

초고압 처리한 멸치젓의 저장 중 품질 변화

임상빈 · 좌미경 · 목철균* · 우건조**

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

Quality Changes during Storage of Low Salt Fermented Anchovy treated with High Hydrostatic Pressure

Sangbin Lim, Mi-Kyung Jwa, 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

Low salt fermented anchovy was stored at 25°C for a period of 20 days from the time of ultra-high pressure treatment under different operating conditions, such as magnitude of pressure(200~500 MPa), temperature(20~50°C) and treatment time(5~20 min) with viable cell count(VCC) and quality assessments conducted at regular intervals. VCC decreased logarithmically during storage. Lower values of VCC in the treated samples were observed compared to the untreated. A gradual increase in peroxide value was noticed during storage, compared to those of the untreated which showed a sudden rise. Thiobarbituric acid value decreased initially and remained at that level before rising almost exponentially between 12 and 20 days. Volatile basic nitrogen increased gradually during storage. Amino nitrogen remained almost constant up to 20 days, regardless of any conditions investigated. High pressure treatment maintained better quality during storage at 25°C by reducing the viable cell count in low salt fermented anchovy.

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

서 론

저염 젓갈은 숙성발효시 부패를 방지하고 상온에서 장기간의 유통을 위하여 원료에 대하여 과량의 식염을 첨가하므로 소금함량이 지나치게 높다. 최근에 식염의 과다섭취가 고혈압, 신장병, 간경변증, 만성심부전증 등 성인병 원인물질로 밝혀짐에 따라 보건상, 기호상의 이유로 식염 섭취량을 줄이고 있는 실정이다. 따라서 식염의 과다섭취로 인하여 야기되는 성인병 예방을 목적으로 저염 젓갈을 제조할 필요가 있다⁽¹⁾.

저염 젓갈은 식염농도가 낮으므로 저장·유통 중에 각종 과산화지질의 축적, 암모니아, 유화수소 등 유해성분의 축적, 유해 미생물의 생육, 색깔의 변화, 고형물과 액즙의 수분분리현상, 식감의 변화, 관능적 기호

성의 저하 등 품질변화가 가속화되어 제품 고유의 품질특성이 변하고 위생상 식용에 부적합할 수 있다⁽²⁾. 이를 방지하기 위하여 젓갈 숙성 후 존재하는 미생물의 사멸이나 효소의 불활성화가 요구된다.

그런데 가열에 의한 살균은 식품의 안전성과 저장성을 향상시키기 위하여 보편적으로 사용되지만, 그 열로 인하여 공유결합이 절단 또는 생성되어 식품의 풍미변화를 일으키고, 조직감, 색깔, 영양성분 등에도 좋지 않은 영향을 미친다⁽³⁾. 특히 젓갈을 가열하면 열이 내부로 전달되기까지 시간이 소요되므로 제품의 외측과 내측에서 살균효과와 물성, 맛 등에 다르게 영향을 미치며, 육질이 연화되어 식감의 변화를 일으키는 문제점을 내포하고 있다. 따라서 식품고유의 품질을 최대한 보존하는 살균방법으로 비열처리공정 중의 하나인 초고압처리법을 이용하면 압력이 식품 전체에 순간적으로 골고루 가해지므로 국부적인 변질가능성이 없이 균일한 상태로 처리되어 식품을 장기간 보존할 수 있을 것으로 기대된다.

본 연구에서는 숙성된 저염 젓갈을 초고압으로 처

Corresponding author : Sangbin Lim, Department of Food Science and Engineering, Cheju National University, Ara-dong, Cheju, Cheju 690-756, Korea
Tel : 82-64-754-3617
Fax : 82-64-755-3601
E-mail : sblim@cheju.cheju.ac.kr

리한 후 25°C에서 저장하는 동안 미생물 및 품질변화를 측정하여 저장성 증진효과를 검토하였다.

재료 및 방법

멸치젓 제조

멸치(*Engraulis japonica*)는 1998년 9월에 제주도 모슬포 수협에서 구입하였으며, 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 세계 포장한 후 pressure medium으로 증류수가 채워진 processing chamber에 넣고, hydraulic pump로 pressurizing piston을 상승시켜 가압하였다. 초고압 처리는 처리압력(200, 300, 400, 500 MPa), 처리 온도(20, 30, 40, 50°C), 처리시간(5, 10, 15, 20 min)을 달리하여 실시하였다.

