

## 초고압처리에 의한 새우젓의 미생물변화

목철균 · 송기태 · 이상기 · 박종현 · 우건조\* · 임상빈\*\*

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

### Microbial Changes of Salted and Fermented Shrimp by High Hydrostatic Pressure Treatment

Chulkyoon Mok, Ki-Tae Song, Sang-Ki Lee, Jong-Hyun Park, Gun-Jo Woo\* and Sangbin Lim\*\*

Department of Food and Bioengineering, Kyungwon University, \*Easy Bio System, Inc.,

\*\*Department of Food Science and Engineering, Cheju National University

#### Abstract

This study was conducted to enhance the storage stability of fermented shrimp with different salt contents using a high hydrostatic pressure. The effects of the magnitude of pressure and treatment time on the microorganisms of the fermented shrimp were investigated. The highest microbial counts with respect to the salt levels were observed at 18% salt, showing  $3.4 \times 10^5$  CFU/g for general bacteria,  $6.4 \times 10^4$  CFU/g for halophilic bacteria,  $4.2 \times 10^5$  CFU/g for yeast and  $3.0 \times 10^4$  CFU/g for halophilic yeast. The degree of sterilization increased with the magnitude of pressure and treatment time, and the sterilization could be analyzed by the first order reaction kinetics. The sterilization rate constants ( $k_p$ ) of the halophilic bacteria was lower than that of general bacteria. The  $\log(k_p)$  increased linearly with pressure and the slope of the regression line of the halophilic bacteria was greater than that of general bacteria, indicating that the sterilization of the halophilic bacteria was more dependent on the pressure. High hydrostatic pressure treatment was an effective non-thermal sterilization method for the salted and fermented shrimp, and the optimum treatment condition was for 10 min at 6,500 atm.

Key words : salted and fermented shrimp, sterilization, high hydrostatic pressure, sterilization rate constant

#### 서 론

젓갈은 일반 가공원료로서 상품가치가 낮은 소형어 패류나 부패되기 쉬운 어패류의 근육, 내장 또는 생식소를 염장 발효시켜 독특한 감칠맛을 내도록 한 전통 식품으로 널리 식용되고 있다<sup>(1,2)</sup>. 또한 젓갈은 신선한 원료와 소금만으로 손쉽게 가공할 수 있는 제조상 단순 용이성 때문에 연안 어촌 지역의 가장 기초적인 부가가치 생산수단의 하나로 활용되고 있다<sup>(3)</sup>. 젓갈은 어패육의 부패를 방지하기 위해 과량의 소금을 첨가하므로 염함량이 높아 기호성이 떨어지고 건강상 문제를 야기할 수 있기 때문에 식염함량을 낮추고 풍미 등 기호도면에서 손색이 없는 저식염 젓갈을 제조할 필

요가 있다<sup>(4)</sup>. 그러나 저염 젓갈은 저장성이 낮고 유통 중 품질변화가 수반될 우려가 있으므로 이를 방지하기 위하여 젓갈 중에 존재하는 미생물의 살균이 필요하다.

가열공정은 가장 일반적인 식품의 살균방법으로서 현재까지도 폭넓게 사용되고 있으나, 열처리에 따른 영양성분의 손실은 물론 식품자체의 향미를 변화시키는 근본적인 문제점을 갖고 있다. 또한 젓갈은 비가열 식용 식품이므로 가열에 의한 살균은 불가능하기 때문에 비열가공처리 방법<sup>(5-7)</sup>이 적용되어야 한다. 초고압처리되는 비가열 처리방법의 하나로 최근 주목받고 있는 살균법으로 수백~수천 기압 이상의 압력으로 가압한 후 대기압까지 급속히 감압하는 방법으로 감압시에 세포내에 있는 수분을 급속히 세포 외부로 방출시킴으로써 세포 미세구조의 변화를 일으켜 세포의 기능적 손실을 야기하여 사멸시키는 살균법이며<sup>(8,9)</sup> 살균 이외에도 단백질의 변성 및 효소의 불활성화를 이룰 수 있는 방법이다<sup>(10)</sup>.

