

열과 초고압으로 처리한 고추장의 저장 중 품질 변화

임상빈[†] · 김봉오 · 김수현 · 목철균* · 박영서*

제주대학교 식품공학과

*경원대학교 식품생물공학과

Quality Changes during Storage of *Kochujang* Treated with Heat and High Hydrostatic Pressure

Sangbin Lim, Bong-O Kim, Soo-Hyun Kim, Chulkyoon Mok* and Young-Seo Park*

Dept. of Food Science and Engineering, Cheju National University, Jeju 690-756, Korea

*Dept. of Food and Bioengineering, Kyungwon University, Kyunggi 461-701, Korea

Abstract

Effects of high pressure and thermal pasteurization on the survival of microorganisms and quality changes of *kochujang* during 120 days of storage at 37°C were investigated. Viable cell counts were 1.43×10^6 CFU/g in heat-treated, and 1.56×10^3 CFU/g in pressure-treated, and decreased up to 3 log cycle, compared with 3.78×10^6 CFU/g in the untreated *kochujang*. Viable cell counts decreased by the storage period at 37°C. Viable cell counts decreased up to 2 log cycle from 3.78×10^6 to 5.43×10^4 CFU/g in the untreated *kochujang*, 4 log cycle from 1.43×10^6 to 3.10×10^2 CFU/g in heat-treated after 120 days of storage, while those in pressure-treated were not detected after 90 days from the initial stage of 1.56×10^3 CFU/g. pH decreased significantly by the storage time. Titratable acidity increased significantly during storage, and pressure-treated *kochujang* showed lower values than the untreated and higher values than heat-treated. Amino nitrogen content decreased significantly during storage, and pressure-treated *kochujang* showed higher values than heat-treated and lower values than the untreated. There were no significant changes in reducing sugar and ethanol content regardless of the treatment condition and the storage period. Hunter L, a and b values decreased significantly during storage. In the untreated *kochujang*, the changes in color accelerated compared with heat and pressure-treated.

Key words: *kochujang*, heat and high hydrostatic pressure treatment, quality attributes

서 론

고추장은 메주 중의 세균이나 곰팡이류가 분비하는 효소작용에 의하여 전분질이나 단백질 등의 원료성분이 저분자 물질로 분해되고, 숙성과정 중에 내염성 효모와 젖산균의 작용으로 유기산, 알콜 등의 발효 대사산물이 맛이나 향에 관여하여 풍미의 조화를 이룬다(1). 고추장 발효 중 미생물의 증식양상은 세균의 경우 일정수준을 유지하거나 감소하는 경향이 있고, 곰팡이는 발효 초기부터 균수가 급격히 감소하나 효모는 발효 초기에 그 균수가 증가한다(2).

고추장은 유통 중에 미생물에 의한 과도한 발효와 미생물 유래 효소에 의한 성분의 분해 및 변질로 인하여 품질 저하를 초래한다. 이를 방지하기 위하여 공장산 고추장인 경우 살균을 하거나 소량의 알콜을 첨가하지만 유통 중 가장 큰 문제는 포장내 가스 발생과 변색으로 알려져 있는데, 이는 고추장 특유의 물성에 따른 살균의 어려움(3)과, 콩단백질의 분해산물과 고농도의 당이 다량 함유되어 있기 때문에 열처리과정

중 변색이 그 요인으로 지적되고 있다(4).

대부분의 가공식품은 살균처리에 의하여 제품의 수명을 연장하는데, 살균처리 방법으로서의 가열처리는 미생물의 살균은 가능하지만 식품자체의 품질에도 바람직스럽지 못한 영향을 미칠 수 있다. 이에 비하여 비가열 처리는 식품의 품질에는 거의 영향을 미치지 않으면서 부패미생물을 억제할 수 있는 장점이 있다. 기존의 가열 살균 공정을 대체 또는 부분적으로 대신할 수 있는 비가열 처리법에는 전자파 조사, 이온화 조사, 광 펄스, 초고압, CO₂ 처리, 양이온 고분자 물질의 첨가, 천연 항균제, 항균성 효소의 이용 등이 있다(5,6).

그 중 특히 초고압 처리기술은 미생물의 살균, 단백질의 변성, 효소의 불활성화, 전분의 호화 등 다양한 효과를 가지므로 새로운 식품가공법으로 기대를 모으고 있다. 일정 수준의 고압 처리는 미생물의 성장과 증식을 감소시키나, 매우 높은 초고압은 완전히 불활성화시킨다. 이러한 미생물의 증식 지연 및 사멸을 유발하는 역치압력(threshold pressure)은 미생물의 종류에 따라 다르다. 일반적으로 20~25°C에서 400

[†]Corresponding author. E-mail: sblim@cheju.cheju.ac.kr
Phone: 82-64-754-3617. Fax: 82-64-755-3601

