

## 생굴 중 *Vibrio parahaemolyticus*와 *Escherichia coli*의 초고압 살균

박환준 · 작미경 · 현선희 · 임상빈<sup>†</sup> · 송대진

제주대학교 식품생명공학과

### High Hydrostatic Pressure Sterilization of *Vibrio parahaemolyticus* and *Escherichia coli* in Raw Oyster

Whan-Jun Park, Mi-Kyung Jwa, Sun-Hee Hyun, Sangbin Lim<sup>†</sup> and Dae-Jin Song

Dept. of Food Bioengineering, Cheju National University, Jeju 690-756, Korea

#### Abstract

Raw oyster (*Crassostrea gigas*) was inoculated with *Vibrio parahaemolyticus* and *Escherichia coli*, treated with high hydrostatic pressure and evaluated for microbial counts. Cell death of *V. parahaemolyticus* (*Vp*) increased with the increase of applied pressure. *Vp* starting inoculum of  $3.8 \times 10^5$  CFU/mL was totally eliminated after exposure to 200 MPa for 10 min at 22°C. Viable cell of *Vp* decreased with the increase in treatment time and dropped below the detection limit with treatment for 25 min at 22°C/150 MPa. The number of *Vp* decreased with the decrease of applied temperature at the same treatment pressure and time. *Vp* was killed by treatment of 0°C and 10°C for 20 and 25 min at 100 MPa, respectively. For *E. coli*, there was an initial lag up to 250 MPa followed by a rapid decline. Treatment at 325 MPa/22°C for 15 min caused 5-log reduction, while that at 375 MPa resulted in total reduction of starting inoculum of  $4.0 \times 10^7$  CFU/mL. Lower treatment temperature showed higher killing effect of *E. coli* at the same treatment pressure and time. Viable cell of *E. coli* decreased with the increase in treatment time, and 4-log reduction was achieved with treatment of 5 min at 10°C/350 MPa and then total reduction was achieved after treatment of 15 min. Higher pressure, lower temperature and longer time were more effective in sterilizing *V. parahaemolyticus* and *E. coli*.

**Key words:** oyster, high hydrostatic pressure treatment, *V. parahaemolyticus*, *E. coli*

#### 서 론

굴은 연체동물문(*Phylum Mollusca*)에 속하며 해안 만에 서 양식되고 있는 filter feeder이므로 해수에 산재해 있는 미생물이 내장 속에 쉽게 침투하여 농축되어 축적되는데, 굴 중의 대장균과 종속영양성세균 중 90% 이상은 주로 소화기관에서 발견된다(1). 굴로부터 분리된 미생물에는 *Vibrio*, *Serratia*, *Pseudomonas*, *Proteus*, *Clostridium*, *Bacillus*, *Escherichia*, *Enterobacter*, *Lactobacillus*, *Flavobacterium*, *Micrococcus*속 등이 있는데, 이들 미생물은 단순히 생굴을 물에 침지하는 것만으로 제거하기 어려우므로 공중보전에 위협요소로 작용하고 있다(2).

비브리오에 오염된 생굴을 섭취하여 패혈증이 발병한 사례가 보고되고 있어 굴의 섭취를 두렵게 만드는 요인이 되고 있다. *V. parahaemolyticus*와 *V. vulnificus*는 패혈증의 발병 원인과 관련이 있는데, 특히 *V. parahaemolyticus*는 인간 병원성 비브리오 중으로서 해양환경에 널리 분포되어 있다(3). 소비자들은 굴을 내장을 포함하여 통째로, 생체로 그리고

최소 가공해서 섭취하는 경우가 많은데, 굴 자체의 filtration system으로 인한 병원성 미생물의 내재 가능성 때문에 위생적인 면에서 항상 위험이 도사리고 있다. 그런데 미생물을 살균하기 위해서는 전통적인 방법으로 가열처리를 하는데, 이로 인하여 굴의 독특한 풍미와 조직감이 변화될 수 있으므로, 굴의 원래품질을 유지하면서 병원성 미생물이나 부패성 미생물을 효과적으로 살균할 수 있는 새로운 가공방법의 개발이 절대적으로 필요하다.