Corresponding author: Chulkyoon Mok, Department of Food & Bioengineering, Kyungwon University, San 65, Bokjung-dong Sujung-ku, Sungnam, Kyunggi-do, 461-701, Korea.  
Tel : 82-342-750-5403  
Fax : 82-342-750-5273  
E-mail : mokck@mail.kyungwon.ac.kr

초고압처리에 영향을 미치는 주요 인자는 압력, 온도, 시간 등의 공정변수와 수분함량, pH, 미생물의 군중, 생육조건 및 단계 등의 환경인자로 구분할 수 있다. 특히 가압 공정변수 중 압력과 시간은 미생물 사멸을 좌우하는 중요인자이다<sup>(11-13)</sup>. 따라서 본 연구는 저염발효 새우젓의 저장성 향상을 위하여 압력과 시간을 달리한 초고압 처리에 의한 새우젓 유래 미생물의 사멸패턴을 조사하고 저염발효 새우젓의 최적 초고압 살균조건을 확립하기 위해서 수행되었다.

## 재료 및 방법

### 새우젓

목포산 새우(*Acetes chinensis*)를 3% 식염수로 세척하고, 어체 중량의 3, 8, 18, 30%(w/w)수준으로 식염을 첨가하여 잘 혼합한 다음, 진공 포장하여 20°C에서 6주간 발효하였다.

### 초고압 처리

20°C에서 6주간 발효한 새우젓을 50 g씩 두께 0.1 mm인 플라스틱 필름(Nylon+LLDPE) 백(bag)에 담아 진공 포장한 후 pressure medium으로 증류수가 채워진 초고압기(MFP-7000, Mitsubishi Heavy Industries Co., Japan)의 processing chamber에 넣고, 상온에서 처리압력 및 처리시간을 각각 3,500, 4,500, 5,500, 6,500기압과 5, 10, 20, 30, 40분으로 달리하여 처리하였다.

### 미생물수 측정

새우젓 20 g과 멸균수 180 ml를 멸균백에 넣고 stomacher를 사용하여 60초간 혼합한 후 희석하여 이와 최<sup>(14)</sup>의 연구에 사용된 방법으로 각각 Table 1, 2와 같이 조제한 배지에 분주하여 세균 및 효모수의 변화를 조사하였다. 이때 일반세균과 일반효모 분리용 배지는 NaCl 함량을 3%로 하여 제조하였고, 호염성 세균과 호염성 효모는 NaCl 함량을 15%로 하여 제조하였다. 세균은 37°C에서 72시간 배양 후 계수 하였고 효모는 25°C에서 72시간 배양 후 계수 하였다. 모든 실험은 2회 반복 측정하였다.

### 사멸속도상수 측정

초고압에 의한 미생물 사멸기구는 식 (1)과 같이 1차 반응으로 해석하였다.

$$\frac{dN}{dt} = -k_p N \quad (1)$$

Table 1. Composition of the isolation medium for bacteria

Component	Content
Casamino acid	0.75 g
Yeast extract	1.0 g
Dextrose	1.0 g
Na-citrate	0.3 g
KCl	0.2 g
MgSO <sub>4</sub> · 7H <sub>2</sub> O	2.0 g
FeCl <sub>2</sub>	2.3 mg
Agar	1.6 g
NaCl	3(15) g
Distilled water	100 ml

Table 2. Composition of the isolation medium for yeast

Component	Content
Bacto pepton	1.0 g
Yeast extract	0.8 g
Malt extract	0.8 g
Dextrose	1.0 g
Agar	1.8 g
NaCl	3(15) g
Distilled water	100 ml

여기에서  $N$ 은  $t$  가압시간(min)후의 생존균수이고  $k_p$ 는 사멸속도상수( $\text{min}^{-1}$ )이다. 초기의 미생물 수를  $N_0$ 라 하였을 때 식 (1)을 적분하면 식 (2)와 같다.

$$\ln\left(\frac{N}{N_0}\right) = -k_p t \quad (2)$$

이를 상용대수로 나타내면 식 (3)과 같이 나타낼 수 있다.

$$\log\left(\frac{N}{N_0}\right) = -\frac{k_p}{2.303} t \quad (3)$$

초고압 처리 후 각 미생물의 생존율을 반대수그래프에 작도하여 각각의 생존회귀직선의 기울기로부터 사멸속도상수(sterilization rate constant;  $k_p$ )는 식 (4)에 의거하여 계산하였다<sup>(15)</sup>.

