

## 초고압처리에 의한 저염 멸치젓의 품질 변화

임상빈 · 양문식 · 김수현 · 목철균\* · 우전조\*\*

제주대학교 식품공학과, \*경원대학교 식품생물공학과, \*\*(주)이지바이오시스템

### Changes in Quality of Low Salt Fermented Anchovy by High Hydrostatic Pressure Treatment

Sangbin Lim, Moon-Sik Yang, Soo-Hyun Kim, Chulkyoon Mok\* and Gun-Jo Woo\*\*

Department of Food Science and Engineering, Cheju National University,

\*Department of Food and Bioengineering, Kyungwon University,

\*\*EasyBioSystem, Inc.

#### Abstract

Effects of ultra-high pressure treatment on viable cell count and quality characteristics of low salt fermented anchovy under different operating conditions such as pressure(200~500 MPa), temperature(20~50°C) and treatment time(5~20 min) were investigated. Viable cell count decreased gradually with the increase of pressure and suddenly at 400 MPa. It also decreased by seven folds at 50°C and logarithmically with the increase of treatment time. Peroxide value increased with the increase of pressure, temperature and treatment time, and temperature played a major role. Thiobarbituric acid value was higher by two folds in samples treated than in the untreated regardless of any conditions investigated. Volatile basic nitrogen was almost the same in all samples except the one at 50°C. The sample treated at greater than 30°C under high hydrostatic pressure indicated higher value in amino nitrogen. Treatment at 20°C/300 MPa/15 min showed greater reductions in viable cell counts, remaining better quality of low salt fermented anchovy.

Key words : Low salt fermented anchovy, high hydrostatic pressure, quality characteristics

#### 서 론

젓갈은 부패되기 쉬운 어패류의 근육, 내장 또는 생식소를 염장하여 자기소화효소 또는 미생물효소의 작용에 의하여 독특한 감칠맛을 내도록 한 것으로, 주로 반찬류, 조미료 및 김치의 조미용 부재료로 널리 사용되어 왔다<sup>(1)</sup>. 그런데 멸치젓의 숙성 후 저장 중 과도한 미생물의 번식은 병원성 미생물의 생산과 바람직하지 않은 풍미를 유발시킬 우려가 있으므로 위생적인 젓갈 제조방법의 개발이 요구된다.

전통적으로 식품의 안전성과 저장성을 향상시키기 위하여 식품의 살균은 대부분 가열처리에 의하여 행하여지고 있는데, 이러한 가열처리는 그 열로 인하여 공유결합이 절단 또는 생성되어 식품의 풍미변화를 일으키고, 조직연화, 갈변 및 영양성분의 손실에 의한 품

질저하 등의 문제점을 가지고 있다<sup>(2)</sup>. 특히 젓갈은 숙성 후 그대로 반찬으로 섭취하는 것이 통상적이며 특유의 씹는 맛이 있는데, 보존성을 향상시킬 목적으로 가열처리하면 조직에 변화가 일어나고 크고 작은 식감이 저하된다. 따라서 젓갈의 보존성 향상을 위한 제한적인 열처리방법의 개발이 시급한 실정이다<sup>(3)</sup>.

지금까지 식품의 살균을 목적으로 연구되고 있는 비가열 처리법에는 전기장이나 자기장을 이용한 전자기 조사, 마이크로파, 적외선, 자외선을 이용한 전자파 조사, 광펄스, 초고압, CO<sub>2</sub> 처리, 키틴, 키토산 등 양이온 고분자 물질의 첨가, 항균제, 항균성 효소의 이용 등이 있다<sup>(3)</sup>. 그 중 특히 초고압 처리기술은 미생물의 살균, 단백질의 변성, 효소의 불활성화, 전분의 호화 등의 효과를 가지므로 새로운 식품가공법으로 기대를 모으고 있다<sup>(4)</sup>.

