

## 효소분해 진주조개(*Pinctada fucata martensii*) 젓갈의 제조 및 품질특성

김인수·김혜숙·한병욱·강경태·박정민·오현석·한강욱·김진수·허민수\*  
경상대학교 해양생물이용학부/해양산업연구소

### Preparation and Quality Characteristics of Enzymatic Salt-fermented Pearl Oyster, *Pinctada fucata martensii*

In Soo KIM, Hye-Suk KIM, Byoung Wook HAN, Kyung Tae KANG, Jeong-Min PARK,  
Hyeun Seok OH, Gang Uk HAN, Jin-Soo KIM and Min Soo HEU\*  
Division of Marine Bioscience/Institute of Marine Industry, Gyeongsang National University,  
Tongyeong 650-160, Korea

As a part of the investigation for utilizing pearl oyster by-products, a rapid salt-fermented pearl oyster using commercial enzyme was prepared and also examined on the characteristics. The salt-fermented pearl oyster prepared by optimal condition, which was prepared by mixing of minced pearl oyster, 15% salt, and 1% Protamex<sup>®</sup> and fermented for 4 weeks, was superior in hydrolysis degree (28.7%) and ACE inhibitory activity (92.6%) to salt-fermented pearl oyster prepared by other conditions, such as the use of whole tissue, different enzymes (Alcalase<sup>®</sup>, Neutrase<sup>®</sup> and Flavourzyme<sup>®</sup>), different salt concentrations (20 and 25%), and different fermentation periods (2, 6 and 8 weeks). There were, however, some shortcomings with this product. It showed a dark green color and an unfavorable bitter taste. These shortcomings were improved by the addition of seasoning paste. The calcium and phosphorus contents of the seasoned salt-fermented pearl oyster were 64.2 mg/100 g and 71.6 mg/100 g, respectively, and the calcium content based on phosphorus was a good ratio for absorbing calcium. The total amino acid content of the seasoned and salt-fermented pearl oyster was 7,054 mg/100 g and the major amino acids were aspartic acid (555.1 mg/100 g), glutamic acid (1,131.2 mg/100 g), alanine (658.2 mg/100 g), and lysine (695.5 mg/100 g). The seasoned salt-fermented pearl oyster, along with angiotensin I converting enzyme (ACE) inhibitory activity (98.3%), also showed a recognizable level (87.5%) of anti-oxidative activity.

Key words: *Pinctada fucata martensii*, Pearl oyster, Byproducts, Salt-fermented pearl oyster, Salt-fermented fish

#### 서 론

진주조개, *Pinctada fucata martensii*는 수심 5-10 m 정도의 암초에 착생하며, 주로 우리나라 거제도 및 일본 남부지방에 소규모로 자연 서식한다(Yoo et al., 1986). 이와 같은 자연산 진주조개나 인공부화한 진주조개는 생식선에 구멍을 뚫고, 핵과 외투막을 4-9 mm<sup>2</sup>으로 자른 절편을 넣어 양식하는 경우 보석 진주를 얻을 수 있다. 이러한 이유로 인해 통영 인근해역에서는 보석 진주를 채취할 목적으로 양식을 시도하여 고급 보석 진주의 원주를 얻는데 성공한 바 있어, 앞으로 그 생산량은 더욱 증가할 추세이다. 또한, 보석 진주의 생산량이 증가할수록 폐기되는 진주조개 육도 증가하리라 추측된다. 또한 진주조개 육은 진주원주 채취 시 일정한 형의 유지가 어려워 육 형상의 유지가 요구되는 조미제품 및 통조림과 같은 제품의 이용에 제한을 받아, 일부만이 사료로 이용될 뿐, 대부분이 폐기되어 환경오염의 주원인 물질로 되고 있다. 하지만, 진주조개 육은 일반 패류인 굴, 조개류와 같이 건강 기능성 성분인

glycogen이 풍부하고, 혈장 중 콜레스테롤의 증가를 억제하는 작용을 가지고 있는 타우린과 베타인(Cho et al., 2000)이 풍부하면서 glutamic acid와 같이 감칠맛 성분(Moon et al., 2003)이 다량 함유되어 있어 우수한 수산가공 자원이다. 그러나 현재 진주조개 육에 관한 연구로는 식품소재로서 영양 특성 조사에 관한 것이 있을 뿐이다(Nakajima et al., 1990).

한편, 젓갈은 어패류의 육, 내장, 생식소 등에 식염을 가하여 부패를 억제하면서 자가소화 및 미생물의 작용에 의하여 원료를 적당히 분해, 숙성시킨 우리나라 전통 수산발효식품(Lee et al., 1986; Lee, 1989)으로 원료의 일정한 형의 유지가 필요 없다는 장점이 있는 반면 장시간 숙성 등으로 모양이 정갈하지 못하다는 단점도 있어 상업적 이용을 위해 이의 개선이 요구된다. 그러나, 젓갈의 큰 단점으로 거론되는 이와 같은 단점은 상업적 효소로 원료를 숙성 분해한 다음 쓴맛과 정갈하지 못한 외관의 경우 조미 등에 의해 개선할 수 있으리라 판단된다.

본 연구에서는 진주 원주를 채취한 후, 폐기되는 진주조개 육을 숙성 조미 진주조개 젓갈의 소재로 이용하기 위한 일련

\*Corresponding author: minsheu@gsnu.ac.kr

의 연구로서 진주조개 육과 시판 상용 효소를 이용한 숙성 진주조개 젓갈의 숙성조건에 대하여 살펴보고, 아울러 외관과 쓴맛 개선을 위한 숙성 조미 진주조개 젓갈의 조미를 시도한 다음, 이의 특성에 대하여도 살펴보았다.

