

장류를 이용하여 제조한 소스류의 총균 및 *Bacillus cereus* 포자에 대한 줄가열 및 초고압 처리 효과

- 연구노트 -

조은지¹ · 오세욱² · 허병석³ · 홍상필¹

¹한국식품연구원

²국민대학교 식품영양학과

³샘표식품(주)

Effect of Joule Heating and Hydrostatic Pressure on Reduction of Total Aerobes and Spores of *Bacillus cereus* in Sauces Prepared with Traditional Korean Fermented Foods

Eun-Ji Jo¹, Se-Wook Oh², Byung-Serk Hur³, and Sang-Pil Hong¹

¹Korea Food Research Institute

²Food and Nutrition, Kookmin University

³Sempio Foods Company

ABSTRACT This study was conducted to evaluate the effects of Joule heating and hydrostatic pressure on reduction of total aerobes and spores of *Bacillus cereus* in four kinds of sauces prepared with traditional Korean fermented foods. Total aerobes and inoculated spores of *B. cereus* in sauces were assayed after treatment or during storage at 30°C after 4 or 8 weeks. Joule heating (85°C), hydrostatic pressure (550 Mpa, 5 min), and antimicrobial additive (3% ethanol) were separately applied or combined as a hurdle technique. A 1.0~2.0 log reduction in total aerobes of Doenjang and Gochujang sauce was observed upon Joule heating at 80, 85, and 95°C. Significant reductions (0.92~1.21 log/0.5~1.38 log and 1.26~1.7 log/0.47~3.45 log) of total aerobes/spores of *B. cereus* in Doenjang and Gochujang sauce, respectively, occurred upon JA (Joule+additive), JP (Joule+hydrostatic pressure) or JAP (Joule+additive+hydrostatic pressure). Effects of each treatments were maintained or increased during storage for 8 weeks at 30°C, suggesting that total aerobes and spores of *B. cereus* in Doenjang and Gochujang sauce can be controlled through Joule heating or hydrostatic pressure treatment.

Key words: sauce, total aerobes, *Bacillus cereus*, hydrostatic pressure, Joule heating

서 론

소스 상품(소스, 드레싱 및 양념)은 2011년 기준으로 약 970억 달러 소비된 것으로 추정되고 있으며(1) 소비자들은 소스를 통하여 민족음식(ethnic food)의 다채로운 풍미와 건강 기능성을 추구하는 추세이다.

한국의 대표적 전통발효식품인 된장, 고추장 및 간장은 슬로푸드(slow food)로서 각종 에스테르, 알코올, 황화물 등 다양한 휘발성 향기성분(2), 아스팔트산 및 글루탐산 등의 유리 아미노산, GMP, CMP 및 IMP 등의 핵산(3) 그리고 저분자 산성 펩타이드, 젖산 및 호박산 등의 유기산(4), peptide류(5) 등 다양한 맛 성분을 함유하고 있다. 또한 이들 발효식품에는 항비만 효과의 캅사이신(6,7), 항산화 효과

를 나타내는 갈변색소(8) 및 페놀 성분(9) 등과 같이 우수한 기능성의 성분들을 함유하고 있어 세계적인 소스 상품으로서 발전이 기대되고 있다.

장류를 이용한 소스 상품 연구와 관련하여 지금까지는 주로 고추장을 이용한 소스 제품 개발에 관한 연구가 주를 이루고 있으며(10) 장류를 이용한 소스 상품 개발에 있어서 관련 미생물의 제어는 매우 중요한 과제로 부각되고 있다(11).

간장, 된장 및 고추장은 젖산균을 비롯한 효모 및 곰팡이 등 다양한 종류의 유익균뿐만 아니라 *Bacillus cereus* 균과 같은 식중독 유발 세균의 검출빈도가 높아서 장류를 이용하여 소스를 제조 시 풍미 변화를 최소화하면서 보다 효과적으로 살균할 수 있는 방법의 개발이 필요하다(11).

현재까지 장류를 이용한 소스에 대한 살균 연구 사례는 보고되지 않았지만 된장 및 고추장의 옴(Ohm) 특성(12), 고추장에 대한 열과 초고압 처리(13) 및 초고압과 감마선 처리(14) 연구가 있고, 최근에 된장과 고추장에 *B. cereus* 포자를 접종하고 줄가열(Joule heating) 및 초고압

Received 26 June 2014; Accepted 20 September 2014

Corresponding author: Sang-Pil Hong, Korea Food Research Institute, Seongnam, Gyeonggi 463-900, Korea
E-mail: sphong@kfri.re.kr, Phone: +82-31-780-9098

처리(hydrostatic pressure) 방법 등을 조합하여 처리한 Lee 등(11)의 연구를 들 수 있다.

Leistener(15,16)는 온도, pH, 수분활성도(Aw), 산화환원전위, 가스환경, 압력(초고압), 전자파, 보존제 등은 미생물을 효과적으로 살균할 수 있는 허들(hurdle)로 적용이 가능하다고 제시하였다.

기존의 고온 장시간 열처리와 같은 단일하면서도 극한적인 처리 방법은 특히 발효식품인 장류를 이용한 소스의 경우 색상이나 향미에 크게 영향을 줄 수 있기 때문에 허들을 연계하여 적용하는 방법은 소스류의 물성 변화를 최소화하고 미생물 저감효율을 향상시킬 수 있을 것으로 기대되고 있다(11).

상기 연계 기술 중 초고압이나 줄가열 장비 등과 같은 설비는 아직은 충분히 보편화가 되어 있지 않아 비용 부담이 발생할 수 있으며 향후 고품질의 제품 생산효과로 인해 산업화가 이루어질 것으로도 전망되고 있다(11,13).