저장성 검정

초고압으로 처리한 젓갈을 25°C incubator에서 저장하면서 0, 2, 4, 8, 12, 16, 20일 저장 중 생균수와 품질 변화를 측정하였다.

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 배양한 후 나타난 colony를 계수하였고, 5회 반복 측정하여 평균하였다.

과산화물가

젓갈 약 10 g를 100 mL 삼각플라스크에 취하여 ether를 25 mL씩 2회 가하여 추출한 후, 회전진공 증발농축기로 용매를 제거하였다. 여기에 glacial acetic acid : chloroform (3 : 2, v/v) 용액 25 mL를 가하여 용해한 후 포화요오드화 칼륨용액 1 mL를 가하여 흔들어진 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.

TBA가⁴⁾

젓갈 약 10 g를 Kjeldahl flask에 취하여 증류수 97.5 mL, HCl 용액(HCl : H₂O = 1 : 2) 2.5 mL를 가하였다. 증류액이 50 mL 될 때까지 증류한 후 Toyo No. 5A 여지를 사용하여 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. TBA가는 시료의 흡광도에서 바탕실험의 흡광도를 뺀 수치로 하였다.

휘발성염기질소⁵⁾

젓갈 약 5 g를 원심분리관에 취하여 증류수 25 mL와 20% TCA 5 mL를 가한 후 3,000 rpm에서 20분간 원심분리시켰다. 상등액을 Toyo No. 5A 여지를 사용하여 여과한 후 2% TCA로 50 mL 정용하여 시료로 사용하였다. Conway 미량확산용기 내실에 붕산흡수제 1 mL를 가하고, 외실에 포화 K₂CO₃ 1 mL와 시료 1 mL를 가한 후 즉시 덮개를 덮어 클립으로 고정하였다. 미량확산용기를 전후 좌우로 기울이면서 회전하여 외실에 있는 시료와 K₂CO₃ 포화용액이 잘 혼합되도록 하였다. 이를 30°C의 incubator에서 2시간 방치한 후 0.1 N HCl로 적정하여 측정하였다.

아미노태질소⁶⁾

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 8.4까지 다시 적정하여 측정하였다.

결과 및 고찰

생균수의 변화

멸치젓 숙성 후 미생물의 과도한 번식을 방지하기 위하여 멸치젓을 압력, 온도, 시간을 달리하여 처리한 후 25°C 저장 중 생균수 변화를 측정하였다(Fig. 1). 초고압으로 처리하지 않은 멸치젓의 초기 생균수는(Fig. 1A) 5.1×10^2 이었는데, 저장 2일에는 반 이하로 급격히 감소하였고, 그 이후에는 서서히 감소하다가 12일 후부터는 거의 변화가 없었다. Cha 등⁷⁾도 멸치젓의 숙

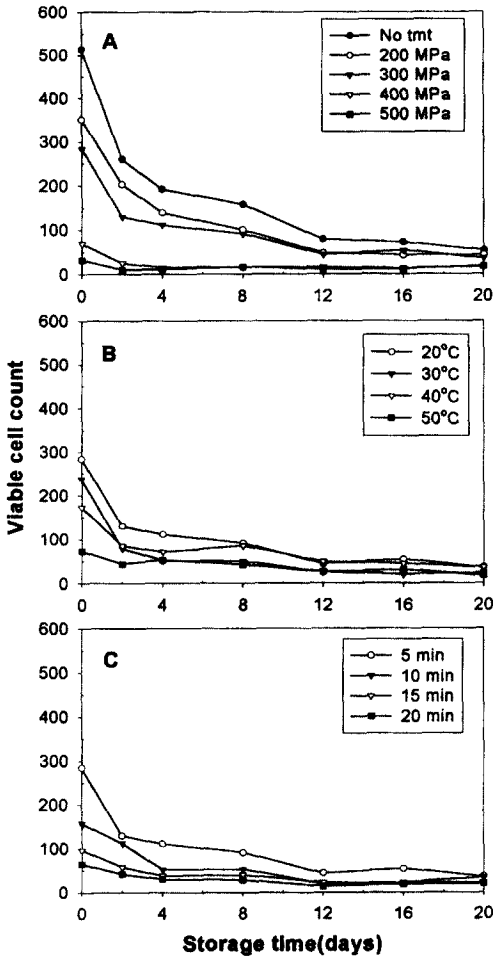


Fig. 1. Changes in viable cell counts of low salt fermented anchovy treated with different hydrostatic pressure(20°C/ 5 min), temperature(300 MPa/5 min) and time(20°C/300 MPa) during storage at 25°C.

