

과열증기와 초고압 처리법을 적용한 간장 소스의 냉장저장 중 품질 특성 변화

최 윤 · 오지혜 · 배인영 · 조은경¹ · 권대중 · 박혜원² · 윤 선[†]
연세대학교 식품영양학과, ¹(주)다손 생명공학연구소, ²신흥대학교 호텔조리과

Changes in Quality Characteristics of Seasoned Soy Sauce Treated with Superheated Steam and High Hydrostatic Pressure during Cold Storage

Yoon Choi, Ji-Hye Oh, In-Young Bae, ¹Eun-Kyoung Cho, Dae-Joong Kwon, ²Hae-Won Park and Sun Yoon[†]
Department of Food and Nutrition, Yonsei University, ¹Dason Biotechnology Research Institute, ²Department of Hotel Culinary Arts, ShinHeung College

Abstract

Seasoned soy sauce is one of the popular seasoning sauces added to the Korean traditional foods such as *Bulgogi*, *Galbi*. However, industrially processed sauces have poor sensory quality because of heating treatment for sterilization. The purpose of this study was to develop seasoned soy sauce having fresh taste and good quality by applying superheated steam (SHS) and high hydrostatic pressure (HHP) technologies. To maintenance the sauce qualities, food materials such as apple, onion, and garlic were pretreated with SHS (heater 100°C, steam 280°C, 30 s~1 min 30 s) before mixing with other ingredients. During storage of 7 days, color, pH, and browning potential of SHS treated samples (apple, onion and garlic) did not change and also polyphenol oxidase was inactivated ($p < 0.05$). The seasoned soy sauce including SHS treated materials was sterilized by thermal process (85°C, 30min) or non-thermal process, HHP (550 MPa, 5~10°C, 3 min). In SHS+HHP treated sauce, salinity, sugar contents, lightness, viscosity did not change ($p < 0.05$), and total viable cell counts were detected below 4 log cycle at 5°C for 30 days. *E.coli* and *B.cereus* are not determined in all samples. In sensory evaluation, *Bulgogi* prepared with SHS+HHP treated sauce was more acceptable than others.

Key words : seasoned soy sauce, superheated steam, high hydrostatic pressure, quality characteristics, sensory evaluation

1. 서 론

최근 다양한 식문화의 발달과 소비자들의 편리성 추구에 따라 각국의 특색을 담은 다양한 종류의 소스류 제품이 급속히 보급되고 있다. 소스는 풍미증진과 음식의 외관 향상 등을 목적으로 사용되고 있으며, 한식에서는 고추장, 된장, 간장 등을 이용한 발효양념이나, 고추나 마늘 등 향채소를 이용한 양념이 많이 사용되고 있고(Choi SK 등 2010), 그 중 간장을 이용한 소스는 짠맛, 단맛, 감칠맛 등이 조화되어 불고기, 갈

비, 닭찜 등에 두루 사용되고 있다. 간장 소스 개발과 관련된 연구를 살펴보면, 사과 농축액을 이용한 간장조림소스(Yin XF 등 2011), 오미자 즙을 첨가한 불고기 소스(Nam JS 등 2010), 산수유 열수추출물을 첨가한 간장 소스(Oh HS와 Kim JH 2006), 국산 간장을 이용한 데리야끼 소스의 제조(Oh HS와 Park WB 2003) 등 다양한 식재료를 활용한 다용도 간장소스에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다. 특히 국내 소스 시장의 꾸준한 성장과 함께 간장을 이용한 불고기 양념, 갈비 양념 등은 가공 소스 제품으로 제조되어 국내뿐만 아니라 한식 세계화와 더불어 국외에서도 많이 판매되고 있다. 뿐만 아니라 최근 소스 시장은 편리성과 건강을 추구하는 소비자들이 늘어나면서, 업체에서 저가형 소스제품 보다는 냉장유통, 천연 재료 함유, 건강기능성 성분 함유, 저 칼로리, 저염 등을 내세운 고품질의 프리미엄 소스 생산을 확대하고 있다(Lee EJ와 Mun KC 2012). 한편 소스류 등 조미식품은 일반적

[†]Corresponding author : Sun Yoon, Dept. Food and Nutrition, Yonsei University, 50 Yonsei-ro Seodaemun-gu, Seoul 120-749, Korea
Tel: +82-2-2123-3119
Fax: +82-2-365-3118
E-mail: snkim@yonsei.ac.kr

으로 유통기한 연장과 품질저하 방지를 위해 가열 살균이나 식품 보존제 첨가와 같은 물리, 화학적 방법을 사용하고 있다. 그러나 식품 보존제 사용은 첨가물을 기피하는 소비자들의 성향에 따라 점차 사용을 줄이는 추세이고, 전통적인 가열 처리 공정은 열에 의한 영양 성분의 파괴, 질감, 색 및 향 변화와 같은 품질 저하를 동반한다. 즉, 다양한 천연 식재료를 사용하여 프리미엄 소스를 만들어도 최종 가공단계에서 살균을 위한 고온의 가열 처리를 하면 영양학적, 관능적 품질이 저하될 수 있다. 이에 따라 제품의 품질 유지를 위한 새로운 가공법이 등장하고 있으며, 가열 조리 기술로는 고온고압 증기를 이용하는 과열증기(superheated steam)기술이 선보이고 있고, 비가열 가공(non-thermal process)기술로는 초고압(high hydrostatic pressure), 감마선 조사(gamma irradiation), 광펄스(high intensive pulsed light) 등이 연구되고 있다(Park JG 등 2012, Kim BC 등 2012, Koo SY 등 2007). 이 중 과열증기는 지금까지 산업적으로 제품의 건조나 저장 중 품질 유지를 위해 사용되어 왔으며(Sotome I 등 2009, Speckhahn A 등 2010), 고온의 증발 증기를 재활용함으로써 에너지를 절약할 수 있고, 건조 후 건조 제품의 품질 향상, 환경오염 물질 배출 최소화 등 친환경 고효율 에너지 건조 방식으로 알려져 있다(Kim OS 등 2008). 아직까지 과열 증기가 식품 조리를 위해 사용된 연구는 많지 않으며, 일부 연구 결과를 살펴보면, 250~350℃ 고온의 스팀을 이용해 단시간 내에 식품에 열을 전달하여 장시간 가열 조리 시 발생하는 영양소 손실을 최소화 하고 식재료 고유의 맛, 향, 색, 질감 등을 최대한 유지시키며 비타민 C 산화, 갈변 현상을 억제하고 미생물을 제어하는데 효과적인 것으로 나타났다(Sila DN 등 2005, 吉田 隆 2005). 한편, 비가열 가공기술인 초고압은 액체 또는 고체 식품을 100~900 MPa의 정수압으로 처리하는 기술로서 식품의 향미, 색, 영양성분과 연관된 화학적 반응에는 최소한의 영향을 끼치고, 미생물 및 효소의 불활성화에 긍정적인 효과를 가지고 있어 식품산업에서 고품질의 제품 생산을 위한 목적으로 부각되고 있다(Koo SY 등 2007, Rastogi NK 2007). 그러나 이러한 가공기술을 소스 개발에 접목시킨 예는 매우 드문 실정이다. 다양한 소스 제품들은 바쁜 현대인들이 빠른 시간 내에 간편하게 조리를 할 수 있도록 도와주므로 앞으로도 그 시장성이 매우 밝으나, 맛과 품질이 기대에 미치지 못하여 적극 활용되지 못하는 상황에서, 신선한 맛과 향을 유지하면서 위생적으로 안전한 고품질의 소스 제품 개발이 필요하다고 볼 수 있다. 따라서 본 연구에서는 한식에 활용도가 높은 간장 소스를 이용하여, 저장기간 동안 신선한 맛과 품질이 유지되면서 위생적으로 안전한 제품을 개발하기 위해 과열증기와 초고압 기술을 소스 개발에 접목시키고, 저장기간 동안 그 품질을 측정해 보고자 하였으며, 과열증기는 식재료(사과, 양파, 마늘)의 전처리를 위해, 초고압은 간장 소스의 비가열 살균을 목적으로 활용하였다.

II. 재료 및 방법

1. 실험재료

저염 간장(대상㈜, 염도 11.8%), 마늘(국내산), 생강(국내산), 양파(국내산), 사과(*Malusdomesticacv.Fuji*), 흑설탕(CJ 제일제당㈜), 이소말토 올리고당(대상㈜), 참기름(오뚜기㈜), 카놀라유(CJ 제일제당㈜), 후추(대상㈜), 유자청(농협, 국내산), 매실엑기스(농협, 국내산)는 서울 서대문구에 위치한 중형 마트(사라가)에서 구입하였고, 대두 발효물, 밀 발효물, 흑마늘 발효물은 (주)다손에서 제공받아 사용하였다. 구입한 채소 및 과일은 비가식 부분을 제거하고 흐르는 수돗물에서 세척한 후 사용하였으며, 생강은 강판에 갈아 면포에 짠 후 그 즙만 사용하였고 마늘, 양파, 사과는 과열 증기 처리 후 사용하였다. 모든 재료는 전자저울(CAS MWP, China)로 소수점 한 자리까지의 무게를 잰 후 배합하였다.