따라서 본 연구에서는 장류를 이용하여 제조된 소스류에 대하여 줄가열 및 초고압 처리를 통해 총균수 저감효과 및 인위적으로 접종된 *B. cereus* 포자의 저감효과를 검토한 동시에 살균 처리된 소스류의 저장성을 검토함으로써 최종적으로는 소스 제품의 미생물 제어에 활용할 수 있는 기초자료를 제공하고자 하였다.

재료 및 방법

실험재료

Tryptic soy broth(TSB)는 Difco사(Detroit, MI, USA), Mannitol Egg York Polymyxin Agar(MYP), egg yolk 및 supplement는 Merck사(Darmstadt, Germany)의 특급품을 사용하였고 기타 시약은 모두 특급을 사용하였다. *Bacillus cereus*(ATCC 21772, ATCC, Manassas, VA, USA)는 50% glycerol stock으로 보관 중인 균주를 사용하였다. 소스 제조용 주요 재료로서 간장, 진장, 쌀된장, 쌀발효액 및 고추장은 생표식품의 생산제품을 이용하였고 배, 마늘, 생강, 참깨, 청양고추, 물엿, 참기름, 설탕, 프락토올리고당 및 사과식초 등은 국내 유명 마트에서 구입하여 사용하였다.

소스의 제조

마리네이드, 간장소스, 된장소스 및 고추장소스는 S사에서 개발한 레시피를 활용하였다. 주요 재료로서 마리네이드는 진장(S사), 배, 설탕, 마늘 및 생강 등을 사용하였고 간장소스는 간장(S사), 설탕, 물엿, 마늘, 생강 및 참기름 등을 사용하였다. 계속해서 된장소스는 쌀된장(S사), 쌀발효액(S사, 증자쌀에 0.2% *Aspergillus oryzae* 접종 발효), 청양고추, 식초 및 설탕 등을 사용하였고, 고추장소스는 고추장, 쌀발효액(S사), 프락토올리고당, 사과식초, 마늘 및 참깨 등을 사용하였다.

pH 및 적정 산도

pH는 액체 상태의 시료에 pH electrode를 직접 넣어 측정하였다. 적정 산도는 시료 약 1 g을 정확히 달아 적당히 희석(100 mL)하여 여과한 여과액(Toyo No. 1, Toyo Roshi Kaisha Ltd., Tokyo, Japan) 20 mL에 0.01 N NaOH 용액으로 pH가 8.3이 될 때까지 적정하여 소비된 0.01 N NaOH 용액 소비량을 구한 후 다음의 식으로 계산하였다.

$$\text{산도}(\%) = \text{소비된 NaOH}(\text{mL}) \times 0.0009 \times \text{NaOH factor} \times 5 \times \text{희석부피}(\text{mL}) / \text{시료량}(\text{g})$$

염도

시료 1 g을 100배 희석한 후 10 mL를 취하여 2% potassium chromate 1 mL를 넣어 0.02 N AgNO₃으로 적정하여 아래의 식을 이용하여 계산하였다. 이때 단위는 %(w/v)이다.

$$\text{염도}(\%) = \text{소비된 AgNO}_3(\text{mL}) \times 0.00117 \times \text{AgNO}_3 \text{ factor} \times 10 \times \text{희석부피}(\text{mL}) / \text{시료 채취량}(\text{g})$$

총균수의 측정

소스 시료를 10진 희석법에 의하여 희석한 후 각 샘플 1 mL를 취하여, PCA(plate count agar) 배지(Difco)를 이용하여 pour plate counting method로 30°C에서 72시간 배양하여 총균수를 계수하였다.

가용성 고형분의 측정

Vee Gee refractometer(Kirkland, WA, USA)를 이용하여 직접 측정하였으며 °Brix로 나타내었다.

색도의 측정

색도는 색차계(CR-300 Series, Minolta Co., Osaka, Japan)를 이용하여 명도 L, 적색도 a, 황색도 b로 나타내었다. Total color difference(ΔE)는 다음 식에 의해 계산하였다.

$$\Delta E = [(L - L_0)^2 + (a - a_0)^2 + (b - b_0)^2]^{1/2}$$

포자의 제조

Yang 등(17)이 제시한 방법에 따라 제조하였다. 즉 *B. cereus*를 nutrient broth(Difco)에서 24시간 배양 후 5 μg/mL MnSO₄(Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA)를 포함한 nutrient agar(Difco)에 2 mL 접종하여 30°C, 3일간 배양하여 포자를 발생시켰으며 0.1% Triton X-100(Daejung, Seoul, Korea)를 포함한 0.1 M NaCl 용액을 5 mL 주입한 뒤 spreader를 이용하여 포자를 희석하였다. 이후 4,000×g에서 20분 원심분리 하여 상등액을 제거하고 saline으로 3회 반복 세척 후 최종 10 mL로 현탁하였다. 회수된 포자는 4°C에서 보존하면서 사용하였다.

포자 접종 시료의 제조

10⁷ spore/mL 포자를 10⁵ spore/g이 되도록 소스 시료

에 첨가하고 미리 UV 살균 처리한 PE 필름에 충전한 후 stomacher mixer에서 충분히 혼합하여 사용하였다.

포자 염색 및 관찰

포자 확인은 Schaeffer와 Fulton 포자염색법(18)을 사용하였다. 즉 시료 25 μ L를 슬라이드상에 도말 후 열고정 하고 malachite green(5%) 용액(Fluka, Steinheim, Switzerland)을 마르지 않도록 계속 첨가해주면서 5분 간 가열하며 염색하였다. 염색이 끝난 후 safranin O(2.5%) 용액(Fluka)으로 20초간 대조 염색한 후 다시 증류수로 세척하고 위상차현미경(Olympus, Tokyo, Japan)으로 포자를 관찰하였다.