성기간 동안 생균수의 변화를 측정된 결과 완숙기인 숙성 55일경에 최고값을 나타내었고, 그 후부터는 숙성발효가 진행됨에 따라 감소하는 경향을 보였다고 보고하였다.

멸치젓을 20°C에서 처리압력을 200, 300, 400, 500 MPa로 달리하여 5분 동안 처리하였을때(Fig. 1A) 저장 초기에는 감소폭이 큰 반면, 그 이후에는 감소폭이 적었고, 거의 일정한 경향을 나타내었다. 저장 중 생균수의 감소 정도는 초기 생균수에 따라 달라, 200, 300 MPa과 같이 낮은 처리압력으로 인하여 초기 생균수가 많으면 서서히 감소하였고, 400 MPa 이상의 높은 처리압력으로 인하여 초기 생균수가 적으면 그 수준을 유지하였다. 멸치젓 중의 생균수는 25°C 저장

중에 잔존하는 미생물의 번식에 의하여 증가하리라고 예상하였으나 감소하였는데, 이는 초고압처리로 인하여 미생물의 활성이 저하되어 저장 중에 사멸된 것으로 추정되었다. Kim 등⁽⁸⁾은 단무지를 17°C에서 300, 500, 686 MPa로 5분간 처리한 후 30°C에서 20일간 저장 중 총세균수 변화를 측정하였는데, 무처리군은 저장기간 동안 생균수가 약 1 log cycle 증가하였고, 300 MPa 처리군은 약 2 log cycles 증가한 반면, 500 MPa 처리군은 다소 감소하였다가 증가하는 경향을 보였고, 686 MPa 처리군은 감소하는 경향을 보였다고 보고하였는데, 이것으로 보아 500 MPa 이상 처리군은 본 연구결과와 유사한 경향을 보였다.

멸치젓을 300 MPa에서 처리온도를 20, 30, 40, 50°C로 달리하여 5분 동안 처리한 후 저장 중 멸치젓의 생균수 변화는(Fig. 1B) 처리압력에 따른 변화와 유사한 경향을 보였다. 즉 처리온도가 낮은 경우에는 멸치젓에 생균수가 보다 많이 잔류하고 있었기 때문에 저장기간의 증가에 따라 서서히 감소하는 경향을 보인 반면, 처리온도가 높은 경우에는 처리 직후 잔존하는 생균수가 적었기 때문에 저장 중 생균수는 그 수준을 유지하였다. 처리온도와 압력을 20°C/300 MPa로 일정하게 유지하고 처리시간을 5, 10, 15, 20분으로 달리하여 처리하였을 경우에도 저장 중 생균수 변화는(Fig. 1C) 처리압력과 온도에 따른 변화와 유사한 경향을 보였다. 처리온도와 시간을 달리하였을 때 처리압력을 300 MPa로 설정한 이유는 처리압력이 400 MPa 이상에서는 압력에 의한 살균효과가 높았기 때문에 그보다 낮은 압력에서 다른 변수의 영향을 측정하기 위함이었다. 또한 저장 20일 후에는 처리조건에 관계없이 생균수가 감소하여 초고압 처리 효과를 관찰하지 못하였는데, 초고압 처리의 목적은 멸치젓 제조 후 최적 숙성기에 즉 생균수가 최대일 때 살균하여 저장중 품질변화를 최소화하거나, 젓갈을 숙성발효하여 저장성을 증대시키는 데 있다.