2. 과열 증기(superheated steam) 처리

사과, 양파, 마늘은 저장기간 동안 polyphenol oxidase 등의 효소작용으로 색, 맛, 향 등의 변화를 일으켜 품질 저하를 가져올 수 있으므로(Ahn SC와 Lee GC 2005, Park WP 등 1998, Sohn KH 등 1996), 과열 증기로 미리 전 처리하기로 하였다. 과열증기기(QF5100CB-RCL, NAOMOTO, Japan) 제조사에서 제공하는 매뉴얼 중 채소의 열처리 조건을 기준으로 하여 재료를 2~3 mm의 두께로 자른 후(사과의 경우, 씨 부분 제거) heater 100℃, steam 280℃ 조건으로 사과는 1분 30초, 양파는 30초, 마늘은 1분 동안 체류시켰다. 처리한 시료는 바로 폴리에틸렌 비닐에 담아 얼음 위에서 급속히 냉각시켰으며, 재료 표면의 온도가 18℃가 되었을 때 가정용 블랜더(HR 2094, Philips, China)로 30초 동안 갈은 후, 유리 용기에 담아 5℃에서 냉장 보관하면서 소스 제조 및 분석에 사용하였다.

3. 간장 소스 제조

간장 소스의 배합비는 한국 전통 요리 문헌(Institute of Traditional Korea Food 2008)의 불고기 구이 양념 비율을 참고하여 제조하였다(Table 1). 과열증기 처리 및 살균 처리(열 또는 초고압 처리)에 따라 총 6군의 소스 샘플을 제조하였다. 과열증기 처리 한 또는 처리하지 않은 사과, 양파, 마늘을 먼저 갈아 놓은 다음, 나머지 재료를 분량대로 첨가하고, 충분히 섞이도록 교반한 후, 진공 포장지(25 cm X 25 cm, polyethylene, Korea)에 50 g씩 담아 95% vacuum으로 포장(confezionatrici-packaging machine, Tecnovac S.r.l, Italy)한 후, 열 또는 초고압 처리 하였다. 제조된 소스는 5℃에서 30일간 냉장 보관하면서 분석에 사용하였다.

Table 1. Formula of seasoned soy sauce

Ingredients	g (%)
Soy sauce	35.0 (17.5)
Fermented materials	
soy	15.0 (7.5)
wheat	3.0 (1.5)
black garlic	5.0(2.5)
Apple (grinded)	32.0 (16.0)
Onion (grinded)	37.0 (18.5)
Garlic (grinded)	10.0 (5.0)
Sugar	12.0 (6.0)
Isomalto-oligosaccharides	8.0 (4.0)
Citron juice	4.0 (2.0)
<i>Prunus mume</i> extract	15.0 (7.5)
Ginger juice	3.0 (1.5)
Sesame oil	13.0 (6.5)
Canola oil	7.0 (3.5)
Black pepper	1.0 (0.5)
Total	200 (100)

4. 초고압 살균

제조한 간장 소스의 품질 유지 및 저장성 증가를 위해 비가열 살균방법인 초고압 공정으로 처리하였다. 상업적으로 쓰이는 초고압의 조건은 일반적으로 500~600 MPa, 1~2분을 이상적인 품질 유지 조건으로 보고 있으며(Timmermans RAH 등 2011), 식품의 살균 목적으로 초고압을 사용한 다른 논문(Cho HY 등 2011, Erkmen O 와 Dogan C 2004, Linton M 등 1999, Valdramidis VP 등 2009, Vercammen A 등 2012)에서도 350~600 MPa, 1~5분을 처리하였을 때 대장균이 사멸하는 것으로 보고되고 있다. 본 연구에서는 진공 포장한 시료를 초고압 시스템(215L, Avure Inc. USA)을 이용하여 상업적으로 가장 많이 쓰이는 조건인 550 MPa, 5~10℃, 3분으로 설정하여 처리하였다.

5. 가열 살균

본 연구는 간장 소스를 비가열 살균 방법인 초고압으로 살균한 후 냉장 저장 중의 품질 특성 변화를 측정하는 것이 목적이므로, 이 조건과 비교하기 위해 Ahn JJ 등(2012)의 연구를 참고하여 냉장으로 유통되는 저온 살균 조미 소스의 열 살균 조건(85℃, 30분)을 이용하여 시료를 처리하기로 하였다. 항온 수조(SVS 10LS, Sous-vide supreme, China)를 처리하고자 하는 온도인 85℃보다 1℃ 높은 86℃로 미리 예열해 놓고(시료를 넣었을 때 온도가 감소하는 것을 감안), 진공 포장된 시료를 넣어 30분간 열처리 한 후 시료의 온도가 85±1℃가 되었을 때 꺼내어 즉시 얼음물에 10분간 담그는 방법으로 살균하였다.

6. 품질 분석

과열증기 처리한 사과, 양파, 마늘의 색, pH, Browning Potential(BP), Polyphenol oxidase (PPO) 활성을 분석하였으며 관능검사는 0일과 7일에 실시하였다.

간장 소스의 품질 분석은 색, 염도, 당도, pH, 점도, 미생물 분석을 0, 7, 14, 30일에 실시하였으며, 간장소스를 이용한 불고기의 관능검사는 0일과 14일에 실시하였다.

1) Browning Potential (BP)

Arias E 등(2008) 방법에 따라, 과열증기 처리한 사과, 양파, 마늘 각 25g을 분쇄(HR 2094, Philips, China)한 후, 4,000 rpm에서 10분 동안 원심 분리(Combi-514R, Hanil, Korea)하여 그 상층액을 취하였다. 상층액을 필터(WhatmanTM cellulose filter paper Grade 1, GE Healthcare companies, UK)로 거른 뒤 440 nm에서 흡광도(Beckman DU530, Beckman Instruments Inc., CA)를 측정하였으며, 모든 실험은 3회 반복하였다.

2) Polyphenol oxidase (PPO) 활성

과열증기 처리한 사과, 양파, 마늘 각 50g을 50 mM phosphate buffer(pH 6.6)와 1:1로 섞어 분쇄(HR 2094, Philips, China)한 후 12,500 rpm, 4℃에서 30분 동안 원심 분리(Combi-514R, Hanil, Korea)하여 그 상층액을 취하였다. 상층액을 필터(WhatmanTM cellulose filter paper Grade 1, GE Healthcare companies, UK)로 거른 뒤 그 추출액을 효소 활성 측정을 위해 사용하였다. Polyphenol oxidase 활성은 Soliva-Fortuny RC 등(2002)의 방법에 따라 0.05 M catechol(Sigma-Aldrich) 3 mL에 추출액 75 μ l를 첨가한 후 400 nm에서 3분 동안 5초마다 흡광도(Beckman DU530, Beckman Instruments Inc., CA)의 변화를 기록하였다. PPO활성은 1분당 흡광도가 0.001 변화된 값을 1 unit (Δ 0.001 Abs/min/g fresh weight)으로 표시하였으며, 모든 실험은 3회 반복하였다.

3) 색

저장기간에 따른 시료의 갈변 정도를 측정하기 위해 모든 시료를 색도 측정용 용기에 동일하게 취하여 표면을 고르게 한 후, 색차계(color meter TES 135, Taiwan)를 이용하여 L값(Lightness), a값(Redness), b값(Yellowness)을 5회 반복 측정하여 평균값으로 표시하였으며, 표준편은 L값은 94.56, a값은 -0.570, b값은 1.922의 값을 가진 백색판을 이용하였다.

4) 염도, 당도, pH

모든 시료는 10 mL을 취하여 90 mL의 2차 증류수에 희석한 후 필터(WhatmanTM cellulose filter paper Grade 1, GE Healthcare companies, UK)로 여과하였다. 여과액을 염도는 염분계(salt meter PAL-ES3, ATAGO, Japan)를 이용하여, 당도는 당도계(Hand Held Brix Refractometer RHB-32 ATC, Brix

scale 0-32, China)를 이용하여 측정하였고, pH측정은 pH meter(Orion 3-star plus pH Benchtop meter, Orion Research Inc, USA)를 이용하였으며, 모든 값은 3회 반복 측정 후 평균값으로 나타내었다.

