구에 비해 SHS 조리구, SHS-HHP가 높은 함량으로 측정되었다. Chun 등(29)의 연구 결과에서 닭고기에 과열 증기의 주입이 보수력 증진에 영향을 미치는 것으로 보고하였으며, SHS 조리 시 고온의 스팀으로 인해 시료의 보수력이 증대되어 수분함량이 일반 조리구에 비해 높게 측정된 것으로 사료된다. 또한 Mora 등(30)의 연구에서도 steam의 강도 차이는 있지만 steam의

Table 2. Compositional analysis of *Galbijjim*

Sample ¹⁾	Moisture	Crude protein	Crude fat	Crude ash
CC	48.39±0.07 ^a	28.92±0.74 ^c	13.19±0.35 ^b	2.34±0.40
SHS	51.96±0.42 ^b	24.52±0.23 ^b	16.83±1.10 ^c	1.96±0.01
CC-HHP	47.67±0.47 ^a	27.58±0.45 ^c	10.86±0.10 ^a	2.30±0.37
SHS-HHP	53.23±0.11 ^c	22.91±0.38 ^a	13.25±0.35 ^b	2.00±0.11

¹⁾CC: conventional cooking, SHS: superheated steam cooking, CC-HHP: conventional cooking-high hydrostatic pressure, SHS-HHP: superheated steam cooking-high hydrostatic pressure.

Values with different superscript letters (a-c) in the same column are significantly different by ANOVA with Duncan's multiple range test ($P<0.05$).

주입이 주입하지 않은 시료보다 수분함량이 높은 것으로 보고되어 본 결과와 같음을 알 수 있었다. 조단백질 분석 결과 CC와 CC-HHP가 높은 함량을 보였으며 조지방은 SHS 조리구가 가장 높은 함량을 나타내었다. 조회분은 시료 간 차이를 보이지 않았다.

색도

각 처리구에 따른 색도를 측정된 결과 L값은 SHS 조리구와 SHS-HHP 처리구가 높게 측정되었으며 a값과 b값은 유의적인 차이를 보이지 않았다(Table 3). Chun 등(29)은 과일 증기 처리한 닭고기 시료가 처리하지 않은 시료에 비해 L값은 감소하고 a와 b 값이 증가하였다고 보고하였고, Choi 등(6)은 SHS 처리한 사과, 양파, 마늘의 L, a, b 값이 모두 높게 측정되었다고 보고하여 본 결과와 상이한 것을 알 수 있었으며 이는 시료의 처리에 따른 결과라고 생각되었다. 선행 연구의 경우 시료 자체에 과일 처리를 한 것에 비해 본 연구는 양념으로 인해 색 변화에 차이가 나타나지 않은 것으로 생각되었다.

Table 3. Color value of *Galbijjim*

Sample ¹⁾	L	a	b
CC	46.76±1.50 ^a	6.17±0.64	11.87±0.88
SHS	54.36±1.09 ^b	4.93±0.32	15.11±0.25
CC-HHP	45.13±0.44 ^a	5.98±1.16	11.88±2.77
SHS-HHP	53.09±3.55 ^b	4.80±1.04	12.40±0.50

¹⁾CC: conventional cooking, SHS: superheated steam cooking, CC-HHP: conventional cooking-high hydrostatic pressure, SHS-HHP: superheated steam cooking-high hydrostatic pressure. Values with different superscript letters (a,b) in the same column are significantly different by ANOVA with Duncan's multiple range test ($P<0.05$).

Table 4. Texture profile analysis of *Galbijjim*

Sample ¹⁾	Hardness (kg)	Springiness	Cohesiveness	Gumminess	Chewiness	Shear force (kg)
CC	18.46±2.06 ^c	0.73±0.04	0.46±0.06	8.49±1.35 ^b	6.13±0.69 ^b	83.84±2.79 ^{bc}
SHS	11.56±1.59 ^a	0.74±0.05	0.50±0.10	5.87±1.83 ^a	4.40±1.66 ^a	70.69±7.69 ^a
CC-HHP	14.88±0.81 ^b	0.73±0.06	0.36±0.10	5.39±1.69 ^a	3.97±1.32 ^a	87.06±10.33 ^c
SHS-HHP	11.03±0.82 ^a	0.72±0.03	0.50±0.10	5.54±1.34 ^a	4.01±1.05 ^a	77.08±1.13 ^{ab}

¹⁾CC: conventional cooking, SHS: superheated steam cooking, CC-HHP: conventional cooking-high hydrostatic pressure, SHS-HHP: superheated steam cooking-high hydrostatic pressure.