MPa 이상의 초고압 처리는 미생물의 영양세포는 파괴되지만 포자를 제거하기 위해서는 900 MPa의 고압과 더불어 고온 병합 처리가 요구되는 것으로 알려져 있다(7). 초고압 처리시 세균 포자의 사멸효과는 온도에 의하여 크게 좌우되는 것으로 알려져 있으며, 그 외에 pH, 수분활성도, 이온강도 등에 의해서도 영향을 받는다. 특히 세포막은 초고압에 의한 미생물 사멸을 좌우하는 핵심 부위이며, 그 밖에도 amino acyl-tRNA와 ribosome 및 mRNA의 결합, 주요 세포내재 효소의 불활성화 등이 압력에 민감하게 작용을 받는다. 미생물의 압력에 대한 민감성은 그람양성 세균, 효모, 그람음성 세균 순으로 증가한다(8). 초고압 처리로 미생물은 불활성화되지만, 식품의 향미에는 영향을 미치지 않으며, 또한 압력이 끝고루 가해지므로 국부적인 변질 가능성이 없어 균일한 상태로 식품을 보존할 수 있다고 알려져 있다(9).

최근에 초고압 처리법이 식품살균의 한 방법으로 이용되고 있는데, 고추장과 같이 점도가 높은 식품에의 적용 가능성을 타진하기 위하여, 본 연구에서는 숙성된 고추장을 열과 초고압으로 처리한 후 37°C에서 120일간 저장하면서 고추장의 생균수와 품질 변화를 측정하였다.

재료 및 방법

고추장 제조

고추장은 밀가루((주)제일제당의 중력분) 6.4%, 메주가루 6.4%, 고춧가루 15.3%, 소금((주)오복식품(함량 88% 이상)) 7.7%, 물엿 29.8%에 물을 34.4% 혼합하여 제조한(10) 후 약 150 g씩 폴리에틸렌 필름(0.15 mm thickness, 15×20 cm)으로 진공포장하여 30°C에서 90일 숙성 후 시험재료로 사용하였다. 또한 시판되고 있는 S사 제품을 구입하여 사용하였다.

고추장의 열처리

고추장을 두께 약 0.5 cm로 얇게 편 다음 80°C의 항온수조에서 30분간 열처리한 후 즉시 냉각시켰다.

고추장의 초고압처리

고추장을 pressure medium으로 증류수가 채워진 고압기(MFP-7000, 내용적 600 mL, Mitsubishi Heavy Industries Co., Japan)의 processing chamber에 넣고, hydraulic pump로 pressurizing piston을 상승시켜 가압하였다. 고추장의 초고압 처리는 73°C/680 MPa에서 30분간 실시하였다. 처리온도는 순환항온조를 이용하여 조절하였으며, 처리압력에서 처리시간 동안 매분마다 chamber 내부의 온도를 측정하여 평균한 값으로 나타내었다.

저장

저장실험은 가속실험을 위하여 고추장 제국실의 관리온도대에 근접한 37°C에서 4개월간 저장하면서 매 15일마다 시료를 취하여 분석하였다.

생균수

시료 약 10 g에 멸균된 생리식염수(0.8% NaCl, 0.1% Tween 80) 90 mL를 가하고 상온에서 15분간 진탕한 후 시료를 단계별로 희석하여, nutrient agar(Difco Lab. 염농도 7%)에서 평판 배양하여 37°C에서 24시간 배양한 후에 나타나는 colony의 수를 계수하였으며, 3회 반복 측정하여 평균하였다.

pH, 적정산도 및 아미노태질소

고추장 약 5 g에 증류수 25 mL를 100 mL 비이커에 넣어 교반하여 균질화시킨 후 pH(Corning, USA)를 측정하였고, 0.1 N NaOH 용액으로 pH 8.4가 될 때까지 적정하여 이 때 소비된 0.1 N NaOH 용액의 mL수를 시료 고추장 10 g당으로 환산하여 적정산도를 나타내었다. 여기에 미리 0.1 N NaOH 용액으로 pH 8.4로 조정된 36% 포름알데히드 용액 20 mL를 가하여, pH가 떨어지면 0.1 N NaOH 용액으로 pH 8.4까지 다시 적정하였다(A). 같은 조작으로 0.1 N NaOH 용액의 바탕시험을 실시하여(B) 다음 식에 따라 계산하였다(11).

$$\text{Amino nitrogen (mg\%)} = \frac{(A-B) \times 1.4 \times F}{\text{시료량(g)}} \times 100$$

A: 0.1 N NaOH 용액의 시료 적정량(mL)

B: 0.1 N NaOH 용액의 바탕시험(mL)

F: 0.1 N NaOH 용액의 factor

에탄올

고추장의 에탄올 함량은 산화환원적정법으로 측정하였다(12). 즉, 250 mL 환저플라스크에 고추장 약 10 g과 탄산칼슘 1 g 및 증류수 150 mL를 가하고, 수기로 100 mL 메스플라스크를 사용해서 수증기 증류를 행하였다. 증류액이 메스플라스크의 목선에 이르르면 수기를 장치에서 떼내어 100 mL로 정용하였다. 이 증류액 10 mL를 250 mL 삼각플라스크에 취한 후 0.2 N 증크롬산칼륨 용액을 10 mL 가하고, 다시 진한 황산 10 mL를 조용히 가하여 뚜껑을 닫고 반응시켰다. 증류수 100 mL와 8% 요오드화칼륨 용액 6.5 mL를 가하고, 1% 전분용액 약 1 mL를 가한 후 즉시 0.1 N 티오황산나트륨 용액으로 적정한 후 다음 식에 따라 계산하였다.