$$k_p = -\text{slope} \times 2.303 \quad (4)$$

## 결과 및 고찰

### 새우젓의 초기균수

염농도에 따른 새우젓의 초기균수를 보면 Table 3에서 보는 바와 같이 세균의 경우 염농도 3%와 30%에서는 10<sup>3</sup> CFU/g, 10<sup>2</sup> CFU/g수준으로 검출되었으며 8%와 18%에서는 10<sup>5</sup> CFU/g수준으로 검출되었다. 호염성 세균의 경우에는 3%와 30% 염농도에서 검출되지 않

**Table 3. Initial microbial counts of salted and fermented shrimp with respect to salt levels** (unit: CFU/g)

Microorganism	Salt level (%)			
	3	8	18	30
Bacteria	$8.9 \times 10^3$	$7.0 \times 10^5$	$3.4 \times 10^5$	$2.0 \times 10^2$
Halophilic bacteria	$<10^2$	$1.0 \times 10^4$	$6.4 \times 10^4$	$<10^2$
Yeast	$2.0 \times 10^4$	$1.9 \times 10^4$	$4.2 \times 10^5$	$6.2 \times 10^3$
Halophilic yeast	$<10^2$	$5.4 \times 10^3$	$3.0 \times 10^4$	$3.0 \times 10^2$

은 반면 8%와 18%에서는 세균과 비슷한 수준인  $10^4$  CFU/g수준으로 검출되었다. 효모는 3%와 8%에서는  $10^4$  CFU/g수준으로 검출되었고 18%에서는  $10^5$  CFU/g, 30%에서는  $10^3$  CFU/g수준으로 검출되었다. 호염성 효모는 18%에서  $10^4$  CFU/g수준으로 검출되었다.

염농도별 새우젓의 미생물 수는  $18\% > 8\% > 3\% > 30\%$  순으로 감소하는 경향을 보였는데 3%와 30%의 염농도에서 세균과 효모수가 적은 이유는 호염성 미생물의 최적 염농도로 알려진 약 15%에 비하여 너무 낮거나 높은 염농도에서는 생육하기 어렵기 때문에 전체적으로 적은 수를 보인 것으로 사료된다.

새우젓은 통상 20%정도의 염을 함유하는데 염농도 18%에서 가장 많은 미생물이 검출되어 살균이 필요한 것으로 나타났다. 또한 젓갈은 조리하지 않고도 소비되는 식품이므로 초고압 처리와 같은 비가열 살균처리의 적용이 요구된다.

#### 초고압처리에 의한 미생물 변화

새우젓에 존재하는 미생물의 초고압 처리에 의한 사멸 패턴을 조사하기 위해 염농도를 달리하여 6주간 발효한 새우젓을 압력 3,500~6,500기압에서 5~40분간 초고압 처리한 후 미생물수의 변화를 조사하였다.

**세 균** : 염농도 3%인 새우젓의 초기 세균수는  $8.9 \times 10^3$  CFU/g으로 젓갈의 생균수가 일반적으로  $10^3 \sim 10^5$  CFU/g정도로 보고되어 있는 허<sup>(16)</sup>의 연구결과와 유사한 결과를 나타내었다. 염농도 3%로 제조한 새우젓은 압력 3,500기압 이상에서 5분 이상 처리 후에는 세균이 검출되지 않아 초고압처리의 세균 살균효과가 뚜렷함을 알 수 있었다(Fig. 1).

염농도 8%인 새우젓에서는 Fig. 2와 같이 초기균수는  $7.0 \times 10^5$  CFU/g이었으며 3,500기압 5분 처리 후  $8.5 \times 10^3$  CFU/g, 10분처리 후  $6.6 \times 10^3$  CFU/g, 20분 처리 후  $5.2 \times 10^3$  CFU/g, 40분 처리 후  $5.0 \times 10^3$  CFU/g의 수준을 보여 3,500기압은 살균압력으로 적합하지 않음을 알 수 있었다. 처리압력 4,500기압에서의 살균효과는 40분간 처리 후  $8.0 \times 10^2$  CFU/g으로 3,500

**Fig. 1. Changes in viable bacteria of 3% salt fermented shrimp upon high pressure treatment.****Fig. 2. Changes in viable bacteria of 8% salt fermented shrimp upon high pressure treatment.**

기압보다는 1 log cycle감소를 보였으나 완전한 수준은 아니었다. 이는 균들이 압력에 대해서 어느 정도의 내성이 있음을 보여준다. 처리압력을 높여 5,500기압 이상에서는 10분간 처리 후  $9.0 \times 10^2$  CFU/g으로 감소하였으며 20분 이상 처리한 경우에는 세균이 발견되지 않았다. 처리압력 6,500기압에서는 5분간 처리 후  $2.0 \times 10^2$  CFU/g으로 감소하였으며 10분 이상 처리 시에 세균은  $10^2$ 수준에서는 검출되지 않았다.

