

## *B. subtilis* JM3 Protease로 제조한 멸치액젓의 품질특성

박종혁<sup>1</sup> · 유상권<sup>2</sup> · 김영명<sup>3</sup> · 김동수<sup>3</sup> · 김상무<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>전북생물산업진흥원  
<sup>2</sup>강릉대학교 해양생명공학부  
<sup>3</sup>한국식품연구원

## Quality Characteristics of Accelerated Anchovy Sauce Manufactured with *B. subtilis* JM3 Protease

J.H. Park<sup>1</sup>, S.G. You<sup>2</sup>, Y.M. Kim<sup>3</sup>, D.S. Kim<sup>3</sup> and S.M. Kim<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Jeonbuk Bioindustry Development Institute, Jeonbuk 561-360, Korea

<sup>2</sup>Faculty of Marine Bioscience and Technology, Kangnung National University, Gangneung 210-702, Korea

<sup>3</sup>Korea Food Research Institute, Seongnam 463-746, Korea

### Abstract

*B. subtilis* JM3 protease from naturally fermented anchovy sauce was purified in 40~60% ammonium sulfate fraction. In order to accelerate the fermentation of anchovy sauce, 2% and 4% of crude *B. subtilis* JM3 protease were added to 6 month-fermented anchovy sauces, respectively and then the various quality characteristics such as pH, lactic acid, amino-nitrogen, VBN, browning and hydrolysis degree, VBN, and sensory evaluation were analyzed at different storage times. pH was constant during storage time in all samples, whereas lactic acid contents of anchovy sauces hydrolyzed by 2% and 4% proteases were higher than that of control. The amino-nitrogen and volatile basic nitrogen contents of anchovy sauce with 2% and 4% proteases were twice higher than those of control. Anchovy sauces with 2% and 4% protease increased the hydrolysis rate by 27% and 32%, respectively. Browning degree of anchovy sauce with 4% was higher than those of 2% and control. Anchovy sauce with 2% and 4% proteases was good in sensory evaluation of color, aroma, and taste attributes.

**Key words:** *B. subtilis* JM3 protease, anchovy sauce, quality characteristics

### 서 론

어간장(액젓)은 어패류에 고농도(약 25~30%)의 식염을 첨가하여 부패를 억제하면서 자가소화 및 미생물에 의해 육을 분해·숙성시킨 액상의 전통 수산발효식품으로서, 주로 동남아시아 및 지중해 연안에서 널리 이용되고 있는 식품이며, 우리나라는 주로 액젓형태로 이용되고 있는 천연조미료이다(1). 어간장은 어체내의 단백분해효소 및 미생물이 분비하는 효소의 작용으로 생성된 저분자 peptide 및 아미노산과 숙성 중에 일어나는 여러 가지 화학변화에 의하여 독특한 풍미를 가지며, 이용되는 원료와 제조방법에 따라 명칭과 종류도 다양하다. 세계적으로 생산되고 있는 어간장은 나라마다 독특한 제법 및 이름이 있는데, 액젓(한국), 魚路(중국), Shottsuru(일본), Nampla(태국), Tuktrey(캄보디아), Nucoman(태국, 캄보디아, 베트남, 라오스), Bellachan과 Budu(말레이시아), Ngapi(미얀마), Patis 및 Bagoong(필리핀), Trassikan 및 Ketjapikan(인도네시아), Colombocure(인도