5) 미생물 분석

간장 소스 샘플 20 g에 0.1% 멸균 peptone water 180 mL 을 붓고 Stomacher Lab Blender 400(Seward Medical Limited, London, UK)으로 1분간 균질화 시킨 후 일반세균(aerobic plate counts), 대장균(*Escherichiacoli*) 및 병원성 세균 1종 (*Bacillus cereus*) 측정을 위한 시료로 사용하였다. 일반세균은 건조필름배지(Petriefilm™ Aerobic count plate, 3M)에 접종하여 35℃로 고정시킨 배양기에서 24-48시간 배양한 후 1평판당 25~250개의 집락을 형성한 평판을 택하여 계수한 후 log CFU/g으로 표시하였으며, 대장균은 건조필름배지(Petriefilm™ *E. coli* count plate, 3M)를 이용하여 35℃에서 24시간 배양 후 푸른 색 집락 중 주위에 기포를 형성하고 있는 colony를 계수 하였다. *B. cereus*는 Mannitol Egg Yolk Polymyxin agar (MYP agar, Difco, USA)에 분주한 후 30℃에서 24시간 배양 후 혼탁한 환을 갖는 분홍색 집락을 선택하여 균수 측정법에 따라 계수하였다.

6) 점도

간장 소스의 점도는 비커에 시료를 500mL씩 담아 Brookfield viscometer(Brookfield Engineering Laboratories, Inc., Stoughton, MA, USA)를 사용하여 측정하였고, spindle No.3을 이용하여 회전속도는 20rpm으로 상온에서 1분간 교반 후 측정하였으며, 3회 반복 측정 후 평균값으로 나타내었다(Nam JS 등 2010).

7) 관능검사

모든 관능검사는 훈련된 식품영양학과 대학원생 20명을 대상으로 실시하였다.

SHS 처리한 또는 처리하지 않은(대조군) 사과, 양파, 마늘을 곱게 갈아 관능컵에 5g씩 덜어 전체적인 수용도, 색, 향, 맛, 질감을 7점 척도(1=매우 싫다, 7=매우 좋다)로 0일, 7일에 조사하였다. 간장소스를 이용한 불고기류의 관능검사는 호주산 등심(불고기용) 200 g 당 소스 100 g을 취하여 섞은 후, 양념이 잘 베이도록 손으로 20회씩 주무르고, 조리용 가스버너를 이용하여 익힌 후, 20 g씩 덜어 관능 시료로 사용하였다. 평가 항목은 저장기간(0일, 14일)에 따라 전체적인 수용도, 색, 향은 7점 척도(1=매우 싫다, 7=매우 좋다)를 사용하여 평가하였으며, 짠맛, 단맛은 JAR(just about right) scale을 이용하여 5점 척도로 평가하였다(Hong JH 등 2011, Kim SH 등 2012).

7. 통계분석

분석 결과에 대한 통계처리는 SPSS 18.0 program을 통하여 평균±표준편차를 산출하였으며, 사과, 양파, 마늘의 과열증기 처리 여부와 저장기간에 따른 비교는 independent t-test 및 paired t-test 로 분석하였고, 간장 소스의 저장기간에 따른 품질 특성 및 관능검사 결과는 one-way ANOVA를 실시하여, Duncan's multiple range test로 p<0.05 수준에서 시료 간의 유의적인 차이를 검증하였다.

Table 2. Color, pH changes of apple, onion, and garlic treated with superheated steam

Items	Storage days	Apple			Onion			Garlic		
		control	SHS	t-value	control	SHS	t-value	control	SHS	t-value
L	0	42.5±0.65 ¹⁾	44.3±0.25	4.291 ²⁾	42.0±0.36	43.9±0.29	7.063 [*]	36.5±0.16	57.2±0.39	83.928 [*]
	7	30.2±0.63	46.5±0.15	43.217	43.3±0.18	42.6±0.95	-1.287	36.9±0.07	61.9±0.56	75.364 [*]
	t-value	-14.889 ³⁾	267.169 [§]	-	2.032 [§]	-6.748	-	-12.630	-3.382 [§]	-
Color	0	14.2±1.06	16.4±0.89	2.747	3.0±0.19	4.2±0.21	7.039 [*]	10.9±0.17	11.5±0.11	5.111 [*]
	7	17.2±0.37	15.0±0.09	-9.834 [*]	4.9±0.53	3.2±0.37	-4.581 [*]	12.9±0.13	10.3±0.25	-15.610 [*]
	t-value	2.362 [§]	-7.289	-	9.650 [§]	-8.760 [§]	-	6.363 [§]	-13.460 [§]	-
b	0	84.1±12.2	99.6±0.25	2.189	101.0±2.60	136.9±1.81	19.563 [*]	92.9±0.69	100.5±0.30	17.345 [*]
	7	63.8±1.38	101.9±1.45	32.788 [*]	105.1±2.45	130.7±8.63	4.947 [*]	93.1±0.69	100.5±0.30	14.897 [*]
	t-value	-3.015	2.723	-	1.365	-2.430	-	-1.929	-0.292	-
pH	0	4.2±0.01	4.3±0.01	4.914 [*]	6.1±0.01	6.1±0.01	-2.646	6.2±0.00	6.1±0.01	-16.617 [*]
	7	4.4±0.01	4.3±0.00	-13.789 [*]	6.0±0.02	6.1±0.02	6.414 [*]	6.7±0.00	6.1±0.01	-56.081 [*]
	t-value	7.000 [§]	-15.000	-	1.941 [§]	38.000	-	0.000 [§]	-139.000	-

SHS; superheated steam treatment

¹⁾ Values are mean±SD

²⁾ *; p(0.05 by t-test between control and SHS

³⁾ §; p(0.05 by paired t-test between 0 and 7 days

III. 결과 및 고찰

1. 과열증기 처리한 사과, 양파, 마늘의 색, pH변화

과열증기 처리한 사과, 양파, 마늘의 저장기간(0,7일)동안 색과 pH 변화는 Table 2와 같다. 사과의 경우 heater 100℃, steam 280℃에서 1분 30초 동안 스팀으로 열처리하여 같은 결과, 열처리 직후 대조군에 비해 L값이 높게 측정되었다(p<0.05). 7일 후 SHS으로 처리한 사과는 눈으로 관찰했을 때 시간이 지나도 색의 변화가 거의 없었고, 색도 측정 시 L값과 b 값이 0일에 비해 각각 4.9%, 2.3% 증가하였고 a 값은 8.5% 감소하여 더 밝고 선명한 노란색을 띠는 것으로 나타났다. 반면, 대조군의 경우 시간이 지남에 따라 L값은 28.9% 감소하고, a 값은 21.1% 증가하여 더 어둡고 적색도가 강해지는 것을 알 수 있었다(p<0.05). 열처리가 사과 슬라이스의 갈변에 미치는 영향을 연구한 Chow YN등(2011)의 연구에서 45℃에서 6초 동안 열수 처리한 사과에서 갈변 정도가 가장 적게 나타났으며, Zuo L등(2004)의 연구에서는 45℃와 55℃에서 2분간 열수 처리한 사과 큐브에서 6일후 갈변이 가장 적게 나타났다. 본 연구에 비해 낮은 온도에서 처리 시 갈변 억제 작용이 나타났으나, 이들의 결과는 대조군이나 다른 처리군에 비해 상대적으로 갈변이 적은 것으로 여겨지며 본 연구에서는 대조군과 비교했을 때 SHS 처리군은 색의 변화가 거의 없었다. 양파의 경우 heater 100℃, steam 280℃에서 30초 동안 스팀으로 열처리하여 같은 결과, L 값은 처리 직후 대조군에 비해 높았으나 7일 후에는 유의적인 차이가 없었으며, a 값은 대조군이 시간이 지날수록 높아진 데 비해 SHS 처리 군은 낮아지는 경향을 나타내었다(p<0.05). 마늘의 경우 heater 100, steam 280℃에서 1분 동안 스팀 열처리하여 같았을 때, 대조군에 비해 L 값과 b 값이 유의적으로 높았으며 7일 후에도 여전히 높은 값을 유지하면서 마늘의 밝고 옅은 노란색을 그대로 유지하고 있었다(p<0.05). 이러한 결과는 다진 마늘의 갈변 억제를 위해 citric acid와 감초 추출물을 첨가한 Hwang TY등(2010)의 연구와 비슷한 경향을 띠고 있었다. Park YH등(2012)의 연구에서 다진 마늘은 냉장 저장 중 L 값은 감소하고 a 값은 증가하며, 상온 저장 중에는 갈색화가 더 신속히 일어난다고 보고하였으며, 본 연구에서도 대조군의 경우, SHS 처리 군에 비해 어둡고 적색도가 강하게 나타났고, 냉장 저장 후 a 값이 18.3% 증가하는 것으로 나타났다(p<0.05). SHS 처리한 사과, 양파, 마늘의 pH는 각각 4.3±0.01, 6.1±0.01, 6.1±0.01이었으며, 대조군과 비교해 큰 차이가 없었고 7일 후에도 변화가 없는 것으로 나타났다.

