

## 새우젓갈의 숙성온도 및 식염농도가 위생품질인자의 변화에 미치는 영향

송호수<sup>1\*</sup> · 김성훈<sup>2</sup>

<sup>1</sup>영산대학교 서양조리학과, <sup>2</sup>영산대학교 동양조리학과

### Effect of Fermentation Temperature and Salt Concentration on Changes in Quality Index of Salted Shrimp During Fermentation

Ho Su Song<sup>1\*</sup> and Sung Hun Kim<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Western Cuisine & Culinary Arts, Youngsan University, Busan, Korea

<sup>2</sup>Dept. of Oriental Cuisine & Culinary Arts, Youngsan University, Busan, Korea

(Received July 10, 2017/Revised August 5, 2017/Accepted August 21, 2017)

**ABSTRACT** - Fermentation temperature (10 and 20°C) and salt concentration (10, 20, and 30%) on volatile basic nitrogen (VBN), histamine, amino nitrogen, total viable cell counts, coliform bacteria and *Escherichia coli* counts as the quality index in salted shrimp were investigated during fermentation. Results show that the effect of salt concentration on changes in quality index was not high compared with fermentation temperature (10 and 20°C) in salted shrimp treated with 10% and 20% salt concentration. However, effect of salt concentration and fermentation temperature on the quality index was not significant with 30% salt concentration. And all most whole changes of quality index were rapidly increased or decreased for 30 days of fermentation.

**Key words** : Salted Shrimp, Salt Concentration, Fermentation Temperature, Volatile Basic Nitrogen (VBN), Histamine, Amino Nitrogen, Total Viable Cell Count, Coliform Bacteria

젓갈은 주원료인 어류, 갑각류, 연체동물류 등을 원료로 하여 일정량의 식염을 첨가하여 자가소화 및 미생물이 분해하는 효소의 작용으로 분해, 숙성 시킨 대표적인 우리나라의 전통 발효식품으로 이들 원료에 함유되어 있는 영양성분으로 그 가치를 높게 평가받고 있으며, 또한 발효 과정에서 생긴 유리아미노산과 핵산관련물질 등에 의한 독특한 풍미로 인해 그 자체를 기호식품으로 우리 국민들이 즐겨 먹는 식품이다<sup>1)</sup>. 그동안 우리나라의 젓갈은 대부분의 가정에서 직접 담아서 조리에 사용하는 형태였으나 최근에는 공장 또는 가공조합에서 제조하여 시판하는 것을 구매하여 소비하는 형태로 변화되어 왔으며, 젓갈 산업의 규모가 확대됨에 따라 젓갈의 안전성을 확보하기 위한 규격화가 요구되었고, 이에 대한 연구로 젓갈제품의 미생물학적 품질표준화에 관한 고찰 등이 보고되었고<sup>2)</sup>, 시판 젓갈류의 품질평가 방법<sup>3)</sup>에 관한 연구도 이루어졌다. 또한 젓갈의 제조에서부터 최종 소비에 이르는 과정에서 발생할 수 있는 위해요소 관리를 위한 방안의 하나로 시

판 젓갈종의 중금속 및 유기염소계 잔류농약의 함량을 조사하여 식품위생상의 문제점을 검토한 결과도 보고된 바가 있다<sup>4,5)</sup>. 그리고 국민들의 경제수준이 높아지면서 식품에 대한 인식도 함께 높아지게 됨에 따라 웰빙식품에 대한 관심이 고조되었고, 이에 저식염 젓갈이라든지 젓갈에 함유된 기능성 물질의 이용 또는 숙성발효 젓갈 등에 대한 연구 등이 이루어져 있다<sup>6-10)</sup>.

국내에 유통되고 있는 대표적인 전통 젓갈로는 멸치젓과 새우젓 등이 있으며, 전통발효젓갈은 생선 등에 25% 내외의 식염을 첨가하여 2~3개월 숙성시켜 유통되고 있지만, 고식염으로 인한 성인병을 우려한 소비자들의 소비심리 위축과 비위생적인 재래식 제조법 또한 히스타민 등 biogenic amine 생성과 부패취 등의 문제가 제기되고 있다.

수산물 중 젓갈로 많이 이용되고 있는 갑각류인 새우는 기호성이 뛰어나고 단백질과 칼슘, 각종 비타민이 풍부하게 함유되어 있으면서, 엑스분 함량도 많아 여러 가지 요리 재료로 사용하거나 젓갈의 원료로 널리 이용되어온 고급 수산자원이자<sup>11)</sup>. 또한 새우는 우리 조상들이 많이 애용하여온 담백한 고급 식품으로 예전부터 날것이나 건조시킨 것을 조리할 뿐만 아니라 소금에 절여 젓갈로 널리 사용하여 왔으며, 오늘날에는 튀김이나 전유어의 재료로 또는

\*Correspondence to: Ho Su Song, Dept. of Western Cuisine, Youngsan University, Busan 48015, Korea  
Tel: 82-51-540-7142  
E-mail: hssong@ysu.ac.kr

스낵 식품이나 과자류의 가공 원료로 많이 이용되고 있다<sup>12)</sup>. 특히 새우에 풍부하게 함유된 키토산은 콜레스테롤 저하 작용, 항암작용, 면역 증강 작용, 충치예방 및 골다공증 예방 등의 생리활성 효과가 있는 것으로 보고된 바 있다<sup>13)</sup>.

이상에서 살펴본 바와 같이 젓갈에 관한 연구는 다양한 분야에서 이루어져 왔으나 대부분이 특정 시료를 대상으로 제한된 숙성기간 동안에 나타나는 특정 인자의 효과나 특정 성분의 발생 및 변화 등에 주로 초점을 맞추어 진행된 경우가 많았다. 즉 젓갈의 제조단계에서부터 전체 숙성기간에 걸쳐 제조방법별, 숙성온도별 품질특성인자의 변화를 모니터링한 결과를 찾아보기는 어려운 실정이다.

본 연구에서는 조미용으로 일반 가정에서 흔히 접할 수 있거나 산업적 수요가 높은 새우젓을 대상으로 젓갈의 품질에 가장 큰 영향을 미치는 숙성온도와 식염농도가 전체 숙성기간 동안에 식품위생적 품질인자의 변화에 미치는 영향을 살펴봄으로써 조미용 젓갈의 품질관리를 위한 기초자료를 제공하고자 하였다.