및 파키스탄), Garos(그리스), Pissala(프랑스), Tidbit(스칸디나비아), anchovy sauce(남미) 등이 있으며(2), 중요한 단백질 공급원의 하나로 이용되고 있는 식품이다. 그러나 어간장의 독특한 풍미나 잠재적 이용가치에도 불구하고, 고식염농도, 장기간의 숙성, 유통과정 중 색택의 변화, 침전물 생성 및 어취 때문에 소비자들은 대두 간장을 선호하고 있다. 어간장에 대한 연구로는 Shottsuru의 미생물(3), 정어리 어간장 제조공정 개선(4), 정어리 잔사(5), 크릴(6), 말쥐치 잔사(7), 대구피 젤라틴(8), 가다랑어 잔사(9), 고등어 가공잔사(10) 등을 원료로 이용한 어간장에 대한 연구가 보고되어있다. 그리고 어간장의 제조공정을 단축하기 위한 연구로는 koji를 첨가한 숙성멸치(11,12) 및 숙성정어리(4) 간장제조가 있으며, 효소를 첨가한 연구로는 capelin(13), horse mackerel(14), ikanbilis(15), herring(16) 어간장 등이 있으나, 숙성 중 쓴맛 및 어취성분이 남아있어 상품화하지는 못하고 있는 실정이다. 한편, Pyeun 등(17), Cho 등(18) 및 Lee 등(19)은 멸치육의 사후변화 및 자가소화에는 trypsin보다

\*Corresponding author. E-mail: smkim@kangnung.ac.kr  
Phone: 82-33-640-2343. Fax: 82-33-640-2340

는 cathepsin L 및 chymotrypsin의 단백분해 활성이 더 깊이 관여한다고 보고하였다. 또한 액젓 제조시 첨가하는 25~30%에 해당하는 다량의 염은 극히 일부의 미생물을 제외하고는 생육이 불가능하기 때문에 미생물에 의한 다양한 형태의 육단백질의 분해는 불가능할 것으로 추정하였다(17). 이 같은 고염은 어류 자체에 포함되어 있는 단백분해효소의 활성을 50%까지 저해하기 때문에 저염에서 시판용 단백분해효소를 사용하여 제조한 젓갈과는 육단백질의 절단 부위가 틀려 생성되는 peptide의 종류에 큰 차이가 있을 것이며, 이 같은 차이는 젓갈의 풍미에 큰 영향을 준다고 한다(18). 따라서 어체가 어느 정도 분해한 다음 어체 자체에 있는 내인성 효소는 고농도의 식염 때문에 대부분 실활하고, 장기간의 숙성발효에 관여하는 내염성 미생물이 분비하는 효소는 극히 제한적일 수밖에 없으나 어간장의 풍미에 많은 영향을 미친다고 볼 수 있다. 그러므로 어간장을 숙성제조하기 위한 효소의 개발은 천연발효 어간장의 숙성에 관여하는 내염성 미생물이 분비하는 효소가 가장 이상적이라고 판단되어진다. 따라서 본 연구는 멸치액젓의 풍미를 유지시키면서, 발효 속도를 향상시키기 위하여 숙성된 멸치액젓에서 단백질분해능이 뛰어난 미생물이 생산하는 효소를 분리·정제한 다음 숙성초기의 멸치액젓에 첨가하여, 멸치액젓의 품질특성을 분석하였다.

**재료 및 방법**

**균주의 배양 및 *B. subtilis* JM3 단백분해효소 추출**

멸치액젓에서 분리한 내염성 단백분해균인 *B. subtilis* JM3균을(20) Kim과 Kim(21)의 방법에 따라 500 mL BHI broth에 접종시켜 37°C에서 5일간 진탕배양한 후 4°C에서 원심분리(3,500×g, 15 min)하여 bacteria cell을 제거하였다. Ammonium sulfate의 농도를 증가하면서 전보(21)에서와 같이 단백분해활성(24.5 U/mg)이 가장 높은 농도(40~60%)에서 효소를 분리·정제한 다음, 20 mM sodium acetate 완충용액(pH 5.5) 10 mL에 용해시켜 조효소액으로 사용하였다.

**멸치액젓의 제조**

6개월 숙성된 멸치액젓(풍미식품, 속초시)에 효소액을 2% 및 4%를 첨가하여 상온에서 가수분해를 하였으며 일정 시간 간격으로 시료를 채취하여 품질특성을 분석하였다. 기능성 특성 분석을 위한 시료는 -40°C에 저장하면서 필요시 마다 저온(5°C)에서 해동하면서 사용하였다.