2. 과열증기 처리 사과, 양파, 마늘의 Browning Potential (BP)과 Polyphenol oxidase (PPO) 활성 변화

갈아놓은 사과, 양파, 마늘은 시간이 지남에 따라 PPO의 활성으로 효소적 갈변을 동반한 품질 저하를 일으킨다. 열처리하는 PPO의 활성을 저해할 수 있으나(Chow YN 등 2011,

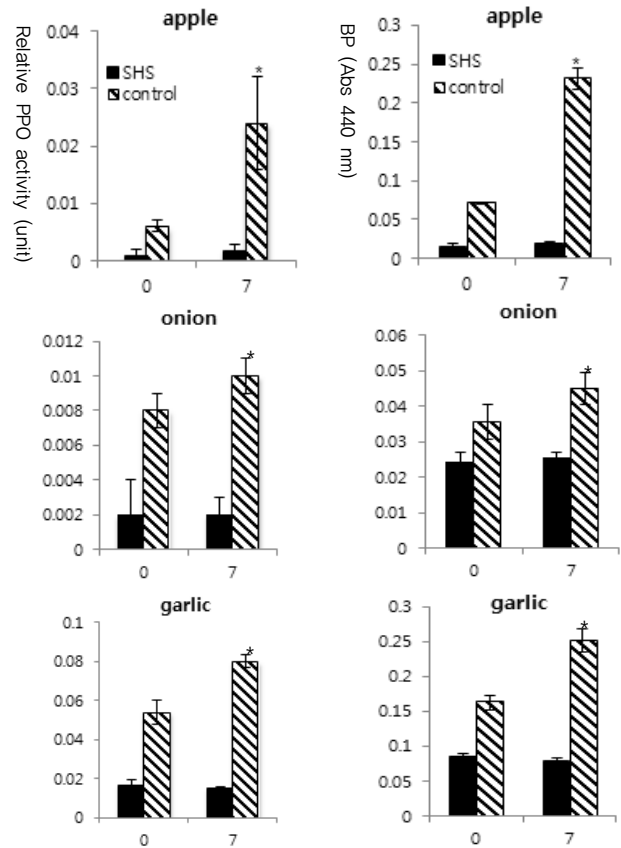


Fig. 1. Changes of polyphenol oxidase activity (a) and browning potential (b) of apple, onion, and garlic treated with superheated steam. SHS (■) is the sample treated with superheated steam. One unit of PPO activity is a change in absorbance of 0.001 per minute per gram fresh weight. * marker indicates significant difference between 0 and 7days by paired t-test (p<0.05).

Zuo L 등 2004), 온도 조건에 따라 맛과 향의 변화를 가져올 수 있다. 그러므로 이를 최소화하기 위해 단시간에 고온으로 처리가 가능한 과열증기기를 활용하여 전처리하였으며, 전처리한 재료의 PPO 활성 및 BP 결과는 Fig. 1에 제시하였다. 사과, 양파, 마늘 모두 SHS 처리 직후 대조군에 비해 PPO 활성이 낮게 나타났고, 7일 후 대조군의 효소 활성이 증가(p<0.05)하는데 반해 SHS 처리 군은 변화가 없었다. 결국 7일 후 대조군과 비교해 SHS 처리한 사과는 95.6%, 양파는 50%, 마늘은 68%의 PPO 활성이 억제 되었다. 비록 PPO의 활성이 재료의 종류, 생육환경, 수확시기, pH 등에 따라 다르지만, PPO는 열에 불안정한 효소로 대부분 40℃ 이상에서 활성이 줄어들고 80℃에서는 불활성화 되는 것으로 알려져 있다(Nicolas JJ 등 1994, Vámos-Vigyázó L 1981, Vikousi H 등 2008). 그러나 온도가 증가할수록 효소 활성은 감소하나, 캐러멜화 반응, 마이야르 반응, 지방 산화반응, 아스코르브산 산화반응 등은 증가하여 갈변으로 인한 품질 저하를 초래한다

(Zuo L 등 2004, Nicolas JJ 등 1994). Zuo L등(2004)은 사과 큐브를 45℃와 55℃에서 2분간 열수처리 했을 때 갈변이 적고 65℃~95℃로 처리했을 때는 오히려 갈변이 일어나는 것으로 보고한 바 있다. 본 연구에서는 고온의 스팀으로 단시간 처리한 결과, 높은 열전도율(Babu TA 2008)로 인해 PPO 활성이 저해되었을 뿐만 아니라 포화수증기가 시료에 닿을 때 산소가 차단되는 환경이 조성되고(吉田 隆 2005), 열이 시료에 닿는 시간이 짧아 산화반응을 포함한 화학반응이 감소하여 고온 처리에서도 색이 유지되는 것으로 추정된다. 여러 연구에서 시료의 갈변 정도를 간단하게 측정하는 방법으로 browning potential(BP) 을 사용하고 있으며(Cheng GW와 Crisosto CH 1995, Eissa HA 등 2006, Sapis JC 등 1983), 본 연구에서도 BP 를 측정할 결과 SHS 처리 군이 대조군에 비해 낮게 나타났으며 7일 후에도 거의 변화가 없어 PPO 활성 측정 결과와 비슷한 양상을 띠고 있었다. 따라서 색도, PPO 활성, BP 측정 결과로 미루어 볼 때 SHS 처리한 시료의 갈변은 억제된 것으로 사료된다.

3. 과열증기 처리한 사과, 양파, 마늘의 기호도 검사

기호도 검사에 참여한 패널은 남성 4명, 여성 16명으로 평균 연령은 26.7±3.6세였다. SHS 처리한 재료의 기호도를 0일과 7일에 7점 척도법을 사용하여 조사한 결과, 사과의 경우 0일에는 전체적인 기호도(5.65±1.03), 색(6.35±0.67), 질감

(5.85±0.81)이 대조군에 비해 높은 점수를 받았고(p<0.05), 향(5.20±1.28)과 맛(5.40±0.99)은 대조군과 유의적인 차이가 없었다. 그러나 7일 후에는 전체적인 기호도(5.55±0.82), 색(6.30±0.65), 향(5.25±0.96), 맛(5.40±0.82), 질감(5.85±0.98)에서 모두 대조군 보다 높게 평가 받았다(p<0.05). 양파와 마늘의 경우 0일과 7일 모두 대조군에 비해 전체적인 기호도, 색, 향, 맛, 질감에서 높은 기호도를 나타내었다(p<0.05). 시간이 지남에 따라 대조군은 기호도가 감소하는 경향을 보이는 반면, SHS 처리 군은 모든 항목에서 높은 기호도를 유지하는 것으로 드러났다(Table 3).

4. 간장소스의 염도, 당도, pH, 색 변화

시료의 전처리와 살균 방법에 따라 총 6군의 간장 소스 샘플을 제조하였으며, 저장기간(5℃, 30일) 동안 시료들의 염도, 당도, pH 변화는 Table 4에, 색의 변화는 Table 5에 제시하였다. 시료의 염도는 2.3~2.4% 로 열처리한 시료에서 0일째 다소 높게 나타났으나 저장 14일 후부터는 다른 처리군들과 비교했을 때 큰 차이를 나타내지 않았으며, 각각의 시료 별로 보았을 때 저장기간 동안 염도의 변화는 없었다. 당도는 37~40 °Brix의 범위로 나타나 Lee SH등(2010)의 연구와 비슷한 당도를 나타냈으며, SHS를 이용한 전처리나 살균방법 및 저장기간에 따라 유의적인 변화가 없었다. 간장 소스의 pH는 모든 군에서 저장기간 30일 후 pH 4.5 정도로 큰 차이가 없었으며, 이는 매실 염절임액을 3~4% 첨가하여 만든 불고기

Table 3. Changes in sensory evaluation of apple, onion, and garlic treated with superheated steam