식품의 초고압 처리기술은 고압 하에서 부피가 줄어드는 방향으로 화학반응이 촉진된다는 원리를 이용한 것이다. 즉 결합이 파괴되면 부피가 감소하는 소수

Corresponding author : Sangbin Lim, Department of Food Science and Engineering, Cheju National University, Ara-dong, Cheju, Cheju 690-756, Korea

성결합과 이온결합의 파괴가 촉진되지만, 결합이 파괴되면 부피가 증가하는 공유결합과 수소결합은 안정화된다. 따라서 초고압처리는 저분자량 물질보다는 소수성결합 등으로 이루어진 거대분자에 대하여 선택적으로 작용하므로, 천연의 향과 맛을 손상시키지 않으면서 미생물을 살균하거나 효소를 불활성화시키므로써, 식품의 보존성 향상을 위한 새로운 공정으로 활용될 수 있다<sup>(2)</sup>.

따라서 본 연구에서는 젓갈과 같은 전통식품을 대상으로 비열처리방법인 초고압가공법을 적용하여 미생물 살균효과와 품질변화를 측정하였다.

## 재료 및 방법

### 멸치젓 제조

멸치(*Engraulis japonica*)는 1998년 9월에 제주도 모슬포 수협에서 구입하였는데, 체장은 9~11 cm, 체중은 4.2~8.3 g이었다. 멸치젓은 멸치에 천연식염 8%, 젓산 0.5%, 소르비톨 6%, 에탄올 4%를 첨가하여 균일하게 혼합하여 제조한 후 밀봉하여 지하실에서 숙성시킨 후 시료로 사용하였다.

### 초고압처리

본 실험에 사용한 초고압기(MFP-7000, Mitsubishi Heavy Industries Co., Japan)는 내용적이 600 mL로, 먼저 멸치젓을 미생물 검정을 용이하게 하기 위하여 waring blender에서 마쇄하여 약 270 g씩 폴리에틸렌 필름으로 세겹 포장한 후 pressure medium으로 증류수가 채워진 processing chamber에 넣고, hydraulic pump로 pressurizing piston을 상승시켜 가압하였다. 초고압 처리는 처리압력(200, 300, 400, 500 MPa), 처리온도(20, 30, 40, 50°C), 처리시간(5, 10, 15, 20 min)을 달리하여 실시하였다.

### 생균수

젓갈을 무균적으로 20 g 채취한 후 5배량의 3% NaCl 용액을 희석수로 가하고 균질화하여 시료 원액으로 사용하였다. 생균수는 plate count agar(Difco Lab.)를 사용하여 30°C에서 48시간 배양 후 나타난 colony를 계수하였고, 5회 반복 측정하여 평균하였다.

### 과산화물가

젓갈 약 10 g를 100 mL 삼각플라스크에 취하여 에테르를 25 mL씩 2회 가하여 추출한 후, 진공회전 증발농축기로 용매를 제거하였다. 여기에 glacial acetic

acid:chloroform (3:2, v/v) 용액 25 mL를 가하여 용해한 후 포화요오드화 칼륨용액 1 mL를 가하여 흔들어서 준 다음 어두운 곳에서 10분간 방치하였다. 여기에 증류수 30 mL를 가한 후 1% soluble starch indicator를 2 mL를 가한 다음 0.01 N sodium thiosulfate로 적정하여 측정하였다.

### TBA기<sup>5)</sup>

젓갈 약 10 g를 kjeldahl flask에 취하여 증류수 97.5 mL, HCl 용액(HCl:H<sub>2</sub>O=1:2) 2.5 mL를 가하였다. 증류액이 50 mL 될 때까지 증류한 후 Toyo No. 5A로 여과하였다. 이 용액 5 mL를 시험관에 옮기고 여기에 TBA 시약 5 mL를 가한 후 수욕상에서 30분간 끓인 후 냉각시켰다. 바탕실험은 증류수로 행하여, 분광광도계(Shimadzu UV-1201, Japan)로 531 nm에서 흡광도를 측정하였다. TBA기는 시료의 흡광도에서 바탕실험의 흡광도를 뺀 수치로 하였다.

### 휘발성염기질소<sup>6)</sup>

젓갈 약 5 g를 원심분리관에 취하여 증류수 25 mL와 20% TCA 5 mL를 가한 후 3,000 rpm에서 20분간 원심분리시켰다. 상등액을 Toyo No. 5A로 여과한 후 2% TCA로 50 mL 정용하여 시료로 사용하였다. Conway 미량확산용기 내실에 봉산흡수제 1 mL를 가하고, 외실에 포화 K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 1 mL와 시료 1 mL를 가한 후 즉시 덮개를 덮어 클립으로 고정하였다. 미량확산 용기를 전후 좌우로 기울이면서 회전하여 외실에 있는 시료와 K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 포화용액이 잘 섞이도록 하였다. 이를 30°C의 incubator에서 2시간 방치한 후 0.1 N HCl로 적정하여 측정하였다.