$$\text{알콜분(wt\%)} = 2.3 \times (10 - F/2 \times F) \div \text{시료량(g)}$$

H: 0.1 N 티오황산나트륨 용액의 소요량(mL)

F: 0.1 N 티오황산나트륨 용액의 factor

환원당

고추장 약 1 g에 증류수를 가하여 분쇄 혼합하여 500 mL로 정용한 후 Whatman No. 2로 여과하고, 여액 1 mL을 취하여 3 mL의 DNS 시약을 가한 후 5분간 중탕하고 상온 냉각한 후 550 nm에서 흡광도를 구하고 glucose 표준곡선을 이용하여 환산하였다(13).

색도

고추장의 색도는 color and color difference meter(Tokyo

Denshoku Co., Ltd., Japan)로 3회 측정하여 L값(명도), a값(적녹도), b값(황청도)으로 나타내었으며, ΔE 는 $(\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2)^{1/2}$ 이었다. 이 때 백색판의 L, a, b값은 각각 96.25, -0.18, 0.24 이었다.

통계처리

본 실험의 측정 결과는 SAS package(14)를 이용하여 통계 처리하였으며, Duncan's multiple range test에 의하여 분석하였고, 유의성 검정은 $\alpha=0.05$ 에서 시행하였다.

결과 및 고찰

생균수 변화

고추장을 열과 초고압으로 처리한 후 37°C에서 저장하는 동안 생균수의 변화를 측정하였다(Fig. 1). 초고압 처리조건은 예비실험을 통하여 고추장을 온도(49, 57, 66, 73°C), 압력(380, 480, 580, 680 MPa), 시간(10, 30, 50, 70분)을 달리하여 처리한 후 미생물 살균효과를 측정한 결과, 저온에서 고압처리인 경우 살균효과가 적었는데 반하여 고온을 병용하여 높은 압력에서 처리하였을 경우 살균효과가 높게 나타났으므로, 초고압 처리조건으로 73°C/680 MPa/30분을 선정하여 고추장을 처리한 후 저장기간 동안 품질변화를 무처리군, 열처리군과 측정 비교하였다.

처리 직후 생균수는 열처리군이 1.43×10^6 CFU/g, 초고압 처리군이 1.56×10^3 CFU/g으로 무처리군의 3.78×10^6 CFU/g과 비교하여 볼 때 열처리에 의한 미생물 살균효과는 미약하였으나, 초고압 처리로 생균수를 약 3 log cycle 감소시킬 수 있었다. 이는 시판되고 있는 S사 제품의 열처리 고추장을 분석한 결과 생균수가 8.34×10^6 CFU/g인 것으로 보아, 열처리만으로는 고추장의 미생물이 그다지 살균되지 않고 있음을 시사하여 주고 있다.

고추장의 생균수는 저장기간에 따라 감소하였다. 무처리

군은 저장기간에 따라 생균수가 서서히 감소하여 저장 초기에 3.78×10^6 CFU/g에서 저장 120일에는 5.43×10^4 CFU/g으로 약 2 log cycle 감소하였다. 열처리군은 생균수가 저장 초기에 1.43×10^6 CFU/g에서 저장 45일까지는 서서히 감소하였다가 그 후에 급격히 감소하여 저장 120일에는 3.10×10^2 CFU/g으로 약 4 log cycle 감소하였다. 한편 초고압 처리군은 처리 직후 생균수가 1.56×10^3 CFU/g에서 저장 45일까지는 서서히 감소하였다가 그 후 급격히 감소하였으며, 저장 90일 후에는 검출되지 않았다. 고추장 저장 중 생균수의 감소 이유는 미생물 대사에 의한 유기산 생성으로 pH의 감소 및 적정산도의 증가로 세균의 성장이 저해 받았기 때문이며(11,15), 초고압 처리한 고추장의 저장 중 미생물 사멸은 고압처리에 의하여 손상을 받아 대사기능이 저하되어 시간의 경과에 따라 사멸된 것으로 추정된다(16). Miyama 등(17)도 절임을 10°C에서 저장 중 세균수는 무처리군의 경우 다소 증가하였으나, 300과 500 MPa 처리군은 60과 40 CFU/mL에서 25일 후에는 검출되지 않았다고 보고하였다.