Items ¹⁾	Storage days	Apple			Onion			Garlic		
		control	SHS	t-value	control	SHS	t-value	control	SHS	t-value
Overall acceptance	0	4.15±1.53 ²⁾	5.65±1.03	-3.624 ³⁾	3.30±1.38	4.90±0.78	-4.502 [*]	3.40±1.09	4.70±1.03	-3.865 [*]
	7	3.30±1.41	5.55±0.82	-6.133 [*]	2.65±1.42	4.6±0.82	-5.305 [*]	2.65±1.13	4.45±0.88	-5.583 [*]
	t-value	1.704	0.288	-	1.332	1.189	-	1.861	0.925	-
Color	0	3.05±1.66	6.35±0.67	-8.203 [*]	3.95±1.35	5.15±1.18	-2.983 [*]	4.15±1.08	4.95±0.88	-2.547 [*]
	7	2.50±1.23	6.30±0.65	-12.145 [*]	2.80±1.28	4.80±0.89	-5.724 [*]	3.25±1.40	4.85±0.87	-4.313 [*]
	t-value	1.027	0.213	-	2.981 [§]	0.960	-	2.392 [§]	0.357	-
Aroma	0	5.05±1.27	5.20±1.28	-0.371	3.85±1.42	4.65±0.93	-2.101 [*]	3.85±1.34	4.70±1.03	-2.239 [*]
	7	3.65±0.98	5.25±0.96	-5.177 [*]	3.00±1.07	4.70±0.86	-5.508 [*]	3.30±1.30	4.55±1.23	-3.116 [*]
	t-value	3.989 ^{§)}	-0.131	-	1.870	-0.170	-	1.330	0.448	-
Taste	0	4.65±1.38	5.40±0.99	-1.965	3.30±1.62	4.65±1.34	-2.859 [*]	3.10±1.25	4.45±0.94	-3.849 [*]
	7	4.15±1.63	5.40±0.82	-3.061 [*]	2.75±1.25	4.60±0.99	-5.176 [*]	2.80±1.19	4.65±1.26	-4.746 [*]
	t-value	1.111	0.000	-	1.177	0.129	-	0.679	0.593	-
Texture	0	4.20±0.28	5.85±0.81	-4.863 [*]	3.35±1.30	4.85±1.22	-3.741 [*]	3.85±0.81	5.00±0.91	-4.196 [*]
	7	3.75±1.25	5.85±0.98	-5.890 [*]	3.20±1.10	4.70±1.03	-4.439 [*]	3.45±0.99	5.05±0.82	-5.522 [*]
	t-value	1.056	0.000	-	0.343	0.396	-	1.252	-0.224	-

SHS; superheated steam treatment

¹⁾ A 7-point hedonic scale (1=very much dislike, 7=very much like) was used for sensory evaluation.

²⁾ Values are mean±SD

³⁾ *; p<0.05 by t-test between control and SHS

⁴⁾ §; p<0.05 by paired t-test between 0 and 7 days

Table 4. Salinity, °Brix, and pH changes of soy seasoning sauces treated with superheated steam and different sterilization methods during cold storage

Items	storage days	control	Heat	HHP	SHS-None	SHS-Heat	SHS-HHP
Salinity (%)	0	2.3±0.05 ^{1)a2)}	2.4±0.00 ^{bB3)}	2.3±0.05 ^a	2.3±0.11 ^a	2.4±0.05 ^b	2.3±0.00 ^a
	7	2.2±0.05 ^{ab}	2.3±0.15 ^{abcAB}	2.2±0.15 ^a	2.4±0.11 ^{bc}	2.4±0.00 ^{bc}	2.3±0.11 ^{bc}
	14	2.3±0.05	2.2±0.20 ^A	2.3±0.10	2.2±0.05	2.3±0.20	2.3±0.10
	30	2.3±0.05	2.3±0.05 ^{AB}	2.3±0.05	2.3±0.15	2.4±0.05	2.3±0.05
°Brix	0	39.0±1.00	39.3±0.57	37.6±2.51	39.0±1.73	38.6±0.57	36.0±3.46
	7	39.0±1.00	39.0±1.00	37.6±2.51	39.3±0.57	39.6±0.57	38.6±1.52
	14	38.6±1.15 ^{ab}	40.0±3.46 ^b	39.3±1.15 ^b	38.3±2.30 ^a	38.6±1.15 ^{ab}	39.0±1.00 ^{ab}
	30	40.0±0.00 ^b	38.0±0.00 ^a	39.3±1.15 ^{ab}	39.6±0.57 ^b	39.6±0.57 ^b	38.6±1.15 ^{ab}
pH	0	4.6±0.01 ^{bB}	4.6±0.01 ^{cAB}	4.7±0.01 ^{dB}	4.6±0.00 ^{abB}	4.5±0.01 ^{aAB}	4.7±0.03 ^{dB}
	7	4.6±0.06 ^{abB}	4.7±0.02 ^{cB}	4.7±0.05 ^{bcB}	4.7±0.01 ^{abcC}	4.6±0.07 ^{abcC}	4.6±0.03 ^{abB}
	14	4.5±0.05 ^{abAB}	4.7±0.16 ^{cB}	4.5±0.15 ^{aA}	4.6±0.03 ^{bcC}	4.6±0.03 ^{bcC}	4.5±0.04 ^{abA}
	30	4.5±0.01 ^{ahA}	4.5±0.01 ^{cA}	4.5±0.05 ^{bcA}	4.5±0.01 ^{ahA}	4.5±0.01 ^{aA}	4.5±0.00 ^{ahA}

Heat; heat sterilization, HHP; high hydrostatic pressure sterilization, SHS; superheated steam treatment, None; non-sterilization

¹⁾ Values are mean±SD.²⁾ Different superscripts (small letters) within the same row indicate significant difference as superheated steam treatment & sterilization methods at p<0.05 by Duncan's multiple range test.³⁾ Different superscripts (capital letters) within the same column indicate significant difference as storage days at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

Table 5. Color changes of soy seasoning sauces treated with superheated steam and different sterilization methods during cold storage

Items	Storage days	control	Heat	HHP	SHS-None	SHS-Heat	SHS-HHP
L	0	4.87±0.31 ^{1)b2)}	5.70±0.26 ^{cA3)}	4.90±0.19 ^{b4)}	3.90±0.16 ^{ab}	4.78±0.45 ^{dB}	5.17±0.24 ^b
	7	4.09±0.37 ^a	5.60±0.17 ^{caA}	5.98±0.73 ^d	4.46±0.34 ^{abBC}	4.95±0.43 ^{bcB}	5.48±0.18 ^{cd}
	14	4.67±2.42	3.27±1.27 ^A	6.23±2.47	3.11±0.67 ^C	3.54±1.53 ^C	6.08±0.69
	30	2.54±0.25 ^{ab}	2.72±0.20 ^{abB}	3.98±0.83 ^{bc}	3.12±0.05 ^{aA}	2.46±0.28 ^{aA}	5.50±1.66 ^c
a	0	-1.42±0.02 ^{bA}	-1.60±0.24 ^{bA}	-1.71±0.15 ^{bA}	-10.49±0.14 ^{aAB}	-10.44±0.05 ^a	-10.63±0.36 ^{aA}
	7	1.85±0.34 ^{dB}	1.43±0.38 ^{dB}	-1.69±0.30 ^{cA}	-9.62±0.42 ^{bB}	-9.85±0.34 ^b	-10.75±0.14 ^{aA}
	14	3.21±1.73 ^{bB}	3.49±0.40 ^{bc}	3.27±0.98 ^{bB}	-10.48±0.83 ^{aAB}	-10.11±1.79 ^a	-9.57±0.30 ^{ab}
	30	10.6±0.61 ^{dc}	11.42±0.06 ^{ld}	4.34±0.57 ^{bB}	-10.91±0.12 ^{aA}	-9.87±0.92 ^b	-10.10±0.43 ^{abAB}
b	0	3.75±0.18 ^{aA}	3.55±0.00 ^{aA}	7.50±1.38 ^{bB}	3.46±0.45 ^a	3.50±0.15 ^{aAB}	7.47±2.00 ^{bB}
	7	8.27±2.59 ^B	6.63±2.86 ^B	8.76±0.25 ^B	4.98±2.04	7.28±2.93 ^C	6.10±0.62 ^{AB}
	14	2.89±2.60 ^A	5.68±0.71 ^{AB}	6.40±3.17 ^{AB}	5.35±1.19	6.75±2.26 ^{BC}	5.19±2.00 ^{AB}
	30	3.19±0.16 ^A	3.04±0.04 ^A	3.80±0.58 ^A	3.12±0.01	3.03±0.07 ^A	3.76±1.79 ^A

Heat; heat sterilization, HHP; high hydrostatic pressure sterilization, SHS; superheated steam treatment, None; non-sterilization

¹⁾ Values are mean±SD.²⁾ Different superscripts (small letters) within the same row indicate significant difference as superheated steam treatment & sterilization methods at p<0.05 by Duncan's multiple range test.³⁾ Different superscripts (capital letters) within the same column indicate significant difference as storage days at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

소스의 pH와 유사하였다(Lee SH 등 2010). 간장 소스의 색 변화는 SHS 전처리를 하지 않은 군들과 열 살균을 한 군에서 저장 기간에 따라 L값이 점점 낮아져 어두워지는 경향을 보였다. 또한 SHS 전처리를 하지 않은 군들은 SHS 전처리를 한 군들에 비해 저장기간에 따라 a값이 크게 증가하여 붉은 색을 많이 띠는 것으로 나타났다. 즉, 대조군의 경우 앞의 SHS 처리에 따른 PPO 활성 실험 결과를 볼 때(Fig. 1 참조), 소스 재료 중 사과, 양파, 마늘의 PPO활성으로 갈변이 일어난 것으로 생각되며, SHS 전처리를 하지 않고 열 살균한 군(Heat)의 경우 80℃, 30분의 열처리로 PPO의 활성은 억제될 수 있으나(Park YH 등 2012, Vámos-Vigyázó L 1981), 열에 의해 사과, 양파, 마늘, 간장, 설탕 등이 서로 반응하여 마이야르 반응을 포함한 비효소적 갈변 반응이 증가한 것으로 보인다. SHS 전처리를 하지 않고 초고압 살균한 군(HHP)은 앞의 두 군(대조군, Heat)에 비해 저장기간에 따른 색의 변화는 적었으나 SHS 전처리한 군들(SHS-None, SHS-HHP)에 비해서는 다소 어둡고 붉게 변화되었다. 이는 HHP의 PPO 활성 억제에 대한 여러 연구들(Anese M 등 1995, Ludikhuyze L 등 2003, Valdramidis VP 등 2009)을 살펴 볼 때 750 MPa 이상, 50-65℃ 이상의 조건에서 PPO 활성이 감소한다고 하였으므로 본 연구 조건(550 MPa, 5~10℃)에서는 사과, 양파, 마늘의 PPO 활성이 억제되지 못한 것으로 여겨진다. SHS 전처리한 군들 중에서는 초고압 처리 군(SHS-HHP)이 L값이 가장 크고 저장기간에 따라 유의적인 변화가 없으며(p<0.05), a값도 낮은 편으로 가장 이상적인 상태를 유지하고 있었다. 이상의 결과를 종합해 볼 때 SHS 전처리와 HHP 살균처리를 병행할 경우 저장기간에 따라 간장 소스의 품질 변화가 가장 적은 것으로 나타났다.