### 아미노태질소<sup>7)</sup>

젓갈 약 1.5 g에 25 mL의 증류수를 가하여 교반시킨 다음 0.1 N NaOH 용액으로 pH 8.4로 조정하였다. 여기에 미리 0.1 N NaOH 용액으로 pH 8.4로 조정된 36% 포름알데히드 용액 20 mL를 가하고, pH가 떨어지면 0.1 N NaOH 용액으로 pH 8.4 까지 다시 적정하여 측정하였다.

## 결과 및 고찰

### 생균수의 변화

멸치젓 숙성 중 과도한 미생물의 번식은 병원성 미생물의 생산과 바람직하지 않은 풍미를 유발시킬 우려가 있으므로, 이를 방지하기 위하여 멸치젓을 숙성

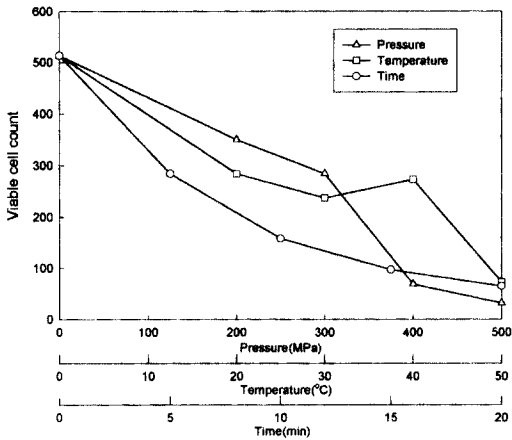


Fig. 1. Changes in viable cell counts of low salt fermented anchovy treated with different hydrostatic pressure(20°C/5 min), temperature(300 MPa/5 min) and time(20°C/300 MPa).

시킨 후 압력, 온도, 시간을 달리하여 초고압으로 처리하였다(Fig. 1). 처리압력에 의한 생균수의 변화를 측정하기 위하여, 20°C에서 온도에 의한 멸치젓의 품질 변화를 최대한 방지하면서 처리압력을 200, 300, 400, 500 MPa로 달리하여 5분간 처리하였다. 처리전 멸치젓의 생균수는  $5.1 \times 10^5$ 이었는데 200, 300 MPa로 처리하였을 경우 서서히 감소하였다가, 처리압력을 400 MPa로 증가시켰을 때는 급격히 감소하였다. Kim 등<sup>(8)</sup>도 초기 총세균수가  $7.00 \times 10^5$ 인 단무지를 17°C에서 300, 500, 686 MPa로 5분간 처리하였을 때 총세균수는 각각  $3.09 \times 10^4$ ,  $2.30 \times 10^2$ ,  $6.50 \times 10^1$ 로 감소하였으며, 300 MPa의 경우에는 감소효과가 적어 미생물의 살균에 충분하지 않았으나, 압력을 500 MPa 이상으로 증가시켰을 경우에는 3-4 log cycles 감소하였다고 보고하여 본 연구결과와 일치하는 경향을 보였다.

한편 처리압력을 500 MPa로 증가시켜도 미생물은 멸균되지 않았는데, 이는 젓갈에 함유되어 있는 소금이 미생물의 내압성을 증가시켰거나<sup>(9)</sup>, 또는 효모 및 곰팡이보다는 호기성 세균이 압력에 내성이 있기 때문인 것으로 추정된다<sup>(8)</sup>. Matsumoto<sup>(10)</sup>도 5종의 절임을 25°C에서 100~600 MPa로 10분간 처리하였을 때, 효모는 400 MPa의 처리에서도 완전히 사멸된 반면, 생균수는 압력의 증가에 따라 감소하였지만 600 MPa의 처리에서도 어느 정도 잔존하였으며 이 균을 내열성 아포균이었다고 보고하였다. 이상의 결과로부터 처리온도 20°C에서 멸치젓의 생균수를 최소화하기 위해서는 처리압력을 400 MPa 이상으로 유지하여야 됨을 알 수

있었다. 이 압력은 현재 일본에서 개발되어져 산업적으로 이용되고 있는 초고압 처리기의 작동압력이기도 하므로 실용화는 용이할 것으로 판단된다.