과산화물가와 TBA기의 변화

어유에는 고도불포화지방산이 많이 함유되어 있기 때문에 가공·저장 중 지질의 산화생성물로 인하여 제품의 향, 색, 조직감, 영양가 등 품질에 직접적인 영향을 미친다. 초고압으로 처리한 멸치젓의 저장 중 과산화물가를 측정된 결과는 Fig. 2와 같다. 무처리군의 경우(Fig. 2A) 저장 초기에는 과산화물가가 197 meq/kg 이었는데 저장기간의 증가에 따라 급격히 증가하였다가 저장 12일 후부터 감소하는 경향을 보였다. Cha 등⁽⁹⁾은 멸치젓의 숙성 중 과산화물가는 숙성 35일 까

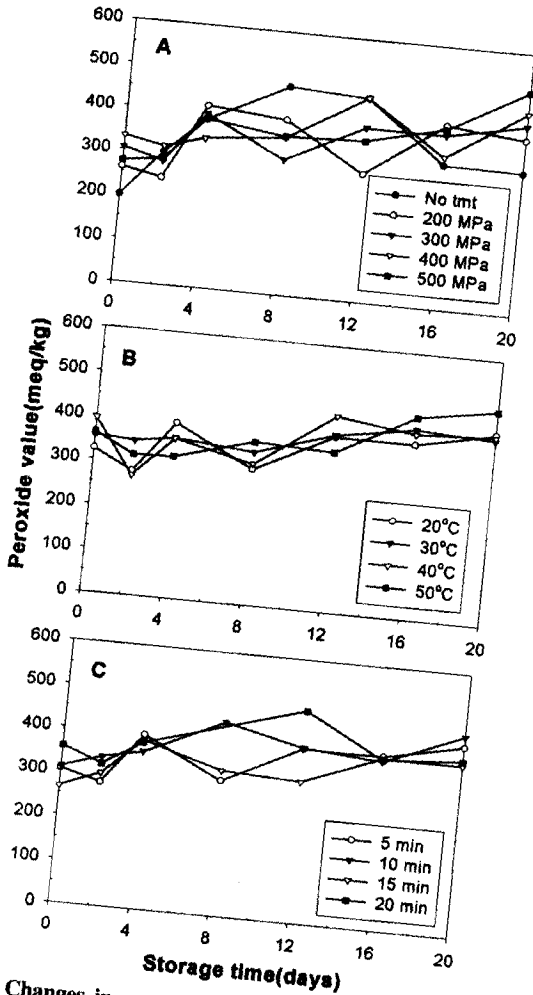


Fig. 2. Changes in peroxide value of low salt fermented anchovy treated with different hydrostatic pressure(20°C/5 min), temperature(300 MPa/5 min) and time(20°C/300 MPa) during storage at 25°C.

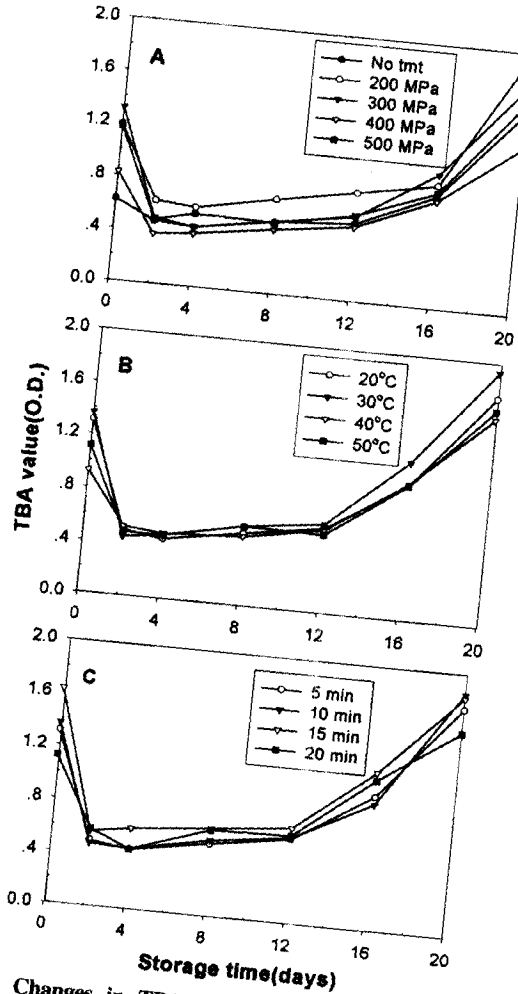


Fig. 3. Changes in TBA value of low salt fermented anchovy treated with different hydrostatic pressure(20°C/5 min), temperature(300 MPa/5 min) and time(20°C/300 MPa) during storage at 25°C.