5. 간장 소스의 저장기간에 따른 미생물 분석

저장기간 동안(5℃, 30일) 간장 소스의 일반 세균 측정 결과는 Fig. 2에 제시하였다. 살균 처리 하지 않은 군(control, SHS-None)은 0일 제 총 균수가 6.72~6.77 log CFU/g에서 30일 후 7.17~7.85 log CFU/g으로 증가한 반면(p<0.05), 열 또는 초고압으로 살균한 군들은 30일 동안 4 log CFU/g 이하로 측정되었다. 또한 모든 군에서 대장균과 B. cereus 는 검출되지 않았다.

비가열 살균 방법 중 하나인 초고압은 열을 사용하지 않고 박테리아, 이스트, 곰팡이 등을 불활성화 또는 사멸시키며 식품의 맛, 향, 색, 질감에는 최소한의 영향을 끼치는 것으로 알려져 있다(Arroyo G 등 1999, Bull MK 등 2004). 다만 일부 포자균의 경우, 실온에서 1000 MPa의 압력으로 처리하여도 살아남는 경우도 있으나 온도 조절(냉장 저장)이나 pH를 낮추는 조건이 동반되면 안전하다는 보고가 있다(Erkmen O와 Dogan C 2004, Koo SY 등 2007, Linton M 등 1999, Vercammen A 등 2012). 본 연구의 간장 소스는 pH가 4.5로 낮은 편이고, 5℃ 에서 30일 저장하였을 때 일반 세균수는 4 log CFU/g 이하이고 E. coli와 B. cereus는 검출되지 않았으므로 냉장 상태로 보관 시 위생적으로 문제가 없을 것으로 사료된다.

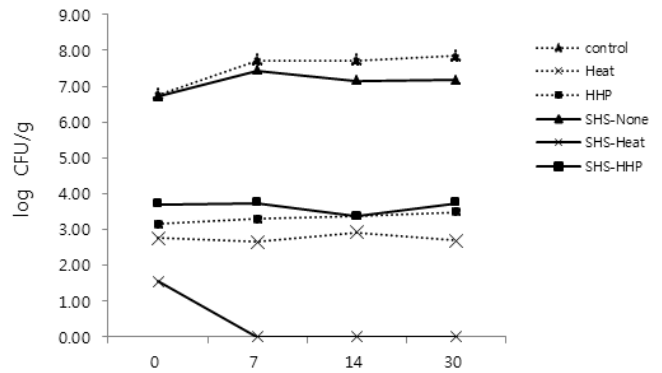


Fig. 2. Total viable cells of soy seasoning sauces treated with superheated steam and different sterilization methods during cold storage. Heat; heat sterilization, HHP; high hydrostatic pressure sterilization, SHS; superheated steam treatment, None; non-sterilization

6. 간장 소스의 점도 변화

저장기간에 따른 간장 소스의 점도 변화는 Fig. 3에 제시하였다. 간장 소스의 점도는 SHS-Heat 처리 시 4200~4300 cP로 가장 높았으며, HHP 군과 SHS-HHP군은 저장기간 동안 3000~3500 cP의 점도를 유지하고 있었다. 열에 의한 살균 처리군에서 점도가 높게 나타나는 것은 간장 소스에 함유된 재료 중 사과, 양파의 펙틴이 설탕, 올리고당, 유자청으로부터 온 당류 및 간장과 매실 액기스 등의 유기산과 함께 열에 의해 반응하여 gel과 같은 형태를 만든 것으로 생각되며, 특히 SHS 전처리한 군에서 가장 높은 것은 과열증기로 인해 사과, 양파의 조직이 파괴되어 믹서로 가는 과정에서 생과일보다 입자가 더 미세하게 갈리면서 펙틴 용출이 증가한 것으로 보인다. Osorio O 등(2008)의 연구에서 딸기 푸레를 90℃에서 2분 열처리 시 대조군에 비해 점도가 증가하였고, Liaotrakoon W 등(2013)의 연구에서는 dragon fruit(Hylocereus spp.)을 60~90℃에서 60 min 열처리했을 때 온도가 높아질수록 점도가 증가하는 것으로 나타났다. 또한 Bengtsson H 등(2011)은 사과를 열처리 시 수용성 펙틴이 더 많이 용출되고 gel과 같은 성상을 나타낸다고 보고하는 등 과일의 펙틴이 열에 의해 점도가 상승하는 결과들을 보여주고 있어 본 연구와 비슷한 양상을 띠고 있다. HHP 처리군은 살균하지 않은 군에 비해 점도가 약간 증가했으나, 열 처리군 보다는 점도가 낮았다. Huang YX 등(2013)의 연구에서 딸기 푸레를 300 MPa, 2분, 21℃로 처리했을 때 저장기간 동안 점도에 유의적인 변화가 없었고, Landl A 등(2010)의 연구에서도 사과 푸레를 600 Mpa, 5분, 20℃로 처리했을 때 대조군과 비교해 차이가 없다고 보고하였다. 따라서 HHP 처리는 열처리에 비해 간장 소스의 물리화학적 변화에 미치는 영향이 적은 것으로 보인다. 살균 처리하지 않은 군은 SHS 전처리에 관계없이 점도가 점점 감소하였으며, HHP 또는 열 살균한 군은 SHS 전처리에 관계없이 시간이 지나도 점도가 잘 유지되는 것으로 나타났다. 이는 미생물 성장이 소스의 점도를 감소시킨 것으로 여

겨지며 Park JG 등(2012)의 연구와도 일치한다.

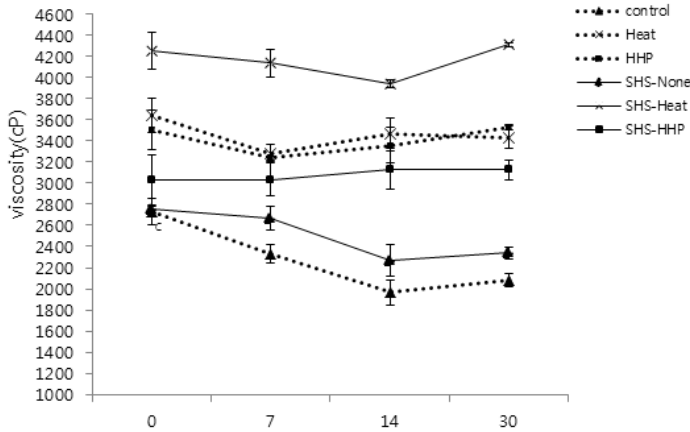


Fig. 3. Viscosity changes of soy seasoning sauces treated with superheated steam and different sterilization methods during cold storage. Heat; heat sterilization, HHP; high hydrostatic pressure sterilization, SHS; superheated steam treatment, None; non-sterilization

7. 간장소스로 만든 불고기의 기호도 검사

간장 소스 샘플 6가지를 이용하여 만든 불고기에 대한 관능 평가는 Table 6과 같다. 간장소스의 활용도를 고려하여 대중적인 메뉴인 불고기를 관능시료로 사용하였으며, 관능 검사 패널은 앞의 SHS 전처리에 따른 사과, 양파, 마늘의 관능평가와 동일하였다. 소스의 살균처리 직후(0일) 제조한 불고기의 관능평가 결과는 살균하지 않은 군(control, SHS-None)과 초고압 살균한 군(HHP, SHS-HHP)에 비해 열 살균한 군(Heat, SHS-Heat)이 색, 향, 전체적인 기호도에서 유의적으로 낮은 점수를 받았다($p < 0.05$). 또한 SHS-HHP군은 대조군과 비교했을 때 향, 짠맛, 전체적인 기호도에서 차이가 없었으며 다른 군들에 비해서는 색, 전체적인 기호도에서 높은 점수를 받았다. 냉장 저장 14일 된 간장 소스로 만든 불고기의 관능 평가에서는 다른 군들에 비해 SHS-HHP 군이 색, 향, 전체적인 기호도에서 모두 높은 점수를 받았으며, 대조군이 14일 후 향에 대한 평가가 유의적으로 낮아진 반면($p < 0.05$), SHS-HHP군은 높은 평가를 유지하고 있었다. 짠맛과 단맛에 대한 평가