멸치젓을 300 MPa에서 처리온도를 20, 30, 40, 50°C로 달리하여 5분 동안 처리한 후 멸치젓 중의 생균수를 측정하였다. 처리온도 20, 30, 40°C에서의 생균수는 초기 생균수에 비하여 약 2배 감소되었으며 처리온도를 50°C로 증가시켰을 경우에는 생균수가 약 5배 이상 감소된 것으로 보아, 처리압력이 300 MPa일 때는 처리온도를 50°C 이상으로 증가시켜야 됨을 알 수 있었다. Mertens와 Knorr<sup>(3)</sup>는 *Bacillus stearothermophilus* 포자들에 대하여 압력(0.10~400 MPa)과 온도(20~90°C) 처리의 복합효과를 측정하였는데, 200 MPa 이상에서는 동일 압력에서 처리온도의 증가에 따라 사멸효과가 증가하였고, 50°C 이상에서는 처리 압력의 증가에 따라 사멸효과가 증가하였는데, 20°C에서는 포자 사멸효과가 처리압력에 무관하였다고 보고하였다.

처리온도와 압력을 가능한 낮게 유지하면서 멸치젓 중의 생균수를 최소화할 목적으로, 20°C/300 MPa에서 처리시간을 5, 10, 15, 20분으로 달리하여 처리한 후 멸치젓 중의 생균수를 측정하였는데, 처리시간의 증가에 따라 급격히 감소되었으며, 처리조건 중에 가장 영향이 큰 변수였다는 것을 알 수 있었다. 이상의 결과를 종합하여 볼 때 멸치젓 중의 미생물을 최소화하기 위해서는 20°C/5 min에서는 처리압력을 400 MPa 이상 유지하여야 하며, 300 MPa/5 min에서는 처리온도를 50°C 이상 유지하여야 하며, 20°C/300 MPa에서는 처리시간을 15분 이상으로 증가시켜야 됨을 알 수 있었다.

#### 과산화물가와 TBA가의 변화

어유에는 고도불포화지방산이 많이 함유되어 있기 때문에 자동산화가 쉽게 일어나며, 식품의 가공·저장 중 지질의 산화생성물로 인하여 제품의 향, 색, 조직감, 영양가 등 품질에 직접적인 영향을 미친다. 유지의 자동산화는 과산화물의 생성으로 시작되므로 과산화물의 양을 측정하는 과산화물가는 자동산화의 정도를 나타내는 지표로 이용된다. 따라서 초고압으로 처리한 멸치젓의 품질변화를 조사하기 위하여 과산화물가를 측정하였다(Fig. 2). 처리전 멸치젓의 과산화물가는 216 meq/kg이었는데 처리압력, 온도, 시간의 증가에 따라 서서히 증가하였으며, 지질의 산패에 미치는 가장 큰 영향인자는 처리온도였으며, 그 다음이 처리시간, 압력 순이었다.

유지의 자동산화로 생성되는 과산화물은 분해되어

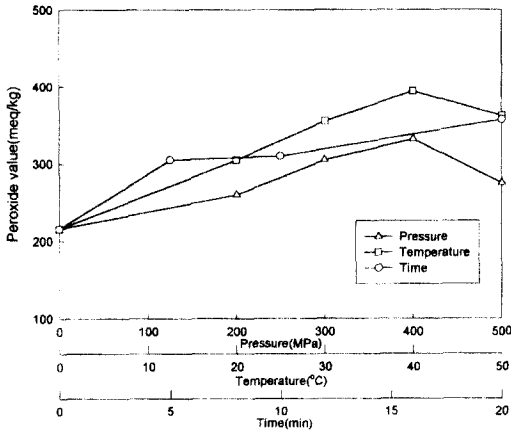


Fig. 2. Changes in peroxide value of low salt fermented anchovy treated with different hydrostatic pressure(20°C/ 5 min), temperature(300 MPa/5 min) and time(20°C/ 300 MPa).