pH와 적정산도의 변화

열과 초고압으로 처리한 고추장의 저장 중 pH와 적정산도의 변화는 Table 1과 같았다. 고추장의 pH는 저장기간에 따라 유의적으로 감소하였는데, 저장 90일까지는 서서히 감소하였다가 그 후 급격히 감소하였으며, 저장 120일에는 무처리 고추장의 pH가 가장 낮았다. 동일 저장기간에서 처리방법에 따른 고추장의 pH는 저장 120일을 제외하고는 유의적인 차이가 없었다. Lee 등(11)도 고추장의 pH는 저장기간에 따라 감소하였고, 저장온도가 증가할수록 빨리 감소하는 경향을 보였으며, Kim 등(18)은 무처리 된장의 pH가 낮은 것은 내포되어 있는 젖산균, 산생성 세균 등에 의하여 유기산이 생성되었기 때문이라고 보고하였다. 한편 초고압 처리한 고추장의 경우 생균수의 급격한 감소로 인하여 저장기간 중 pH 변화 양상이 무처리군과는 다를 것으로 예상하였으나 그렇지 않았는데, 이는 미생물에 의한 효과라기보다는 어떤 화학 반응에 의한 것으로 추정되며, 앞으로 이에 대한 연구가 요망된다. Kim 등(2)은 고추장을 제조한 직후 방사선 조사로 미생물을 살균시킨 후 발효시키면서 품질변화를 측정한 결과, 방사선조사에 의하여 고추장 중의 미생물수가 감소되어도 발효기간 중에 상당량의 유기산이 생성되었으며, 발효기간에 따라 유기산의 종류와 그 구성비가 달라졌다는 연구보고도 있다.

고추장의 적정산도는 저장기간에 따라 유의적으로 증가하였다. 즉 pH가 높은 저장 초기에는 적정산도가 낮은 편이었으며, 저장기간에 따라 pH의 저하와 더불어 적정산도는 증가하였다. 저장 45일 후부터 열처리한 고추장의 적정산도는 무처리군에 비하여 낮은 값을 유지하였다. 초고압으로 처리한 고추장의 적정산도는 저장기간에 따라 무처리군보다는 다소 낮은 값을, 열처리군보다는 다소 높은 값을 유지하였다. 고추장의 저장기간 중 pH가 감소하고 적정산도가 증가하는

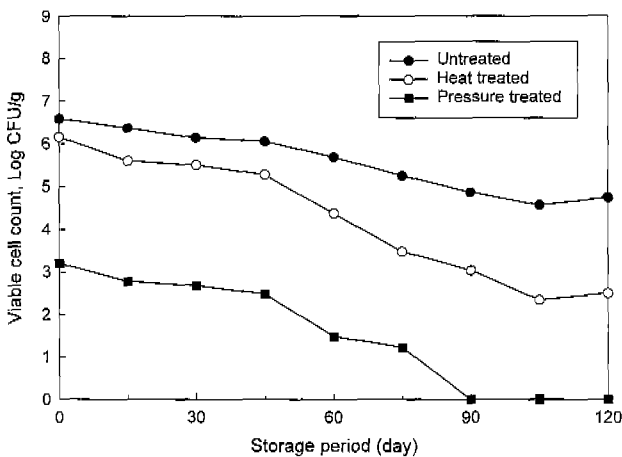


Fig. 1. Changes in viable cell counts of kochujang treated with heat and high hydrostatic pressure during storage at 37°C.

Table 1. Changes in pH and titratable acidity of *kochujang* treated with heat and high hydrostatic pressure during storage at 37°C

Treatment	Storage period (day)	pH	Titratable acidity (0.1 N NaOH mL/10 g)
Untreated	0	4.76 ± 0.08 ^{a1)}	15.4 ± 0.1 ^l
	15	4.65 ± 0.01 ^{bc}	16.4 ± 0.4 ^{jk}
	30	4.55 ± 0.01 ^{ef}	18.2 ± 0.1 ^l
	45	4.50 ± 0.01 ^{fgh}	19.3 ± 0.3 ^h
	60	4.46 ± 0.01 ^{ghi}	21.0 ± 0.3 ^{fg}
	75	4.40 ± 0.06 ^{jk}	21.8 ± 0.2 ^c
	90	4.42 ± 0.01 ^j	21.9 ± 0.1 ^{de}
Heat treated (80°C/30 min)	0	4.76 ± 0.05 ^a	15.6 ± 0.1 ^l
	15	4.62 ± 0.01 ^{bcd}	17.5 ± 0.1 ⁱ
	30	4.59 ± 0.01 ^{cde}	17.6 ± 0.1 ⁱ
	45	4.52 ± 0.01 ^{fg}	18.3 ± 0.3 ⁱ
	60	4.50 ± 0.01 ^{fgh}	19.6 ± 0.1 ^h
	75	4.44 ± 0.09 ^{hij}	20.8 ± 0.1 ^{fg}
	90	4.47 ± 0.01 ^{zhi}	20.7 ± 0.1 ^{fg}
Pressure treated (73°C/680 MPa/30 min)	0	4.75 ± 0.04 ^a	15.8 ± 0.2 ^{kl}
	15	4.67 ± 0.03 ^b	16.7 ± 0.2 ^j
	30	4.58 ± 0.01 ^{ed}	17.8 ± 0.2 ⁱ
	45	4.48 ± 0.01 ^{ghi}	19.3 ± 0.1 ^h
	60	4.49 ± 0.02 ^{gh}	20.5 ± 0.1 ^g
	75	4.46 ± 0.02 ^{ghij}	20.9 ± 0.2 ^{fg}
	90	4.47 ± 0.02 ^{zhi}	21.5 ± 0.2 ^{cf}
105	4.34 ± 0.01 ^l	23.7 ± 1.5 ^b	
120	4.15 ± 0.03 ^m	23.3 ± 0.2 ^{bc}	

¹⁾The same superscripts in the same column are not significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test.