## Materials and Methods

### 실험재료

본 실험에 사용한 새우(*Acetes japonicus*, 2016년 7월)는 전라남도 신안에서 어획 즉시 빙장하여 선도가 양호한 생 새우를 구입하여 3% 식염수로 수세한 후 젓갈 원료로 사용하였으며, 소금은 국내산 천일염(신안도초)을 구입하여 사용하였다.

### 젓갈의 제조

새우젓은 신선한 생새우를 수세하여 불순물을 제거한 후 천일염을 전체중량의 10%, 20% 및 30%가 되도록 첨가하여 젓갈을 제조하였고, 미리 조절된 10°C와 20°C의 배양기에서 숙성시키면서 실험에 사용하였다. 실험을 위하여 젓갈은 각 조건별로 3개씩 따로 제조하여 용기에 담아 배양기에서 숙성시키면서 사용하였다.

### 일반성분의 분석

일반성분은 AOAC (1995)에 따라 수분은 105°C의 건조기에서 1.0~1.5 g의 시료를 칭량접시에 담아 상압가열건조하여 시료중의 수분을 완전히 제거한 후 칭량하는 상압가열건조법, 조지방은 시료 1.5~2.0 g에 에테르를 가하여 Soxhlet 추출기로 16시간 지방을 추출한 후 칭량하는 Soxhlet 추출법, 조회분은 1.0~2.0 g의 시료를 칭량접시에 담아 550°C의 회화로에서 시료를 회화한 후 칭량하는 건식회화법, 조단백질은 시료 1.0~1.5 g을 진한 황산으로 12시간 분해하고, 40% NaOH 용액으로 중화하면서 증류한 후 증류액을 0.1 N NaOH 용액으로 적정하여 조단백질 함량으로 환산하는 semimicro Kjeldahl법으로 정량하였다.

### 휘발성 염기질소

휘발성 염기질소(Volatile Basic Nitrogen; VBN)는 Conway unit를 사용하는 미량확산법으로 측정하였다<sup>14)</sup>. 즉 마쇄한 시료에 7% TCA 90 mL를 가하고 30분간 방치하여 단백질을 침전시킨 후 0.45 µm syringe filter (Advantec, Tokyo, Japan)로 여과하여 사용하였다. 시료액 1 mL를 외실에 넣고, 내실에 0.01 N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1 mL를 각각 넣은 후 외실의 위쪽에 K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 포화용액 1 mL를 넣고 즉시 덮개를 덮어 시험용액과 K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 포화용액이 잘 섞이도록 약하게 흔들어 준 다음 클립으로 고정시키고, 25°C에서 1시간 정치하였다. 정치 후 덮개를 열고 Brunswick (0.07% methyl red, 0.03% methylene blue) 지시약을 1~2 방울 첨가하고, 마이크로 뷰렛을 사용하여 0.01 N NaOH 용액으로 적정하였다. 바탕시험도 20% TCA 용액을 사용하여 같은 방법으로 행하였다. 0.01 N NaOH 용액 적정량을 다음의 식에 적용하여 시료의 휘발성 염기질소량을 계산하였다.

$$\text{Volatile Basic Nitrogen (mg\%)} \\ = 0.14 \times (V_1 - V_0) \times f \times 100 \times d/W$$

V<sub>1</sub>: Volume of 0.01 N NaOH solution used in sample titration (mL)

V<sub>0</sub>: Volume of 0.01 N NaOH solution used in blank titration (mL)

f: Factor of 0.01 N NaOH solution

d: Dilution rate

0.14: VBN content in 1 mL of 0.01 N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> solution

W: Weight of sample (g)

### 히스타민

각 시료 젓갈의 히스타민 분석은 불휘발성부패아민 분석법을 변형하여 사용하였다<sup>15)</sup>. 즉, 시료 5 g을 취하여 0.1 N HCl 용액 20 mL를 가하고 균질화한 후 원심분리(4,000 rpm, 4°C, 15 min)하여 상층액을 취하고, 잔사에 다시 0.1 N HCl 용액 20 mL를 가하고 같은 조작으로 상층액을 취한 후 1, 2차 상층액을 모아 50 mL로 정용한 것을 시료 용액으로 하였다. 히스타민 표준품(Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA)과 내부표준품(1,7-diaminoheptane, Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA)을 0.1 N HCl 용액에 녹여 약 1,000 mg/L가 되도록 하여 표준용액으로 하였다. Dansyl chloride를 이용한 유도체화는 표준용액 및 시료용액 각각 1 mL를 마개달린 시험관에 취한 다음 내부표준용액(100 mg/L) 100 µL를 가한 후 포화 탄산나트륨 용액 0.5 mL와 1% dansyl chloride 아세톤 용액 1 mL를 가하여 혼합한 후 마개를 닫고 45°C에서 1시간 유도체화 하였다. 유도체화 후 10% proline 용액 0.5 mL를 가하여 과잉의 dansyl chloride를 제거하였다. 시험관에 에테르 5 mL를 가

**Table 1.** Analysis condition of HPLC for histamine contents in salted shrimp

| Parameter              | Conditions                              |
|------------------------|---|
| Detector               | FAD                                     |
| Column                 | C18 (4.6 × 150 mm × 5 μm)               |
| Column temperature     | 40°C                                    |
| Flow rate              | 1 mL/min                                |
| Run time               | 30 min                                  |
| Gradient elution (min) | Acetonitrile : H <sub>2</sub> O (65:35) |
| Wavelength             | 254 nm                                  |

하여 3분간 진탕하고 상층액을 취하여 질소농축한 뒤 아세트니트릴(ACN) 1 mL를 가하여 0.45 μm 실린지 필터로 여과한 것을 시험용액으로 하였다. 시험용액에 대한 기기 분석은 Diode array 검출기 및 형광검출기가 부착된 HPLC (Agilent 1260, Agilent Technologies, Waldbronn, Germany)를 사용하였으며 분석 조건은 Table 1과 같다.