최근 초고압을 이용한 가공방법이 비열처리 가공방법으로서 주목을 받고 있는데, 이는 상온에서 미생물은 살균하고 효소를 불활성화시키면서도 풍미, 조직감 그리고 영양성분의 변화를 최소화하여 원래제품의 품질을 유지할 수 있기 때문이다(4-6). 따라서 식품을 초고압으로 처리하면 위생적으로 안전성이 있으면서, 식품원료 고유의 향, 모양, 조직감, 영양적 품질을 유지한 제품을 생산할 수 있는데(7), 이는 압력처리가 열처리와는 달리 공유결합을 파괴하지 않으며 단백질의 1차 구조에 비교적 영향을 미치지 않기 때문이다.

미생물을 초고압으로 처리하면 세포의 형태나 내부배열

<sup>†</sup>Corresponding author. E-mail: sbllim@cheju.ac.kr  
Phone: 82-64-754-3617. Fax: 82-64-755-3601

이 변화되는데, 이러한 예로는 세포질의 확대, 세포벽과 공극형성의 억제, 세포벽으로부터 세포막의 분리, 기체액포의 수축, DNA와 리보솜의 재배열 등이 있는데, 이러한 현상 때문에 세포가 사멸하거나(8), key enzymes의 불활성화와 세포벽 투과성이 변화되어 미생물이 사멸된다고 보고하고 있다(9).

초고압처리에 의한 미생물의 살균은 미생물 종류, 초기 미생물수, 처리압력, 처리온도, 처리시간 그리고 식품의 종류에 따라 다르게 영향을 미친다(6,10). 생굴의 소비자들은 특히 고유의 향, 조직감, 영양적 품질을 중시하므로 초고압 처리 방법을 굴의 가공에 적용하는 것은 커다란 의미가 있다. 따라서 본 연구에서는 *V. parahaemolyticus*와 *E. coli*를 집중한 생굴을 대상으로 초고압처리 조건을 달리하여 처리 후 살균효과를 측정하였다.

## 재료 및 방법

### 굴

굴(*Crassostrea gigas*)은 경남 통영의 한산만 소재 양식장에서 채취하여 탈각한 것(체장  $7.2 \pm 0.5$  cm, 체중  $10.5 \pm 2.5$  g)을 2004년 12월에 구입한 후  $-20^\circ\text{C}$ 에 저장하면서 사용하였다.

### 사용균주 및 배지

본 연구에서 사용한 균주로서 *V. parahaemolyticus* (ATCC 17802)와 *E. coli* (ATCC 8739)는 한국과학기술연구원 생명공학연구원에서 분양받아 사용하였다. 균의 생육배지로서 *V. parahaemolyticus*는 tryptic soy agar (Difco, USA)에 2% NaCl을 첨가하여 사용하였으며, *E. coli*는 EC media (Difco, USA)와 한천을 사용하여  $35^\circ\text{C}$  항온배양기에서 18시간 배양하였다.

### 균 접종 및 배양방법

멸균된 폴리프로필렌 병에 생굴 100 g과 멸균인공해수 50 mL를 가하고 stock culture 1 백균이를 액체배지에 접종한 후  $35^\circ\text{C}$ 에서 18시간 배양한 균액 1 mL를 가하여  $30^\circ\text{C}$  항온배양기에서 *V. parahaemolyticus*는 24시간, *E. coli*는 18시간 배양하여 사용하였다. 인공해수의 조성은 400 mM NaCl, 100 mM  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ , 20 mM KCl, 20 mM  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 와 같았다(5).