Values with different superscript letters (a-c) in the same column are significantly different by ANOVA with Duncan's multiple range test ($P<0.05$).

조직감

처리구별 조직감을 측정된 결과는 Table 4와 같다. 측정 결과 경도, 검성, 씹힘성의 항목에서 CC가 가장 높은 값을 보였으며 유의적 차이가 나타났다. 전단력은 CC 조리구와 CC-HHP 처리구에 비해 SHS, SHS-HHP 처리구의 값이 낮게 측정되었다. CC와 CC-HHP 갈비찜의 조직감 차이를 살펴보면 경도, 검성, 씹힘성이 감소하는 경향을 보였으며, SHS와 SHS-HHP 갈비찜은 조직감의 변화가 나타나지 않았다. 경도가 감소하는 것은 초고압 처리 시 근육 내 지방함량이 증가하여 연도가 개선된 것으로 생각되며(31,32), Hong 등(33)은 초고압 처리 후의 가열 돼지고기와 가열 후 초고압 처리를 한 돼지고기의 전단력은 유의적으로 증가한다고 보고하여 본 결과와 같았다. 반면 Sun과 Holley(34)는 HHP 처리를 통해 검성과 씹힘성이 증가한다고 보고하여 본 결과와 상이하게 보고하였다.

기호도 조사

CC, CC-HHP, SHS, SHS-HHP에 대해 기호도 조사한 결과 다즙성, 조직감, 전반적인 기호도 항목에서 유의적인 차이를 보였다(Table 5). SHS-HHP의 다즙성은 6.30점으로 CC 4.65점, SHS 5.55점, CC-HHP 4.50점에 비해 높은 점수를 보였다. 조직감 또한 4.65점으로 부드러운 조직감을 가진 것으로 평가되었다. 전반적인 기호도는 SHS-HHP 갈비찜이 6.65점으로 가장 높았으며 SHS(6.00점) > CC-HHP (5.80점) > CC(5.35점)의 순으로 나타났다. Crehan 등(35)은 HHP 처리에 따른 기호도가 압력이 증가함에 따라 juiciness는 증가하고 flavor는 변화 없다고 보고하여 본 연구 결과와 유사하게 조사되었다. 기호도 조사를 통해 SHS와 HHP 처리가 CC에 비해 다즙성과 조직감에 긍정적인 영향

Table 5. Preference test of *Galbijjim*

	Sample ¹⁾			
	CC	SHS	CC-HHP	SHS-HHP
Color ²⁾	5.80±1.91	6.15±1.66	6.15±1.50	5.90±2.07
Aroma ²⁾	6.15±1.35	5.95±1.32	6.00±1.08	5.90±1.25
Taste ²⁾	5.65±1.63	6.15±1.46	6.25±2.05	6.60±1.23
Juiciness ³⁾	4.65±1.81 ^{ab}	5.55±1.50 ^{bc}	4.50±1.85 ^a	6.30±1.03 ^c
Texture ³⁾	6.05±1.00 ^b	5.40±0.94 ^{ab}	6.05±1.82 ^b	4.65±2.03 ^a
Overall preference ²⁾	5.35±1.60 ^a	6.00±1.69 ^{ab}	5.80±1.28 ^{ab}	6.65±0.75 ^b

¹⁾CC: conventional cooking, SHS: superheated steam cooking, CC-HHP: conventional cooking-high hydrostatic pressure, SHS-HHP: superheated steam cooking-high hydrostatic pressure.
²⁾Preference: 9 scale (1: extremely dislike, 9: extremely like).
³⁾Intensity: 9 scale (1: extremely weak, 9: extremely strong).
 Values with different superscript letters (a-c) in the same row are significantly different by ANOVA with Duncan's multiple range test ($P<0.05$).