## 재료 및 방법

### 재 료

진주조개(*Pinctada fucata martensii*)는 2004년 11월 경남 통영시 소재의 (주)대덕 진주에서 구입하여 동결저장(-25℃)하여 두고 실험에 사용하였다. 효소처리 젓갈 제조용으로 상업적 효소는 Novozymes A/S사(Denmark)의 제품 Alcalase®(2.4 L, 55-70℃, pH 6.5-8.5), Neutrase®(0.8 L, 45-55℃, pH 6.0), Protamex®(1.5 MG, 40℃, pH 6.0-7.0) 및 Flavourzyme®(500 MG, 50℃, pH 7.0)을 사용하였다.

### 진주조개 젓갈의 제조

육의 마쇄 유무에 따른 젓갈의 제조조건 구명을 위하여, 미마쇄 육(진주조개 육 자체) 및 마쇄한 육에 식염 25%와 효소(육 단백질에 대하여 1%)를 첨가하고 혼합한 후, 4주간 숙성(22±2℃)시켜 진주조개 젓갈을 실험에 사용하였다. 그리고 첨가 효소의 종류에 따른 젓갈의 제조 조건 구명을 위한 시료는 진주조개 마쇄육에 대하여 식염 15%와 진주조개 단백질에 대하여 1%에 해당하는 시판 상용 효소(Alcalase®, Neutrase®, Protamex® 및 Flavourzyme®)를 첨가 및 혼합한 후, 4주간 숙성(22±2℃)시켜 제조한 다음 실험에 사용하였다. 또한, 식염농도에 따른 젓갈의 제조 조건 구명을 위한 시료는 진주조개 마쇄육에 대하여 여러 가지 식염농도(15%, 20% 및 25%)와 진주조개 단백질에 대하여 1%에 해당하는 Protamex를 첨가 및 혼합한 후 4주간 숙성(22±2℃)시켜 실험에 사용하였다. 숙성기간에 따른 젓갈의 제조 조건 구명을 위한 시료는 진주조개 마쇄육에 대하여 식염 15%와 진주조개 단백질에 대하여 1%에 해당하는 Protamex를 첨가 및 혼합한 후 숙성(22±2℃)기간을 달리하여 제조한 다음 실험에 사용하였다.

### 조미 진주조개 젓갈의 제조

조미 진주조개 젓갈은 숙성 진주조개 젓갈(진주조개를 마쇄한 다음, 15% 식염과 1% Protamax를 가하고, 실온에서 4주간 숙성)의 관능적 기호도와 쓴맛을 개선하기 위하여 숙성젓갈 60%와 조미원료는(멸치액젓, 27.3%; 마늘, 19.3%; 생강, 3.3%; 설탕, 8.3%; 식염, 4.7%; 고춧가루, 25.6% 및 참쌀풀, 9.6%로 조제) 40%를 혼합하여 제조하였다.

### 가수분해율

TCA 가용성 질소량의 측정을 위한 시료는 일정량의 젓갈에 최종 TCA농도가 10%가 되게 20% TCA용액을 가하여 균질화(15 min) 및 여과하는 조작을 2회 반복 실시한 다음, 여과액을 정용(50 mL)하여 조제하였다. 이어서, 가수분해율을 semi-

micro Kjeldahl법(AOAC, 1990)으로 10% TCA 가용성 질소량 및 진주조개 젓갈의 총 질소량을 각각 측정하여 다음 식으로부터 계산하였다.

Degree of Hydrolysis (%)=

$$\frac{\text{Content of 10\% TCA soluble nitrogen}}{\text{Content of Total nitrogen}} \times 100$$

### 일반성분, 총 아미노산 및 무기질

일반성분은 AOAC (1990)에 따라, 수분은 상압가열건조법, 조단백질은 semi-micro Kjeldahl법으로 질소를 정량한 후 질소계수(6.25)를 이용하여 계산하였고, 조지방은 Soxhlet법, 회분은 건식 회화법으로 측정하였다. 그리고 탄수화물은 100에서 일반성분의 조성을 뺀 값으로 하였다.

구성아미노산 분석을 위한 시료는 일정량의 젓갈(약 50 mg)에 6 N 염산 2 mL를 가하고, 밀봉한 다음, 이를 heating block에서 가수분해(110℃, 24시간)한 후 glass filter로 여과 및 감압건조하였다. 이어서 감압건조물을 구연산나트륨 완충액(pH 2.2)으로 정용한 후, 이의 일정량을 아미노산 자동분석기(Biochrom 20, Biochrom Ltd., England)로 분석 및 정량하였다.

무기질 정량은 Tsutagawa et al. (1994)의 방법으로 질산을 이용하여 유기질을 습식분해한 후 inductively coupled plasma spectrophotometer (ICP, Atomscan 25, Thermo Electron Co., Waltham, MA)로 분석하였다.

### ACE 저해능, 항균성 및 항산화성

ACE 저해능은 Horiuchi et al. (1982)의 방법으로 전 처리한 후 Zorbax 300SB C<sub>8</sub> column (i.d. 4.6×150 mm, Hewlett Packard Co., USA)이 장착된 HPLC (LC-10Avp, Shimadzu, Japan)로 분석하였다.

항균성은 *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes* 및 *Bacillus cereus*와 같은 Gram positive 3종, *Salmonella typhimurium*, *Escherichia coli* 및 *Vibrio parahaemolyticus*와 같은 Gram negative 3종, 총 6균주를 실험에 이용하여 paper disc 방법으로 측정하였고, disc주위에 생성된 clear zone의 직경(mm)으로 나타내었다.