### 초고압처리

*V. parahaemolyticus* 또는 *E. coli*를 각각 접종하여 배양한 굴이 들어있는 폴리프로필렌 병을 압력매체로 증류수가 들어있는 초고압 장치(MFP-7000, Mitsubishi, Japan)의 고압용기( $55 \times 5.1$  cm)에 가한 후 초고압 처리하였다. *V. parahaemolyticus*가 배양된 굴의 초고압처리는 온도 0, 10,  $22^\circ\text{C}$ , 압력 100~300 MPa, 시간 5~30분에서, *E. coli*가 배양

된 굴의 초고압처리는 온도 0, 10,  $22^\circ\text{C}$ , 압력 150~400 MPa, 시간 5~45분에서 실시하였다. 압력 상승속도는 초당 2.5 MPa이었고, 감압에 걸리는 시간은 15초였다.

### 균수측정 방법

시료를 멸균된 비닐팩에 담고 멸균인공해수 50 mL를 가하여 BagMixer(model 400, Interscience, France)에서 6 strokes/초의 속도로 5분동안 분쇄한 후, 일정비율로 연속적으로 희석하여 균수 측정용 시료로 사용하였다. *V. parahaemolyticus*는 2% NaCl을 가한 TCBS(Difco, USA)를, *E. coli*는 EC agar(Difco, USA)를 각각 배지로 사용하였고, 희석액 0.1 mL를 평판도말하고  $35^\circ\text{C}$ 에서 24시간 배양한 후 생존수를 계수하였다.

## 결과 및 고찰

### *V. parahaemolyticus*의 초고압 살균

#### 처리압력에 따른 *V. parahaemolyticus*의 균수 변화:

생굴에 접종 배양된 *V. parahaemolyticus*의 살균에 미치는 처리압력의 영향을 측정하기 위하여, 상온( $22^\circ\text{C}$ )에서 처리압력을 100~300 MPa로 달리하여 10분간 초고압처리한 굴의 균수변화는 Fig. 1과 같았다. 무처리한 굴의 초기 배양균수는  $3.8 \times 10^5$  CFU/mL이었는데, 처리압력의 증가에 따라 175 MPa까지는 균수가 서서히 약 2 log cycle 감소하였으나, 그 이상의 압력에서는 급격히 감소하였으며 200 MPa 이상의 처리로 완전히 사멸되었다.

Kalchayanand 등(11)은 초고압처리에 의한 미생물의 사멸율은 처리압력에 비례한다고 하였고, Berlin 등(5)도 *V. parahaemolyticus*와 *V. vulnificus*의 순수 배양액은  $25^\circ\text{C}$ 에서 처리압력의 증가에 따라 살균효과가 증가하였고 각각 200 MPa/15분과 250 MPa/10분의 처리로 멸균되었으며, 굴에 접종한 *V. parahaemolyticus*와 *V. vulnificus*는  $25^\circ\text{C}/200$  MPa/10분 처리로 멸균되었다고 보고하여 본 연구와 유사한 경향을 나타내었다. 따라서 초고압처리 공정은 생굴 중의 병원성 미생물을 살균시키는데 이용될 수 있을 것으로 추정

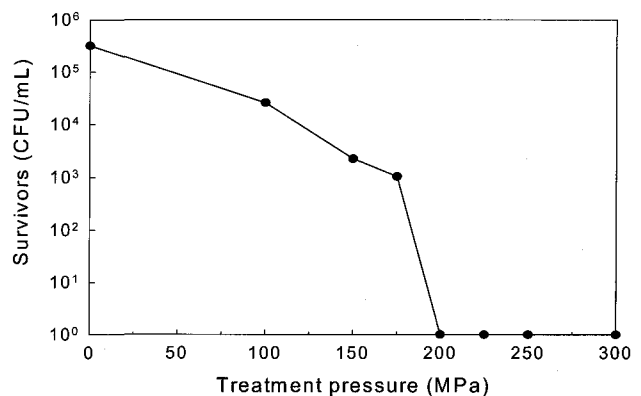


Fig. 1. Microbial count of *V. parahaemolyticus* in inoculated oyster treated with different pressures at  $22^\circ\text{C}$  for 10 min.

되었다.