지는 서서히 증가하였다가 55일경에 최고치인 200 meq/kg에 도달하였다가 감소하였다고 보고하였다. 한편 초고압으로 처리한 것들은 처리압력, 온도, 시간에 관계없이 처리직후에 과산화물가가 증가하였고, 저장 중에는 다소의 증가와 감소를 반복하면서 증가하는 현상을 보였다. 과산화물은 생성과 동시에 중합 및 분해로 인하여 감소하기도 하므로 실제로 과산화물가로서 측정되는 과산화물의 양은 과산화물의 총량이 아니고, 생성량에서 분해중합 등에 의한 감소량을 제외한 양 즉 과산화물의 잔존 총량을 의미한다¹⁹⁾.

유지의 자동산화로 생성되는 과산화물은 분해되어 여러 종류의 carbonyl 화합물을 생성하므로 특성의 carbonyl 화합물 즉 malonaldehyde를 지표물질로 이용

하는 TBA가를 멸치젓 저장 중에 측정하였다(Fig. 3). 무처리구의 TBA가는(Fig. 3A) 저장 2일만에 최저치에 도달하였다가 그 후 서서히 증가하였으며, 저장 12일부터는 급격히 증가하는 특이한 현상을 나타내었으며, 처리압력, 온도, 시간에 따라 큰 차이 없이 유사한 경향을 나타내었다. 초고압 처리에 의하여 과산화물가와 TBA가가 증가하는 이유로 Ohshima 등¹⁰⁾은 어육에 함유되어 있는 철과 같은 금속이온들이 초고압 하에서 지질산화를 촉진하기 때문이라고 보고하였다.

휘발성염기질소의 변화
멸치젓을 초고압으로 처리한 후 25°C에서 저장 중 어패류의 산도 판정법의 지표인 휘발성염기질소(VBN)

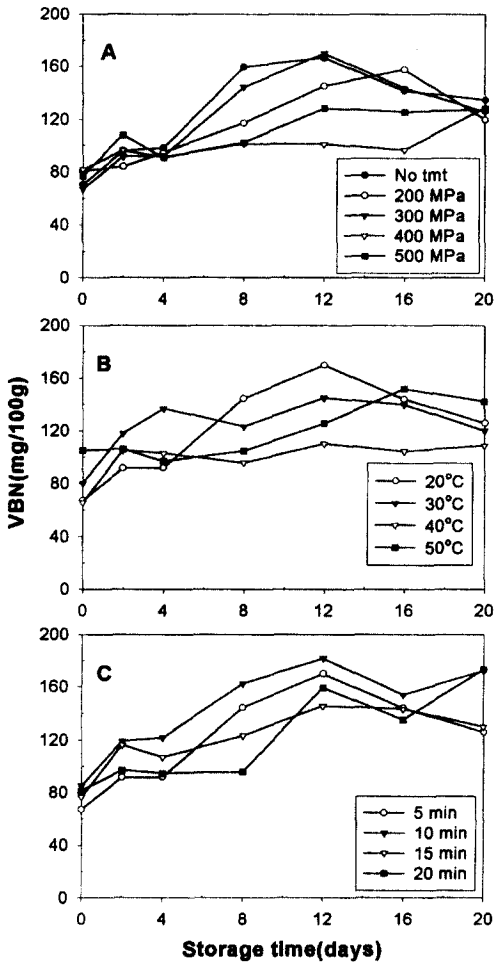


Fig. 4. Changes in volatile basic nitrogen of low salt fermented anchovy treated with different hydrostatic pressure(20°C/5 min), temperature(300 MPa/5 min) and time(20°C/300 MPa) during storage at 25°C.

변화를 측정하였다(Fig. 4). 초고압으로 처리하지 않은 멸치젓의 경우 저장기간의 증가에 따라 증가하였다가 8일부터는 그 수준을 유지하여 약 160 mg/100 g에 이르렀다. Oh⁽¹¹⁾는 재래식 및 시판 멸치액젓의 VBN 함량을 측정한 결과 재래식은 505.7 mg/100 g로 시판품의 92.8-223.9 mg/100 g에 비하여 약 2배 이상의 높은 값을 나타내었으며, 가열처리한 후 상온에서 1년간 저장한 후 VBN 변화를 측정한 결과, 생멸치액젓은 약간 증가한 반면, 가열처리한 시료들은 약간씩 감소하였는데, 이는 저장 중에 VBN의 일부가 당류와 반응하여 제품의 갈변에 관여하였기 때문이라고 보고하였다.