**pH 측정**

pH meter(동우메디칼, 서울)를 사용하여 측정하였다.

**가수분해도 측정**

가수분해도는 Hoyle와 Meirritt(22)에 의한 trichloroacetic acid (TCA)법으로 측정하였다. 즉, 멸치액젓 5 mL에

20% TCA 용액 15 mL를 가한 다음 원심분리(3,000×g, 15 분)하여 상등액 및 멸치액젓의 총 질소함량을 semi-micro Kjeldahl법(23)으로 측정하였다.

**젓산량 측정**

멸치액젓 5 mL에 80% ethanol 10 mL를 가하여 교반한 다음 3,500×g에서 10분간 원심분리하여 상등액을 취하고, 잔사에 80% ethanol 5 mL를 넣고 마쇄한 후 원심분리하여 상등액과 합하여 5°C에서 24시간 방치한 후 5 mL를 취하여 0.1% phenolphthalein 지시약을 가한 다음 0.5 N NaOH 용액으로 적정하여 다음 식에 따라 젓산량으로 환산하였다.

$$\text{젓산량 (\%)} = \frac{0.5 \text{ N NaOH 적정값} \times 0.045 \times \text{factor}}{\text{시료량(mL)}} \times 100$$

0.045: 젓산환산계수, factor: NaOH 역가

**휘발성 염기질소(Volatile Basic Nitrogen, VBN)**

휘발성 염기질소량은 Conway unit법(24)을 다소 수정하여 측정하였다. 즉, 멸치액젓 10 mL에 증류수 90 mL를 가하여 1분동안 교반한 다음 여과지(Whatman No 2, England)로 여과하였다. Conway unit 외실에 여과액 1 mL 및 과량의 K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 1 mL, 내실에는 0.01 N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 용액 1 mL를 각각 넣고 37°C에서 3시간 반응하였다. Burnswick(0.07% methyl red, 0.01% methylen blue) 지시약을 1~2방울 첨가한 다음 0.01 N NaOH로 적정하여 휘발성 염기질소량을 구하였다.

**아미노질소(NH<sub>2</sub>-N)**

아미노질소량은 Fomol법(25)으로 측정하였다. 즉, 멸치액젓 5 mL에 증류수 250 mL를 가하여 30분동안 교반한 후, 교반용액 25 mL를 0.1 N NaOH 용액으로 pH 8.5로 조정한다 다음 formaldehyde 용액(pH 8.5) 20 mL를 가하고 pH가 낮아지면 0.1 N NaOH 용액으로 pH 8.5까지 다시 적정하였다. 같은 조작으로 0.1 N NaOH 용액의 공시험을 실시하여 아미노질소(NH<sub>2</sub>-N)량을 구하였다.

**갈변도**

갈변도는 숙성기간동안 액화된 원액을 감압여과(pore size 0.45 μm)한 다음 분광광도계(Shimadzu, Japan)를 사용하여 Im 등(26)의 방법에 따라 453 nm에서 측정하였다.

**관능검사**

멸치액젓의 맛, 향기, 짠맛 및 색조 등에 훈련된 8인의 panel은 20~25세 사이의 남자 5명 및 여자 3명으로 구성되어 관능적 특성을 측정하였고, 시료에 대한 종합적인 평가는 5단계 평점법으로 평가하였다. 검사결과에 대한 통계적인 유의성 검정은 SPSS(Statistical Packages for Social Science, Chicago, IL, USA)를 이용하여 Duncan's multiple comparison test로 95% 신뢰도에서 유의차를 검증하였다.