을 주고 이로 인해 높은 기호도를 보이는 것으로 생각되었다. 일반 조리(CC)와 과열수증기(SHS) 조리에 품질 유지 및 저장성 증가를 위해 HHP 처리를 하여 냉장온도 5°C, 10°C 에서 저장하면서 품질 변화를 살펴보았다.

미생물 분석

14일 동안 저장하면서 총균수를 검사하였다(Fig. 3). CC-HHP는 1.18 log CFU/g(5일, 5°C)~6.70 log CFU/g(14일, 10°C)으로 증식하였으며 SHS-HHP는 1.30 log CFU/g(5일, 10°C)~4.15 log CFU/g(14일, 10°C)으로 나타났다. 저장 3일까지는 두 시료 모두 검출한계(<1 log CFU/g) 수준으로 확인되었으나 저장기간이 증가함에 따라 균 또한 증가하였으며 SHS-HHP가 CC-HHP에 비해 균의 증가가 1~2 log 정도 억제되었다. 특히 SHS-HHP 갈비찜은 5°C에서 14일간 저장 시 균의 증식 없이 검출한계 수준으로 유지되었다. Kondjoyan과 Portanguen(36)은 닭고기에 *Listeria innocua*를 접종시킨 후 SHS 처리를 통해 5 log CFU/cm² 이상의 감소 효과를 보여 SHS를 통해 균을 억제할 수 있다고 보고하였다. 또한 Cenkowski 등(37)은 빨간곰팡이병균

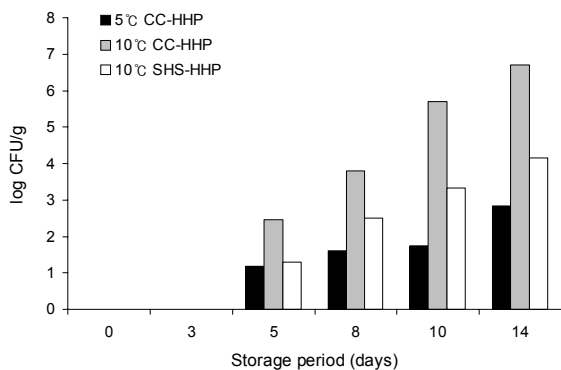


Fig. 3. Total bacterial counts according to temperature and storage period. CC-HHP, conventional cooking-high hydrostatic pressure; SHS-HHP, superheated steam cooking-high hydrostatic pressure.

이 생성하는 유독대사산물인 deoxynivalenol(DON)을 185°C, 6분간 SHS 처리 시 그 농도를 52%까지 줄일 수 있다고 보고하여 SHS 처리가 건조뿐 아니라 식품오염을 감소시킬 수 있는 효과적인 방법이라고 하였다.

pH, texture

CC-HHP의 저장 초기 pH는 6.13으로 측정되었으며 저장기간에 따라 감소하는 경향을 보여 10°C 저장 시 가장 큰 감소폭을 나타냈으며 15일 후 2.64까지 감소하였다(Fig. 4). SHS-HHP는 초기 6.39에서 10°C에서 15일 동안 저장 시 6.28로 감소하는 것을 볼 수 있었다. CC에 비해 SHS 조리를 한 갈비찜의 pH 감소폭이 적은 것을 볼 수 있었다.

전단력을 측정된 결과 저장기간이 지나면서 감소하는 경향을 보였으며(Fig. 5) SHS 조리구가 CC에 비해 느리게 감소하는 것을 볼 수 있었다. 조직감의 변화가 비교적 적은 SHS 조리구가 물성 안정성을 확보할 수 있을 것으로 생각되었다.

TBA

저장온도와 기간에 따른 TBA 값의 변화는 Fig. 6과 같다. 지방 산패도 값인 thiobarbituric acid reactive substances (TBARS)는 일반적으로 저장기간이 길어질수록 증가하며 본 실험 또한 증가한 값을 보였다. 기간이 증가함에 따라 값이 증가하는 것은 지방분해효소 및 미생물 대사 등에 의하여 지방이 분해됨으로써 형성되는 물질에 의한 것이다(36).