Joule 가열

Batch식 Joule 가열장비(Ohmic Heater, Frontier Engineering, Tokyo, Japan)를 이용하여 살균 시험을 행하였다. Joule 가열장치는 출력전압 100~400 V까지 조절할 수 있으며, 주파수는 20 kHz의 고정형의 것을 사용하였다. 소스 1 kg을 20×20×20 cm 규격의 chamber에 채우고 온도를 설정하고 가열을 실시한 다음 설정온도(80, 85, 95°C)에 도달한 즉시 시료를 PE 필름에 포장하여 급랭시켰다.

초고압 처리

진공 포장된 소스 시료를 hydrostatic fluid medium으로 채워진 고압기(Quintus food processor 6; ABB Autoclave System, Inc., Houston, TX, USA)의 chamber에 넣고 550 MPa 압력으로 5~20분 처리하였으며 이때 chamber의 온도는 15±3°C이었다.

주정 첨가

EtOH는 95% 주정을 활용하고 소스에 대하여 3%(v/w) 되게 첨가하였다.

*B. cereus*의 계수

MYP 배지 분석법(19)을 변형하여 계수하였다. 시료 10 g을 취하여 20 mL의 멸균생리식염수를 가하여 2분간 고속으로 균질화하여 시험용액으로 하였다. 멸균 생리식염수를 사용하여 10배 단계희석액을 MYP agar(Merck)에 0.1 mL씩을 도말하여 30°C에서 24시간 동안 배양하였다. 배양 후 집락 주변에 lecithinase를 생성하는 혼탁한 환을 갖는 분홍색 집락을 선별하여 계수하였다.

저장시험

시료를 30°C incubator에서 4~8주 동안 저장하고 총균수 및 *B. cereus* 수를 측정하였다.

통계분석

실험은 모두 3회 반복하였고 SPSS(Statistical Package for the Social Science, Ver. 18.0, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)를 이용하여 통계분석 하였으며 각 처리구 간의 유의성 검증을 위해 one-way ANOVA를 실시한 후 처리군의 평균값 간의 비교를 위해 Duncan의 다중검정(multiple range test)을 이용하여 5% 유의수준에서 유의성 검정을 실시하였다.

결과 및 고찰

소스의 이화학적 특성

본 연구에 사용된 소스류에 대한 pH, 적정 산도, 염도 및 가용성 고형분 농도를 Table 1에 나타내었다. 적정 산도는 고추장소스가 4.13%로 가장 높았고 그 다음으로 된장소스가 1.62%, 마리네이드가 0.94% 및 간장소스가 0.57%의 순으로 높았으며 pH는 적정 산도의 수준에 따라 낮게 나타났다. 염도의 경우에는 마리네이드 및 간장소스는 각각 5.38% 및 7.45%로서 된장소스 5.07% 및 고추장소스 3.24%보다 높은 수준이었고 가용성 고형분 농도에서는 간장소스가 60.5°Brix로 가장 높았고 다음으로 고추장소스 45.0°Brix, 마리네이드 37.0°Brix였으며 된장소스가 35.0°Brix로 가장 낮게 나타났다.

상기 소스류는 pH, 적정 산도, 염도 및 가용성 고형분 농도에서 서로 차이를 보이고 있고 특히 간장소스나 마리네이드의 pH는 각각 4.84 및 5.0으로 산성식품의 범주에서 벗어난 반면 고추장소스 및 된장소스의 pH는 각각 3.54 및 4.26으로서 FDA에서 규정한 산성식품에 해당된다고 볼 수 있다.

따라서 상기 소스류들의 환경차이는 총균수나 집종포자에 대한 살균효과에서도 차이를 나타낼 가능성을 시사하였다.

Joule 가열처리 효과

Joule 가열처리법은 식품 자체에 전류를 통과시켜 얻어지는 저항열을 이용한 것으로 급속가열이 가능하여 열에 의한 손실이 적기 때문에 품질 유지에 유리하다고 알려져 있다(20). 본 연구의 장류소스는 전기전도도를 충분히 유지할

Table 1. Comparison of pH and salinity of sauces

Sauces	pH	Titrateable acidity (%)	Salinity (%)	°Brix
Marinade	5.00±0.01 ¹⁾	0.94±0.01	5.38±0.00	37.0
Soy sauce	4.84±0.03	0.57±0.14	7.45±0.04	60.5
Doenjang sauce	4.26±0.01	1.62±0.06	5.07±0.05	35.0
Gochujang sauce	3.54±0.03	4.13±0.14	3.24±0.04	45.0

¹⁾All values are mean±SD of three replications.

Table 2. Regression equation of time (x) and temperature (y) in sauces with Joule heating at different temperature

Samples	Regression equation between time and temp.	Elapsed time to setting temp. (sec)	Setting temp. (°C)
Marinade	$y=0.0201x^2-0.7377x+27.733$ ($R^2=0.87$)	72.5	80
	$y=0.0077x^2+0.454x+12.905$ ($R^2=0.99$)	71.6	85
	$y=0.0155x^2+0.266x+16.486$ ($R^2=0.99$)	63.1	95
Soy sauce	$y=0.0077x^2+1.5279x+6.2004$ ($R^2=0.99$)	40.1	80
	$y=0.0033x^2+1.2792x+4.7788$ ($R^2=0.99$)	54.9	85
	$y=0.0065x^2+1.5676x+10.684$ ($R^2=0.99$)	45.2	95
Doenjang sauce	$y=0.0002x^2+1.1859x+4.8814$ ($R^2=0.99$)	62.6	80
	$y=0.0005x^2+1.0802x+8.9209$ ($R^2=0.99$)	68.2	85
	$y=0.0029x^2+1.3832x+6.3527$ ($R^2=0.99$)	57.2	95
Gochujang sauce	$y=0.0102x^2+0.1348x+3.6292$ ($R^2=0.99$)	80.1	80
	$y=0.0076x^2+0.2888x+2.4668$ ($R^2=0.99$)	86.9	85
	$y=0.0076x^2+0.4669x+10.859$ ($R^2=0.99$)	78.8	95

수 있을 만큼 염을 함유하고 있어 줄가열 처리법의 적용에 큰 문제는 없을 것으로 판단되었다.