이유는 미생물에 의한 대사산물이 축적되었기 때문인 것으로 추정된다(11,19). Tanaka와 Hatanaka(16)는 요구르트를 초고압 처리하여 10°C 저장 중 적정산도는 무처리, 100, 200 MPa 처리군은 저장기간에 따라 현저히 증가하였지만, 300 MPa 이상 처리군은 변화가 인지되지 않았으며, Miyama 등(17)은 김치를 100, 200 MPa 처리구는 10°C, 30일 저장 중 pH는 감소하였고 적정산도는 증가하였으나, 300 MPa 이상 처리구는 변화가 없어 산생성이 억제되었다고 보고하였다.

아미노태질소, 환원당, 에탄올 함량의 변화

열과 초고압으로 처리한 고추장의 저장 중 아미노태질소, 환원당, 에탄올 함량의 변화는 Table 2와 같았다. 고추장의 아미노태질소 함량은 저장기간에 따라 유의적으로 감소하였다. 무처리 고추장의 아미노태질소 함량은 37°C에서 저장 15일 후 증가하였다가 저장 45일까지는 일정한 경향을 보이다가 그 후 감소하는 경향을 보였다. 반면, 열처리군과 초고압 처리군은 저장기간에 따라 지속적으로 감소하는 경향을 보였으며 그 감소폭은 열처리군이 가장 높았다. 초고압으로 처리한 고추장의 아미노태질소 함량은 저장기간 내내 열처리군보다는 높은 값을, 무처리군보다는 낮은 값을 유지하였다.

Table 2. Changes in amino nitrogen, reducing sugar and ethanol content of *kochujang* treated with heat and high hydrostatic pressure during storage at 37°C

Treatment	Storage period (day)	Amino nitrogen (mg%)	Reducing sugar (%)	Ethanol (%)
Untreated	0	158.0 ± 5.7 ^{cde1)}	18.6 ± 1.2 ^{abcd}	1.32 ^a
	15	168.2 ± 1.2 ^a	18.4 ± 0.1 ^{abcdef}	1.13 ^{abc}
	30	168.3 ± 4.5 ^a	19.3 ± 0.1 ^{abc}	1.00 ^{bcd}
	45	167.8 ± 1.5 ^a	19.4 ± 0.1 ^{abc}	0.80 ^{cdefg}
	60	158.0 ± 1.9 ^{cde}	18.3 ± 0.1 ^{abcdefg}	0.76 ^{cdefg}
	75	150.7 ± 1.1 ^{fg}	18.6 ± 0.3 ^{abcde}	0.78 ^{cdefg}
	90	153.2 ± 1.6 ^{def}	19.5 ± 0.4 ^{abc}	0.68 ^{cdefg}
Heat treated (80°C/30 min)	0	161.1 ± 4.8 ^{bc}	18.6 ± 1.3 ^{abcde}	1.28 ^{ab}
	15	158.6 ± 0.1 ^{cd}	19.7 ± 0.4 ^{ab}	0.96 ^{cde}
	30	157.2 ± 0.4 ^{cde}	18.5 ± 0.1 ^{abcdef}	0.94 ^{cdef}
	45	152.5 ± 1.2 ^{df}	18.1 ± 0.1 ^{bcddefg}	0.93 ^{cdef}
	60	145.6 ± 0.7 ^{ghi}	17.6 ± 0.3 ^{cdefg}	0.86 ^{cdefg}
	75	140.8 ± 2.1 ^j	17.0 ± 0.2 ^{defg}	0.79 ^{defg}
	90	134.7 ± 7.7 ^{kl}	18.8 ± 1.6 ^{abcd}	0.75 ^{defg}
Pressure treated (73°C/680 MPa/30 min)	0	159.4 ± 3.3 ^c	19.3 ± 0.9 ^{abc}	1.32 ^a
	15	165.3 ± 1.4 ^{ab}	19.1 ± 0.1 ^{abc}	1.13 ^{abc}
	30	160.6 ± 2.3 ^{bc}	19.7 ± 0.1 ^{ab}	0.92 ^{cdef}
	45	157.1 ± 2.4 ^{cde}	20.2 ± 0.2 ^{ab}	0.87 ^{cdefg}
	60	150.6 ± 0.8 ^{fg}	18.8 ± 0.2 ^{abcd}	0.83 ^{cdefg}
	75	148.7 ± 1.3 ^{fgh}	17.9 ± 4.4 ^{bcddefg}	0.88 ^{cdef}
	90	144.9 ± 2.6 ^{hi}	20.3 ± 0.1 ^a	0.91 ^{cdef}
105	134.8 ± 3.4 ^{kl}	19.8 ± 0.1 ^{ab}	0.64 ^{efg}	
120	135.8 ± 2.7 ^{kl}	16.6 ± 0.4 ^{fg}	0.73 ^{defg}	

¹⁾The same superscripts in the same column are not significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test.