**처리시간에 따른 *V. parahaemolyticus*의 균수 변화:** 생굴에 접종 배양된 *V. parahaemolyticus*의 살균에 미치는 처리시간의 영향을 측정하기 위하여, 상온(22°C)과 150 MPa에서 처리시간을 5~30분으로 달리하여 초고압 처리한 굴의 균수 변화는 Fig. 2와 같았다. 무처리한 굴의 초기 배양균수는  $1.8 \times 10^5$  CFU/mL이었는데, 처리시간 10분까지는 약 2 log cycle 감소하였고 처리시간의 증가에 따라 지속적으로 감소하였다가 25분 이상 처리하였을 때 모두 사멸되었다.

Styles 등(4)도 조개액즙에 배양된 *V. parahaemolyticus*가 136 MPa에서는 30분, 102 MPa에서는 40분간 처리하였을 때 사멸되었으나, 68 MPa에서는 80분간 처리하여도 거의 균수 감소가 없었다고 보고하였다. 따라서 처리압력과 처리시간 간에는 역 상관관계가 있어서 낮은 처리압력에서는 더 긴 처리시간이 요구되었다.

**처리온도에 따른 *V. parahaemolyticus*의 균수 변화:** 생굴에 접종 배양된 *V. parahaemolyticus*의 살균에 미치는 처리온도의 영향을 측정하기 위하여, 100 MPa에서 처리온도를 0, 10°C로 달리하여 초고압 처리한 굴의 균수변화는 Fig. 3과 같았다. 무처리한 굴의 초기 배양균수는  $3.4 \times 10^5$  CFU/mL이었는데, 상온에서 처리하였을 때와 마찬가지로

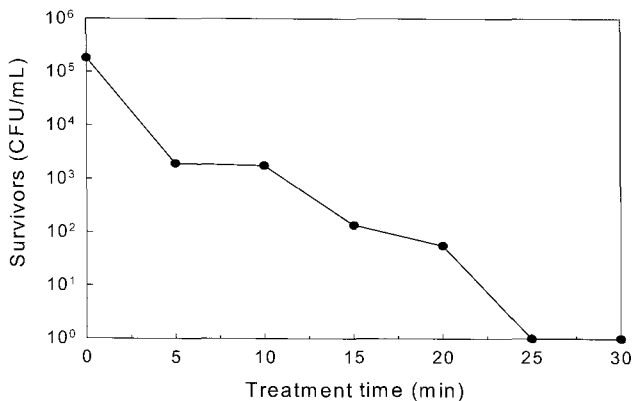


Fig. 2. Microbial count of *V. parahaemolyticus* in inoculated oyster treated with different times at 22°C/150 MPa.

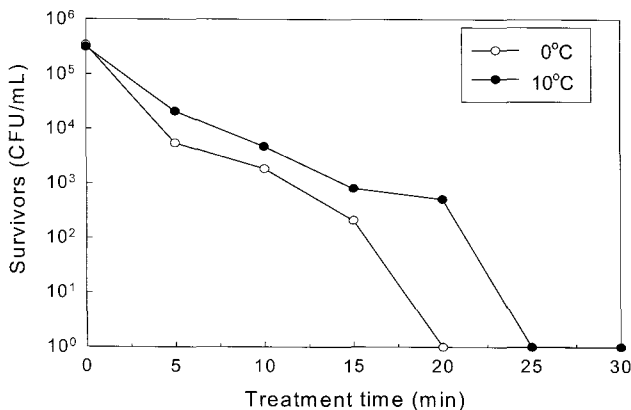


Fig. 3. Microbial count of *V. parahaemolyticus* in inoculated oyster treated with different temperatures at 100 MPa.

각 처리온도에서 처리시간의 증가에 따라 균수는 감소하였다. 동일 처리압력과 처리시간에서 처리온도가 낮을수록 미생물의 사멸율은 높았다. 100 MPa/0°C와 10°C에서 각각 20분과 25분 처리하였을 때 완전히 사멸된 것으로 보아, 처리온도를 낮추면 *V. parahaemolyticus*를 사멸시키는 데 요구되는 처리시간이 더 감소됨을 알 수 있었다.