CC-HHP의 초기 값은 0.70 mg MA/kg으로 측정되었으며 15일 저장 시 10°C에서 1.56 mg MA/kg 값으로 측정되었다. SHS-HHP는 0.69(0일)~1.24(15일, 10°C) mg MA/kg의 값을 나타내었으며 CC-HHP에 비해 상대적으로 낮은 값을 보였다. 일반적으로 식육에서 TBA 값은 0.46 mg MA/kg 이하까지는 가식권으로 인정하고 1.2 mg MA/kg 이상일 때는 부패된 것으로 인정할 수 있다고 하였으며(38), Brewer 등(39)은 4.0 mg MA/kg 이상이 완전히 산패된 것으로 평가하였다. 5°C에서 2주간 저장한 본 연구의 TBARS 값은

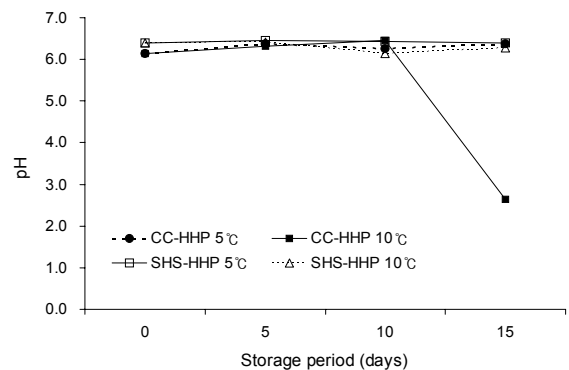


Fig. 4. Changes in pH value of *Galbijjim* by temperature and storage period. CC-HHP, conventional cooking-high hydrostatic pressure; SHS-HHP, superheated steam cooking-high hydrostatic pressure.

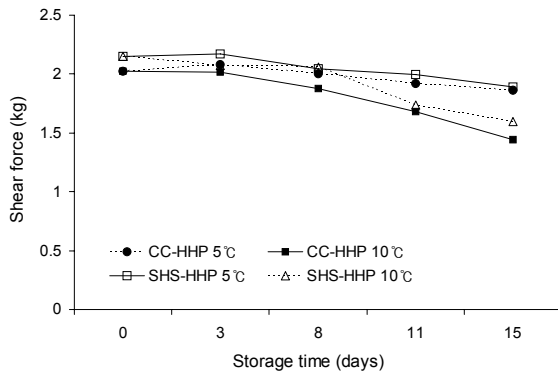


Fig. 5. Changes in texture of *Galbijjim* by temperature and storage period. CC-HHP: conventional cooking-high hydrostatic pressure, SHS-HHP: superheated steam cooking-high hydrostatic pressure.

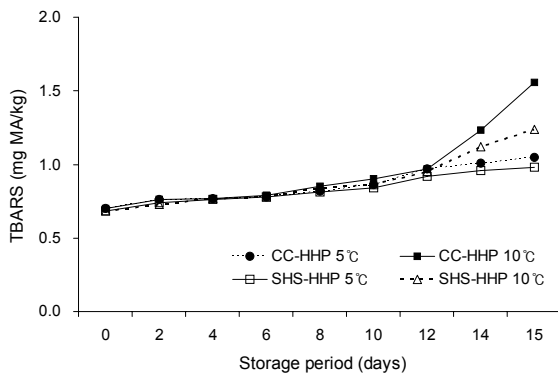


Fig. 6. Changes in TBARS value of *Galbijjim* by temperature and storage period. CC-HHP: conventional cooking-high hydrostatic pressure, SHS-HHP: superheated steam cooking-high hydrostatic pressure.

1.01 mg MA/kg으로 국내 육제품의 TBARS 함량을 조사한 Kim과 Choi(40)의 연구 결과보다 높은 값을 보였는데 [0.71(베이컨)~0.99(훈제제품) $\mu\text{g/g}$] 이는 식육 자체의 산패보다는 저온 숙성 시 양념 소스의 발효 정도의 차이에 의한 것으로 여겨지며, 한국 전통소스로 숙성된 고기가 높은 TBARS 값을 가지는 Moon 등(41)의 연구와 같다.