항산화능은 ferric thiocyanate법(Chan et al., 1995; Mitsuda et al., 1996)으로 측정하였다. 자동산화율 유도하기위한 반응혼액은 5 mL tube에 0.25 mL의 젓갈로부터 유리한 액즙, 0.25 mL의 탈이온수, 1 mL의 0.1 M sodium phosphate buffer (pH 7.0), 그리고 1 mL의 50 mM linoleic acid/ethanol을 각각 넣어 혼합하여 제조하였다. 이렇게 해서 생성된 과산화물 50 μL를 취하여 동량의 20 mM ferrous chloride solution와 3분간 혼합한 후, spectrophotometer (UV-1601, Shimadzu Co., Japan)로 흡광도(500 nm)를 측정하였다. 그리고 항산화능은 다음 식으로부터 계산하였다.

Anti-oxidative activity (%)=

$$\left(1 - \frac{\text{Sample absorbance}}{\text{Control absorbance}}\right) \times 100$$

관능검사 및 통계처리

관능검사는 색조, 조직감 및 맛에 잘 훈련된 7인의 panel을 구성하고 기준점을 3점으로 하여 이보다 우수한 경우 4, 5점을, 이보다 못한 경우 1, 2점으로 하는 5단계 평점법으로 상대 평가하여 이를 평균값으로 나타내었다. 그리고, 실험결과 및 관능검사결과에 대하여 ANOVA test를 이용하여 분산분석한 후, 유의성이 인정되는 경우 Duncan의 다중위 검정으로 최소 유의차 검정(5% 유의수준)을 실시하였다(Steel and Torrie, 1990).

결과 및 고찰

마쇄 유무에 의한 젓갈의 가수분해율 및 ACE 저해능  
미마쇄 육 및 마쇄한 육에 식염 25%와 상업용 효소 Flavourzyme(육 단백질에 대하여 1%)을 첨가 및 혼합한 후, 4주간 숙성(22±2℃)시켜 제조한 젓갈의 가수분해율 및 ACE 저해능은 Fig. 1과 같다. 진주조개 육의 마쇄 여부에 따른 젓갈의 가수분해율은 마쇄한 것이 20.9%로, 미마쇄한 것의 16.4%에 비하여 4.5%가 높았고, ACE 저해능은 마쇄한 것이 59.1%로, 미마쇄한 것의 44.4%에 비하여 14.7%가 높아, 마쇄에 의한 가수분해 및 ACE 저해능의 개선 효과가 인정되었다. 이와 같은 결과는 마쇄에 의하여 첨가한 상업적 효소의 접촉 면적이 넓어져 ACE 저해능을 가지는 유용 peptide를 위주로 한 가수분해물의 산생이 많아졌기 때문이라 판단되었다. Kim et al. (1999)은 마쇄한 멸치와 전 어체를 사용한 멸치 젓갈의 가수분해 속도를 비교하여 전 어체를 사용한 것에 비하여 마쇄한 것이 숙성 초기에 상당히 빠른 가수분해도를 보였는데, 이는 마쇄로 인하여 내장의 효소가 육 단백질에 대한 접촉 표면적이 넓어졌기 때문이라고 보고한 바 있다. 따라서 가수분해율 및 ACE 저해능의 결과로 고려한다면 진주조개 젓갈의 제조 시 마쇄하여 제조하는 것이 숙성 속도 및 건강 기능성 면에서 보다 효과적이라고 판단되었다.

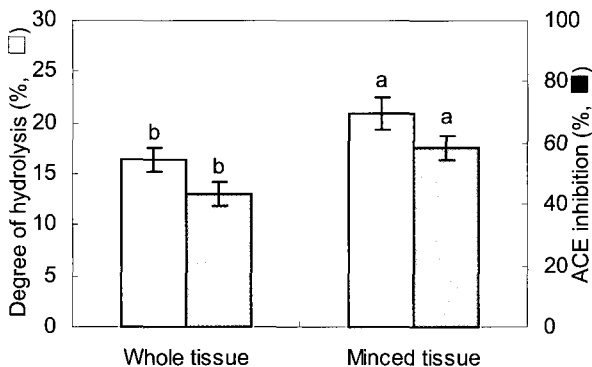


Fig. 1. Degree of hydrolysis and angiotensin I converting enzyme (ACE) inhibitory activity of salt-fermented pearl oyster with Flavourzyme and 25% salt for 4 weeks as affected by mincing of tissue. Means in the same color bars with the different letters are significantly different (p<0.05).

첨가효소 종류에 따른 젓갈의 가수분해율 및 ACE 저해능

진주조개 마쇄 육에 대하여 15% (w/w) 식염과 육 단백질에 대하여 1% (w/w)에 해당하는 여러 가지 시판 상용 효소 (Alcalase, Neutrase, Protamex 및 Flavourzyme)를 첨가 및 혼합한 후, 4주간 숙성(22±2℃)시켜 제조한 젓갈의 가수분해율 및 ACE 저해능은 Fig. 2와 같다. 효소첨가 진주조개 젓갈의 가수분해율은 Protamex첨가 젓갈이 28.7%로 가장 높았고, 다음으로 Flavourzyme첨가 젓갈(22.7%) 및 Neutrase첨가 젓갈(22.5%) 등의 순이었으며, Alcalase첨가 젓갈이 20.2%로 가장 낮았다. 하지만, Flavourzyme첨가 젓갈 및 Neutrase첨가 젓갈 간에는 5% 유의수준에서 차이가 인정되지 않았다. 가수분해율은 첨가한 효소의 종류에 관계없이 효소첨가 젓갈이 무첨가 젓갈에 비하여 4.5-13.0% 범위에서 높았다. 이와 같이 효소의 종류에 따른 가수분해율의 차이는 본 실험에서 사용한 효소의 최적 온도 및 pH의 차이 때문이라 판단되었다(Kim et al., 1999).