Yukizaki 등(12)도 완충용액 중의 *V. parahaemolyticus*, *V. minicus*, *V. cholera*를 각각 0°C와 190, 290, 480 MPa에서 10분 처리로 멸균시킬 수 있었으며, Gervilla 등(13)은 양젖을 450 MPa/15분 처리하였을 때에 처리온도 2°C에서는 25°C에서보다 *Listeria innocua*의 불활성화가 더 효과적이었다고 보고하였다. 따라서 생굴도 저온에서 초고압으로 처리하면 초고압 가공에 따른 생굴의 품질변화를 최소화하면서 *Vibrio* spp.를 멸균시킬 수 있을 것으로 기대되었다.

이상의 결과로부터 *V. parahaemolyticus*는 비교적 낮은 압력에서 멸균시킬 수 있는 것으로 나타났는데, 그 이유는 *Vibrio*와 같은 그람 음성균은 그람 양성균에 비하여 압력에 대한 저항성이 약하기 때문이다. Shigehisa 등(14)은 그람 음성균의 세포벽은 압력에 의한 환경적 변화에 영향을 더 쉽게 받으며, 압력을 가하면 세포막의 기능이 붕괴되어 세포막 내외로부터 성분누출을 일으키는데, 이러한 현상은 고압 처리한 세포는 소금과 담즙염에 더 민감하였고, ATP의 용출이 증가하였다는 사실로부터 증명되어진다고 보고하고 있다.

*E. coli*의 초고압 살균

**처리압력에 따른 *E. coli*의 균수 변화:** 생굴에 접종 배양된 *E. coli*의 살균에 미치는 처리압력의 영향을 측정하기 위하여, 상온(22°C)에서 처리압력을 150~400 MPa로 달리하여 15분간 초고압 처리한 굴의 균수변화는 Fig. 4와 같았다. 무처리한 굴의 초기 배양균수는  $4.0 \times 10^7$  CFU/mL이었는데, 처리압력 250 MPa까지는 균수의 변화가 거의 없었으나 그 이상의 압력에서는 급격히 감소하였다. 275 MPa 처리로 약 3 log cycle 감소하였고 처리압력의 증가에 따라 급격히 감소하였으며 325 MPa 처리로 약 5 log cycle 감소하였으며,

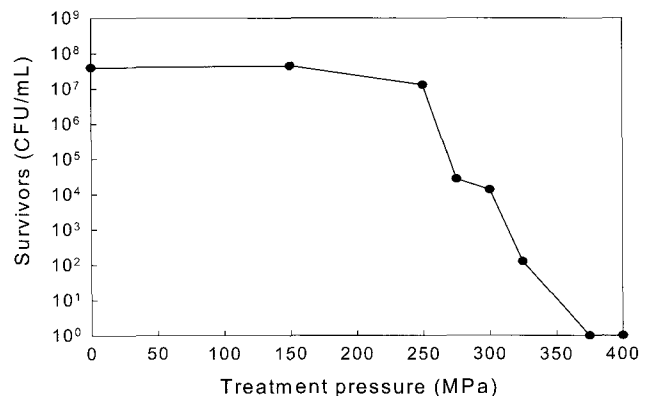


Fig. 4. Microbial count of *E. coli* in inoculated oyster treated with different pressures at 22°C for 15 min.

375 MPa 이상에서는 완전히 사멸되었다.

Kalchayanand 등(11)은 *E. coli* 배양액을 25°C/5분으로 138~483 MPa에서 처리한 결과 처리압력의 증가에 따라 균수는 초기에 lag phase를 거친 후 급격히 감소하는 경향을 나타내었고 414 MPa 이상에서 멸균되었다고 보고하였으며, Ramaswamy 등(15)도 사과주스에 배양시킨 *E. coli*를 400 MPa의 처리로 8 log cycle 감소시켜 완전 붕괴되었으며, 동일 처리시간에서는 처리압력의 증가에 따라 D-value가 감소하였다고 보고하였는데, 본 연구에서도 유사한 경향을 나타내었다.