#### 아미노산성질소(NH<sub>2</sub>-N; Amino-nitrogen, AN)

아미노산성 질소는 Formol 적정법으로 다음과 같이 측정하였다<sup>16)</sup>. 즉, 시료 1 g에 증류수를 가하여 25 mL로 정용한 다음 0.1 N NaOH 용액을 가하여 pH를 8.5로 조정 한 후 중성 Formalin 용액 20 mL을 가하고 다시 0.1 N NaOH 용액으로 pH가 8.5가 될 때까지 적정하였다. 별도로 증류수에 대하여 바탕시험을 실시한 후 소비된 0.1 N NaOH 용액 적정량(ml)을 아래 식에 적용하여 아미노산성 질소 함량을 계산하였다.

$$\text{Amino-nitrogen (mg\%)} = 0.14 \times (V_1 - V_0) \times f/W$$

V<sub>1</sub>: Volume of 0.1N NaOH solution used in sample titration (mL)

V<sub>0</sub>: Volume of 0.1N NaOH solution used in blank titration (mL)

f: Factor of 0.1N NaOH solution

W: Weight of sample (g)

#### 일반세균수

일반세균수는 식품공전 제10.3.5.1 일반세균수 나. 건조 필름법으로 측정하였다. 즉, 검체 25 g을 filter bag에 취하고 멸균 생리식염수(0.85% NaCl 수용액)를 가하여 10배 희석(10<sup>-1</sup> 희석단계)되도록 하여 stomacher (Model 400, Seaward, London, England)로 30초간 균질화 하였다. 이것을 시험용액으로 하여 십진법으로 희석하였다. 이때의 희석방법은 시험용액(10<sup>-1</sup> 단계) 1 mL와 9 mL의 멸균 생리식염수를 희석병에 가하고 교반한다(10<sup>-2</sup> 단계). 다시 이 용액의 1 mL를 다른 희석병에 옮기고 9 mL의 멸균 생리식

염수를 가하여(10<sup>-3</sup> 단계) 교반하는 단계를 반복하여 건조 필름에 30~300개의 콜로니가 형성될 것으로 예상되는 단계까지 희석하였다. 각 희석단계별 시험용액 1 mL를 각각의 건조필름배지에 접종하고, 36°C에서 48시간 배양한 후 30~300개의 집락이 생성된 건조필름배지를 골라 집락수를 세고 그 평균 집락수에 희석배수를 곱하여 세균수로 하였다.

#### 대장균군

검체 25 g에 멸균생리식염수 225 mL을 가하여 시험용액을 제조한 뒤 10배씩 단계 희석한 용액 1 mL씩을 대장균군 건조필름배지(3M™ Petrifilm™ Coliform Count plates, 3M, St. Paul, MN, USA)에 접종한 후 잘 흡수시켜 35°C에서 24시간 배양하였다. 생성된 붉은 집락 중 주위에 기포를 형성하고 있는 집락수의 평균값에 희석배수를 곱하여 대장균군 수를 산출하였다.

#### 대장균

대장균은 식품공전 제10.3.8.2 대장균 가. 최확수법으로 측정하였다. 즉, 검체 25 g을 filter bag에 취하고 멸균 생리식염수(0.85% NaCl 수용액)를 가하여 10배 희석되도록 하여 stomacher (Model 400, Seaward, London, England)로 30초간 균질화 한 것을 시험용액으로 하였다. 이 시험용액 10 mL, 1 mL, 0.1 mL을 각각의 E. coli(EC)배지에 3개씩 접종하였다. 이 때 10 mL은 double 배지(EC broth of 74g/Sterile Saline soln. of 1L) 200 mL에 1 mL와 0.1 mL은 single 배지(EC broth of 37g/Sterile Saline soln. of 1L) 500 mL에 접종하였다. 접종 후 44.5°C의 항온수조에서 24시간 배양한 후 가스발생 발효관을 확인하고, 최확수표로부터 대장균군수를 구하였다.

#### 통계분석

본 연구에서 조사한 식염농도 및 숙성온도에 따른 새우 젓갈의 이화학적 및 미생물학적 위생품질인자 변화에 대한 결과의 통계처리는 3회 반복 실험한 자료를 Statistical Analysis System (SAS Institute, Inc., Cary, NC, USA)에 의해 분석하였다.

## Results and Discussion

#### 젓갈 원료 새우의 일반성분

본 연구에 사용된 젓갈의 원료인 새우의 일반성분은 Table 2와 같다. 원료 새우의 수분은 76.8%, 조지방은 2.3%, 조단백질은 15.6% 그리고 회분은 4.7%이었다.

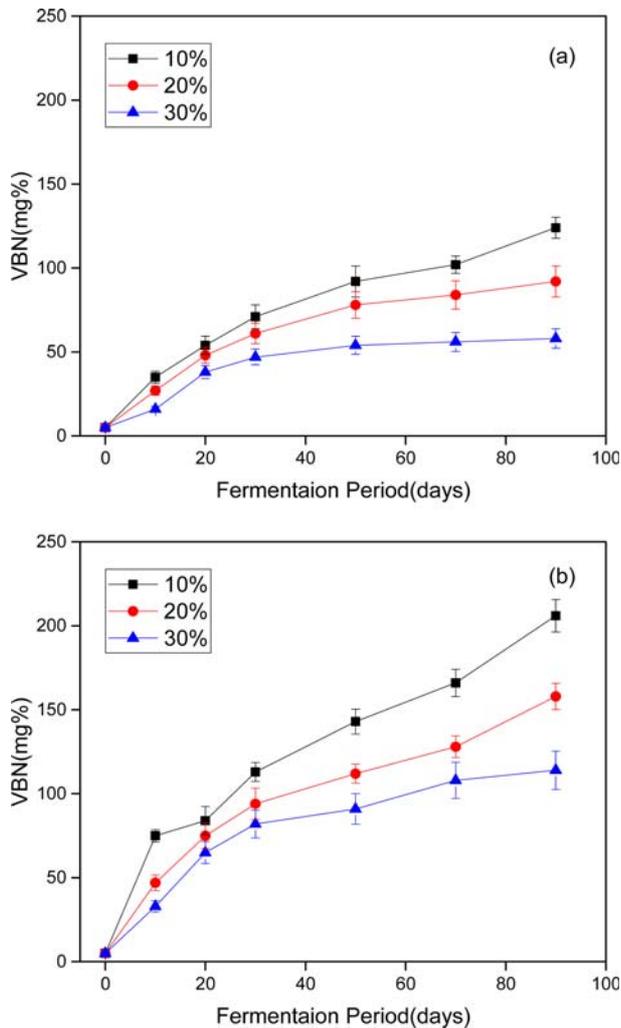
#### 휘발성염기질소의 변화

식염을 10%, 20% 및 30%를 각각 첨가하여 제조한 새우젓갈을 10°C와 20°C에서 90일간 숙성시키면서 살펴본

**Table 2.** Proximate composition of the raw shrimp (unit : g/100 g)

| Raw material | Moisture   | Crude lipid | Crude protein | Ash       |
|--------------|------------|-------------|---------------|-----------|
| Shrimp       | 76.8 ± 0.2 | 2.3 ± 0.2   | 15.6 ± 0.4    | 4.7 ± 0.1 |

<sup>1)</sup>Values are mean ± SE.