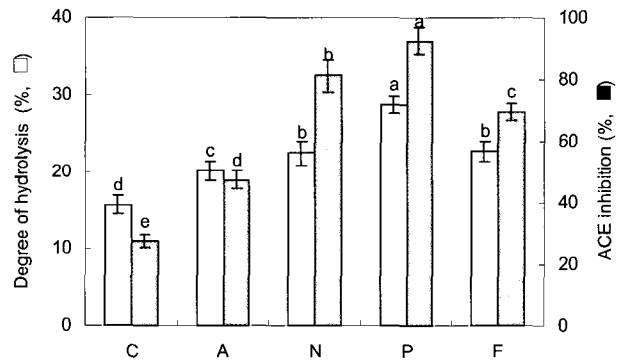


Fig. 2. Degree of hydrolysis and angiotensin I converting enzyme (ACE) inhibitory activity of salt-fermented pearl oyster with 15% salt for 4 weeks as affected by various enzymes. C, salt-fermented pearl oyster without enzyme; A, alcalase; N, neutrase; P, protamex; F, flavourzyme. Means in the same color bars with the different letters are significantly different (p<0.05).

효소첨가 진주조개 젓갈의 ACE 저해능은 Protamex첨가 젓갈이 92.6%로 가장 높았고, 다음으로 Neutrase첨가 젓갈(80.6%) 및 Flavourzyme첨가 젓갈(69.1%)의 순이었으며, Alcalase첨가 젓갈이 48.5%로 가장 낮았다. 첨가 효소의 종류에 관계없이 효소첨가 젓갈은 무첨가 젓갈에 비하여 ACE 저해능 면에서 개선효과가 인정되었고, 효소 첨가 젓갈 중에서는 Protamex첨가 젓갈이 가장 우수하였다. 시판 효소의 첨가에 따른 진주조개 젓갈의 ACE 저해능은 대체로 가수분해율과 같은 경향을 나타내어, 가수분해율이 우수한 것이 ACE 저해능도 우수한 경향을 나타내었다. 하지만, 진주조개 젓갈의 가수분해율은 Flavourzyme으로 처리한 젓갈과 Neutrase로 처리한 젓갈 간에 큰 차이가 없었으나, ACE 저해능의 경우 Neutrase로 처리한 젓갈이 Flavourzyme으로 처리한 젓갈에

비하여 11.5%가 높아 차이가 있었다. 이와 같이 Neutrase로 처리한 것갈과 Flavourzyme으로 처리한 것갈 간에 가수분해율은 거의 차이가 인정되지 않으나, ACE 저해능에 있어 상당한 차이를 나타내는 것은 이들 효소의 기질 특이성이 달라, 제조된 peptide의 사슬 길이, 구성아미노산의 배열 등에 있어 차이가 컸었기 때문이라 판단되었다(Yeum et al., 1993). 한편, Lee et al. (1998)은 상업용 단백질분해효소에 의한 멸치육 가수분해물의 ACE 저해효과는 Protamex에 의한 가수분해물의 경우 가장 높은 것으로 나타났다고 보고한 바 있고, Kim et al. (2002, 2005) 및 Lee et al. (2001)은 ACE 저해활성이 사용된 효소의 종류에 따라 다소 차이가 있으나, 대체로 효소를 첨가하지 않은 대조시료보다 월등히 높았다고 보고한 바 있다. 이는 상업적 효소가 자가소화 효소에 비해 ACE 저해효과를 갖는 다양한 peptide를 생성하였기 때문으로 판단되었다.

이상의 첨가 효소 종류에 따른 진주조개 것갈의 가수분해율 및 ACE 저해능으로 미루어 보아 기능성을 고려한 진주조개 것갈을 제조하기 위하여는 효소를 첨가하여 제조하는 것이 타당하리라 판단되었고, 상업적 효소 중에는 Protamex를 사용하는 것이 가장 적절하다고 판단되었다.

식염농도에 따른 것갈의 가수분해율 및 ACE 저해능

진주조개 마쇄 육에 대하여 여러 가지 식염농도(15%, 20% 및 25%)와 육 단백질에 대하여 1%에 해당하는 Protamex를 첨가 및 혼합한 후, 4주간 숙성(22±2℃)시켜 제조한 것갈의 가수분해율 및 ACE 저해능은 Fig. 3과 같다. 효소첨가 진주조개 것갈의 가수분해율은 식염농도 15%로 제조한 것갈이 28.7%를 나타내었고, 이후 첨가 식염농도가 증가할수록 감소하는 경향을 나타내어, 25% 첨가한 진주조개 것갈의 경우 22.5%에 불과하였다. 한편, Lee et al. (1993)은 우렁쉥이 것갈 제조를 위해 Papain과 Protease-A를 0.1% 첨가하여 식염 농도를 달리 하여(5%, 10%, 15%) 숙성시킨 결과 식염농도가 높을수록 아미노질소 생성이 낮았다고 보고한 바 있고, 또한 Oh et al. (2000)

은 오징어에 염 농도(5, 7, 9%)를 달리하여 첨가한 다음, 숙성기간에 따른 아미노태 질소량을 살펴본 결과 숙성기간에 관계없이 고농도의 식염을 첨가한 시료구가 아미노 질소 함량이 낮았다고 보고하여, 이들 두 보고 모두 본 실험의 결과와 잘 일치하였다. 효소첨가 진주조개 것갈의 ACE 저해능은 식염농도 15%로 제조한 것갈이 가장 높아 92.6%를 나타내었고, 다음으로 식염농도 20%로 첨가하여 제조한 것갈(77.8%)의 순이었으며, 식염농도 25%로 첨가하여 제조한 것갈이 72.2%로 가장 낮았다. 이와 같은 경향은 식염의 첨가량이 증가할수록 효소활성이 저하하여 기능성에 관여하는 peptide의 생성이 적었기 때문이라 판단되었다(Lee et al., 1996; Kim et al., 1999).