염농도 18%인 새우젓의 초기 세균수는 Fig. 3에 나타난 바와 같이  $3.4 \times 10^5$  CFU/g으로 염농도 8%인 경우와 유사한 값을 보였으나 3,500기압에서 40분간 처리 시 1 log수준의 감소를 보였고, 4,500기압에서 30분 처리 시에는 2 log수준의 감소를 보이다가 40분간 처리 후 세균은 검출되지 않았다. 또한 5,500기압에서는 처리시간의 증가에 따라 2 log수준의 감소를 보이다가

**Fig. 3. Changes in viable bacteria of 18% salt fermented shrimp upon high pressure treatment.**

**Fig. 4. Changes in viable bacteria of 30% salt fermented shrimp upon high pressure treatment.**

30분 이상 처리 후  $10^2$ 수준에서는 검출되지 않았으며 6,500기압에서는 5분 이상 처리했을 때 모든 세균은 검출되지 않았다.

염농도 8%와 18% 새우젓에서 초고압 처리 후 현저한 감소를 보이지 않는 이유는 새우젓에 존재하는 내염성 균주의 내압성에 의한 결과로 사료된다. 한편 염농도 30%인 새우젓의 초기 세균수는  $2.0 \times 10^2$  CFU/g으로 초기 세균수가 다른 염농도에 비해 매우 낮은 편이었으며 3,500이상의 기압으로 5분 이상 처리했을 때  $10^2$ 수준에서는 검출되지 않았다(Fig. 4).

**호염성 세균** : 염농도 3% 및 30%로 제조한 새우젓에서 호염성 세균은  $10^2$ 수준에서 발견되지 않았다(Table 3). 염농도 8%로 6주간 발효한 새우젓의 호염성 세균은 초기  $1.0 \times 10^4$  CFU/g이었으며 처리압력 및

**Fig. 5. Changes in viable halophilic bacteria of 8% salt fermented shrimp upon high pressure treatment.**

**Fig. 6. Changes in viable halophilic bacteria of 18% salt fermented shrimp upon high pressure treatment.**

시간에 따라 Fig. 5와 같이 4,500기압에서는 30분 이상, 5,500기압에서는 10분 이상, 6,500기압에서는 5분 이상 처리했을 때 호염성 세균은 검출되지 않았고 3,500기압으로 40분간 처리 시에는 1 log수준의 적은 감소효과를 보여 초고압의 효과가 적었으며 3,500기압은 호염성 세균의 살균에 충분하지 않은 처리압력으로 판단되었다.

염농도 18%로 발효한 새우젓의 호염성 세균은  $6.4 \times 10^4$  CFU/g으로 염농도 별로 최대치를 나타내었고 3,500기압으로 40분간 처리시에는 초기균수와 별 차이를 보이지 않았으며 4,500기압으로 40분간 처리했을 때에도 1 log수준의 적은 감소를 보여 초고압의 효과가 크지 않았다. 이와 같이 초고압 처리 후에도 낮은 수준의 감소를 보이는 이유는 새우젓에서 검출된 호염성 세균의 내염성이 내압성과 관련이 있음을 시사

Fig. 7. Changes in viable yeast of 18% salt fermented shrimp upon high pressure treatment.

하고 있으며 이에 관한 생리적 원인 구명에 대한 연구가 필요하다고 사료된다. 호염성 세균은 5,500기압에서는 40분 이상, 6,500기압에서는 10분 이상 처리했을 때 10<sup>2</sup>수준에서는 검출되지 않았다(Fig. 6).