**Fig. 1.** Changes in Volatile Basic Nitrogen (VBN) of salted shrimp at different salt concentration and fermentation temperature. (a) fermented at 10°C; (b) fermented at 20°C.

새우젓갈의 휘발성염기질소의 변화는 Fig. 1에 나타내었다. 그림에서 나타난바와 같이 새우젓갈의 휘발성염기질소 함량은 전체 숙성기간동안 지속적으로 증가하는 경향을 나타내었다. 숙성온도 10°C의 경우 숙성초기 10일까지 식염 10% 첨가한 젓갈은 휘발염기질소 함량이 5 mg%에서 35 mg%로 증가하였고, 20%는 27 mg%, 30%는 16 mg%로 증가하였다. 숙성 30일에서는 식염 10% 첨가구는 71 mg%, 20%는 61 mg%, 30%는 47 mg%로 증가하였고, 숙성 90일 차에는 10% 첨가구가 124 mg%, 20%가 92 mg%, 30%가

58 mg%로 나타났다. 첨가한 식염농도가 높을수록 휘발성염기질소 함량은 낮게 나타났다. 이는 고 등<sup>17)</sup>의 멸치젓의 숙성 중 휘발성염기질소에 관한 연구결과에 비해 초기의 휘발성염기질소의 함량은 낮았으나 숙성과정에서 비교적 빠르게 휘발성염기질소가 증가하는 경향을 나타내었다고 보고한 결과와 일치하는 경향을 나타내었다. 숙성온도 20°C에서는 예상한 바와 같이 10°C 경우 보다 휘발성염기질소가 빠르게 증가하는 경향을 나타내었다. 특히 식염 10% 첨가구는 30일차에 숙성온도 10°C의 70일차에 가까운 113 mg%의 휘발성염기질소 함량을 보여 새우젓갈의 경우 절대함량은 높지 않지만 고 등<sup>17)</sup>의 멸치젓의 숙성 중 휘발성염기질소에 관한 연구결과에 비해 휘발성염기질소의 증가속도가 높은 특성을 나타내고 있음을 확인할 수 있었다. 또한 저장기간의 경과에 따른 휘발성염기질소 함량의 증가는 차 등<sup>18)</sup>이 저염 멸치젓 가공에 관한 연구에서 휘발성염기질소 함량이 저장기간의 경과에 따라 비교적 일정하게 증가하는 현상을 나타내었다고 보고한 연구결과와 일치하는 것으로 나타났다.

이러한 결과를 통해 새우 젓갈의 숙성 중 휘발성염기질소 함량의 증가는 젓갈의 숙성동안에 TMAO (trimethylamine N-oxide) 및 아미노산의 분해에 의한 암모니아의 생성과 TMA (trimethylamine) 및 DMA (dimethylamine) 등의 생성에 의한 것이며<sup>19)</sup>, 이러한 휘발성염기질소는 어획직후에는 함량이 극히 낮으나 선도의 저하와 함께 증가하므로 이들 휘발성염기질소량을 측정하여 선도를 판정하는 방법이 널리 이용되고 있기도 하다. 숙성온도와 식염농도에 따른 변화를 살펴보면 10°C보다 20°C에서 휘발성염기질소의 증가가 현저히 높은 것으로 나타났고, 식염의 경우는 첨가량이 높을수록 휘발성염기질소의 증가가 낮은 것으로 나타났는데 이는 온도가 낮을수록 그리고 식염의 농도가 높을수록 TMAO 또는 아미노산을 분해하는 반응속도의 저하와 이들을 분해하는 미생물 또는 효소의 활성도가 낮아짐에 따른 결과라 사료 된다<sup>18)</sup>.

### 히스타민의 변화

Biogenic amine은 주로 단백질을 함유한 식품이 미생물에 의해 분해되는 과정에서 생성되는 비휘발성 아민으로 어류나 갑각류의 사후에 생성되는 물질들이다. 여기에는 cataverine, putrescine, spermidine, spermine, tyramine, tryptamine 및 histamine 등이 속해있다. 이들은 어류나 갑각류의 조직에 함유된 특정 유리아미노산의 탈탄산 (decarboxylation) 반응에 의해 생성되는 것으로 알려져 있다. 어류를 장시간 보관할 경우 어류에 있는 미생물에 의해 유리아미노산이 biogenic amines으로 전환되어 이것을 섭취한 사람이 특이증세를 나타내게 된다. 식품 중에 낮은 수준의 biogenic amines이 함유되어 있을 경우에는 섭취 시에도 큰 문제가 일어나지 않지만 과량 섭취하였을

**Table 3.** Changes in histamine contents of salted shrimp at different salt concentration and fermentation temperature

| Fermentation Temperature (°C) | Fermentation period (days) | Salt concentration (%)  |            |           |
|-------------------------------|----------------------------|-------------------------|------------|-----------|
|                               |                            | 10                      | 20         | 30        |
| 10                            | 0                          | nd <sup>1)</sup>        | nd         | nd        |
|                               | 10                         | nd                      | nd         | nd        |
|                               | 20                         | nd                      | nd         | nd        |
|                               | 30                         | nd                      | nd         | nd        |
|                               | 50                         | nd                      | nd         | nd        |
|                               | 70                         | 2.3 ± 0.4 <sup>2)</sup> | nd         | nd        |
|                               | 90                         | 6.6 ± 0.8               | 5.4 ± 0.3  | nd        |
| 20                            | 10                         | nd                      | nd         | nd        |
|                               | 20                         | nd                      | nd         | nd        |
|                               | 30                         | 5.9 ± 0.7               | nd         | nd        |
|                               | 50                         | 9.3 ± 1.3               | nd         | nd        |
|                               | 70                         | 12.4 ± 0.4              | 8.4 ± 0.6  | 3.1 ± 0.4 |
|                               | 90                         | 27.8 ± 0.8              | 18.4 ± 0.9 | 9.7 ± 0.5 |

<sup>1)</sup>not detected<sup>2)</sup>Values are mean ± SE.