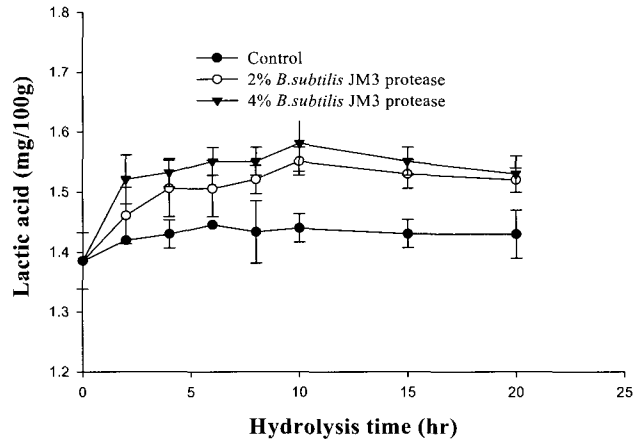
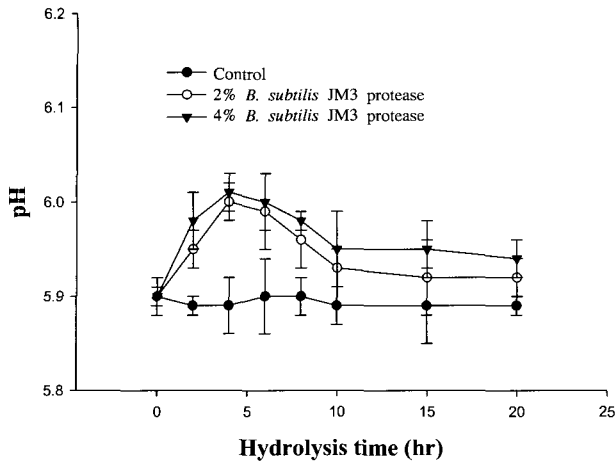


Fig. 1. pH and lactic acid content changes of anchovy sauce hydrolyzed by *B. subtilis* JM3 protease at room temperature and different hydrolysis times.

결과 및 고찰

pH 및 젖산량의 변화

효소로 가수분해한 멸치액젓의 분해 중 pH 및 젖산량의 변화는 Fig. 1에 나타내었다. 대조구, 2% 및 4% 효소첨가구의 pH는 각각 5.90~5.89, 5.90~5.98 및 5.90~5.98로 나타났으며, 단백질분해효소 첨가구는 분해 4시간째까지 pH는 거의 변화가 없었다. Kim 등(27)은 단백질 분해효소를 이용하여 제조한 숙성 멸치액젓의 peptide 특성에 관한 연구에서 단백질분해효소를 첨가하였을 때 pH는 분해기간동안에 6.1~6.7로 변화가 없었다고 보고하였으며, 본 실험의 결과와 유사한 경향을 나타내었다. 젖산량은 2% 및 4% 효소첨가구는 분해 0시간째 젖산량은 1.39 mg/100 mL에서, 분해 10시간째에 각각 1.50 및 1.59 mg/100 mL로 증가하였다, 그 후 분해시간 동안에 젖산량은 일정한 수준을 유지하였다(Fig. 1). 단백질분해효소 첨가구는 젖산량의 미세한 증가에도 pH는 일정한 수준을 유지하였으며, 이에 유리아미노산과 같은 기타 유기물질의 완충작용의 영향도 다소 있었다고 보여진다(27).

아미노질소량의 변화

2% 및 4% 효소첨가구의 아미노질소량은 가수분해 0시간째에 661 mg/100 mL, 분해 2시간째에 각각 762 및 798 mg/100 mL로 증가한 다음 일정수준을 유지하였다(Fig. 2). 액젓은 천연조미가 주된 역할이고 그 맛의 결정 요인은 여러 가지가 있으나, 핵산관련물질 및 아미노질소 화합물에 의한 것이라고 할 수 있다(28). 핵산관련물질 중 맛의 주성분인 IMP는 숙성된 액젓에는 극히 미량뿐이므로, 숙성 중에 함량이 증가하는 저분자 질소화합물인 아미노질소량이 액젓의 조미에 결정적인 영향을 미치게 되며(28), Kim 등(29)은 시판 멸치액젓의 품질평가 방법에 관한 연구에서 시판액젓의 경우 아미노질소의 함량은 437.50~1,288.00 mg/100 g로 다양하게 측정되었다고 보고하고 있으며, 식품공전(2000)에서