*V. parahaemolyticus*는 상온(22°C)에서 200 MPa/10분 처리로 완전 사멸된 반면(Fig. 1), *E. coli*는 375 MPa/15분 처리로 완전 사멸되어, *E. coli*의 사멸에 더 높은 처리압력과 시간이 요구되었다. 일반적으로 그람 음성균은 그람 양성균에 비하여 압력에 대한 저항성이 약한 것으로 알려져 있는데, *E. coli*는 그람 음성균인데도 불구하고 사멸에 높은 압력이 요구되었다. Smiddy 등(16)은 그람 음성균인 *E. coli* O157:H45는 그람 양성균인 *Listeria monocytogenes*보다 압력에 대한 저항성이 더 강하였다고 보고하였으며, Styles 등(4)은 조개액중에 배양한 *V. parahaemolyticus*를 멸균시키는 데에는 23°C/173 MPa에서 10분이 소요되었지만, *L. monocytogenes*를 멸균시키는 데에는 그보다 2배 높은 압력(345 MPa)에서 처리시간도 2배(20분)가 더 요구되었다고 보고하였다.

**처리온도에 따른 *E. coli*의 균수 변화:** 생굴에 접종 배양된 *E. coli*의 살균에 미치는 처리온도의 영향을 측정하기 위하여, 처리압력 300 MPa에서 처리온도를 0, 10, 22°C로 달리하여 15분간 초고압 처리한 굴의 균수 변화는 Fig. 5와 같았다. 무처리한 굴의 초기 배양균수는  $1.1 \times 10^7$  CFU/mL이었는데, 동일한 처리압력과 처리시간에서 처리온도가 낮을수록 살균효과가 더 높았다. 처리온도 0°C와 10°C에서는 각각 25분과 35분 처리 후 *E. coli*가 멸균되었으나 25°C에서는 45분 처리 후에도 멸균되지 않은 것으로 보아, 처리온도를 낮추면 *E. coli*의 초고압 멸균에 짧은 시간이 요구됨을 알 수 있었다. Lopez-Caballero 등(17)도 굴을 7°C/400 MPa/10분

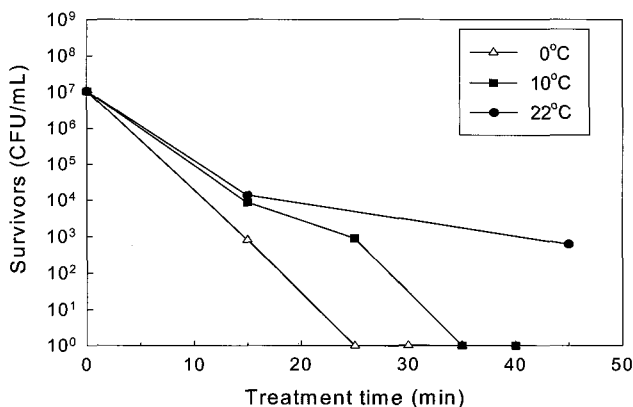


Fig. 5. Microbial count of *E. coli* in inoculated oyster treated with different temperatures at 300 MPa.

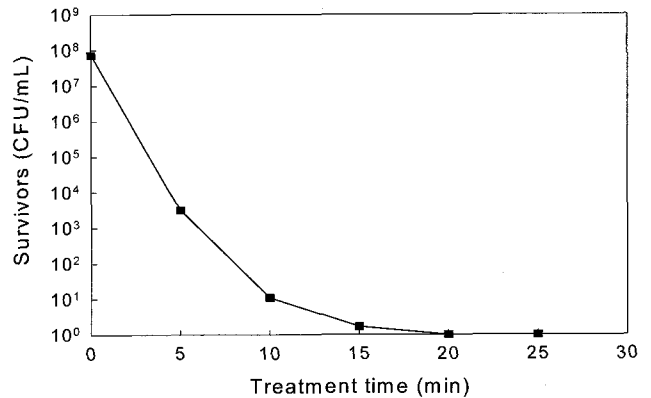


Fig. 6. Microbial count of *E. coli* in inoculated oyster treated with different times at 10°C/350 MPa.