Miyama 등(17)은 절임을 초고압으로 처리한 후 조미액 중의 유리아미노산 함량은 고압처리와 가열처리 모두에서 감소하는 경향을 보였으며, 고압처리군에서의 감소량은 가열 처리군에 비하여 훨씬 적었다고 보고하였다. Kim 등(18)도 살균된장은 생된장에 비하여 아미노태질소 함량이 약 20~80 mg% 낮았는데, 이는 고추장 중에 존재하는 microflora의 차이와 protease의 활성저하에 기인하며, Kim 등(20)도 가열 처리한 고추장은 무처리 고추장보다 저장기간 중 낮은 아미노태질소 값을 유지하였는데, 이는 protease의 역가가 떨어지는 결과와 일치하였다고 보고하였다.

열과 초고압으로 처리한 고추장의 저장 중 환원당 함량은 처리방법에 관계없이 저장기간에 따라 유의적으로 차이가 없었다. 초고압으로 처리하면 전분 또는 다당류의 분해는 거의 영향을 받지 않는 것으로 알려져 있다(21). Jung 등(22)은 공장산 고추장을 37°C 저장 중 환원당 변화를 측정한 결과 서서히 감소하는 경향을 보였으나 감소량은 그다지 크지 않았다고 보고하였다. 열과 초고압으로 처리한 고추장의 저장 중 에탄올 함량도 처리방법에 관계없이 저장기간에 따라 유의적으로 차이가 없었다. Kim 등(2)은 방사선 조사 고추장의 경우 활성이 있는 amylase나 protease에 의하여 전분이나 단

Table 3. Changes in Hunter L, a and b values of *kochujang* treated with heat and high hydrostatic pressure during storage at 37°C

Treatment	Storage period (day)									
	0	15	30	45	60	75	90	105	120	
Untreated	L	15.38±0.21 ^{bj}	14.14±0.10 ^c	11.19±0.13 ^g	9.93±0.12 ^j	8.73±0.04 ^{kl}	8.01±0.12 ^l	7.77±0.20 ^{lm}	6.93±0.15 ^p	6.60±0.14 ^q
	a	16.53±0.19 ^b	14.36±0.12 ^c	9.55±0.22 ^h	7.55±0.11 ⁱ	6.99±0.08 ^k	4.43±0.32 ^m	4.04±0.19 ^{mm}	3.90±0.29 ^t	3.49±0.09 ^o
	b	9.26±0.14 ^b	8.09±0.04 ^c	5.96±0.06 ^g	5.07±0.04 ⁱ	4.50±0.05 ^k	3.65±0.06 ^m	3.52±0.19 ^{mm}	3.02±0.07 ^p	3.08±0.04 ^p
	ΔE	83.09±0.15 ^a	83.77±0.12 ^a	85.83±0.14 ^d	86.77±0.11 ^j	87.93±0.04 ^g	88.46±0.11 ^f	88.62±0.20 ^{ef}	89.48±0.16 ^b	89.79±0.14 ^a
Heat treated (80°C/30 min)	L	16.45±0.40 ^a	12.85±0.12 ^c	12.15±0.14 ^d	10.84±0.15 ^h	9.58±0.34 ⁱ	8.99±0.13 ^j	8.60±0.13 ^k	7.32±0.22 ^{oo}	7.59±0.24 ^{mm}
	a	17.70±0.36 ^a	11.86±0.14 ^c	11.17±0.21 ^f	8.57±0.25 ⁱ	7.25±0.41 ^{kl}	5.24±0.05 ^j	5.21±0.10 ^l	4.44±0.28 ^{mm}	3.96±0.24 ⁿ
	b	10.14±0.26 ^a	7.17±0.09 ^c	6.79±0.13 ^f	5.64±0.10 ^h	4.75±0.20 ^j	4.14±0.04 ^k	4.16±0.11 ^l	3.31±0.09 ^{oo}	3.39±0.13 ⁿ
	ΔE	82.40±0.28 ^f	84.57±0.10 ^g	85.13±0.10 ^{mm}	86.06±0.13 ^{kl}	87.18±0.39 ^j	87.54±0.13 ^h	87.92±0.14 ^g	89.12±0.24 ^{cd}	88.83±0.25 ^{de}
Pressure treated (73°C/680 MPa/30 min)	L	16.38±0.37 ^a	13.57±0.30 ^d	12.11±0.23 ^f	10.73±0.13 ^h	9.73±0.16 ⁱ	8.74±0.02 ^k	8.39±0.16 ^k	7.06±0.13 ^{op}	7.59±0.10 ^{mm}
	a	17.69±0.49 ^a	13.38±0.23 ^d	10.68±0.27 ^g	8.28±0.21 ⁱ	7.46±0.18 ^j	4.85±0.17 ^k	4.39±0.11 ^m	3.92±0.06 ⁿ	3.79±0.09 ^{oo}
	b	9.97±0.30 ^a	7.77±0.15 ^d	6.59±0.13 ^f	5.61±0.10 ^h	5.00±0.11 ⁱ	4.19±0.06 ^l	4.00±0.06 ^l	3.16±0.09 ^{op}	3.67±0.03 ^m
	ΔE	82.45±0.24 ^f	84.14±0.27 ^g	85.09±0.18 ^{mm}	86.13±0.14 ^k	87.01±0.18 ^j	87.77±0.03 ^h	88.04±0.16 ^g	89.36±0.13 ^{bc}	88.83±0.10 ^{de}

^{l)}The same superscripts in the same row are not significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test.