한편 멸치젓을 초고압으로 처리하였을 때 처리압력이 200, 300 MPa과 같이 낮은 경우에는 저장기간의 증가

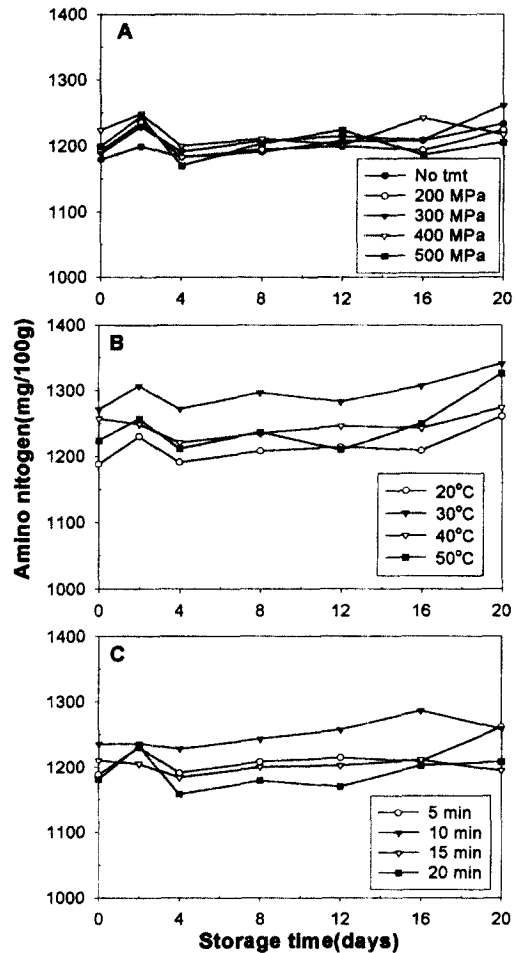


Fig. 5. Changes in amino nitrogen of low salt fermented anchovy treated with different hydrostatic pressure(20°C/5 min), temperature(300 MPa/5 min) and time(20°C/300 MPa) during storage at 25°C.

에 따라 VBN의 증가폭이 컸으나, 400 MPa 이상에서는 그 증가폭이 적었다. 또한 처리온도가 낮을수록 저장 중 그 증가폭이 컸으며, 처리온도가 높을수록 그 변화폭이 적었다. 처리기간에 따른 변화도 처리압력과 온도의 경향과 유사하였다. 이것으로 보아 멸치젓을 높은 압력과 온도에서 장시간 초고압으로 처리하였을 때 보존하는 부패미생물이 보다 많이 살균되었기 때문에, 저장 중 멸치젓의 부패가 억제된 것으로 추정되었다.

아미노태질소의 변화

초고압으로 처리한 멸치젓의 저장 중 육단백질의 분해산물 지표인 아미노태질소 함량(Fig. 5)은 처리압력,

온도, 시간에 관계없이 저장기간의 증가에 따라 거의 변화 없이 초기값을 유지하였다. 이는 숙성초기에는 육질의 자가소화효소와 내장의 소화효소에 의한 작용이 주동적인 반면, 숙성후기에는 미생물의 작용이 커다란 영향을 미치게 되는데, Fig. 1에서와 같이 저장 중 생균수의 감소로 인하여 미생물의 작용이 미치지 못하게 되므로 아미노태질소의 변화가 없는 것으로 추정된다⁽¹²⁾. Cha 등⁽⁷⁾은 멸치젓 숙성기간 중 아미노태질소 함량 변화를 측정된 결과 숙성 20일까지는 급격히 증가하였고, 그 후부터는 서서히 증가하여 숙성 55일경에 최고값을 나타내었고 그 이후는 더 이상의 변화가 없었다고 보고하였다. 이로 보아 아미노태질소는 주어진 조건에서 일단 최고값에 이르면 더 이상 변화되지 않고 것갈 고유의 맛을 유지하는 것으로 판단되었다.