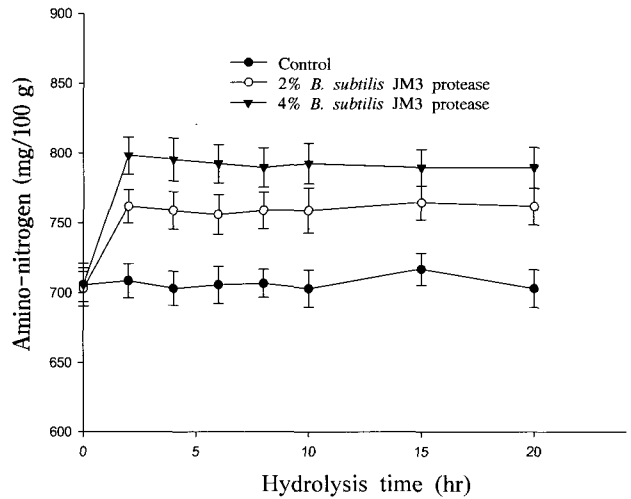


Fig. 2. Amino-nitrogen content changes of anchovy sauce hydrolyzed by *B. subtilis* JM3 protease at room temperature and different hydrolysis times.

아미노질소함량은 600 mg/100 g 이상으로 규정하고 있다. 본 실험에서 사용한 멸치액젓은 6개월간 숙성시킨 제품으로 높은 아미노질소량을 나타내었으며, 또한 *B. subtilis* JM3 단백질분해효소의 첨가는 아미노질소량을 크게 증가시켰다.

휘발성염기질소(VBN)량의 변화

대조구, *B. subtilis* JM3 단백질분해효소 2% 및 4% 첨가구의 분해 0시간째 휘발성염기질소량은 154 mg/100 mL로 측정되었으며, 대조구는 분해 10시간째에 189 mg/100 mL로 증가하였다가 감소한 다음, 그 후 분해시간 증가에 따른 변화는 없었다(Fig. 3). 2% 및 4%의 효소첨가구는 분해 2시간째에 VBN량은 220 및 250 mg/100 mL로 증가하였다가 감소한 다음, 그 후 일정수준을 유지하였다. 분해시간에 따른 휘발성염기질소의 증가는 아미노질소량의 변화와 거의 일치하였으며, Oh(30)는 1년 숙성된 멸치액젓의 휘발성 염기질소

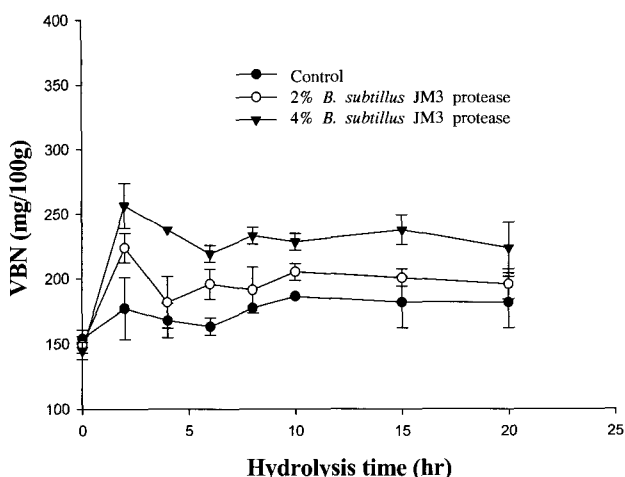


Fig. 3. VBN content changes of anchovy sauce hydrolyzed by *B. subtilis* JM3 protease at room temperature and different hydrolysis times.

량이 530.7 mg/100 mL이었다고 보고하였으며, 본 실험에서 사용된 멸치액젓은 6개월간 숙성된 제품으로 휘발성염기질소량은 그보다 낮은 값을 나타내었다. 단백질분해효소 첨가구는 대조구에 비해 분해 2시간째에 높은 휘발성염기질소량을 나타내었는데, 이는 단백질이 분해되어 생성된 다량의 유리 아미노산이 멸치액젓 내에 증식하는 세균에 의하여 분해되어 저급아민물질 생성으로 휘발성염기질소량이 증가한 것으로 보인다(31).