Table 2에 줄가열 시 최종 도달 온도를 각각 80°C, 85°C 및 95°C로 세팅하고 챔버 내 소스의 온도와 시간의 변화 경향을 나타내었다. 소스 시료는 모두 줄가열 처리 시 시간 경과에 따라 온도가 매우 빠르게 증가하였고 설정온도가 높을수록 온도 도달시간이 더욱 빠른 경향을 보였으며 소스류에 따라서 절대 도달시간에서 차이를 보였다.

소스별 도달시간을 비교해보면 간장소스는 54초(80°C)~40초(95°C)로 가장 빨랐고 다음으로 된장소스 62초(80°C)~57초(95°C), 마리네이드 72초(80°C)~63초(95°C), 고추장소스 86초(80°C)~78초(95°C)의 순이었다.

상기와 같이 소스별로 열전달 시간이 다르게 나타난 것은 소스 시료의 이화학적 환경 차이를 반영하고 있음을 시사하고 있으며 전체적으로 도달시간이 매우 단시간인 점을 감안하면 열에 의한 소스의 품질 손실 가능성이 매우 적을 것으로 생각되었다.

Table 3의 총균수를 측정 결과를 살펴볼 경우 초기 총균수에 있어서 마리네이드 4.55 log, 간장소스 4.36 log, 된장소스 2.10 log 및 고추장소스 6.06 log였으며 마리네이드와 간장소스의 경우 줄가열에 의한 총균수의 감소 효과가 나타나지 않았다. 이와 같은 결과는 마리네이드나 간장소스는 간장을 주원료로 하고 있어 간장 유래의 총균이 줄가열에 대해 저항성을 나타내는 특성이 있기 때문으로 생각되었다.

한편 된장소스와 고추장소스의 경우 총균수는 줄가열에

의해 유의적으로 감소하는 경향을 보였고 80°C와 85°C 처리에서는 대조구 대비 각각 1 log 수준 이하, 95°C 처리에서는 각각 2 log 수준 감소하는 특성을 보였다.

Kim 등(21)은 된장을 PE 필름에 포장하고 80°C 항온수조에서 30분간 처리 시 젖산균 및 효모와 곰팡이는 완전히 사멸하였으나 일반 세균이나 혐기성 세균에는 큰 영향을 주지 못했다고 하였고, Lim 등(13)은 상기와 유사한 조건에서 고추장을 처리하였을 때 미생물 살균효과가 미약하게 나타났다고 하였다.

본 연구에서 된장 및 고추장 소스를 80°C와 85°C로 줄가열 하였을 때 총균수가 1 log 이하로 낮은 감소를 보인 결과는 Kim 등(21)과 Lim 등(13)의 연구 결과에서와 같이 된장 및 고추장에 존재하는 미생물에 대한 약한 살균 특성이 반영된 것으로 보인다.

상기 결과에서 80°C 기준으로 줄가열 처리 시 90초에 불과한 짧은 온도 도달속도 및 온도 유지시간을 감안하면 줄가열 방법은 동일한 온도에서 30분간 열수 처리를 하는 방법에 비해 균 저감율이 크고 풍미 유지에도 유리하므로 줄가열법을 적용할 경우에 90°C 이상의 온도에서도 살균이 가능할 것으로 기대되었다.

초고압 처리 효과

초고압 처리는 미생물 및 효소 불활성화 효과가 있으며 식품의 풍미에는 영향을 미치지 않는 것으로 알려져 있고 압력이 골고루 가해져 국부적인 변질 가능성이 없어 이상적

Table 3. Changes of total aerobes in sauces treated with Joule heating at different temperature (Unit: log CFU/g sauce)

Samples	Control	Heating temperature (°C)		
		80	85	95
Marinade	4.55±0.19 ^{ab1)2)}	4.13±0.09 ^c	4.61±0.04 ^a	4.24±0.05 ^{bc}
Soy sauce	4.36±0.03 ^b	3.96±0.32 ^{ab}	4.67±0.06 ^a	4.37±0.12 ^{ab}
Doenjang sauce	2.10±0.02 ^a	1.11±0.10 ^b	1.22±0.06 ^b	0.15±0.21 ^c
Gochujang sauce	6.06±0.08 ^a	4.55±0.00 ^d	4.97±0.03 ^c	5.81±0.02 ^b

¹⁾Data represent means±standard deviation of three measurement.

²⁾Mean with the same letter within a row are not significantly different ($P<0.05$).

Table 4. Total aerobic cells of sauces treated with hydrostatic pressure at 550 Mpa (Unit: log CFU/g sauce)

Samples	Control	Treatment time (min)	
		5	20
Marinade	4.55±0.20 ^{NS2)}	4.24±0.40	4.60±0.01
Soy sauce	4.88±0.06 ^{NS}	4.78±0.04	4.92±0.04
Doenjang sauce	2.41±0.18 ^{NS}	2.03±0.11	2.33±0.04
Gochujang sauce	6.62±0.06 ^{NS}	6.62±0.00	6.27±0.02

¹⁾Data represent means±standard deviation of three measurement.

²⁾NS: not significant.

인 살균 방법으로 알려져 있다(13). Table 4는 소스류에 대해 550 Mpa에서 5분 및 20분 초고압 처리한 결과이다.