경우에는 아민의 이화작용이 저해되어 저혈압, 고혈압, 메스꺼움, 구토, 발진 및 심계항진과 같은 생리적 증세를 나타내게 되고 심지어 사망에 이르기에도 한다고 알려져 있다<sup>20)</sup>.

히스타민은 인간의 일반적 대사과정에서 인체 내에 생성되며, 식품에서는 숙성 또는 저장 중에 식품 중의 유리 아미노산인 histidine이 미생물에 의해 생성된 decarboxylase에 의해 탈탄산 반응이 일어나 히스타민이 생성된다. 특히 미생물의 작용이 많이 일어나는 단백질성 발효식품일수록 높게 나타나므로 젓갈 제조 시 품질관리인자로 히스타민이 중요하다고 여겨진다.

이러한 히스타민과 같은 biogenic amines은 식품의 동결, 레토르트 및 훈연과 같은 가공이나 조리 등의 방법으로 쉽게 분해되지 않는 특성을 가지고 있고<sup>21)</sup>, 게다가 biogenic amines은 N-nitrosamine과 같은 발암물질의 전구체 역할을 하므로 식품의 중요한 품질인자로 인식되고 있다<sup>22)</sup>. 이와 같이 biogenic amines은 사람의 건강과 식품의 안전성에 중요한 영향을 미치는 인자임을 고려하여 새우젓갈에 함유된 biogenic amines의 일종인 히스타민의 함량을 젓갈 제조시 첨가한 식염농도와 저장온도에 따른 저장기간 중의 변화를 주기적으로 측정하여 그 결과를 Table 3에 나타내었다.

표에서 나타난 바와 같이 식염첨가량이 히스타민 생성에 미치는 영향은 크게 나타나지 않았고, 숙성온도에서는 10°C에 비해 20°C에서 히스타민 생성이 높게 나타남에 따라 숙성온도가 히스타민 생성에 미치는 영향이 크다는 사실을 확인할 수 있었다. 또한 고 등<sup>17)</sup>의 멸치젓갈의 숙성

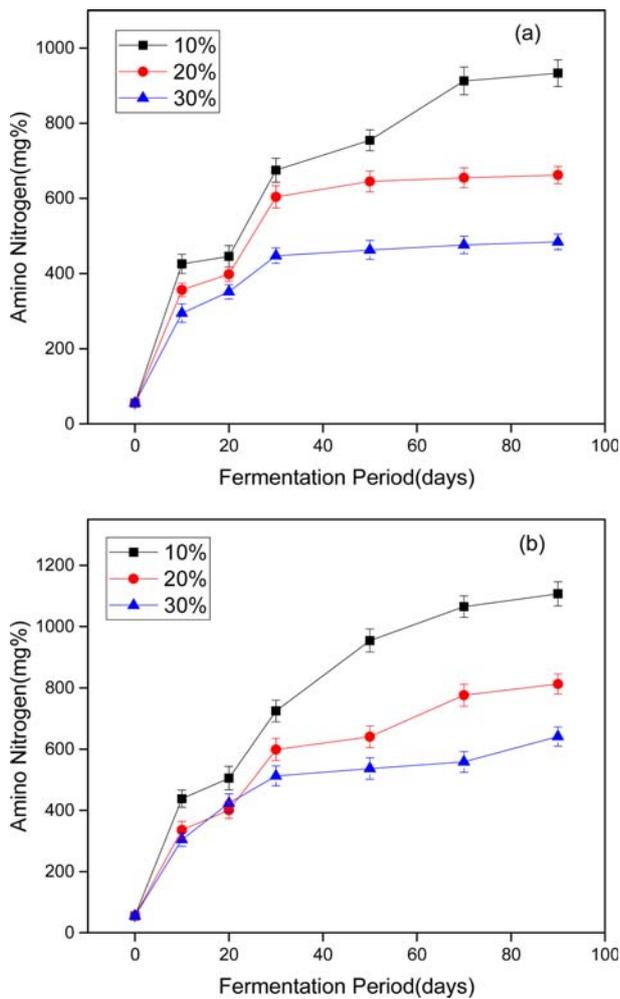
중 히스타민 함량과 관련한 연구결과와 비교 하였을 때 새우젓갈의 히스타민 함량은 낮은 수준으로 숙성기간 내내 유지되었는데 이는 두 젓갈 원료의 일반성분을 비교해 볼 때 멸치에 비해 새우의 수분함량이 높고, 단백질 함량이 멸치에 비해 낮은 것도 하나의 원인이라 추측된다. 따라서 새우젓갈에 있어서 히스타민은 숙성기간을 단축하기 위해 숙성온도를 지나치게 높이지 않는다면 크게 우려하지 않아도 될 것으로 사료된다.

히스타민은 인간의 일반적 대사과정에서 인체 내에 생성되며, 식품에서는 숙성 또는 저장 중에 식품 중의 유리 아미노산인 histidine이 미생물에 의해 생성된 decarboxylase에 의해 탈탄산 반응이 일어나 히스타민이 생성된다. 특히 미생물의 작용이 많이 일어나는 단백질성 발효식품일수록 높게 나타나므로 젓갈 제조시 품질관리인자로 히스타민이 중요하다고 여겨진다. 그리고 태국 평후섬에서 유통되고 있는 46개의 건조 수산제품의 히스타민과 히스타민 생성균에 대하여 조사한 결과, 수분함량은 19.32~61.90%, 수분활성도는 0.63~0.92, 염농도는 1.8~27.1%이었으나 히스타민 함량이 5 mg/100 g(FDA 기준)을 초과하는 시료가 30.4%라고 보고하고 있다<sup>23)</sup>. 이는 염장 건조제품의 낮은 수분활성(*aw* 0.75)에도 불구하고 높은 함량의 히스타민이 생성되기도 한다고 보고하고 있음을 감안할 때 히스타민과 같은 biogenic amines 생성을 조절하는데 온도가 가장 중요한 요소라고 생각된다. 그리고 히스타민의 생성은 0°C 또는 그 이하의 온도가 유질될 때에도 가능하지만 저온에서 저장 또는 숙성시킬 경우에는 건강에 위해를 미칠 정도의 함량까지는 충분한 저장 또는 숙성기간을 확보할 수 있다고 보고되어 있다<sup>24)</sup>.