VBN

저장기간 중의 VBN 값은 CC-HHP는 초기 18.07 mg%에서 10°C에서 15일 저장 후 36.76 mg%로 그 값이 증가하였으며 SHS-HHP 또한 17.06(0일)~35.76 mg%(15일, 10°C)로 증가하였으며 상대적으로 작은 값을 보였다(Fig. 7). 육류의 신선도를 평가하는 데 많이 사용되는 VBN 값은 저장일수에 따라 서서히 증가하는데, Park 등(42)은 저장 중에 근육 단백질이 아미노산과 그 외에 여러 가지 무기태질소를 분해하는데 이는 단백질의 가수분해에 따른 아미노산과 펩타이드의 증가에 의해 VBN이 증가하고, adenosyl monophosphate(AMP)의 분해에 따른 암모니아 생성과 nucleotide의 증가에 의해서도 영향을 받는다고 보고하였다.

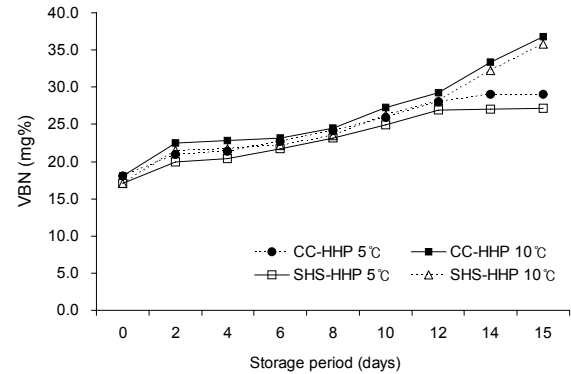


Fig. 7. Changes in VBN value of *Galbijjim* by temperature and storage period. CC-HHP: conventional cooking-high hydrostatic pressure, SHS-HHP: superheated steam cooking-high hydrostatic pressure.

VBN 값은 식품공전상 20 mg% 이하(43), 농촌진흥청 축산과학원은 30 mg% 이하일 경우 신선육으로 규정하고 있다(44). 본 실험 결과는 저장기간 동안 기준보다 높은 값을 보였으나 양념 돈육을 저장하면서 품질 변화를 연구한 Choi와 Lee(45), Lee 등(46), Moon 등(41)의 결과와 같았으며 이는 식육 자체에 의한 것보다 양념에 의한 것으로 사료된다.

요 약

본 연구는 갈비찜 제품의 품질을 개선하고자 SHS와 HPP 기술을 적용한 시료를 냉장온도(5, 10°C)에서 저장하면서 그 품질 변화를 살펴보았다. 기호도 조사를 통해 SHS 조리가 일반 조리법에 비해 높은 기호도를 보였으며 특히 다즙성과 조직감(연한 정도)이 향상되는 것을 알 수 있었다. 이것은 조직감 측정 결과와 같은 경향으로 SHS 조리가 일반 조리법에 비해 조직이 연해져 부드러운 조직감을 부여하는 것을 알 수 있었다. 또한 지방의 산화반응을 억제하며 총균수의 증가 폭도 일반 조리구에 비해 적은 것을 확인할 수 있었으며 SHS-HHP 병행 처리 시 5°C에서 15일간 저장하여도 검출 한계 수준(<1 log CFU/g)으로 검출되었다. 또한 지방 산패도 값인 TBA 또한 SHS-HHP 병행 처리군이 일반 조리법에 비해 낮은 값을 보여 안전성을 확보할 수 있을 것으로 사료된다. 식육의 신선도를 나타내는 VBN은 간장 양념으로 인해 높은 값을 보였지만 육제품의 특성상 VBN 함량만으로 신선도 정도를 판단하기는 어려울 것으로 사료된다. 이상의 결과로 기존의 갈비찜 제품에 SHS 기술과 HPP 기술의 적용으로 제품의 품질 향상을 통한 기호도 상승과 유통기간 연장 효과를 어느 정도 기대할 수 있는 것으로 생각되었다.