된장소스 및 고추장소스의 총균수는 20분 처리 시 1 log 이하의 낮은 수준의 감소 효과를 보였고 마리네이드와 간장소스의 총균수는 동일한 조건에서 변화를 보이지 않았다. Farkas와 Hoover(22)는 압력이 미생물 세포막 단백질의 변성을 초래하여 세포막 기능 상실로 이어져 미생물의 손상이 가속화된다고 하였고, Jung 등(23)은 초고압 기술은 미생물의 형태와 소수성 결합 및 이온결합 등에 영향을 주어 미생물과 효소의 활성을 효과적으로 제어할 수 있다고 하였다. 그러나 초고압에 의한 미생물의 감소에는 균주에 따른 차이를 보일 가능성이 시사되고 있는데 Cheftel과 Culioli(24)는 그람양성균보다 그람음성균에 효과적이거나 같은 종이라 하더라도 균주의 차이에 의한 감소 효과는 다르다고 주장한 바 있다. Farkas와 Hoover(22)도 미생물의 압력에 대한 민감성은 그람양성균, 효모 및 그람음성균의 순으로 증가한다고 하였다. Lim 등(13)은 73°C/680 Mpa에서 30분간 초고압 처리 고추장을 37°C에서 저장하였을 때 총균수는 저장기간이 지남에 따라 감소하고 90일 후에는 검출되지 않았는데 이러한 이유는 초고압 처리에 의해 손상을 받아 대사기능이 저하되어 시간 경과에 따라 사멸된 것으로 추정된다고 하였다(25).

상기 소스류에 대한 초고압 처리 실험에서 총균수에서 유효한 감소 효과는 나타나지 않았는데 이러한 결과는 소스류 내에 존재하는 균총의 특성과 관련이 있을 것으로 생각되고 있다(22,24). 본 연구의 소스류는 초고압 처리에 의해 어느 정도의 세포손상은 받았을 것으로 예상되므로 Lim 등(13)의 고추장에서의 저장시험 결과와 같이 소스류의 총균수도 시간 경과에 따라 감소하거나 사멸될 가능성을 배제할 수는 없다.

총균수에 대한 허들처리 효과

소스류의 총균수에 대한 줄가열 처리 및 초고압 처리 효과 평가 결과를 바탕으로 소스의 허들처리를 목적으로 총균수에 적용 가능한 허들인자를 검토하여 적정 처리 조건을 설정하였다. 본 연구의 소스시료는 장류를 기본적인 재료로 이용하여 제조한 것으로 당 연구팀의 선행연구(11)에서 검토한 허들을 참고로 하였으며 진공포장 방법을 모든 처리구에 공

통으로 적용하였고 항균물질로 주정(EtOH) 3%를 첨가물로 이용하는 방법(A), 열에 의한 총균 저감 방법으로 Joule 가열, 85°C(J)로 하였으며 압력에 의한 총균 저감 방법으로 초고압 처리, 즉 550 Mpa, 5분 처리 조건(P)을 적용 방법으로 설정하였다. Fig. 1에는 허들처리구들에 대한 총균수 측정 결과를 나타내었다. 마리네이드 및 간장소스는 단일처리구 및 2종 이상의 복합처리구에서 총균수 저감이 일어나지 않아 허들처리에 대해 강한 저항성을 보였다. 된장소스의 경우 A(주정), P(초고압) 및 AP(주정+ 초고압) 처리에서 총균수 감화 효과를 보이지 않았다. 그러나 Joule 가열(J) 시대조구 1.51 log에서 1.22 log로 0.29 log만큼의 총균수 저감효과를 보였고 Joule 가열과 주정 첨가 처리(JA)에서는 1.16 log, Joule 가열과 초고압(JP) 처리에서는 0.59 log로 낮아지고 Joule 가열, 주정 및 초고압(JAP) 처리에서는 총균수가 0.3 log로 낮아져 총균수 저감효과가 더욱 커지는 경향을 보였다.

고추장소스의 경우 된장소스의 경우와 같이 A(주정 첨가), P(초고압) 및 AP(주정+ 초고압) 처리에서는 저감효과를 보이지 않았지만 Joule 가열 시대조구 6.36 log에서 4.97 log로 총균수 저감효과가 있었고 JA 처리구에서 5.10 log, JP 처리구에서 4.66 log(초고압), JAP 처리구에서는 4.89 log로서 Joule 가열과 연계한 복합처리 효과는 나타나지 않았다.

한편 소스처리구들을 30°C에서 8주 동안 저장한 경우 전반적으로 0 day 수준과 비슷하거나 더욱 낮아지는 경향을 보였고 특히 된장과 고추장소스의 J, JA, JP 및 JAP 처리구가 저장에 의해 대조구보다 낮은 수준을 유지하였다.

상기 결과를 통하여 된장 및 고추장 소스의 총균수는 허들처리를 통해 어느 정도 제어가 가능할 것으로 판단되었으며 마리네이드 및 간장소스는 재료단계에서의 전처리 혹은 다양한 허들처리법에 대한 검토가 필요할 것으로 생각된다.

소스에 접종된 *B. cereus* 포자에 대한 허들처리 효과

본 연구에서는 소스에 이용되는 장류에서 특히 문제되고 있는 *B. cereus* 포자(Fig. 2)를 소스에 인위적으로 접종하고 상기의 총균수에 대한 허들처리 방법을 같은 조건으로 적용하고 *B. cereus* 포자의 살균효과를 평가하였다. Fig. 2에서와 같이 마리네이드는 초기 포자수가 5.58 log에서 JAP 처리에서 4.80 log로 저감되었으며, 간장소스의 경우에는 초기 포자수 5.74 log에서 J 처리구에서 5.52 log로 저감되었고 이와 연계처리구인 JA 처리구가 5.26 log, JP 처리구가 5.09 log 및 JAP 처리구가 5.21 log로 다소 낮아지는 효과를 보였다. 이는 앞서 단일기술이나 복합처리에서 변화가 전혀 없었던 총균수에서의 결과와는 다른 결과로서 마리네이드와 간장소스에 접종된 포자는 허들처리에 민감성을 보이는 것으로 사료된다.