의 처리로 coliforms와 *E. coli*를 멸균시킬 수 있었다고 보고하였다.

**처리시간에 따른 *E. coli*의 균수 변화:** 우리나라에는 생굴의 유통기간에 대한 법적 규제가 없으나, 일본에서는 생굴의 유통기간을 10°C에서 4일로 규정하고 있다. 따라서 처리온도에 따른 *E. coli*의 살균효과에 대한 실험결과 22°C에서보다 10°C에서 살균효과가 더 크므로 가공과정 중 품질변화를 최소화하기 위하여 처리온도는 10°C로 설정하였다.

생굴에 접종 배양된 *E. coli*의 살균에 미치는 처리시간의 영향을 측정하기 위하여, 처리온도를 10°C로 고정하고 350 MPa에서 처리시간을 5~25분으로 달리하여 초고압 처리한 굴의 균수 변화는 Fig. 6과 같았다. 무처리한 굴의 초기 배양균수는  $7.2 \times 10^7$  CFU/mL이었는데, 처리시간의 증가에 따라 균수가 급격히 감소하였으며, 350 MPa에서 5분 처리로 약 4 log cycle 감소하였고 15분 이상의 처리로 검출한계 이하가 되었다.

Kajiyama 등(18)도 액체배지에 배양한 *E. coli*의 완전 살균(8 log cycle)에는 20°C/300 MPa에서는 20분 이상, 400 MPa에서는 10분 이상의 처리시간이 요구되었다고 보고하였다.

이상의 결과로부터 굴에 접종된 *E. coli*를 멸균시키기 위해서는 10°C/350 MPa/15분으로 처리하는 것이 바람직하였는데, 이 조건에서 생굴을 처리하면 *V. parahaemolyticus*도 멸균되므로 초고압처리를 통하여 병원성 미생물을 사멸시킬 수 있으므로, 생굴섭취에 따른 위생적 안전성을 확보할 수 있을 것으로 기대된다. 다만, 앞으로 초고압처리에 따른 생굴의 품질변화와 저장 중 품질변화를 측정함으로써, 초고압처리에 따른 생굴의 품질유지 효과 및 저장성 증진에 대한 연구가 수행되어야 한다.

## 요 약

*V. parahaemolyticus*와 *E. coli*를 접종한 생굴을 대상으로 초고압처리 조건을 달리하여 살균효과를 측정하였다. 처리

조건에 따른 *V. parahaemolyticus*의 균수 변화를 보면, 무처리한 굴의 초기 배양균수는  $3.8 \times 10^5$  CFU/mL이었는데, 22°C/10분에서 100~300 MPa로 처리한 결과 처리압력의 증가에 따라 감소하였으며 200 MPa 이상의 처리로 완전히 사멸되었다. 22°C/150 MPa에서 5~30분으로 처리한 결과 처리시간의 증가에 따라 지속적으로 감소하였다가 25분 이상 처리하였을 때 모두 사멸되었다. 100 MPa에서 0, 10°C로 처리한 결과 동일 처리압력과 처리시간에서 처리온도가 낮을수록 미생물의 사멸율은 높았으며, 100 MPa/0°C와 10°C에서 각각 20분과 25분 처리하였을 때 완전히 사멸되었다. 처리조건에 따른 *E. coli*의 균수변화를 보면, 무처리한 굴의 초기 배양균수는  $4.0 \times 10^7$  CFU/mL이었는데, 22°C/15분에서 150~400 MPa로 처리한 결과 처리압력 250 MPa까지는 거의 변화가 없었으나 그 이상의 압력에서는 급격히 감소하였으며 375 MPa 이상에서는 완전히 사멸되었다. 300 MPa/15분에서 0, 10, 22°C로 처리한 결과 동일한 처리압력과 처리시간에서 처리온도가 낮을수록 살균효과가 더 높았다. 10°C/350 MPa에서 5~25분으로 처리한 결과 처리시간의 증가에 따라 균수가 급격히 감소하였으며, 350 MPa에서 5분 처리로 약 4 log cycle 감소하였고 15분 이상의 처리로 검출한계 이하였다.