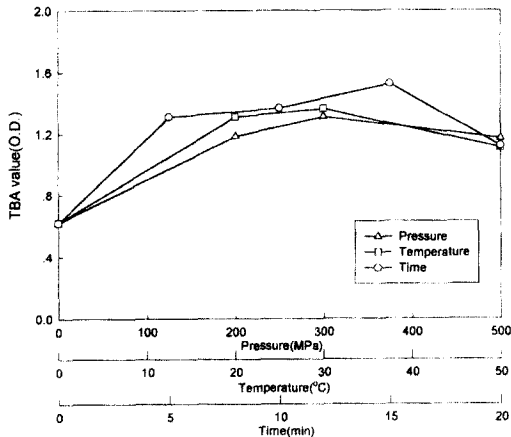


Fig. 3. Changes in TBA value of low salt fermented anchovy treated with different hydrostatic pressure(20°C/ 5 min), temperature(300 MPa/5 min) and time(20°C/ 300 MPa).

여러 종류의 carbonyl 화합물을 생성하므로 특성의 carbonyl 화합물 즉 malonaldehyde를 지표물질로 이용하는 TBA는 산패도와 상관관계가 크므로 flavor의 변화와 관련지어 생각할 때 유용하게 이용된다. 따라서 초고압으로 처리한 멸치젓의 TBA를 측정하였다 (Fig. 3). 처리전 멸치젓의 TBA는 0.621이었는데 처리압력을 달리하였을 경우에는 약 2배 이상 증가하였으나, 처리압력에 관계없이 거의 일정하였고, 처리온도를 달리하였을 때에도 TBA는 약 2배 이상 증가하여 처리온도에 관계없이 거의 일정하였으며, 처리시간을 달리하였을 때에도 처리압력, 온도에 따른 경향과

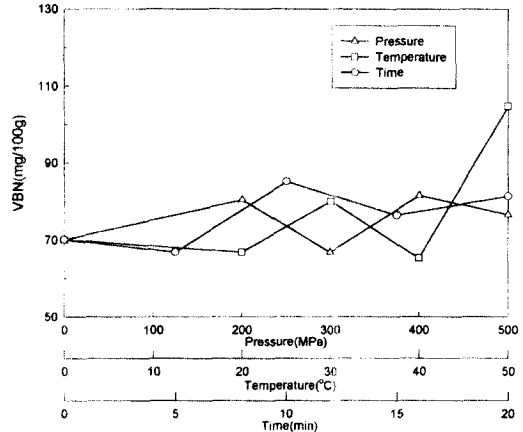


Fig. 4. Changes in volatile basic nitrogen(VBN) of low salt fermented anchovy treated with different hydrostatic pressure(20°C/5 min), temperature(300 MPa/5 min) and time(20°C/300 MPa).

거의 유사하였으나, 증가폭이 가장 컸다. 이상의 결과로부터 초고압처리에 의하여 멸치젓의 과산화물가와 TBA는 증가하였는데, 이를 방지하기 위해서는 처리 온도, 압력, 시간을 가능한 낮출 필요가 있었다.

Ohshima 등<sup>(11)</sup>은 정어리유를 506 MPa에서 60분간 처리하였을 때 과산화물가와 TBA는 변하지 않아 어유조직으로부터 분리한 어유는 초고압처리에 의하여 자동산화가 일어나지 않았지만, 대구조직을 202, 404, 608 MPa에서 15와 30분 처리하였을 때는 과산화물가와 TBA는 압력과 처리시간의 증가에 따라 증가한 것으로 보아 어유조직에 존재하는 지질은 초고압처리에 의하여 지질산화가 촉진되었는데, 그 이유는 어육에는 초고압 하에서 지질산화를 촉진하는 철과 같은 금속이온이 존재하고 있기 때문이라고 보고하였다.