된장과 고추장 소스의 경우 마리네이드나 간장소스보다는 다소 높은 저감효과를 보였는데, 된장소스의 경우 초기

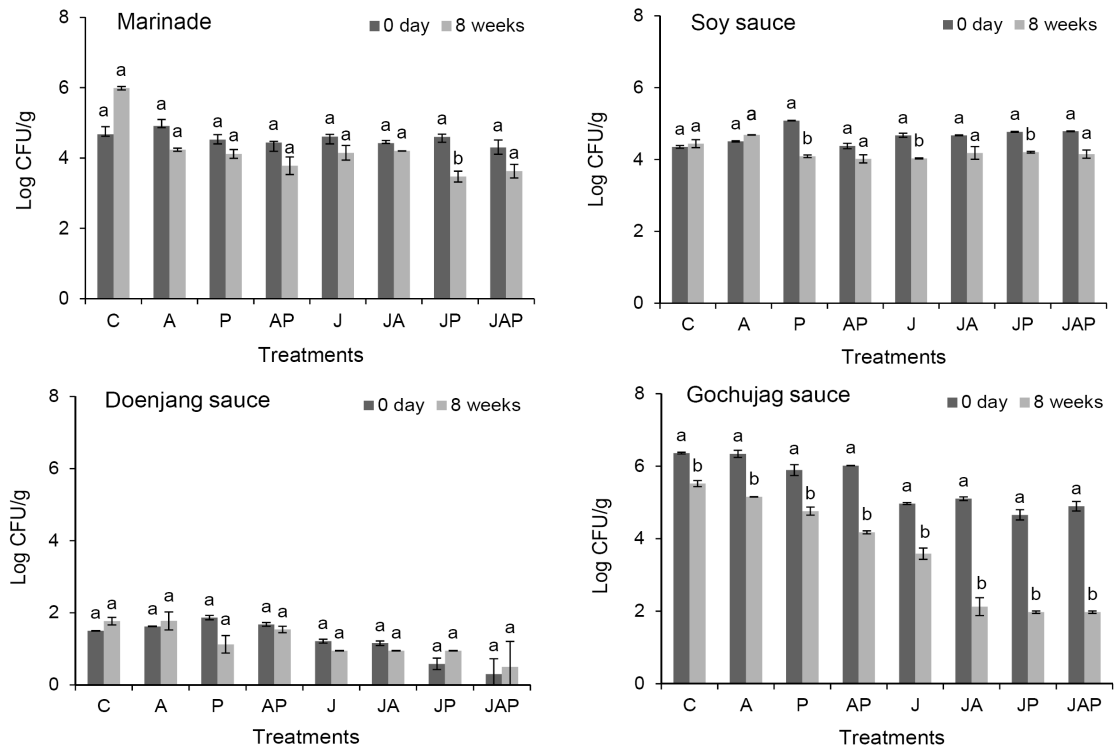


Fig. 1. Changes of total aerobes in sauces with hurdle treatments. C: control, A: additive, P: hydrostatic pressure, J: Joule heating. Mean with the same letter are not significantly different depending on storage time ($P < 0.05$).

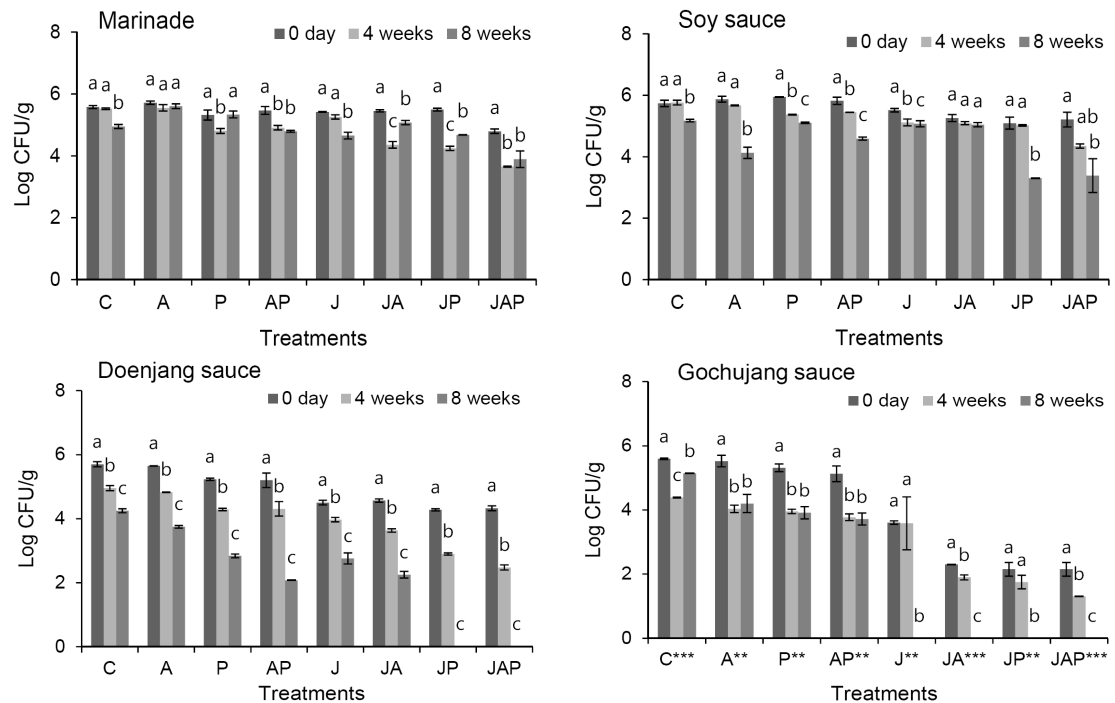


Fig. 2. Changes of inoculated spores of *B. cereus* in sauces with hurdle treatments. C: control, A: additive, P: hydrostatic pressure, J: Joule heating. Mean with the same letter are not significantly different depending on storage time ($P < 0.05$).