### 감사의 글

이 논문은 2005년도 제주대학교 발전기금 연구교수 지원 계획에 의하여 연구되었으며, 이에 감사드립니다.

### 문헌

1. Kueh CSW, Chan KY. 1985. Bacteria in bivalve shellfish with special reference to the oyster. *J Appl Bacteriol* 59: 41-47.
2. Jay JJ. 1996. *Modern Food Microbiology*. 5th ed. Chapman Hall, New York. p 127.
3. Hagen CJ, Sloan EM, Lancette GA, Peeler JT, Sofos JN. 1994. Enumeration of *Vibrio parahaemolyticus* and *Vibrio vulnificus* in various seafoods with two enrichment broths. *J Food Prot* 57: 403-409.

4. Styles MF, Hoover DG, Farkas DF. 1991. Response of *Listeria monocytogenes* and *Vibrio parahaemolyticus* to high hydrostatic pressure. *J Food Sci* 56: 1404-1407.
5. Berlin DL, Herson DS, Hicks DT, Hoover DG. 1999. Response of pathogenic *Vibrio* species to high hydrostatic pressure. *Appl Environ Microbiol* 65: 2776-2780.
6. Ohshima T, Ushio H, Koizumi C. 1993. High pressure processing of fish and fish products. *Trends Food Sci Technol* 4: 370-375.
7. Smelt JPPM. 1998. Recent advances in the microbiology of high pressure processing. *Trends Food Sci Technol* 9: 152-158.
8. Cheftel JC. 1995. Review: High pressure, microbial inactivation and food preservation. *Food Sci Technol Int* 1: 75-90.
9. Seyderhelm I, Bogusalwaki S, Michaelis G, Knorr D. 1996. Pressure induced inactivation of selected food enzymes. *J Food Sci* 61: 308-310.
10. Carlez A, Rosec JP, Richard N, Cheftel JC. 1994. Bacterial growth during chilled storage of pressure-treated minced meat. *Lebensm-Wiss Technol* 27: 48-54.
11. Kalchayanand N, Sikes A, Dunne CP, Ray B. 1998. Factors influencing death and injury of foodborne pathogens by hydrostatic pressure-pasteurization. *Food Microbiol* 15: 207-214.
12. Yukizaki C, Kawano M, Tsumagari H. 1993. The sterilization of sea urchin eggs by high hydrostatic pressure. In *High Pressure Bioscience and Food Science*. Hayashi R, ed. San-ei Pub. Co., Kyoto, Japan. p 225-228.
13. Gervilla R, Capellas M, Ferragut V, Guamis B. 1997. Effect of high hydrostatic pressure on *Listeria innocua* 910 CECT inoculated into ewe's milk. *J Food Prot* 60: 33-37.
14. Shigehisa T, Ohmori T, Saito A, Taji S, Hayashi R. 1991. Effects of high pressure on the characteristics of pork slurries and inactivation of microorganisms associated with meat and meat products. *Int J Food Microbiol* 12: 207-216.
15. Ramaswamy HS, Riahi E, Idziak E. 2003. High-pressure destruction kinetics of *E. coli* in apple juice. *J Food Sci* 68: 1750-1756.
16. Smiddy M, O'Gorman L, Sleator RD, Kerry JP, Patterson MF, Kelly AL, Hill C. 2005. Greater high-pressure resistance of bacteria in oyster than in buffer. *Innov Food Sci Emerg Technol* 6: 83-90.
17. Lopez-Caballero ME, Perez-Mateos M, Montero P, Bonderias AJ. 2000. Oyster preservation by high-pressure treatment. *J Food Prot* 63: 196-201.
18. Kajiyama N, Akizumi K, Abei K, Nagata M, Egashira T, Miyake Y. 1993. Sterilization of *Escherichia coli* by high pressure. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi* 40: 406-413.

(2006년 4월 13일 접수; 2006년 4월 24일 채택)