가수분해도의 변화

2% 및 4%의 효소첨가구는 가수분해 0시간째에 19.17%에서 가수분해 2시간째에 각각 27% 및 32%로 증가하였다가, 그 후 분해기간 동안에 약간 증가하였다(Fig. 4). Kim 등(32)은 자가 소화액 및 정어리 코오지를 이용한 숙성 정어리액젓 제조에 관한 연구에서 숙성 15일째 *Asp. oryzae* 간장용 코오지를 첨가한 정어리액젓의 가수분해도는 40.6%이었으며,

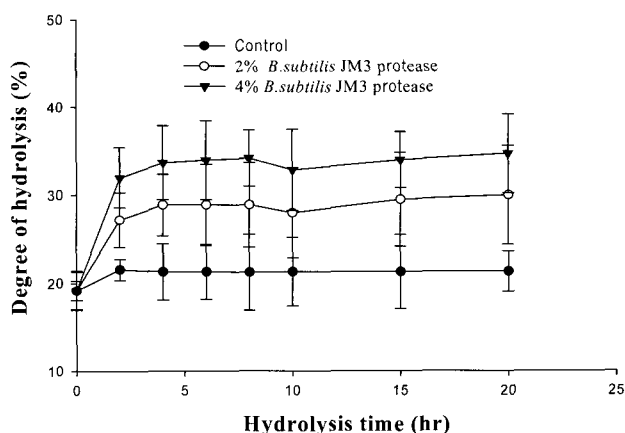


Fig. 4. Hydrolysis degree changes of anchovy sauce by *B. subtilis* JM3 protease at room temperature and different hydrolysis times.

*Asp. sojae* 간장용 코오지를 첨가한 것은 36.8%를 나타내었으며, 본 실험에서 4% *B. subtilis* JM3 단백질분해효소를 첨가한 멸치액젓의 가수분해도는 32%로 유사한 경향을 나타내었다. 최적 가수분해시간인 2시간째에 총질소에 대한 아미노질소량이 차지하는 비율은 2% 및 4% 효소첨가구에서 각각 82.9 및 85.8%로 나타났다. *B. subtilis* JM3 단백질분해효소 2% 및 4% 첨가구의 가수분해도는 각각  $y=0.1784x^3-2.7601x^2+13.357x+8.9419$ ( $R^2=0.9569$ ) 및  $y=0.0417x^3-0.6482x^2+3.0781x+16.98$ ( $R^2=0.8144$ )이었으며, 상관계수( $R^2$ )는 각각 0.9569 및 0.8144로 높은 상관관계를 나타내었다. 수식중의 y값은 아미노태 질소량, x값은 가수분해시간이다. 2% 및 4%의 *B. subtilis* JM3 단백질분해효소 첨가에 의한 가수분해도 증가는 저분자 질소화합물인 아미노질소(762 및 798 mg/100 mL) 및 휘발성염기질소(220 및 250 mg/100 mL)의 함량을 증가시켰으며, *B. subtilis* JM3 단백질분해효소의 농도가 증가할수록 높은 가수분해도를 나타내었다.