REFERENCES

1. Kim YJ, Lee EJ. 2007. Application of hydrostatic pressure techniques on the meat products. *Food Science and Industry*

- 40(3): 36-40.
2. Jung YK, Jung S, Lee HJ, Kang MG, Lee SK, Kim YJ, Jo CR. 2012. Effect of high pressure after the addition of vegetable oil on the safety and quality of beef loin. *Korean J Food Sci Ani Resour* 32: 68-76.
 3. Park JY. 2009. High-hydrostatic pressure pasteurization. *Food Industry* 210: 9-23.
 4. Lee SJ, Kim CJ, Cho YJ. 2000. Hydration and texture characteristics of brown rice treated with superheated steam process. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 29: 1190-1194.
 5. Mujumdar AS. 1995. Superheated steam drying. In *Handbook of Industrial Drying*. 2nd ed. CRC Press, Boca Raton, FL, USA. p 1071-1086.
 6. 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 Cookery Sci* 29: 387-398.
 7. Fralie P, Burg P. 1997. Reheating of a chilled dish of mashed potatoes in a superheated steam oven. *J Food Eng* 33: 57-80.
 8. Pronyk C, Cenkowski S, Muir WE, Lukow OM. 2008. Effects of superheated steam processing on the textural and physical properties of Asian noodles. *Drying Technol* 26: 192-203.
 9. Wang TC, Chen BY, Shen YP, Wong JJ, Yang CC, Lin TC. 2012. Influences of superheated steaming and roasting on the quality and antioxidant activity of cooked sweet potatoes. *Int J Food Sci Technol* 47: 1720-1727.
 10. Jamradloedluk J, Nathakaranakule A, Soponronnarit S, Prachayawarakorn S. 2007. Influences of drying medium and temperature on drying kinetics and quality attributes of durian chip. *J Food Eng* 78: 198-205.
 11. Kwon SM, Kim CM, Kim YH. 2007. Biological characteristics of instant rice treated with high hydrostatic pressure. *Food Science and Industry* 40(3): 31-35.
 12. Ma HJ, Ledward DA. 2004. High pressure/thermal treatment effects on the texture of beef muscle. *Meat Sci* 68: 347-355.
 13. Macfarlane JJ, McKenzie IJ, Turner RH, Jones PN. 1981. Pressure treatment of meat: effects on thermal transitions and shear values. *Meat Sci* 5: 307-317.
 14. Zamri AI, Ledward DA, Frazier RA. 2006. Effect of combined heat and high-pressure treatments on the texture of chicken breast muscle (*Pectoralis fundus*). *J Agric Food Chem* 54: 2992-2996.
 15. Lee KJ, Choi SD. 2008. Application of biological industry using high hydrostatic pressure system. *Korean J Biotechnol Bioeng* 23: 362-368.
 16. Hayman MM, Baxter I, O'Riordan PJ, Stewart CM. 2004. Effects of high-pressure processing on the safety, quality, and shelf life of ready-to-eat meats. *J Food Prot* 67: 1709-1718.
 17. Swientek RJ. 1992. High hydrostatic pressure for food preservation. *Food Process* 53: 90-91.
 18. CAC. 2007. *Guidelines on the application of general principles of food hygiene to the control of Listeria monocytogenes in foods*. CAC/GL 61-2007. Codex Alimentarius. p 1-28.
 19. HHS (Health and Human Services). Guidance for industry: control of *Listeria monocytogenes* in refrigerated or frozen ready-to-eat foods. <http://www.fda.gov/Food/GuidanceRegulation/GuidanceDocumentsRegulatoryInformation/ucm073110.htm> (accessed Feb 2014).
 20. Kim KM. 2009. Development of RTE-type Korean traditional "Galbi-jjim" processed by sous-vide/cook-chill system and its' safety evaluation. *MS Thesis*. Hanyang University, Seoul, Korea.
 21. Kang IH. 1996. *Korean taste*. Daehan Publishing Company, Seoul, Korea. p 76.
 22. Timmermans RAH, Mastwijk HC, Knol JJ, Quataert MCJ, Vervoort L, Van der Plancken I, Hendrickx ME, Matser AM. 2011. Comparing equivalent thermal, high pressure and pulsed electric field processes for mild pasteurization of orange juice. Part I: impact on overall quality attributes. *Innovative Food Sci Emerging Technol* 12: 235-243.
 23. Cho HY, Cho EK, Kim BC, Shin HH. 2011. Baby foods processing and properties by using high pressure processing. *Korean J Food & Nutr* 24: 746-752.
 24. Erkmén O, Dogan C. 2004. Kinetic analysis of *Escherichia coli* inactivation by high hydrostatic pressure in broth and foods. *Food Microbiol* 21: 181-185.
 25. Linton M, McClements MJ, Patterson MF. 1999. Survival of *Escherichia coli* O157:H7 during storage in pressure treated orange juice. *J Food Prot* 62: 1038-1040.
 26. Valdramidis VP, Graham WD, Beattie A, Linton M, Mckay A, Fearon AM, Pattersin MF. 2009. Defining the stability interfaces of apple juice: implications on the optimization and design of high hydrostatic pressure treatment. *Innovative Food Sci Emerging Technol* 10: 396-404.
 27. Vercammen A, Vivijs B, Lurquin I, Michiels CW. 2012. Germination and inactivation of *Bacillus coagulans* and *Alicyclobacillus acidoterrestiris* spores by high hydrostatic pressure treatment in buffer and tomato sauce. *Int J Food Microbiol* 152: 162-167.
 28. AOAC. 1995. *Official methods of analysis*. 16th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA. p 69-74.
 29. 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 An* 33: 103-108.
 30. 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.
 31. Park JY, Na SY, Lee YJ. 2010. Present and future of non-thermal food processing technology. *Food Science and Industry* 43(1): 2-20.
 32. van Laack RL, Stevens SG, Stalder KJ. 2001. The influence of ultimate pH and intramuscular fat content on pork tenderness and tenderization. *J Anim Sci* 79: 392-397.
 33. Hong GP, Shim KB, Choi MJ, Min SG. 2008. Effects of thermal processing combined with high pressure on the characteristics of cooked pork. *Korean J Food Sci Ani Resour* 28: 415-421.
 34. Sun XD, Holley RA. 2010. High hydrostatic pressure effects on the texture of meat and meat products. *J Food Sci* 75: R17-R23.
 35. Crehan CM, Troy DJ, Buckley DJ. 2000. Effects of salt level and high hydrostatic pressure processing on frankfurters formulated with 1.5 and 2.5% salt. *Meat Sci* 55: 123-130.
 36. Kondjoyan A, Portanguen S. 2008. Effect of superheated steam on the inactivation of *Listeria innocua* surface-inoculated onto chicken skin. *J Food Eng* 87: 162-171.
 37. Cenkowski S, Pronyk C, Zmidzinska D, Muir WE. 2007. Decontamination of food products with superheated steam. *J Food Eng* 83: 68-75.
 38. Turner EW, Paynter WD, Montie EJ, Bessert MW, Struck GM, Olson FC. 1954. Use of the 2-thiobarbituric acid re-