백질 분해는 계속되었으나 방사선 조사로 인하여 미생물의 살균 또는 균수의 감소로 알콜 발효가 억제되었다고 보고하였다.

색차의 변화

열과 초고압으로 처리한 고추장의 저장 중 색차의 변화는 Table 3과 같았다. 고추장의 L값은 저장기간에 따라 유의적으로 감소하여 흑변하는 경향을 보였다. 저장 45일까지는 급격히 감소하였으며, 그 이후에는 감소폭이 적었다. 무처리 고추장의 L값은 열처리군과 초고압처리군에 비하여 감소폭이 더 컸으며, 초고압으로 처리한 고추장의 L값은 열처리군과 유사한 경향을 나타내었다. 고추장의 a값도 저장기간에 따라 유의적으로 감소하여 고추장 고유의 색을 잃어가는 경향을 보였다. 열처리 고추장의 a값은 무처리군에 비하여 저장기간 동안 높은 값을 유지하였으며, 초고압으로 처리한 고추장의 a값은 열처리군과 비슷한 경향을 나타내었다. 고추장의 b값도 저장기간에 따라 유의적으로 감소하는 경향을 보였다. 열처리군과 초고압처리군의 b값은 무처리군보다 저장기간 동안 높은 값을 유지하였다.

초고압 처리는 식품에서 일어나는 화학반응에 따라 긍정적 또는 부정적인 두가지 효과를 나타내는 것으로 알려져 있는데, 비효소적 갈변반응인 Maillard 반응은 억제되는 반면, 식품에 용존산소가 존재하면 탈색되거나 풍미 변화를 초래하는 것으로 알려져 있다(23). Lee 등(11)은 고추장의 L, a, b 값은 저장기간이 경과할수록 저하되었는데, 고추장의 적색도인 a값과 황색도인 b값의 감소는 capsanthin을 포함한 carotenoids의 산화에 의한 탈색에 기인하며, Kim과 Lee(24) 등은 고추장의 변색원인은 Maillard 반응으로 추정하고 있는데, 고추장에는 원료로 들것을 첨가하므로 Maillard 반응이 일어나기 쉬운 조건을 가지고 있다.

요 약

고추장을 열(80°C/30분)과 초고압(73°C/680 MPa/30분)으로 처리한 후 37°C에서 120일간 저장하면서 생균수와 품질

변화를 측정하였다. 처리 직후 생균수는 열처리군이 1.43×10^6 CFU/g, 초고압 처리군이 1.56×10^3 CFU/g으로 무처리군의 3.78×10^6 CFU/g과 비교하여 볼 때 열처리에 의한 미생물 살균효과는 미약하였으나, 초고압 처리로 생균수를 약 3 log cycle 감소시킬 수 있었다. 고추장의 생균수는 저장기간에 따라 감소하였다. 무처리군은 저장 초기에 3.78×10^6 CFU/g에서 저장 120일에는 5.43×10^4 CFU/g으로 약 2 log cycle 감소하였고, 열처리군은 저장 초기에 1.43×10^6 CFU/g에서 저장 120일에는 3.10×10^2 CFU/g으로 약 4 log cycle 감소한 반면, 초고압 처리군은 처리 직후 1.56×10^3 CFU/g에서 저장 90일 후에는 검출되지 않았다. 고추장의 pH는 저장기간에 따라 유의적으로 감소하였다. 고추장의 적정산도는 저장기간에 따라 유의적으로 증가하였으며, 초고압 처리군은 무처리군보다는 낮은 값을, 열처리군보다는 높은 값을 유지하였다. 고추장의 아미노태질소 함량은 저장기간에 따라 유의적으로 감소하였으며, 초고압 처리군은 열처리군보다는 높은 값을, 무처리군보다는 낮은 값을 유지하였다. 고추장의 저장 중 환원당과 에탄올 함량은 처리방법에 관계없이 저장기간에 따라 유의적으로 차이가 없었다. 고추장의 Hunter L, a, b값은 저장기간에 따라 유의적으로 감소하여 흑변하는 현상을 관찰할 수 있었으며, 무처리 고추장은 열처리군과 초고압 처리군에 비하여 변색의 정도가 심하였으나, 초고압 처리군은 열처리군과 유사한 경향을 나타내었다.