### 아미노산성 질소의 변화

젓갈에 함유된 질소 화합물 중 아미노산성 질소의 변화는 원료육에서 액으로 이행된 단백질이 미생물이나 호염성 세균 및 단백질 자가분해효소에 의해 저분자 펩타이드 및 아미노산으로 분해되고 있음을 나타낸다고 알려져 있으며, 아미노산성 질소 함량은 젓갈을 비롯한 수산발효식품 숙성도의 지표로 사용될 뿐만 아니라 감칠맛 등 향미와 깊은 관련이 있기 때문에 중요한 품질지표로 인식되고 있다<sup>25)</sup>.

본 연구에서 식염의 첨가농도 및 숙성온도를 달리한 새우젓갈의 숙성 중 아미노산성 질소함량의 변화를 측정된 결과는 Fig. 2와 같다. 숙성이 진행됨에 따라 아미노산성 질소함량은 증가하였고, 식염농도가 높을수록 아미노산성 질소함량은 낮았고, 숙성온도가 높을수록 아미노산성 질소함량은 높게 나타났다. 숙성온도 10°C에서 숙성 10일차에 새우젓갈의 아미노산성 질소함량은 식염농도 10%가 425.7 mg%, 20%가 356.4 mg%, 30%가 294.7 mg%이었으며, 30일차에는 식염농도 10%가 486.3 mg%, 20%가 347.6 mg%, 30%가 238.4 mg%이었다. 그리고 90일차에는 10%



**Fig. 2.** Changes in amino nitrogen of salted shrimp at different salt concentration and fermentation temperature. (a) fermented at 10°C; (b) fermented at 20°C.

는 774.6 mg%, 20%는 652.8 mg%, 30%는 423.4 mg%로 나타났는데 숙성 30일 이후 90일차까지 아미노산성 질소의 변화가 크게 나타나지 않는 경향을 보였다. 이러한 결과는 조 등<sup>26)</sup>이 새우젓의 숙성 중 아미노산성 질소함량의 변화를 연구한 결과와 일치하였으며, 이는 식염에 의해 미생물이 분비하는 단백질 분해효소의 작용이 저해되기 때문인 것으로 추측하였다. 그리고 새우젓의 단백질 분해효소의 활성은 NaCl의 농도에 비례하여 감소하는데 이는 NaCl이 비경쟁적으로 단백질 분해효소 활성을 억제하기 때문이라고 하였다<sup>27)</sup>. 식염의 종류를 달리하여 제조한 멸치젓갈에서 같은 식염농도일 경우 천일염을 첨가한 젓갈이 정제염을 첨가한 젓갈보다 아미노산성 질소함량이 더 높았다고 보고되어 있고<sup>26)</sup>, 또한 소금의 종류에 따른 새우젓의 아미노산성 질소의 변화에서 발효 90일 후 함초스프레염 및 함초 해수농축염으로 제조한 새우젓의 아미노산성 질소가 타 정제염이나 해수농축염에 비해 높았으며,

**Table 4.** Changes in total viable cell numbers of salted shrimp at different salt concentration and fermentation temperature

| Fermentation Temperature (°C) | Fermentation period (days) | Log No. of viable cells (CFU/mL) |     |     |
|-------------------------------|----------------------------|----------------------------------|-----|-----|
|                               |                            | Salt concentration               |     |     |
|                               |                            | 10%                              | 20% | 30% |
| 10                            | 0                          | 4.2                              | 3.7 | 3.4 |
|                               | 10                         | 5.1                              | 4.5 | 3.5 |
|                               | 20                         | 6.0                              | 4.7 | 3.2 |
|                               | 30                         | 5.7                              | 5.2 | 3.3 |
|                               | 50                         | 5.4                              | 5.4 | 3.1 |
|                               | 70                         | 5.5                              | 5.1 | 2.8 |
|                               | 90                         | 5.6                              | 5.3 | 2.6 |
| 20                            | 10                         | 5.3                              | 4.7 | 3.5 |
|                               | 20                         | 6.8                              | 5.6 | 3.7 |
|                               | 30                         | 8.2                              | 6.1 | 4.1 |
|                               | 50                         | 7.9                              | 6.2 | 4.0 |
|                               | 70                         | 8.1                              | 6.0 | 3.6 |
|                               | 90                         | 8.3                              | 6.1 | 3.5 |

이는 함초에 함유된 아미노산이 젓갈의 발효에 영향을 준 것이라고 보고되어 있기도 하다<sup>29)</sup>.

새우젓갈에 대한 숙성온도의 영향을 살펴보면 숙성온도 20°C에서 새우젓갈의 아미노산성 질소함량의 변화는 숙성 기간 동안 식염농도 10%의 경우 10일차 438.3 mg%에서 90일차 1,107.3 mg%까지, 20%는 335.6 mg%에서 812.5 mg%까지, 30%는 304.6 mg%에서 641.2 mg%까지 꾸준히 증가하는 경향을 보였고, 숙성온도 10°C보다는 높게 나타났지만, 고 등<sup>17)</sup>의 멸치젓갈의 숙성온도에 따른 아미노산성 질소함량의 변화간 차이에 비해 그 차이가 크지 않았다. 이는 추가적인 연구를 통해 밝혀볼 필요가 있지만 본 연구의 조건에서 새우젓갈의 아미노산성 질소함량이 한계치에 이른 영향이라고 추측된다.