포자수 5.70 log던 것이 P와 AP 처리에 의해 각각 5.23 및 5.20 log 수준으로 저감되었고 J 처리에는 4.50 log로 매우 낮아졌으며 초고압 처리와 연계처리구인 JP와 JAP 처

리가 각각 4.28 log 및 4.32 log로 더욱 저감되었다. 고추장소스의 경우 초기 포자수 5.60 log던 것이 P와 AP 처리에 의해 각각 5.31 및 5.13 log 수준으로 저감되었고 J 처리

시에는 3.6 log로 매우 낮아졌으며 첨가물(A) 혹은 초고압(P)과 연계 시에는 JA 처리구가 2.3 log, JP 처리구와 JAP 처리구 모두 2.15 log로서 더욱 감소하는 효과를 보였다.

상기 된장소스와 고추장소스의 총균수는 허들처리에 의해서 1 log 수준 감소 효과를 나타내었지만 *B. cereus* 포자에 대한 허들처리 시 고추장소스의 경우 3 log 수준만큼 포자수가 크게 저감되는 결과를 얻을 수 있었고 된장소스의 경우에는 1 log 수준만큼의 저감에 그친 것으로 나타나 *B. cereus* 포자의 생존이 소스의 환경에 영향을 받고 있음이 시사되었다.

한편 *B. cereus* 포자 접종 소스의 처리구들을 30°C에서 8주간 저장한바 전반적으로 0일 수준에 비해 비슷하거나 더욱 낮아지는 경우가 많았고 특히 고추장소스의 JA, JP 및 JAP 처리구와 된장소스의 JP 및 JAP 처리구가 상대적으로 낮은 수준을 유지하였다. 상기 결과로부터 된장소스와 고추장소스는 Joule 가열과 초고압 및 주정을 연계한 처리기법을 통해 *B. cereus* 포자를 충분히 제어할 수 있을 것으로 기대된다.

허들처리에 따른 소스류의 색도 및 향미성분의 변화

Table 5에는 허들처리구의 대조구 대비 색차(total color difference)를 분석한 결과로 허들처리구의 색차는 대조구 대비 최소 0.37에서 최대 2.63의 범위로써 대조구와 차이가 없거나 감지할 수 있는 정도의 범위(1.5~3.0)에 해당되는 정도였다. 시료 중에서 된장소스는 마리네이드, 간장소스 및 고추장소스에 비해서 색도 변화가 가장 낮았고 허들처리구 중에서 A, P 및 AP 처리구보다 J 및 J와 연계된 처리구의 색차(delta E) 값이 다소 높은 특성을 보였다.

한편 허들처리구의 유기산과 유리당의 조성은 대조구와 대비하여 차이가 전혀 없었고 휘발성 향기성분을 분석한 경우에도 대조구 본래의 휘발성분이 소실된 경우는 관찰할 수 없었다(data not shown).

따라서 본 연구의 허들처리구는 색상이나 향미성분이 대조구에 비해 유의한 변화는 없는 것으로 허들처리방법은 상

기 소스류의 물성 변화를 최소화할 수 있는 방법(11)의 하나가 될 수 있음을 확인할 수 있었다.

요 약

마리네이드, 간장소스, 된장소스 및 고추장소스를 대상으로 총균수 및 *Bacillus cereus* 접종포자에 대해 초고압, 줄가열, 향균물질에 단독처리나 hurdle 복합처리에 의한 저감효과를 분석하였다. 줄가열 처리는 된장 및 고추장소스의 총균수와 접종포자에 대해서 1.0~2.0 log 범위의 저감효과를 나타내었다. 한편 J(85°C), A(EtOH 3.0%) 및 P(550 Mpa, 5분)를 허들로 설정하였을 경우 된장소스의 총균수는 JA 처리구가 0.35 log, JP 처리구가 0.92 log 및 JAP 처리구가 1.21 log 감소하였고, 고추장소스의 총균수는 JA 처리구가 1.26 log, JP 처리구가 1.7 log 및 JAP 처리구가 1.47 log 감소하였다. 포자의 경우 된장소스는 AP 처리구가 0.50 log, JP와 JAP 처리구는 각각 1.42 log 및 1.38 log로 감소 효과가 증가하였고, 고추장소스는 AP 처리구가 0.47 log, JA 처리구가 3.3 log, JP와 JAP 처리구가 모두 3.45 log만큼 크게 감소하였다. 상기 소스의 총균수와 포자에 대한 처리구는 30°C에서 8주간 저장 시 대조구 대비 유사하거나 낮은 수준을 유지하였다. 따라서 소스류 중에서 고추장소스와 된장소스는 줄가열과 초고압을 연계한 허들처리를 통해 총균수와 *B. cereus* 포자를 제어할 수 있을 것으로 기대된다.

감사의 글

본 연구는 2012년 농림수산식품기술기획평가원으로부터 기획과제 “장류를 이용한 소스류 산업화 기술 개발” 연구사업 지원에 의해 수행되어 이에 감사를 드립니다.