이상의 식염농도에 따른 것갈의 가수분해율과 ACE 저해능의 결과로 미루어 보아 진주조개 것갈의 제조 시 최적 식염첨가량은 15%로 판단되었다.

숙성기간에 따른 것갈의 가수분해율 및 ACE 저해능

진주조개 마쇄 육에 대하여 15% 식염과 육 단백질에 대하여 1%에 해당하는 Protamex를 첨가 및 혼합한 후 숙성(22±2℃)기간을 달리하여 제조한 것갈의 가수분해율 및 ACE 저해능은 Fig. 4와 같다. 효소첨가 진주조개 것갈의 가수분해율은 숙성 2주째에 20.5%를 나타내었고, 4주째에 28.7%를 나타내었으며, 이후 아주 완만한 증가를 하여 8주째에 29.5%를 나타내었다. 그러나 진주조개 것갈의 숙성 4주 이후 가수분해율은 5% 유의 수준에서 차이가 인정되지 않았다. 효소첨가 진주조개 것갈의 ACE 저해능은 숙성 2주째에 66.7%를 나타내었고, 4주째에 92.6%를 나타내어 최대치에 도달하였으며, 이후에는 5% 유의 수준에서 차이가 없는 아주 완만한 감소를 하여 숙성 8주째에 90.4%를 나타내었다. 이와 같이 4주 이후에 진주조개 것갈의 ACE 저해능이 차이가 없거나 또는 서서히 감소하는 것은 4주 숙성으로 생성된 ACE 저해 peptide가 과도한 분해로 인해 고분자 단백질로부터 ACE 저해능을 나타내는 새로운 형태의 peptide가 생성되기 보다는 이미 생성된 ACE 저해능을 가진 peptide가 유리아미노산 또는 이보다 저분자로 분해되어 ACE 저해능

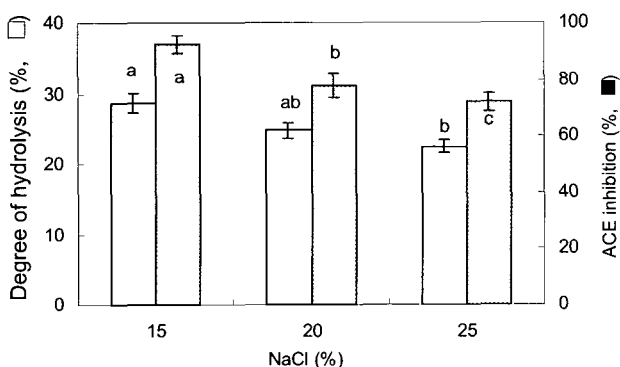


Fig. 3. Degree of hydrolysis and angiotensin I converting enzyme (ACE) inhibitory activity of salt-fermented pearl oyster with Protamex as affected by salt concentrations. Means in the same color bars with the different letters are significantly different (p<0.05).

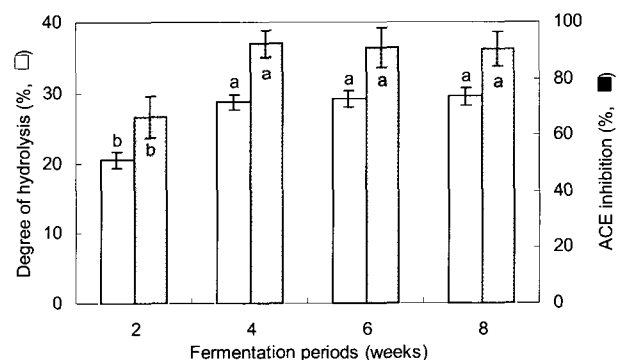


Fig. 4. Degree of hydrolysis and angiotensin I converting enzyme (ACE) inhibitory activity of salt-fermented pearl oyster with Protamex and 15% salt as affected by fermentation periods. Means in the same color bars with the different letters are significantly different (p<0.05).

이 상실되었기 때문이라 판단되었다. 한편, Park et al. (2000)은 젓갈종류 별로 첨가하여 20℃, 10℃ 및 4℃에서 각각 숙성시키면서 제조한 김치의 ACE 저해능은 젓갈류에 따라 다소 차이가 있었으나, 대체로 숙성 온도 20℃에서 숙성 2일, 10℃에서는 숙성 4-6일 및 4℃에서는 숙성 21일까지 증가한 후 일정한 수준을 유지하였다고 보고한 바 있다. 그리고 Yeum et al. (1992, 1993)은 어육 및 식품 단백질을 8시간 가수분해하였을 때까지는 ACE 저해효과가 급격히 증가하였으나, 그 후 완만한 증가를 하였다고 보고한 바 있다. 이상의 숙성 중 진주젓갈의 가수분해율 및 ACE 저해능으로 미루어 보아 상업적 효소 첨가에 의한 진주 젓갈의 최적 숙성기는 4주로 판단되었다.

이상의 결과로부터 기능성 진주조개 젓갈은 진주조개 육을 마쇄한 후 15% 식염과 1% Protamex를 혼합한 다음 4주간 숙성시켜 제조하는 것이 가장 적절하리라 판단되었다.

**조미 진주조개 젓갈의 관능 특성**

무조미 및 조미 진주조개 젓갈의 향, 색조 및 맛에 대한 관능검사의 결과는 Table 1과 같다. 무 조미 진주조개 젓갈의 관능평가는 향의 경우 좋으나, 맛과 색조의 경우 쓴맛과 압축색을 가지고 있어 개선이 필요하다고 판단되었다. 하지만 쓴맛과 정갈하지 못한 외관의 개선을 위해 조미 페이스트로 조미하는 경우 맛과 색조에 있어 완전히 개선 효과가 인정되었다. 조미에 의해 무조미 진주조개 젓갈의 쓴맛의 개선은 당의 첨가에 의해 단맛의 부여 뿐 만이 아니라, 맛의 상승과 더불어 쓴맛의 억제 효과를 나타내었기 때문이라 판단되었고 (Kim and Sung, 1985), 색조 개선은 조미 페이스트 고유의 선홍색에 의한 영향이라 판단되었다.