**세균수**

젓갈의 변질은 대부분 부패에 의해 섭취할 수 없는 상태가 아니고 가스 생성균에 의한 가스생성, 산 생성균의 과다증식에 의한 강한 신맛, 미생물에 의한 단백질 분해효소의 과다 생성으로 인한 고형분의 액즙화 및 미생물의 과다 증식으로 인한 젓갈의 백색화 등에 의한 것으로 알려져 있다<sup>26)</sup>. 본 연구에서 조리용 젓갈의 숙성 중 미생물 증식에 미치는 젓갈의 식염농도와 숙성온도의 영향을 살펴보고자 식염 10%, 20% 및 30%를 첨가하고, 숙성온도 10°C 및 20°C에서 90일간 각각 숙성시킨 새우젓갈의 총균수 변화를 Table 4에 나타내었다. 먼저 식염농도의 영향을 살펴보면 10°C 숙성온도에서 숙성 10일차에 식염농도 10%는 5.1 log CFU/mL, 20%는 4.5 log CFU/mL, 30%는

**Table 5.** Changes in coliform bacteria and *E. coli* counts of salted shrimp at different salt concentration and fermentation temperature

| Temp. <sup>a</sup><br>(°C) | Period <sup>b</sup><br>(days) | Salt concentration (%)       |                |                   |                |                   |                |
|----------------------------|-------------------------------|------------------------------|----------------|-------------------|----------------|-------------------|----------------|
|                            |                               | 10                           |                | 20                |                | 30                |                |
|                            |                               | Bacteria counts (MPN/100 mL) |                |                   |                |                   |                |
|                            |                               | Coliform bacteria            | <i>E. coli</i> | Coliform bacteria | <i>E. coli</i> | Coliform bacteria | <i>E. coli</i> |
|                            | 0                             | 6                            | -              | 6                 | -              | 6                 | -              |
| 10                         | 10                            | -                            | -              | -                 | -              | -                 | -              |
|                            | 20                            | -                            | -              | -                 | -              | -                 | -              |
|                            | 30                            | -                            | -              | -                 | -              | -                 | -              |
|                            | 50                            | -                            | -              | -                 | -              | -                 | -              |
|                            | 70                            | -                            | -              | -                 | -              | -                 | -              |
|                            | 90                            | -                            | -              | -                 | -              | -                 | -              |
| 20                         | 10                            | -                            | -              | -                 | -              | -                 | -              |
|                            | 20                            | -                            | -              | -                 | -              | -                 | -              |
|                            | 30                            | -                            | -              | -                 | -              | -                 | -              |
|                            | 50                            | -                            | -              | -                 | -              | -                 | -              |
|                            | 70                            | -                            | -              | -                 | -              | -                 | -              |
|                            | 90                            | -                            | -              | -                 | -              | -                 | -              |

<sup>a</sup> : fermentation temperature, <sup>b</sup> : fermentation period, \* : bacteria negative

3.5 log CFU/mL로 증가하였고, 30일차에는 10%가 5.7 log CFU/mL, 20%가 5.2 log CFU/mL로 다소 증가하였고, 30%는 3.3 log CFU/mL로 감소하였다. 이 후 90일차에 10%는 5.6 log CFU/mL, 20%는 5.3 log CFU/mL로 총균수의 변화가 미미하였고, 30%는 2.6 log CFU/mL로 감소하는 결과를 나타내었다. 새우젓갈에서도 식염농도가 높을 경우 미생물 생육이 억제되어 총균수가 낮게 나타나는 결과를 보였으며, 숙성온도 20°C에서는 식염 10% 첨가구의 경우 숙성 10일차에 5.3 log CFU/mL, 30일차에 8.2 log CFU/mL로 증가하였다가 90일차까지는 7.9~8.3 log CFU/mL 수준으로 유지되었다. 20% 첨가구는 30일차에 6.1 log CFU/mL로 증가하였다가 이 후 6.1 log CFU/mL 수준으로 유지되었으며, 30% 첨가구의 경우 30일차에 4.1 log CFU/mL 정도로 증가하였다가 90일차에 3.5 log CFU/mL로 감소하는 결과를 나타내었다. 이상의 결과에서 살펴본 바와 같이 본 연구에서 제조한 새우젓갈의 총균수 변화에 미치는 식염농도 및 숙성온도의 영향은 식염농도가 높을수록 식염에 의한 미생물의 생육억제 효과가 크게 나타났고, 숙성온도가 높을수록 총균수도 높게 나타났으며, 대체로 숙성 30일차 근처까지 총균수가 증가하다가 이 후 유지 또는 감소하는 경향을 나타내었다.

#### 대장균군 및 대장균

새우젓갈의 식염농도 및 숙성온도에 따른 대장균군 및 대장균의 변화는 Table 5에 나타내었다. 표에서 보는 바와 같이 원료단계에서 대장균군 및 대장균이 거의 검출되지 않아 이후 숙성동안에도 검출되지 않았다. 이러한 결과는

젓갈에 있어서 대장균군과 대장균은 외부로부터 추가 오염이 없다면 크게 문제가 없을 것으로 사료된다.

#### 국문요약

새우젓갈을 대상으로 젓갈의 품질에 가장 큰 영향을 미치는 식염의 농도 및 숙성 온도가 전체 숙성기간 동안에 식품 위생적 품질 인자의 변화에 미치는 영향을 살펴보았으며, 그 결과는 다음과 같다. 새우젓갈의 휘발성 염기질소 함량은 식염 농도가 높을수록 휘발성 염기질소 함량은 낮게 나타났고, 숙성온도 20°C에서는 10°C에 비해 빠른 휘발성 염기질소 증가를 나타내었다. 또한, 히스타민의 발현은 식염첨가량은 히스타민의 생성에 미치는 영향은 크지 않았으나 숙성온도가 낮은 경우 히스타민의 함량도 낮게 나타나 온도가 히스타민의 발현에 영향을 미치는 인자임을 확인하였으며, 새우젓갈의 히스타민 함량은 낮은 수준으로 숙성기간 내내 유지되어 새우젓갈에 있어서 히스타민은 숙성기간을 단축하기 위해 숙성온도를 지나치게 높이지 않는다면 크게 우려하지 않아도 될 것으로 사료된다. 아미노산성 질소함량의 변화는 숙성기간 동안 지속적으로 증가하는 경향을 나타내었으나 숙성온도간 차이에 비해 그 차이는 크지 않았으며, 새우젓갈의 총균수 변화에 미치는 식염 농도 및 숙성온도의 영향은 식염 농도가 높을수록 식염에 의한 미생물의 생육억제 효과가 크게 나타났고, 숙성온도가 낮을수록 총균수도 낮게 나타났으나, 대체로 숙성 30일까지 총균수가 증가하다가 이후 유지 또는 감소하는 경향을 나타내었다. 대장균군 및 대장균의 변

화는 원료단계에서 대장균과 및 대장균이 거의 검출되지 않아 이후 숙성동안에도 검출되지 않았다.