REFERENCES

1. Datamonitor. 2012. Consumer and innovation trends in sauces, dressings and condiments. Available at <http://www.datamonitorconsumer.com/page/2/?s=sauces> (accessed Apr, 2014).
2. Seo JS, Chang HG, Ji WD, Lee EJ, Choi MR, Kim HJ, Kim JK. 1996. Aroma components of traditional Korean soy sauce and soybean paste fermented with the same Meju. *J Microbiol Biotechnol* 6: 275-285.
3. Kim MJ, Lee HS. 1990. Studies on the changes of taste compounds during soy paste fermentation. *Korean J Soc Food Sci* 6: 1-8.
4. Kim MJ, Lee HS. 1993. Studies on the changes of taste compounds during soy paste fermentation (II). *Korean J Soc Food Sci* 9: 257-260.
5. Shin ZI, Ahn CW, Nam HS. 1995. Fractionation of angiotensin converting enzyme inhibitory peptides from soybean paste. *Korean J Food Sci Technol* 27: 230-234.
6. Choo JJ. 2000. Anti-obesity effects of *Kochujang* in rats fed on high-fat diet. *Korean J Nutr* 33: 783-793.
7. Kwon SH, Lee KB, Im KS, Kim SO, Park KY. 2006. Weight

Table 5. Comparison of delta E values between hurdle treatments (Unit: ΔE value)

Treatments	Marinade	Soy sauce	Doenjang sauce	Gochujang sauce
C	0.00±0.00 ^{a1)2)}	0.00±0.00 ^a	0.00±0.00 ^a	0.00±0.00 ^a
A	—	1.46±0.27 ^b	0.51±0.10 ^b	0.56±0.02 ^{bc}
P	1.06±0.08 ^b	—	0.55±0.09 ^b	0.37±0.03 ^b
AP	—	1.62±0.04 ^b	0.89±0.05 ^c	0.77±0.04 ^c
J	1.99±0.01 ^c	1.32±0.24 ^b	0.54±0.03 ^b	1.57±0.14 ^d
JA	2.55±0.13 ^d	2.63±0.01 ^c	1.21±0.08 ^d	2.62±0.55 ^e
JP	1.92±0.49 ^c	2.53±0.40 ^c	0.69±0.35 ^{bc}	1.32±0.05 ^d
JAP	2.59±0.22 ^d	2.63±0.14 ^c	0.82±0.11 ^c	1.58±0.09 ^d

C: control, A: additive, P: hydrostatic pressure, J: Joule heating.
¹⁾Data represent means±standard deviation of three measurement.
²⁾Mean with the same letter within a column are not significantly different (P<0.05).

- reduction and lipid lowering effects of traditional soybean fermented products. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 35: 1194-1199.
8. Moon GS, Choi HS. 1987. Antioxidative characteristics of soybean sauce in lipid oxidation process: *Korean J Food Sci Technol* 19: 537-542.
 9. Lee JS, Cheigh HS. 1997. Antioxidative characteristics of isolated phenolics from soybean fermented foods (Doenjang). *J Korean Soc Food Sci Nutr* 26: 376-382.
 10. Hong SP, Shin DB, Cho GH. 2008. Development of new sauce products using traditional Gochujang. *Food Sci Ind* 41(3): 96-101.
 11. Lee NH, Jo EJ, Oh SW, Hong SP. 2012. Study on the hurdle technique for the reduction of *Bacillus cereus* spores in Doenjang and Gochujang. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 41: 1842-1846.
 12. Cho WI, Kim DU, Kim YS, Pyun YR. 1994. Ohmic heating characteristics of fermented soybean paste and Kochujang. *Korean J Food Sci Technol* 26: 791-798.
 13. Lim S, Kim BO, Kim SH, Mok C, Park YS. 2001. Quality changes during storage of *Kochujang* treated with heat and high hydrostatic pressure. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 30: 611-616.
 14. Kang SG, Park NH, Ko DO, Li JL, Kim BS. 2011. Effect of high hydrostatic pressure and gamma irradiation on quality and microbiological changes of *Kochujang-Gulbi*. *Korean J Food Preserv* 18: 1-6.
 15. Leistener L. 1978. Hurdle effect and energy saving. In *Food Quality and Nutrition*. Downey WK, ed. Applied Science Publishers, London, UK. p 553-557.
 16. Leistener L. 2000. Minimally processed ready to eat and ambient stable meat products. In *Shelf Life Evaluation of Foods*. Man MD, Jones AA, eds. Aspen Publishers, Gaithersburg, MD, USA. p 242-263.
 17. Yang SK, Kim JJ, Kim SJ, Oh SW. 2011. Synergistic effect of grapefruit seed extract, EDTA and heat on inactivation of *Bacillus cereus* spore. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40: 1469-1473.
 18. Schaeffer AB, Fulton MD. 1933. A simplified method of staining endospores. *Science* 77: 194-197.
 19. KFDA. 2009. Food Standards. Available at http://fse.foodnara.go.kr/residue/RS/jsp/menu_02_01_03.jsp?idx=391 (accessed June, 2014).
 20. Lee NH, Kim YH. 2009. Study and industrialization on the Joule heating in Japan. *Bull Food Technol* 22: 808-815.
 21. Kim JS, Choi SH, Lee SD, Lee GH, Oh MJ. 1999. Quality changes of sterilized soybean paste during its storage. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 28: 1069-1075.
 22. Farkas DF, Hoover DG. 2000. High pressure processing. *J Food Sci* 65: 47-64.
 23. Jung Y, Jung S, Lee HJ, Kang M, Lee SK, Kim YJ, Jo C. 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.
 24. Cheftel JC, Culioli J. 1997. Effects of high pressure on meat: a review. *Meat Sci* 46: 211-236.
 25. Tanaka T, Hatanaka K. 1992. Application of hydrostatic pressure to yoghurt to prevent its after acidification. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi* 39: 173-177.