**효 모 :** 염농도 별 6주간 발효한 새우젓의 효모수는 염농도 3, 8, 18, 30%에서 각각 2.0×10<sup>4</sup> CFU/g, 1.9×10<sup>4</sup> CFU/g, 4.2×10<sup>5</sup> CFU/g, 6.2×10<sup>3</sup> CFU/g 이었다(Table 3). 염농도 3%, 8% 및 30% 인 새우젓은 3,500기압 이상에서 5분 이상 처리했을 때 효모는 검출되지 않았으며(data not shown) 염농도 18%인 경우는 Fig. 7과 같이 3,500기압에서 10분 이상, 또는 4,500기압 이상에서 5분 이상 처리했을 때 10<sup>2</sup>수준에서는 검출되지 않았다. 이러한 결과는 녹즙에 존재하는 효모의 경우 초고압 처리 후에 2 log cycle의 약간의 감소를 보여 압력에 대해 어느 정도의 내성을 갖고 있는 것으로 보고한 이<sup>(17)</sup>등의 연구결과와 다르게 압력에 민감하게 나타났다. 이러한 차이는 본 연구에 사용된 새우젓의 숙성발효에 주로 관여하는 것으로 알려져 있는 효모인 *Saccharomyces* spp., *Tolulopsis* spp.<sup>(18)</sup>와 녹즙에 존재하는 효모의 종류가 다른데 기인

Fig. 8. Changes in viable halophilic yeast of 18% salt fermented shrimp upon high pressure treatment.

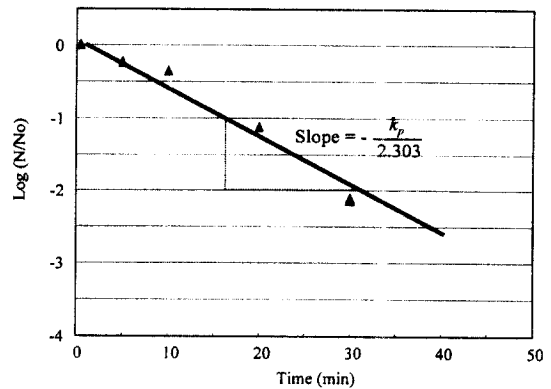


Fig. 9. Hydrostatic pressure sterilization kinetics of viable bacteria in 18% salt fermented shrimp at 4,500atm.

한 것으로 생각된다.

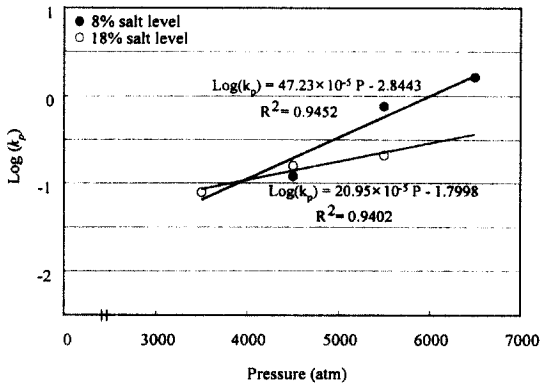
**호염성 효모 :** 염농도 3%로 제조한 새우젓에서 호염성 효모는 발견되지 않았으며 8%로 제조한 새우젓에서는 5.4×10<sup>3</sup> CFU/g, 18%에서는 3.0×10<sup>4</sup> CFU/g, 30%에서는 3.0×10<sup>2</sup> CFU/g으로 18%에서 가장 많은 호염성 효모가 발견되었다(Table 3). 초고압 처리시 염

Table 4. *k<sub>p</sub>*-value of salted and fermented shrimp with 8 and 18% salt levels

(unit: min<sup>-1</sup>)

Salt level (%)	Microorganism	Pressure (atm)			
		3,500	4,500	5,500	6,500
8	Bacteria	0.079	0.124	0.746	1.632
	Halophilic bacteria	0.039	0.082	0.709	N/A*
18	Bacteria	0.084	0.163	0.209	N/A
	Halophilic bacteria	0.005	0.071	0.170	0.646
	Halophilic yeast	0.016	0.069	0.233	N/A

\*Not applicable because sterilization was completed within 5min.



**Fig. 10. Semilogarithmic plot of sterilization rate constant ( $k_p$ ) of viable bacteria in 8% and 18% salt fermented shrimp versus hydrostatic pressure.**

농도 8, 30%에서는 3,500기압 이상에서 5분 이상 처리했을 때 호염성 효모는 검출되지 않았다(data not shown).

염농도 18%인 새우젓에서는 Fig. 8과 같이 4,500기압 이하에서는 40분간 처리 후에도 호염성 효모가  $10^3 \sim 10^4$  CFU/g수준으로 존재하여 호염성 효모의 내압성을 보여주고 있다. 5,500기압에서는 30분 이상 처리시에 검출되지 않았고 6,500기압에서는 5분간 처리했을 때  $10^2$ 수준에서는 검출되지 않았다.