Table 1. Results in sensory evaluation of unseasoned and seasoned salt-fermented pearl oyster with Protamex

| Items      | Salt-fermented pearl oyster |                         |
|------------|-----------------------------|-------------------------|
|            | Unseasoned                  | Seasoned                |
| Color      | 3.0                         | 4.5±0.4 <sup>1)</sup> * |
| Flavor     | 3.0                         | 3.3±0.5*                |
| Bitterness | 3.0                         | 3.8±0.5*                |

<sup>1)</sup>Values are the mean±standard deviation of seven evaluation.  
\*Means with symbol within same row are significantly different (p<0.05).

**조미 진주조개 젓갈의 영양특성**

무조미 및 조미 진주조개 젓갈과 시판 바지락 젓갈의 일반 성분은 Table 2와 같다. 무조미 진주조개 젓갈의 일반성분은

Table 2. Proximate compositions of unseasoned and seasoned salt-fermented pearl oyster with Protamex (g/100 g)

| Salt-fermented shellfish |            | Moisture               | Protein | Lipid   | Ash      |
|--------------------------|------------|------------------------|---------|---------|----------|
| Pearl oyster             | Unseasoned | 75.5±0.2 <sup>1)</sup> | 7.0±0.1 | 0.7±0.1 | 15.1±0.2 |
|                          | Seasoned   | 71.3±0.2               | 7.8±0.0 | 0.8±0.2 | 15.7±0.2 |
| Baby clam                |            | 76.5±0.0               | 8.5±0.2 | 1.0±0.3 | 12.5±0.1 |

<sup>1)</sup>Values are the mean±standard deviation of three determinations.

수분의 경우 75.5%, 조단백질의 경우 7.0%, 조지방의 경우 0.7% 및 조회분의 경우 15.1%이었다. 조미양념으로 조미한 진주조개 젓갈의 경우 수분의 경우 약간 감소(71.3%)하였으나, 기타 조단백질(7.8%) 조회분(15.7%) 및 조지방(0.8%)의 경우 거의 변화가 인지되지 않았다. 이와 같이 무조미 진주조개 젓갈에 비하여 조미 진주조개 젓갈이 수분만 감소하였을 뿐 조단백질, 조지방, 조회분에 있어 거의 변화가 없는 것은 조미를 위하여 사용한 첨가물의 영향으로 주로 탄수화물이 증가하였기 때문이라 판단되었다. 시판 바지락 젓갈에 비하여 조미 진주조개 젓갈은 수분 및 조단백질은 약간 낮았고, 조회분의 경우 약간 높았으며, 지질의 경우 거의 변화가 없었다.

무조미 및 조미 진주조개 젓갈의 칼슘, 인, 마그네슘 및 칼륨과 같은 무기질 함량은 Table 3과 같다. 무조미 진주조개 젓갈 및 조미 진주조개 젓갈의 칼슘 및 인 함량은 각각 49.4 mg/100 g 및 64.8 mg/100 g과 64.2 mg/100 g 및 71.6 mg/100 g 으로 두 성분 모두 조미한 것이 조미하지 않은 것보다 약간 높았다. 이와 같이 조미 및 무조미 진주조개 젓갈 간에 칼슘 및 인의 함량 차이는 조미를 위해 첨가한 조미원료 때문이라 판단되었다. 대체로 칼슘의 성인 남자 1일 권장량(KNS, 2000)을 600 mg/100 g으로 볼 때 8.2% 및 10.2%에 해당하였다. 그러나 칼슘과 인의 비율이 1:2:2:1인 경우 흡수에 효과적이라는 보고(KNS, 2000; Kim and Kim, 2003)로 미루어 흡수율은 다소 높으리라 판단되었다. 또한, 마그네슘과 칼륨의 경우는 조미 제품(111.6 mg/100 g 및 284.0 mg/100 g) 및 무조미 제품(106.6 mg/100 g 및 281.8 mg/100 g) 간에 차이가 없었다.

Table 3. Mineral content of unseasoned and seasoned salt-fermented pearl oyster with Protamex (mg/100 g)

| Mineral | Salt-fermented pearl oyster |            |
|---------|-----------------------------|------------|
|         | Unseasoned                  | Seasoned   |
| Ca      | 49.4±2.5 <sup>1)</sup>      | 64.2± 2.8  |
| P       | 64.8±3.2                    | 71.6± 5.3  |
| Mg      | 106.6±5.8                   | 111.6± 7.2 |
| K       | 281.8±3.2                   | 284.0±10.5 |

<sup>1)</sup>Values are the mean±standard deviation of three determination.

조미 진주조개 젓갈의 구성아미노산 조성 및 함량은 Table 4와 같다. 조미 진주조개 젓갈의 총 아미노산 함량은 7,054 mg/100 g이었다. 주요 구성아미노산으로는 threshold value (Kato et al., 1989)가 아주 낮아 맛에 지대한 영향을 주는 산성 아미노산(Park et al. 1993)으로서 aspartic acid (555 mg/100