Oh⁽¹¹⁾는 재래식 및 시판 멸치액젓의 아미노태질소 함량을 측정된 결과 재래식은 882.9 mg/100 g인데 반하여 시판품은 338.6-680.3 mg/100 g로 제조원에 따라 큰 차이를 보였으며, 시판 및 재래식 모두 저장기간에 따른 변화는 없었다고 보고하였다. Oh⁽¹³⁾도 멸치액젓을 가열처리한 후 상온에서 1년간 저장한 후 아미노태질소 함량을 측정된 결과 생멸치액젓은 약간 증가한 반면, 가열처리 시료들은 약간씩 감소하였으나 그 변화량은 매우 적었다고 보고하였다.

이상의 결과로부터 멸치젓을 가능한 저온에서 초고압으로 처리하면 전통식품의 품질변화를 최소화하면서 미생물 살균으로 위생적 안정성을 유지하면서 저장 안전성을 증진시킬 수 있을 것으로 기대된다.

요 약

숙성된 저염 것갈을 초고압으로 처리한 후 25°C에서 저장하는 동안 미생물 및 품질변화를 측정하여 저장성 증진효과를 검토하였다. 멸치젓을 20°C에서 압력을 달리하여 처리하였을 때 저장 초기에는 생균수의 감소폭이 큰 반면, 그 이후에는 적었으며 거의 일정한 경향을 보였다. 저장 중 생균수의 감소 정도는 초기 생균수에 따라 달라, 낮은 처리압력으로 인하여 초기 생균수가 많으면 서서히 감소하였고, 높은 처리압력으로 인하여 초기 생균수가 적으면 그 수준을 유지하였다. 처리온도와 시간을 달리하였을 때에도 처리압력에 따른 변화와 유사한 경향을 보였다. 과산화물기는 처리압력, 온도, 시간에 관계없이 처리직후에 1.5-2배 증가하였고, 저장 중에는 다소의 증가와 감소를 반복하는 현상을 보였다. TBA가는 저장 2일만에 최저치에 도달하였다가 그 후 서서히 증가하였으며, 저장 12일

부터는 급격히 증가하는 특이한 현상을 나타내었다. VBN은 처리압력과 온도가 높을수록 저장 중 그 변화 폭이 적었다. 아미노태질소 함량은 처리압력, 온도, 시간에 관계없이 저장기간의 증가에 따라 거의 변화 없이 초기값을 유지하였다. 따라서 멸치젓을 초고압으로 처리하면 미생물 살균으로 저장 안정성을 증진시킬 수 있을 것으로 기대된다.

감사의 글

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

문 헌

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: 206-213 (1985)
2. Kim, Y.M. Manufacturing technology and quality control of fish fermentation food. *Bull. Food Technol.* 9: 65-86 (1996)
3. 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: 105-108 (1996)
4. Tarladgis, B.G., Watts, B.M. and Younathan, M.T. A distillation method for the quantitative determination of malonaldehyde in rancid foods. *JAOCs.* 37: 44-48 (1960)
5. Yang, S.T. and Lee, E.H. Freshness of fish and shrimp during cold storage. *Bull. Pusan Fish. Coll.* 12: 703-712 (1972)
6. 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: 588-594 (1997)
7. Cha, Y.J., Park, H.S., Cho, S.Y. and Lee, E.H. Studies on the processing of low salt fermented sea foods, 4. Processing of low salt fermented anchovy. *Bull. Korean Fish. Soc.* 16: 363-367 (1983)
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: 132-138 (1998)
9. Ahmed, J. and Mahendrakar, N.S. Autolysis and rancidity development in tropical freshwater fish viscera during fermentation. *Bioresource Technol.* 58: 247-251 (1996)
10. Ohshima, T., Ushio, H. and Koizumi, C. High-pressure processing of fish and fish products. *Trends Food Sci. Technol.* 4: 370-375 (1993)
11. Oh, K.S. The comparison and index components in quality of salt-fermented anchovy sauces. *Korean J.*

- Food Sci. Technol. 27: 487-494 (1995)
12. Mori, K., Shinano, H. and Akiba, M. The aerobic bacteria in the ripening process of Ika-Shiokara. Bull. Jap. Soc. Scientific Fish. 45: 771-779 (1979)
13. Oh, K.S. Studies on the processings of sterilized salt-fermented anchovy sauces. Korean J. Food Sci. Technol. 28: 1038-1044 (1996)
-
- (1999년 11월 10일 접수)