갈변도의 변화

453 nm에서의 흡광도 수치는 액젓의 갈변도를 나타내는 값으로(26), 대조구의 경우 1.598~1.599이었으며, 2% 및 4% 효소첨가구는 가수분해 초기 1.598에서, 가수분해 동안에 약간 증가하여 6시간째 각각 1.603 및 1.632이었다(Table 1). 효소첨가량 및 분해시간이 증가할수록 갈변도는 증가하였다. 대조구, 2% 및 4% 효소첨가구의 가수분해시간에 따른 갈변도는 각각  $Y=0.0016 \ln(X)+1.598$ ( $R^2=0.9584$ ),  $Y=0.0033 \ln(X)+1.15981$ ( $R^2=0.9205$ ) 및  $Y=0.0246 \ln(X)+1.6005$ ( $R^2=0.9272$ )이었으며, 수식 중 y값은 453 nm에서의 흡광도 수치, x값은 가수분해시간이다. 그리고 4% 단백질분해효소를 첨가한 멸치액젓의 기울기는 0.0246으로 대조구 및 2% 단백질분해효소를 첨가한 멸치액젓의 0.0016 및 0.0033에 비해 15배 및 7배로 높았으며, 이는 효소첨가량이 많을수록 갈변도가 증가하였다는 것을 의미한다. 액젓의 갈변이 일어나는 이유는 액젓 내에 함유되어 있는 성분 중 아미노기를 가지는 물질인 암모니아, 아민, 아미노산, peptide 및 지방산화에 의해 생성된 carbonyl화합물이 이 현상(갈변)을 일으키는 것으로 알려져 있으며(33), *B. subtilis* JM3 단백질분해효소 첨가에 의한 갈변도가 대조구에 비해 높은 것은 효소에 의한 단백질이 가수분해되어 저분자 peptide 및 아미노산의 양이

Table 1. Browning degree changes of anchovy sauce hydrolyzed by *B. subtilis* JM3 protease at room temperature and different hydrolysis times

Sample	Hydrolysis time (hr)			
	0	2	4	6
Control	1.598 <sup>a1)</sup>	1.599 <sup>a</sup>	1.598 <sup>a</sup>	1.599 <sup>a</sup>
2% protease	1.598 <sup>a</sup>	1.601 <sup>b</sup>	1.601 <sup>b</sup>	1.603 <sup>b</sup>
4% protease	1.598 <sup>a</sup>	1.629 <sup>c</sup>	1.622 <sup>c</sup>	1.632 <sup>c</sup>

<sup>1)</sup>Means in the same row with the same superscript are not significantly different (p<0.05).

Table 2. Sensory evaluation of anchovy sauce hydrolyzed by *B. subtilis* JM3 protease at room temperature for 2 hrs

Sample	Color	Aroma	Saltiness	Taste
Control	1.5 <sup>a1)</sup>	2.8 <sup>a</sup>	2.6 <sup>a</sup>	2.0 <sup>a</sup>
2% protease	2.2 <sup>b</sup>	3.3 <sup>b</sup>	2.7 <sup>a</sup>	3.2 <sup>b</sup>
4% protease	2.3 <sup>b</sup>	3.8 <sup>c</sup>	2.6 <sup>a</sup>	3.5 <sup>c</sup>

<sup>1)</sup>Means in the same column with the same superscript are not significantly different ( $p < 0.05$ ).

증가되었기 때문이라고 생각되어진다. Im 등(26)은 숙성 및 저장 중 액젓의 색도변화에 관한 연구에서 6개월 숙성 멸치액젓의 흡광도 수치는 1.6이었다고 보고하였으며, 본 실험의 흡광도(대조구: 1.598~1.600, 2%: 1.598~1.603, 4%: 1.598~1.630) 수치와 유사한 값을 나타내었다.

#### 관능검사

2시간 가수분해한 효소첨가 멸치액젓의 관능검사 결과를 Table 2에 나타내었다. 대조구는 생선의 비린내가 감지되어, *B. subtilis* JM3 단백질분해효소 첨가구에 비해 맛 및 향에 대하여 낮은 평가를 받았다. 또한 2% 효소첨가구는 4% 효소첨가구에 비해 맛 및 향에 대하여 낮은 평가를 받았으며, 이는 4% 효소첨가구가 멸치액젓의 맛 성분으로 추정되는 저분자 peptide 및 아미노태 질소량이 많기 때문인 것으로 보여진다. Kim 등(27)은 숙성기간동안에 멸치액젓의 염도의 변화는 0.9%내외의 변화를 보였다고 하였으며, 본 실험에서도 짠맛에 대한 유의적인 차이는 나타나지 않았다 ( $p < 0.05$ ).