감사의 글

본 연구는 한국과학재단 특정기초연구(98-04-02-01-01-3) 지원으로 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

문 헌

- Shin, D.H., Kim, D.H., Choi, U., Lim, D.K. and Lim, M.S.: Studies on the physicochemical characteristics of traditional *kochujang*. *Kor. J. Food Sci. Technol.*, 28, 157-161 (1996)

2. Kim, M.S., Oh, J.A., Shin, D.H. and Han, M.S. : Fermentation properties of irradiated *kochujang*. *Kor. J. Food Sci. Technol.*, **30**, 934-940 (1998)
3. Yoo, B.S. and Choi, W.S. : Effect of fermentation time on rheological properties of *kochujang* in steady and dynamic flow. *Food Sci. Biotechnol.*, **8**, 300-304 (1999)
4. Jung, Y.C., Choi, W.J., Oh, N.S. and Han, H.S. : Distribution and physiological characteristics of yeast in traditional and commercial *kochujang*. *Kor. J. Food Sci. Technol.*, **26**, 253-259 (1996)
5. Mertens, B and Knorr, D. : Developments of nonthermal processes for food preservation. *Food Technol.*, **46**, 124-133 (1992)
6. Knorr, D. : Effects of high-hydrostatic pressure processes on food safety and quality. *Food Technol.*, **4**, 156-161 (1993)
7. Lechowich, R.V. : Food safety implications of high hydrostatic pressure as a food processing method. *Food Technol.*, **47**, 170-172 (1993)
8. Farkas, D.F. and Hoover, D.G. : High pressure processing. *J. Food Sci. supplement*, 47-64 (2001)
9. Zimmerman, F. and Bergman, C. : Isostatic pressure equipment for food preservation. *Food Technol.*, **47**, 162-163 (1993)
10. Kim, Y.S., Kwon, D.J., Koo, M.S., Oh, H.I. and Kang, T.S. : Changes in microflora and enzyme activities of traditional *kochujang* during fermentation. *Kor. J. Food Sci. Technol.*, **25**, 502-509 (1993)
11. Lee, K.Y., Kim, H.S., Lee, H.G., Han, O. and Chang, U.J. : Studies on the prediction of the shelf-life of *kochujang* through the physicochemical and sensory analyses during storage. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.*, **26**, 588-594 (1997)
12. Shin, D.H., Kim, D.H., Choi, U., Lim, M.S. and An, E.Y. : Effect of red pepper varieties on the physicochemical characteristics of traditional *kochujang* during fermentation. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.*, **26**, 1044-1049 (1997)
13. Miller, G.L. : Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Anal. Chem.*, **31**, 426-428 (1959)
14. SAS Institute Inc. : *SAS User's Guide*. Statistical Analysis Systems Institute, Cary, NC, USA (1996)
15. Kim, Y.S., Kwon, D.J., Koo, M.S., Oh, H.I. and Kang, T.S. : Changes in microflora and enzyme activities of traditional *kochujang* during fermentation. *Kor. J. Food Sci. Technol.*, **25**, 502-509 (1993)
16. Tanaka, T. and Hatanaka, K. : Application of hydrostatic pressure to yoghurt to prevent its after-acidification. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, **39**, 173-177 (1992)
17. Miyama, K., Watanabe, T. and Yanakisawa, H. : Application of hydrostatic pressure to salted vegetables. *New Food Ind.*, **35**, 49-57 (1993)
18. Kim, J.S., Choi, S.H., Lee, S.D., Lee, G.H. and Oh, M.J. : Quality changes of sterilized soybean paste during its storage. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.*, **28**, 1069-1075 (1999)
19. Shin, D.B., Park, W.M., Yi, O.S., Koo, M.S. and Chung, K.S. : Effect of storage temperature on the physicochemical characteristics in *kochujang* (red pepper soybean paste). *Kor. J. Food Sci. Technol.*, **26**, 300-304 (1994)
20. Kim, M.S., Ahn, E.Y., Ahn, E.S. and Shin, D.H. : Characteristic changes of *kochujang* by heat treatment. *Kor. J. Food Sci. Technol.*, **32**, 867-874 (2000)
21. Hayashi, K., Takahashi, S., Asano, H. and Hayashi, R. : Effect of hydrostatic pressure on hydrolysis reaction of protein and saccharides. In *Pressure Processed Food: Research and Development*, Hayashi, R. (ed.), San-Ei Pub., Co., Kyoto, p.277-288 (1990)
22. Jung, S.W., Kim, Y.H., Koo, M.S., Shin, D.B., Chung, K.S. and Kim, Y.S. : Changes in physicochemical properties of industry-type *kochujang* during storage. *Kor. J. Food Sci. Technol.*, **26**, 403-410 (1994)
23. Bruna, D., Istenesova, L., Voldrich, M. and Cerovsky, M. : Composition changes of strawberry puree during high pressure pasteurization. In *High Pressure Food Science, Bioscience and Chemistry*, Isaacs, N.S. (ed.), The Royal Society of Chemistry, Cambridge, UK, p.248-253 (1998)
24. Kim, J.O. and Lee, K.H. : Effect of temperature on color and color preference of industry-produced *kochujang* during storage. *J. Kor. Soc. Food Nutr.*, **23**, 641-646 (1994)

(2001년 2월 24일 접수)