Table 6. Changes in sensory evaluation of *Bulgogi* seasoned with soy seasoning sauces treated with superheated steam and different sterilization methods

Items ¹⁾	Storage days	control	Heat	HHP	SHS-None	SHS-Heat	SHS-HHP
Overall acceptance	0	5.30±0.86 ^{2)bc3)}	3.75±1.25 ^a	4.90±1.02 ^b	5.05±1.46 ^b	3.90±1.16 ^a	5.30±0.86 ^b
	14	5.00±1.12 ^b	3.90±0.71 ^a	4.80±0.83 ^b	4.75±1.11 ^b	4.60±1.53 ^a	5.60±0.68 ^b
	t-value	1.031	-0.679	0.335	0.825	-1.350	-1.301
Color	0	5.00±0.97 ^{bc}	4.45±1.09 ^{ab}	4.90±0.78 ^{bc}	4.90±0.78 ^{bc}	4.25±0.85 ^a	5.35±0.81 ^c
	14	5.00±1.07 ^{ab}	4.40±1.04 ^a	5.00±1.21 ^{ab}	5.00±0.91 ^{ab}	4.95±1.09 ^{ab}	5.45±0.75 ^b
	t-value	0.000	0.252	-0.317	-0.357	-1.926	-0.418
Aroma	0	5.55±0.75 ^b	3.85±1.49 ^a	5.40±1.56 ^b	5.45±0.82 ^b	3.80±1.05 ^a	4.80±1.15 ^b
	14	4.95±1.43 ^b	3.45±0.94 ^a	4.80±1.36 ^b	4.65±0.98 ^b	4.65±1.08 ^b	5.30±0.97 ^b
	t-value	1.878 ^{§4)}	1.506	1.285	2.557 [§]	-2.095	-1.949
Saltiness	0	3.10±0.78 ^{ab}	3.35±0.87 ^b	2.75±0.63 ^a	2.95±0.51 ^{ab}	3.20±0.83 ^{ab}	3.10±0.71 ^{ab}
	14	2.85±0.74	3.35±0.81	2.95±0.75	3.05±0.82	3.30±0.86	3.00±0.56
	t-value	0.925	0.000	-0.890	-0.490	-0.302	0.490
Sweetness	0	2.70±0.73 ^a	3.20±1.05 ^{ab}	3.00±0.72 ^{ab}	3.10±0.85 ^{ab}	3.25±1.07 ^{ab}	3.35±0.87 ^b
	14	3.10±0.64	3.40±0.68	3.15±0.74	3.15±0.93	3.05±0.99	3.05±0.75
	t-value	-1.710	-0.698	-0.679	-0.271	0.556	1.064

Heat; heat sterilization, HHP; high hydrostatic pressure sterilization, SHS; superheated steam treatment, None; non-sterilization

¹⁾ A 7-point hedonic scale (1= very much dislike, 7= very much like) was used for overall acceptance, color, aroma and a 5-point JAR scale (1=not enough, 3=just about right, 5=too much) was used for saltiness, sweetness.

²⁾ Values are mean±SD

³⁾ Different superscripts within the same row indicate significant difference as superheated steam treatment & sterilization methods at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

⁴⁾ § : $p < 0.05$ by paired t-test between 0 and 14days

는 모든 균에서 큰 차이를 보이지 않았다. 즉, SHS-HHP균이 열 살균에 비해 관능이 우수하고, 물리적으로 어떠한 처리도 가하지 않은 대조군과 비교했을 때 관능에 있어 큰 차이가 없고 오히려 시간이 지남에 따라 향이 잘 보존되는 것으로 드러났다.

IV. 요약

본 연구에서는 한식에서 활용도가 높은 간장 소스를 생산할 때 새로운 가공 기술인 과열증기와 초고압 기술을 적용해 보고, 저장기간 동안(5℃, 30일) 그 품질의 변화를 비교 하였다. 소스 제조에 앞서 사과, 양파, 마늘을 과열증기로 전처리 하였으며, 그 결과 저장기간(0,7일)동안 PPO의 활성이 억제되고 색과 BP의 변화가 거의 없음을 확인하였고, 관능적으로 색, 향, 맛, 질감 및 전체적인 기호도도 우수한 것으로 나타났다. 이후 과열증기로 전처리한 재료를 첨가하여 간장소스를 제조하였고 열 또는 초고압을 이용하여 살균처리 하였다. 저장기간(0,7,14,30일) 동안 소스의 품질 특성을 분석한 결과, 살균방법에 따라 염도, 당도, pH에는 큰 차이가 없었다. 색도 측정 시 과열증기로 전처리하지 않은 재료를 첨가한 간장 소스에 비해 과열증기로 전처리한 재료를 첨가한 간장 소스에서 L값이 유의적으로 높았으며, 특히 살균 방법에 따라서는 초고압 처리한 경우 L값이 높게 유지되었다. 일반 세균은 열 또는 초고압 살균 시 저장기간 동안 4 log CFU/g 이하를 유지하고 있었으며, 대장균 과 *B. cereus*는 모든 균에서 검출되지 않았다. 소스의 점도는 열 또는 초고압 살균한 균에서 저장기간 동안 유지되었으며, 살균하지 않은 균은 점차 감소하였다. 간장 소스를 이용하여 만든 불고기의 관능검사 결과, 과열증기 전처리와 초고압 살균을 병행한 균에서 색, 향, 전체적인 기호도가 유의적으로 높게 평가되었으며, 짠 맛과 단 맛은 처리방법에 따라 큰 차이를 보이지 않았다.

즉, 사과, 양파, 마늘을 과열증기로 전처리한 후 간장 소스를 제조하고, 소스 살균을 위해 비가열 살균 방법인 초고압으로 처리했을 때 냉장 저장 중 품질 특성이 가장 좋은 것으로 나타났다. 이상의 결과를 종합해 볼 때 냉장 유통 간장 소스 제조 시 품질이 유지되고 관능적으로 우수하며, 위생적으로 안전한 소스를 생산하기 위해 과열증기와 초고압 기술이 적용될 수 있을 것으로 사료된다.

V. 감사의 글

본 연구는 농림수산식품부 한식세계화용역연구사업(한식 현지화 지원사업)의 연구비 지원과 (주)다손의 기술지원에 의해 수행 되었으며 이에 감사드립니다.

참고문헌

- Ahn JJ, Akram K, Lee JG, Kim KS, Kwon JH. 2012. Identification of a gamma-irradiated ingredient (garlic powder) in Korean barbecue sauce by thermo luminescence analysis. *J Food Sci* 77(4):476-480
- Ahn SC, Lee GC. 2005. Effects of anti browning agents on browning of apple slices during cold storage. *Korean J Food Cookery Sci* 20(1):24-32
- Anese M, Nicoli M, Dallaglio G, Leric C. 1995. Effect of high pressure treatments on peroxidase and polyphenoloxidase activities. *J Food Biochem* 18: 285-293
- Arias E, Gonzalez J, Lopez-Buesa P, Oriá R. 2008. Optimization of processing of fresh cut pear. *J Sci Food Agric* 88:1755-1763
- Arroyo G, Sanz PD, Prestamo G. 1999. Response to high pressure, low temperature treatment in vegetables: Determination of survival rates of microbial populations using flow cytometry and detection of peroxidase activity using confocal microscopy. *J Appl Microbiol* 86(3): 544-556
- Babu TA. 2008. Cooking with superheated steam. *Electronic For You* 40(6): 30-36
- Bengtsson H, Wikberg J, Tomberg E. 2011. Physicochemical characterization of fruit and vegetable fiber suspensions. II: Effect of variations in heat treatment. *J Texture Studies* 42: 281-290
- Bull MK, Zerdin K, Howe E, Goicoechea D, Paramanandhan P, Stockman R. 2004. The effect of high pressure processing on the microbial, physical and chemical properties of Valencia and Navel orange juice. *Innov Food Sci Emerg Technol* 5(2): 135-149
- Cho HY, Cho EK, Kim BC, Shin HH. 2011. Baby food processing and properties by using high pressure processing. *Korean J Food Nutr* 24(4):746-752
- Choi SK, Kim SH, Choi EH, Shin KY, Lee JH, Lee MS. 2010. Quality and sensory characteristics of Gochujang sauce by degree of hot taste. *Korean J Culinary Res* 16:268-277
- Chow YN, Louame Loïc, Bonazzi C, Nicolas J, Billaud C. 2011. Apple polyphenoloxidase inactivation during heating in the presence of ascorbic acid and chlorogenic acid. *Food Chem* 129:761-767
- Cheng GW, Crisosto CH. 1995. Browning potential, phenolic composition, and polyphenoloxidase activity of buffer extracts of