**초고압 사멸속도상수**

염농도 3%와 30%로 제조한 새우젓은 초기균수가 비교적 적었으며 초고압 처리 시 단시간 내에 사멸되어 본 연구에서 설정한 시간 구간에서는 사멸속도상수( $k_p$ )를 구할 수 없었다. 염농도 8%와 18% 새우젓의 초고압 사멸은 Fig. 9에서 나타난 바와 같이 1차 반응으로 해석할 수 있었으며 회귀직선의 기울기로부터 계산한 압력에 의한 사멸속도상수(sterilization rate constant;  $k_p$ )를 Table 4에 나타내었다.

염농도 8%와 18%인 새우젓 모두 호염성 세균의  $k_p$  값은 일반세균보다 낮은 값을 보여 호염성 세균의 내압성을 보여주고 있다. 호염성 세균의  $k_p$  값은 염농도 18%인 새우젓의 경우 염농도 8%에 비하여 더 낮은

값을 나타내어 높은 염농도에서 생육하는 세균의 내염성이 내압성과 관련됨을 시사하고 있다.

또한 처리압력에 대한  $\log(k_p)$  변화를 보면 Fig. 10과 같이 직선관계를 보였으며 염농도별, 미생물별 회귀식을 Table 5에 나타내었다. 염농도 8%와 18%인 새우젓 모두 일반세균보다는 호염성 세균의 회귀직선 기울기가 큰 값을 보여 일정압력 이상에서는 호염성 세균의 압력에 대한 민감성이 큼을 보여주고 있다. 일반세균의 경우 염농도 18%에서 보다 8%에서 더 높은 기울기 값을 보여 8% 새우젓에 존재하는 일반세균이 압력에 더 민감하게 영향을 받아 압력상승에 의한 살균효과의 증가율이 커짐을 알 수 있었다. 염농도 18% 새우젓에서 호염성 세균의 회귀직선 기울기( $67.28 \times 10^{-5}$ )가 호염성 효모의 기울기( $57.50 \times 10^{-5}$ )보다 높은 값을 보여 호염성 세균이 호염성 효모보다 압력에 대하여 더 민감하게 반응하는 것으로 나타났다.

이상의 결과로부터 초고압 살균공정은 새우젓의 비가열 살균방법으로 매우 효과적임을 확인하였으며 Fig. 1-8에 나타난 결과를 토대로 최적 초고압살균 조건을 6,500기압에서 10분간 처리하는 것으로 결정하였다.

**요 약**

열처리에 의한 식품의 성분변화를 줄이기 위한 비열처리 공법 중 하나로 새롭게 주목받고 있는 초고압 처리를 적용하여 새우젓의 저장성을 증진시키고자 하였다. 염농도를 달리하여 20°C에서 6주간 발효시켜 제조한 새우젓의 미생물 수는 염농도 18%에서 가장 높은 미생물 수를 보였으며 일반세균 수는  $3.4 \times 10^5$  CFU/g, 호염성 세균 수는  $6.4 \times 10^4$  CFU/g, 효모 수는  $4.2 \times 10^5$  CFU/g, 호염성 효모 수는  $3.0 \times 10^4$  CFU/g이었다. 새우젓을 초고압 살균시 압력과 처리시간이 증가할수록 살균효과가 증가되었으며 사멸패턴은 1차반응으로 확인되었다. 염농도 8%와 18% 새우젓에서  $k_p$  값은 호염성 세균이 일반세균에 비하여 낮은 값을 보였다. 또한 처리압력에 따라  $\log(k_p)$ 는 직선적으로 증가하였으며 회귀직선의 기울기는 일반세균보다 호염성 세균이 큰 기울기 값을 보여 호염성 세균의 압력에 의한 사

**Table 5. Regression equations between pressure(P) and  $\log(k_p)$  of salted and fermented shrimp**

Salt level (%)	Microorganism	Regression equation	R <sup>2</sup>
8	Bacteria	$\log(k_p) = 47.23 \times 10^{-5} P - 2.8443$	0.9452
	Halophilic bacteria	$\log(k_p) = 62.45 \times 10^{-5} P - 3.6916$	0.9179
18	Bacteria	$\log(k_p) = 20.95 \times 10^{-5} P - 1.7998$	0.9402
	Halophilic bacteria	$\log(k_p) = 67.28 \times 10^{-5} P - 4.4670$	0.9476
	Halophilic yeast	$\log(k_p) = 57.90 \times 10^{-5} P - 3.8038$	0.9969

멸속도상수의 변화가 일반세균에 비하여 큰 것으로 나타났다. 초고압 공정은 저염발효 새우젓의 살균에 응용될 수 있었으며 최적 처리조건은 6,500기압에서 10분간 처리하는 것이었다.