휘발성염기질소의 변화

어패류의 선도 판정법의 지표인 휘발성염기질소(VBN)는 암모니아, TMA, DMA 등의 복합물로 구성되어 있는데, 이들 함량은 선도저하와 더불어 증가한다. 따라서 멸치젓을 초고압으로 처리한 후 젓갈의 부패도의 지표인 VBN을 측정하였다(Fig. 4). 처리전 멸치젓의 VBN은 70.1 mg/100 g이었는데 처리압력을 달리하였을 때에도 처리압력의 증가에 따라 다소 증가하거나 감소하였으나 거의 비슷하였다. 처리온도를 달리하였을 경우에는 처리압력에 따른 변화와 거의 유사하였으나, 50°C에서는 약 1.5배의 높은 값을 보였다. 처리시간을 달리하였을 때 처리압력과 온도에 의한 효과와 거의 유사한 경향을 보였다. 이상의 결과로부터 처리온

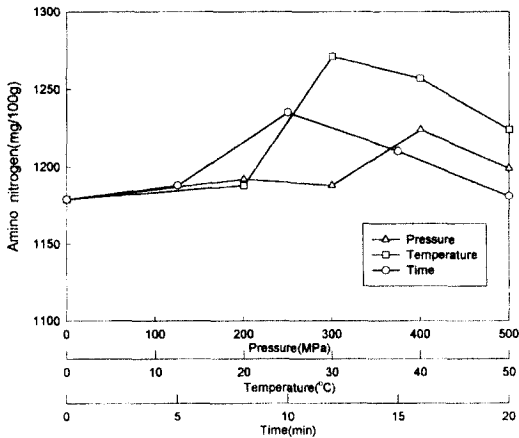


Fig. 5. Changes in amino nitrogen of low salt fermented anchovy treated with different hydrostatic pressure(20°C/5 min), temperature(300 MPa/5 min) and time(20°C/300 MPa).

도 50°C에서의 경우를 제외하고는 멸치젓을 본 연구에서의 실험조건에서 처리하는 것만으로는 멸치젓의 부패를 크게 유발시키지 않음을 알 수 있었다.

VBN은 멸치젓의 맛과 같은 관능검사 결과와 비교적 높은 상관성을 보여 VBN이 증가하면 맛이 퇴화됨을 의미하는데, 처리조건에 따른 멸치젓의 VBN의 변화가 거의 없는 것으로 보아 관능적 품질 면에서도 우수할 것으로 추정된다. Lee와 Choe<sup>(12)</sup>는 20~25°C에서 멸치젓 숙성 중 VBN은 20일 후에 약 80 mg/100 g에 도달한 후 완만한 증가를 보이다가 120일 후에는 140~160 mg/100 g에 달하였는데, 초기의 VBN 증가현상은 소금 침투가 완료될 때까지의 부패균의 발육 때문이며, 숙성이 거의 완료된 상태를 지나 다시 증가하는 것은 미생물의 아미노산 이용에 의한 작용이 다른 작용에 비하여 상대적으로 크기 때문이라고 보고하였다.

#### 아미노태질소의 변화

육단백질의 분해산물 지표인 아미노태질소가 젓갈의 화학적 품질평가지표로 사용되어 오고 있다. 따라서 멸치젓을 초고압으로 처리하여 젓갈의 맛과 관련된 아미노태질소 변화를 측정하였다(Fig. 5). 처리전 멸치젓의 아미노태질소 함량은 1179 mg/100 g이었는데 처리압력을 달리하였을 때 200, 300 MPa의 처리압력에서는 거의 변화가 없었으나 그 이상의 압력에서는 증가하였다. 처리온도를 달리하였을 경우에는 20°C에서는 변화가 거의 없었으나, 30°C 이상의 처리온도에서는 증가하였다. 처리시간을 달리하였을 때 5분까지는 거의 변

화가 없었으나 10분부터는 증가하였다가 감소하는 경향을 보였다. 이상의 결과로부터 멸치젓의 아미노태질소 함량은 처리압력, 온도, 시간 중 처리온도에 의한 증가 효과가 가장 컸는데, 이는 멸치젓 중의 단백질이 처리압력에 의한 상승효과로 처리온도의 증가에 따라 아미노산으로 분해되어 아미노태질소 값이 증가한 것으로 추정된다.

Lee와 Choe<sup>(12)</sup>는 멸치젓을 20~25°C에서 숙성 중 아미노태질소 변화를 측정된 결과 숙성이 진행됨에 따라 증가하기 시작하여 약 100일 후에는 약 1100 mg/100 g로 거의 평형에 도달하였으나, 그 이후부터는 서서히 감소하는 경향을 보였으며, 가용성질소와 아미노태질소 함량이 최대가 될 때 가장 맛이 좋아진다고 보고하였다.