- agent to measure rancidity in frozen pork. *Food Technol* 8: 326-330.
39. Brewer MS, Ikins WG, Harbers CAZ. 1992. TBA values, sensory characteristics, and volatiles in ground pork during long-term frozen storage effects of packaging. *J Food Sci* 57: 558-563.
 40. Kim GS, Choi SH. 2007. Changes in residual nitrite, TBARS and color of meat products during storage. *Korean J Food Sci Ani Resour* 27: 299-307.
 41. Moon SS, Jin SK, Kim IS, Park KH, Hah KH. 2006. Changes of TBARS, VBN and pathogens on vacuum packed pork during storage after aging with Korean traditional sauces. *Korean J Food Sci Ani Resour* 26: 322-330.
 42. Park GB, Kim YJ, Lee HG, Kim JS, Kim YH. 1988. Changes in freshness of meats during postmortem storage. I. Changes in freshness of pork. *Korean J Ani Sci* 30: 561-566.
 43. Yang HS, Jeong JY, Choi YH, Joo ST, Park GB. 2009. Effect of different packaging methods on the quality and storage characteristics of domestic broiler breast meat during cold storage. *Korean J Poult Sci* 36: 69-75.
 44. NIAS. 2007. *Analysis methods of animal resources food*. National Institute of Animal Science, Gyeonggi, Korea. p 111.
 45. Choi WS, Lee KT. 2002. Quality changes and shelf-life of seasoned pork with soy sauce or *kochujang* during chilled storage. *Korean J Food Sci Ani Resour* 22: 240-246.
 46. Lee KS, Park KS, Park HS, Choi YJ, Park SS, Jung IC, Moon YH. 2011. Changes in quality of pork meat seasoned with red wine during storage. *J East Asian Soc Dietary Life* 21: 74-81.