Table 4. Total amino acid (TAA) contents and composition of seasoned salt-fermented pearl oyster with Protamex

| Amino acids   | mg/100 g of sample         | g/100 g of TAA |
|---------------|----------------------------|----------------|
| Taurine       | 172.0 <sup>1)</sup> ± 3.70 | 2.4            |
| Aspartic acid | 555.1 ±11.96               | 7.9            |
| Threonine     | 312.9 ± 5.43               | 4.4            |
| Serine        | 282.8 ± 3.45               | 4.0            |
| Glutamic acid | 1131.2 ± 7.37              | 16.0           |
| Proline       | 414.1 ± 5.93               | 5.9            |
| Glycine       | 487.6 ± 1.81               | 6.9            |
| Alanine       | 658.2 ± 5.52               | 9.3            |
| Valine        | 407.9 ± 2.14               | 5.8            |
| Cysteine      | 125.4 ± 3.66               | 1.8            |
| Methionine    | 172.3 ± 3.56               | 2.4            |
| Isoleucine    | 299.8 ± 8.03               | 4.3            |
| Leucine       | 390.7 ±13.67               | 5.5            |
| Tyrosine      | 138.0 ± 4.23               | 2.0            |
| Phenylalanine | 204.8 ± 4.18               | 2.9            |
| Lysine        | 695.5 ±10.54               | 9.9            |
| Histidine     | 146.8 ± 6.48               | 2.1            |
| Arginine      | 458.4 ± 6.00               | 6.5            |
| Total         | 7,053.51                   | 100            |

<sup>1)</sup>Values are the mean±standard deviation of three determinations.

g, 7.9%)와 glutamic acid (1,131 mg/100 g, 16.0%), 지방족 중성 아미노산인 alanine (658.2 mg/100 g, 9.3%), 곡류를 주식으로 하는 우리나라 사람을 포함한 동양권 사람들에게 결핍되기 쉬운 lysine (695.5 mg/100 g, 9.9%) 등이 주성분이었고(Park et al., 1993; Lee et al., 1997), 이들 4종의 아미노산은 전체 아미노산의 43.1%를 차지하였다. 기능성 유리아미노산으로 널리 알려져 최근 각광을 받고 있는 taurine (172.0 mg/100 g, 2.4%)도 함유되어 있었다.

조미 진주조개 젓갈의 기능특성

조미 진주조개 젓갈의 ACE 저해능, 항산화성, 항균성은 Fig. 5와 같다. 조미 진주조개 젓갈의 ACE 저해능은 87.5%였으며, 항산화능은 원액의 경우 98.3%를 나타내었고, 5배 희석하여 사용한 경우에도 90.3%를 나타내어 아주 강력한 항산화 기능을 가지고 있었다. 이와 같은 진주조개 젓갈의 높은 건강 기능성은 진주조개 젓갈의 제조 시 Protamex에 의해 진주조개 육으로부터 생산된 건강 기능성 peptide와 더불어 고춧가루, 생강 및 마늘의 건강 기능성(Kim et al., 2005; Kim and Ahn, 1993; Ji et al., 1997) 때문이라 판단되었다. 그러나 항균성의 경우 gram positive 균인 *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, *Bacillus cereus*와 gram negative 균인 *Samonella typhimurium*, *Escherichia coli*, *Vibrio parahaemolyticus* 등에 대하여 모두 인정되지 않았다. 이상의 결과로 미루어 진주조개 젓갈로부터 항산화능과 고혈압 억제 등과 같은 건강 기능성을 기대할 수 있으리라 판단된다.

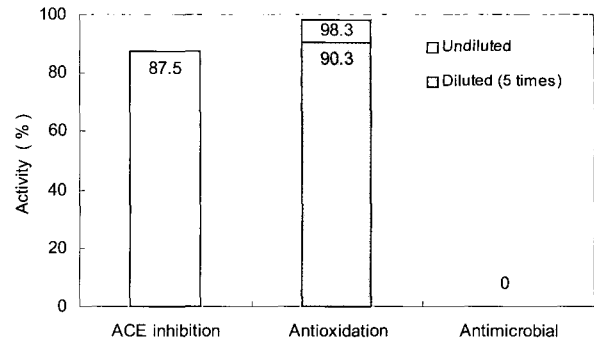


Fig. 5. Angiotensin I converting enzyme (ACE) inhibitory activity, antioxidative activity and antimicrobial activity of seasoned salt-fermented pearl oyster with Protamex.

감사의 글

본 연구는 2004년도 지역혁신 특성화 시범 사업(RIS)의 지원으로 수행된 결과이며, 이에 깊이 감사드립니다.

참고 문헌

AOAC. 1990. Official Method of Analysis. 12th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington DC, 69-74.

Chan, H.M., K. Muramoto and F. Yamaguchi. 1995. Structural analysis of antioxidative peptides from soybean  $\beta$ -conglycinin. J. Agric. Food Chem., 43, 574-578.

Cho, S.Y., D.S. Joo, S.H. Park, H.J. Kang and J.K. Jeon. 2000. Change of taurine content in squid meat during squid processing and taurine content in the squid processing waste water. J. Kor. Fish. Soc., 33, 51-54.

Horiuchi, M., K.I. Fujimura, T. Terashima and T. Iso. 1982. Method for determination of angiotensin-I converting enzyme activity in blood and tissue by high-performance liquid chromatography. J. Chromatogr., 233, 123-130.

Ji, W.D., M.S. Jeong, H.C. Chung and Y.G. Chung. 1997. Antimicrobial activity and distilled components of garlic (*Allium sativum* L.) and ginger (*Zingiber officinale* Roscoe). Agric. Chem. Biotechnol., 40, 514-518.

Kato H., M.R. Rhue and T. Nishimura. 1989. Role of free amino acids and peptides in food taste. In: Flavor Chemistry: Trends and Developments. American Chemical Society, Washington, D.C., 158-174.