이상의 결과를 종합하여 볼 때 젓갈의 위생적 안정성을 유지하면서 품질향상을 위해서는 가능한 낮은 온도와 압력 조건에서 처리시간을 증가시킬 필요가 있었는데, 이를 고려하여 볼 때 젓갈의 최적 처리조건은 20°C/300 MPa/15 min이었다.

#### 요 약

전통식품인 저염젓갈을 대상으로 비열처리방법인 초고압가공법을 적용하여 미생물 살균효과와 품질변화를 측정하였다. 멸치젓의 생균수는 20°C에서 처리압력의 증가에 따라 서서히 감소하다가 처리압력을 400 MPa로 증가시켰을 때 급격히 감소하였고, 300 MPa에서 처리온도를 50°C로 증가시켰을 경우에는 7배 이상 감소되었으며, 처리시간의 증가에 따라 급격히 감소되었다. 과산화물가는 처리압력, 온도, 시간의 증가에 따라 증가하였는데, 그 중 처리온도가 가장 큰 영향인자였다. TBA가는 초고압 처리 전후에 약 2배 이상 증가하여 그 변화 폭은 컸으나, 처리조건에 따른 변화는 적었다. VBN은 초고압 처리 전후와 처리조건에 따라 다소 증가하거나 감소하였으나 거의 비슷하였다. 아미노태질소 함량은 온화한 초고압 처리조건에서는 변화가 적었으나, 처리온도, 압력, 시간의 증가에 따라 증가하였는데, 처리온도에 따른 증가폭이 가장 컸다. 이상의 결과로부터 젓갈의 위생적 안정성을 유지하면서 품질향상을 위해서는 가능한 낮은 온도와 압력 조건에서 처리시간을 증가시킬 필요가 있었는데, 이를 고려하여 볼 때 젓갈의 최적 처리조건은 20°C/300 MPa/15 min이었다.

## 감사의 글

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

## 문헌

1. Cha, Y.J. and Lee, E.H. Studies on the processing of low salt fermented sea foods 5. Processing conditions of low salt fermented anchovy and yellow corvenia. Bull. Korean Fish. Soc. 18(3): 206-213 (1985)
2. Lee, D.U., Park, J., Kang, J. and Yeo, I.H. Effect of high hydrostatic pressure on the shelf-life and sensory characteristics of Angelica Keiskei juice. Korean J. Food Sci. Technol. 28(1): 105-108 (1996)
3. Mertens, B. and Knorr, D. Developments of nonthermal processes for food preservation. Food Technol. 46(5): 124-133 (1992)
4. Knorr, D. Effects of high-hydrostatic pressure processes on food safety and quality. Food Technol. 4(6): 156-161 (1993)
5. Tarladgis, B.G., Watts, B.M. and Younathan, M.T. A distillation method for the quantitative determination of malonaldehyde in rancid foods. JAOCS. 37(1): 44-48 (1960)
6. Yang, S.T. and Lee, E.H. Freshness of fish and shrimp during cold storage. Bull. Pusan Fish. Coll. 12(2): 703-712 (1972)
7. 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. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 26(4): 588-594 (1997)
8. Kim, B., Hong, K. and Park, J. Improvement in storage stability of Danmooji by high hydrostatic pressure and heat treatment. Korean J. Food Sci. Technol. 30(1): 132-138 (1998)
9. Takei, Y., Awao, T., Mitsuura, N. and Takagaki, Y. Sterilization of Bacillus sp. spores by hydrostatic pressure, pp. 143-155. In: Pressure-Processed Food-Research and Development. Hayashi, R. (ed.). San-ei Pub. Co., Kyoto, Japan (1990)
10. Matsumoto, T. High pressure treatment for preservation of pickles, pp. 368-377. In: High Pressure Science for Food. Hayashi, R. (ed.). San-ei Pub. Co., Kyoto, Japan (1991)
11. Ohshima, T., Ushio, H. and Koizumi, C. High-pressure processing of fish and fish products. Trends Food Sci. Technol. 4: 370-375 (1993)
12. Lee, J.G. and Choe, W.K. Studies on the variation of microflora during the fermentation of anchovy. Bull. Korean Fish. Soc. 7(3): 105-114 (1974)

(1999년 8월 18일 접수)