### Acknowledgement

이 연구는 2017년 영산대학교 교내연구비의 지원을 받아 수행되었음.

### References

- Chae, S.K.: Studies on Microbial and Enzymatic Actions during the Ripening Process of Salted Alaska pollack tripe. *Korean J. Food & Nutr.*, **24**, 340-349 (2011).
- 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, K.H., Kim, J.H., Cha, B.S., Kim, J.O., Byun, M.W.: Quality evaluation of commercial salted and fermented seafoods. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **31**, 1427-1433 (1999).
- Shon, M.Y., Park, G.J., Shin, J.H., Sung, N.J.: Correlation of n-nitrosamine formation and mutagenicity in fermented anchovy under simulated gastric digestion. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **33**, 1560-1565 (2004).
- Ryu B.H., Ha M.S., Kim D.S., Sin D.B., Hur H.J., Jung J.S.: Heavy metals contents and organochlorine pesticide residues in commercial salted and fermented sea foods. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, **15**, 207-212 (1986).
- Choi, S.H., Im, S.I., Hur, S.H., Kim, Y.M.: Processing conditions of low salt fermented squid and its flavor components; 1. Volatile flavor components of low salt fermented squid. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, **24**, 261-267 (1995).
- Lee, K.G., Kim, S.M.: Quality changes in low salted squid Jeot-gal during fermentation and determination of shelf-life. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **41**, 687-694 (2012).
- Jeon, C.P., Kim, Y.H., Lee, J.B., Jo, M.S., Shin, K.S., Choi, C.S., Kwon, G.S.: Physiological characteristics and angiotensin converting enzyme inhibitory activity of *Lactobacillus brevis* HLJ59 isolated from salted shrimp. *Kor. J. Microbiol.*, **46**, 9-14 (2010).
- Kim, I.S., Kim, H.S., Han, B.W., Kang, K.T., Park, J.M., Oh, H.S., Han, G.U., Kim, J.S., Heu, M.S.: Preparation and quality characteristics of enzymatic salt-fermented pearl oyster, *Pinctada fucata martensii*. *J. Korean Fish Soc.*, **39**, 9-15 (2006).
- Kim, S.J., Ma, S.J., Kim, H.L.: Probiotic properties of lactic acid bacteria and isolated from Korean traditional food, jeotgal. *Korean J. Food Preserv.*, **12**, 184-189 (2005).
- Kim, J.S.: Food components characteristics and utilization of shrimp processing byproducts. *Agr. life Sci.*, **8**, 66-75 (2001).
- Joo, K.J., Kang, M.Y.: Effects of added corn oil on the formation of volatile flavor compounds in dry shrimp during roasting process. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **32**, 655-660 (2003).
- Lee, M.J., Lee, S.J., Cho, J.E., Jung, E.J., Kim, M.C., Kim, G.H., Lee, Y.B.: Flavor characteristics of volatile compounds from shrimp by GC olfactometry (GCO). *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **31**, 953-957 (2002).
- Chae, S.K.: Standard food analysis. Jigu Publishing Co., Seoul, Korea. 637-640 (1998).
- Cho, T.Y., Han, G.H., Bahn, K.N., Son, Y.W., Jang, M.R., Lee, C.H., Kim, S.H., Kim, D.B., Kim, S.B.: Evaluation of biogenic amines in Korean commercial fermented foods. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **38**, 730-737 (2006).
- Chae, S.K.: Standard food analysis. Jigu Publishing Co., Seoul, Korea. p.299-301 (2000).
- Ko, Y.A., Kim, S.H., Song, H.S.: Effect of salt concentration and fermentation temperature on changes in quality index of salted and fermented anchovy during fermentation. *J. Food Hyg. Saf.*, **32**, 343-347 (2017).
- Cha, Y.J., Park, H.S., Cho, S.Y., Lee, E.H.: Studies on the processing of low salt fermented sea foods. *J. Korean Fish Soc.*, **16**, 363-367 (1983).
- Hernandez, M.M., Roig, A.X., Lopez, E.I., Rodriguez, J., Mora, M.T.: Total volatile basic nitrogen and other physicochemical and microbiological characteristics as related to ripening of salted anchovies. *J. Food Sci.*, **64**, 343-347 (1999).
- Rawles, D.D., Flick, G.J., Martin, R.E.: Biogenic amines in fish and shellfish. *Advances in Food Nutrition and Research*, **39**, 329-365 (1996).
- Etkind, P., Wilson, M.E., Gallagher, K., Cournoyer, J.: Bluefish-associated scombroid poisoning. *JAMA: J. Am. Med. Assoc.*, **258**, 3409-3410 (1987).
- Mietz, J.L., Karmas, E.: Chemical quality index of canned tuna as determined by high pressure liquid chromatography. *J. Food Sci.*, **42**, 155-158 (1977).
- Huang, Y.R., Liu, K.J., Hsieh, H.S., Hsieh, C.H., Hwang, D.F. and Tsai, Y.H.: Histamine level and histamine-forming bacteria in dried fish products sold in penghu island of Taiwan. *Food Control*, **21**, 1234-1239 (2010).
- Behling, A.R., Taylor, S.L.: Bacterial histamine production as a function of temperature and time of incubation. *J. Food Sci.*, **47**, 1311-1317 (1982).
- Lee, K.G., Kim, S.M.: Quality changes in low salted squid jeot-gal during fermentation and determination of shelf-life. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **41**, 687-694 (2012).
- Cho, H.R., Park, U.Y., Chang, D.S.: Studies on the shelf-life extension of jeotkal, salted and fermented seafood. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **34**, 652-660 (2002).
- Park, G.H., Ju, J.S.: Proteolytic digestion of boiled pork by soured shrimp. *Korean J. Nutr.*, **19**, 363-373 (1986).
- Chang, P.K., Rhee, H.S.: Effects of the kind and concentration of salt on oxidation of lipids and on formation of flavor components in fermented anchovies. *Korean J. Soc. Food Sci.*, **2**, 38-44 (1986).
- Lee, K.D., Choi, C.R., Cho, J.Y., Kim, H.L., Ham, K.S.: Physicochemical and sensory properties of salt-fermented shrimp prepared with various salts. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **37**, 53-59 (2008).