- peach and nectarine skin tissue. J Amer Soc Hort Sci 120(5): 835-838
- Eissa HA, Oida HM, Fadel GE, Abraham JM, Hassan A, Elrashid AA. 2006. Thiol containing compounds as controlling agents of enzymatic browning in some apple products. Food Res Inter 39: 855-863
- Erkmen O, Dogan C. 2004. Kinetic analysis of *Escherichia Coli* inactivation by high hydrostatic pressure in broth and foods. Food Microbiol 21: 181-185
- Hong JH, Yoon EK, Chung SJ, Chung L, Cha SM, O' mahony M, Vickers Z, Kim KO. 2011. Sensory characteristics and cross-cultural consumer acceptability of Bulgogi (Korean traditional barbecued beef). J Food Sci 76(5):S306-S313
- Huang YX, Ye M, Chen HQ. 2013. Inactivation of *Escherichia Coli* O157:H7 and *Salmonella* spp. in strawberry puree by high hydrostatic pressure with/without subsequent frozen storage. Intl J Food Microbiol 160(3):337-343
- Hwang TY, Sohn KH, Lim JH, Moon DK. 2010. Anti browning effect of Licorice (*Glycyrrhiza glabra*) extracts on chopped garlic. Korean J Food Preserv 17(1) 160-164
- Institute of Traditional Korea Food. 2008. Beauty of Korean Food: with 300 Best-Loved Recipes. JILSIRU. Seoul. pp256-259
- Kim BC, Hwang JY, Wu HJ, Lee SM, Cho HY, Yoo YM, Shin HH, Cho EK. 2012. Quality changes of vegetables by different cooking methods. Korean J Culinary Res 18(1):40-53
- Kim OS, Lee DH, Chun WP. 2008. Eco-friendly drying technology using superheated steam. Korean Chem Eng Res 46(2):258-273
- Kim SH, Shin KE, Choi SK, Seo YW. 2012. A study on the quality characteristics of brown sauce by the addition of red yeast rice powder roux. Korean J Culinary Res 18(4):222-232
- Koo SY, Cha KH, Lee DU. 2007. Effects of high hydrostatic pressure on foods and biological system. Food Sci Ind 40(3):23-30
- Landl A, Abadias M, Sárraga C, Viñas I, Picouet PA. 2010. Effect of high pressure processing on the quality of acidified Granny Smith apple puree product. Innov Food Sci Emerg Technol 11: 557-564
- Lee EJ, Mun KC. 2012. Globalization of Korean cuisine through Korean sauces-focusing on the success of world-wide sauces. Korean J Culinary Res 18(3): 108-120
- Lee SH, Park ML, Lee SH, Kim HR, Choi SK, Choi SH. 2010. Quality characteristics of Bulgogi seasoning sauce prepared with *Angelica gigas* Nakai extracts and salted liquid of *Prunus mume*. Korean J Culinary Res 16(5):247-263
- Liaotrakoon W, Clercq N, Hoed VV, Walle DV, Lewille B, Dewettinck K. 2013. Impact of thermal treatment on physicochemical anti oxidative and rheological properties of white-flesh and red-flesh dragon fruit (*Hylocereus* spp.) purees. Food Bio process Technol 6:416-430
- Linton M, McClements JM, Patterson MF. 1999. Survival of *Escherichia Coli* O157:H7 during storage in pressure treated orange juice. J Food Protec 62: 1038-1040
- Ludikhuyze L, Van Loey A, Indrawati, Smaout C, Hendrickx M. 2003. Effects of combined pressure and temperature on enzymes related to quality of fruits and vegetables: from kinetic information to process engineering aspects. Crit Rev Food Sci Nutr 43(5): 527-586
- Nam JS, Choi SK, Kim DS. 2010. Quality and sensory characteristics of Bulgogi sauce with various amount of Onija extract juice. Korean J Culinary Res 16(4):247-259
- Nicolas JJ, Fichard-Forget FC, Goupy PM, Amiot MJ, Aubert SY. 1994. Enzymatic browning reactions in apple and apple products. Crit Rev Food Sci Nutr 34: 109-157
- Oh HS, Kim JH. 2006. Development of functional soy based stew sauce including hot water extract of *Cornus officinalis* S. et Z. Korean J Food Culture 20(5):550-558
- Oh HS, Park WB. 2003. Studies on the making of Teriyaki sauce using Korean soy sauce. Korean J Culinary Res 9(3):102-113
- Osorio O, Martinez-Navarrete N, Moraga G, Carbonell JV. 2008. Effect of thermal treatment on enzymatic activity and rheological and sensory properties of strawberry purees. Food Sci Tech Intl 14 (suppl.5): 103-108
- Park JG, Song BS, Kim JH, Han IJ, Yoon YH, Chung HW, Kim EJ, Gao M, Lee JW. 2012. Effect of high-dose irradiation and autoclave treatment on microbial safety and quality of ready-to-eat Bulgogi sauce. Radiat Phys Chem 81:1118-1120
- Park WP, Cho SH, Lee DS. 1998. Screening of anti browning agents for minimally processed vegetables. Korean J Food Sci Technol 30(2):278-282
- Park YH, Park SJ, Han GJ, Choe JS, Lee JY, Kang MS. 2012. Quality characteristics of pre-processed garlic during storage according to storage temperature. J Korean Soc Food Sci Nutr 41(7): 994-1001
- Rastogi NK, Raghavarao KSMS, Balasubramaniam VM, Niranjana K, Knorr D. 2007. Opportunities and challenges in high pressure processing of foods. Crit Rev Food Sci Nutr 47:69-112
- Sapis JC, Macheix JJ, Cordonnier RE. 1983. The browning capacity of

- grapes. II. Browning potential and polyphenoloxidase activities in different mature grape varieties. *Amer J Enol Vitic* 34(3): 157-162
- Sila DN, Smout C, Vu ST, Loey AV, Hendrick M. 2005. Influence of pretreatment conditions on the texture and cell wall components of carrots during thermal processing. *J Food Sci* 70(2):85-91
- Sohn KH, Lim JK, Kang UY, Park JY, Noguchi A. 1996. High pressure inactivation of alliinase and its effects on flavor of garlic. *Korean J Food Sci Technol* 28(3):593-599
- Sotome I, Takeneka M, Koseki S, Ogasawara Y, Nadachi Y, Okadome H, Isobe S. 2009. Blanching of potato with superheated steam and hot water spray. *LWT-Food Sci Technol* 42:1035-1040
- Soliva-Fortuny RC, Biosca M, Nuria GM, Martin-Belloso O. 2002. Browning, polyphenoloxidase activity and headspace gas composition during storage of minimally processed pears using modified atmosphere packaging. *J Sci Food Agric* 82:1490-1496
- Speckhahn A, Srzednicki G, Desai DK. 2010. Drying of beef in superheated steam. *Drying Technol* 28:1072-1082
- 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. *Innov Food Sci Emerg Technol* 12: 235-243
- Valdramidis VP, Graham WD, Beattie A, Linton M, McKay A, Fearon AM, Patterson MF. 2009. Defining the stability interfaces of apple juice: Implications on the optimization and design of high hydrostatic pressure treatment. *Innov Food Sci Emerg Technol* 10: 396-404
- Vámos-Vigyázó L. 1981. Polyphenoloxidase and peroxidase in fruits and vegetables. *Crit Rev Food Sci Nutr* 15: 49-127
- Vercammen A, Vivijis B, Lurquin I, Michiels CW. 2012. Germination and inactivation of *Bacillus coagulans* and *Alicyclobacillus acidoterrestris* spores by high hydrostatic pressure treatment in buffer and tomato sauce. *Intl J Food Microbiol* 152:162-167
- Vikousi H, Koutsoumanis K, Biliaderis C. 2008. Kinetic modelling of non-enzymatic browning of apple juice concentrates differing in water activity under isothermal and dynamic heating conditions. *Food Chem* 107: 785-796
- Yin XF, Choi SK, Namkung Y. 2011. Quality characteristics of soy reducing sauce made with apple concentrate. *J East Asian Soc Dietary Life* 21(6):823-829
- Zuo L, Lee EJ, Lee HJ. 2004. Effect of hot water treatment on quality of fresh-cut apple cubes. *Food Sci Biotechnol* 13(6): 821-825
- 吉田 隆. 2005. 過熱水蒸気技術集成. 株式会社 エヌ・ティ・エス, pp3-83

2013년 4월 25일 접수; 2013년 6월 2일 심사(수정); 2013년 7월 29일 채택