### 감사의 글

본 연구는 1998년도 한국과학재단 특정과제(98-0402-01-01-3) 연구비의 지원에 의하여 수행된 연구과제의 일부로서 지원에 감사드립니다. 또한 초고압살비 사용에 협조해 주신 (주)풀무원 기술연구소 생물공학팀에 감사드립니다.

### 문헌

- Kim, Y.M. Production technology and quality control of fermented sea-foods. *Bulletin of Food Technology*. 9: 65-86 (1996)
- Kim, B.M. and Lee, S.G. Manufacture technology of salted and fermented products. pp. 254-257. In: *Sea-food Processing*. Jinroyungusa Co., Seoul, Korea (1995)
- Yu, T.J., Lee, S.G. and Kim, D.J. Processing of sea-foods. pp. 302-303. In: *Food Processing*. Moonwundang Co., Seoul, Korea (1990)
- Oh, S.W., Lee, N.H., Kim, Y.M., Nam, E.J. and Jo, J.H. Salt penetration properties of anchovy (*Engraulis japonica*) muscle immersed in brine. *Korean J. Food Sci. Technol.* 29: 1196-1201 (1997)
- Mertens, B. and Knorr, D. Developments of nonthermal process for food preservation. *Food Technol.* 46: 124-132 (1992)
- Barbosa-Canovas, G. V., Pothakamury, U.R., Palou, E. and Swanson, B. G. High hydrostatic pressure food processing, pp. 9-52. In: *Nonthermal Preservation of Foods*. Marcel Dekker Inc, New York, USA (1998)
- Mertens, B. Hydrostatic pressure treatment of food, pp. 135-158. In: *New Methods of Food Preservation*. Gould, G.W. (eds.). Chapman & Hall Co, London, England (1995)
- Hoover, D.G., Metrick, C., Papneau, A.M., Farkas, D.F. and Knorr, D. Biological effects of high hydrostatic pressure on food microorganisms. *Food Technol.* 43: 99-107 (1989)
- Metrick, C., Hoover, D.G. and Farkas, D.F. Effect of high hydrostatic pressure on heat-resistant and heat-sensitive of *Salmonella*. *J. Food Sci.* 54: 1547-1549 (1989)
- Morild, E. The theory of pressure effects on enzyme. *Adv. Protein Chem.* 34: 93-166 (1981)
- Lee, D.U., Park, J.Y., Lee, Y.B. and Yeo, I.H. Inactivation of microorganisms and browning enzymes in *Angelica keiskei* juice using high hydrostatic pressure. *Korean J. Food Sci. Technol.* 27: 991-996 (1995)
- Hong, S.I., Park, W.S. and Pyun, Y.R. Inactivation of *Lactobacillus* sp. from kimchi by high pressure carbon dioxide. *Lebensm. Wiss. u. Technol.* 30: 681-685 (1997)
- Hong, S.I., Park, W.S. and Pyun, Y.R. Effect of high pressure carbon dioxide on inactivation of *Leuconostoc* sp.. *Korean J. Food Sci. Technol.* 29: 1202-1207 (1997)
- Lee, J.G. and Choe, W.K. Studies on the variation of microflora during the fermentation of anchovy *Engraulis japonica*. *Bull. Korean Fish. Soc.* 7: 105-107 (1974)
- Sohn, K.H., Chang, C.K., Kong, U.Y. and Lee, H.J. High pressure inactivation of *Candida tropicalis* and its effects on ultrastructure of the cells. *Korean J. Food Sci. Technol.* 28: 587-592 (1996)
- Hur, S.H. Critical review on the microbiological standardization of salt-fermented fish product. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 25: 885-891 (1996)
- Lee, D.U., Park, J.Y., Kang, J.I. 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)
- Kim, Y.M. and Kim, D.S. Salt-fermented small shrimp, *Saewoo-jeot*. pp. 186-187. In: *Jeot-gal of Korea-Raw Material and Products*. Korea Food Research Institute, Kyonggido, Korea (1990)

(1999년 10월 25일 접수)