Kim I.S., Y.J. Choi, M.S. Heu, Y.J. Cho, Y.S. Im, Y.S. Gu, S.G. Yeo and J.W. Park. 1999. Peptide properties of rapid salted and fermented anchovy sauce using various proteases. 1. Hydrolysis of anchovy sauce and actomyosin by various proteases. J. Kor. Fish

- Soc., 32, 481-487.
- Kim, D.S., D.C. Park and J.R. Do. 2002. Angiotensin I converting enzyme inhibitory activity of krill (*Euphausia superba*) hydrolysate. J. Fish. Sci. Technol., 5, 21-27.
- Kim, E.J. and M.S. Ahn. 1993. Antioxidative effect of ginger extracts. Kor. J. Soc. Food Sci., 9, 37-42.
- Kim, K.J., J.R. Do and H.K. Kim. 2005. Antimicrobial, antihypertensive and anticancer activities of garlic extracts. Kor. J. Food Sci. Technol., 37, 228-232.
- Kim, O.H. and E.S. Kim. 2003. A study on the mineral content of calcium-fortified foods in Korea. J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr., 32, 96-101.
- Kim, W.J. and H.S. Sung. 1985. Effects of temperature and sugar addition on the flavor of ginseng tea. Kor. J. Food Sci. Technol., 17, 304-310.
- Kim, Y.M., J.R. Do, J.P. In and J.H. Park. 2005. Angiotensin I converting enzyme (ACE) inhibitory activities of laver (*Porphyra tenera*) protein hydrolysates. Kor. J. Food Nutr., 18, 11-18.
- Lee, C.H. 1989. Fish fermentation technology. Kor. J. Appl. Microbiol. Bioeng., 17, 645-654.
- Lee, C.H., E.H. Lee, M.H. Lim, S.H. Kim, S.K. Chae, K.W. Lee and K.H. Koh. 1986. Characteristics of korean fish fermentation technology. Kor. J. Diet. Cult., 1, 267-279.
- Lee, D.S., M.S. Heu, D.S. Kim and J.H. Pyeun. 1996. Some properties of the crude proteases from fish for application in seafood fermentation industry. J. Kor. Fish. Soc., 29, 309-319.
- Lee, H.O., D.S. Kim, J.R. Do and D.Y. Kwan. 2001. Separation and purification of angiotensin-I converting enzyme inhibitory peptides from laver hydrolysate. J. Kor. Fish. Soc., 34, 164-172.
- Lee, K.H., H.S. Cho, H.D. Lee, M.G. Kim, Y.J. Cho, J.S. Suh and D.S. Kim. 1993. Utilization of ascidian, *Halocynthia roretzi*. 6. Processing and quality evaluation of fermented ascidian (II). Bull. Kor. Fish. Soc., 26, 330-339.
- Lee, T.G., Y.B. Park, D.C. Park, D.M. Yeum, I.S. Kim, Y.S. Gu, Y.H. Park and S.B. Kim. 1998. Angiotensin converting enzyme inhibitory activity in enzymatic hydrolysates of anchovy muscle protein. J. Kor. Fish. Soc., 31, 875-881.
- Mitsuda, H., K. Yasumoto, and K. Iwami. Antioxidative action of indole compounds during the autoxidation of linoleic acid. Eiyoto Shokuryo., 19, 210-214.
- Moon, J.H., J.T. Kim, S.T. Kang, J.H. Hur and K.S. Oh. 2003. Processings and quality characteristics of flavoring substance from the short-neck clam, *Tapes philippinarum* J. Kor. Fish. Soc., 36, 210-219.
- Nakajima, S., R. Kawano, K. Matsushita and T. Tsuchiya. 1990. Studies on nutritive values of pearl oyster proteins. Nippon Suisan Gakkaishi, 56, 941-945.
- Oh, S.C., J.S. Cho and H.Y. Nam. 2000. Changes of the volatile basic nitrogen and free amino acids according to the fermentation of low salt fermented squid. Kor. J. Sci. Food Sci., 16, 173-18.
- Park Y.H., S.B. Kim and D.S. Chang. 1997. Seafood Processing and Utilization: Hyungsul Publish Co. Seoul, 1-114.
- Park, D.C., J.H. Park, Y.S. Gu, J.H. Han, D.S. Byun, E.M. Kim and S.B. Kim. 2000. Effects of salted-fermented fish products and their alternatives on angiotensin converting enzyme inhibitory activity of Kimchi during fermentation. Kor. J. Food Sci. Technol., 32, 920-927.
- Raksakulthai, R. and N.F. Haard. 2001. Purification and characterization of a carboxypeptidase from squid hepatopancreas. J. Agric. Food Chem., 49, 5019-5030.
- Steel, R.G.D. and J.H. Torrie. 1980. Principle and Procedures of Statistics. 1st ed., McGraw-Hill Kogakusha, Tokyo, 187-221.
- KNS (Korean Nutrition Society). 2000. Recommended Dietary Allowances for Koreans, 7th revision. Choonang Publishing Co., Seoul, Korea, 160-171.
- Tsutagawa, Y., Y. Hosogai and H. Kawai. 1994. Comparison of mineral and phosphorus contents of muscle and bone in the wild and cultured horse mackerel. J. Food Hyg. Soc. Japan, 34, 315-318.
- Yeum, D.M., S.B. Roh, T.G. Lee, S.B. Kim and Y.H. Park. 1993. Angiotensin-I converting enzyme inhibitory activity of enzymatic hydrolysates of food proteins. J. Kor. Soc. Food Nutr., 22, 226-233.
- Yeum, D.M., T.G. Lee, H.S. Byun, S.B. Kim and Y.H. Park. 1992. Angiotensin-I converting enzyme inhibitory activity of enzymatic hydrolysates of mackerel muscle protein. Bull. Kor. Fish. Soc., 25, 229-235.
- Yoo, S.K., Y.J. Chang and H.S. Lim. 1986. Growth comparison of pearl oyster, *Pinctada fucata* between the two culturing areas. Bull. Kor. Fish. Soc., 19, 593-598.

---

2005년 11월 4일 접수  
2006년 2월 17일 수리