발효식품의 제조 및 숙성시 첨가하는 효소 및 미생물(starter)의 용도는 발효(숙성)기간 단축 및 제품의 품질(맛, 향취 등) 향상이 주목적이다. 그러나 효소를 사용하였을 경우 분해되어지는 peptide의 말단기에 소수성 아미노산이 존재하면 쓴맛을 가져오기 때문에 현재 산업적으로 이용이 제한되어 있다. 본 실험에서 6개월 숙성된 대조구에는 약간의 생선비린내가 감지되었으나 단백질분해효소 첨가구에는 비린내가 감지되지 않아 관능검사결과 제품의 품질이 양호하였다. 본 실험에서 사용한 효소는 3년 숙성 멸치액젓 유래 내염성 미생물이 생산하는 단백질분해효소이며, 내염성이 강한 효소로 판명되었으며(21), 이 효소들이 액젓의 감칠맛을 가져오는 물질을 생산 및 비린내물질을 분해하여 품질을 향상시키는 것으로 보여진다. 그러나 효소를 원료(생선)에 바로 첨가하여 분해한 다음 숙성하는 것은 일반적인 액젓의 제조량(tank당 20 ton)을 고려할 경우 현실적으로 불가능하며, 효소의 대량생산 방법의 연구가 추가적으로 필요하다고 본다.

#### 요 약

본 연구는 멸치액젓의 풍미를 유지시키면서, 발효 속도를 향상시키기 위하여 숙성된 멸치액젓에서 단백질분해효소가 뛰어난 미생물이 생산하는 효소를 분리·정제한 다음 숙성조

기의 멸치액젓에 첨가하여, 멸치액젓의 품질특성을 분석하였으며 그 결과는 다음과 같다. pH는 *B. subtilis* JM3 단백질분해효소 첨가량 및 가수분해시간에 따른 변화는 없었고, 젖산량은 4% 단백질분해효소 첨가구가 제일 높았다. 아미노질소, 휘발성염기질소 및 가수분해도는 단백질분해효소 첨가구가 대조구에 비해 높았으며, 갈변도는 4% 효소첨가구에서 높게 측정되었다. 가수분해가 가장 높게 나타난 2시간째에 관능검사를 실시한 결과 단백질분해효소 첨가구가 향 및 맛에서 좋은 평가를 얻었다.

#### 감사의 글

본 연구는 산업자원부 지방기술혁신사업(RTI05-01-02)의 지원으로 수행되었음.

#### 문 헌

- Kim YM, Kim DS. 1991. *Seafood in Korea-Its Raw Materials and Products*. Changjo, Seoul. p 9-10.
- Yeum DM, Lee TG, Do JR, Kim OK, Park YB, Kim SB, Park YH. 1993. Characteristics of angiotensin-I converting enzyme inhibitors derived from fermented fish product. 2. Characteristics of angiotensin-I converting enzyme inhibitors of fish sauce prepared from sardine, *Sardinops melanosticta*. *Bull Korean Fish Soc* 26: 416-423.
- Yoshinaka R, Sato M, Tsuchiya N, Ikeda S. 1983. Production of fish sauce from sardine by utilization of its visceral enzymes. *Bull Japanese Soc Sci Fish* 49: 463-469.
- Lee EH, Jee SK, Ahn CB, Kim JS. 1988. Studies on the processing conditions and the taste compounds of the sardine sauce extracts. *Bull Korean Fish Soc* 21: 56-66.
- Lee EH, Cho SY, Ha JH, Oh KS, Kim CY. 1984. Processing of sardine sauce from sardine scrap. *Bull Korean Fish Soc* 17: 117-124.
- Lee EH, Cho SY, Cha YJ, Park HS, Kwon CS. 1984. Studies on the processing of krill sauce. *J Korean Soc Food Nutr* 13: 97-106.
- Lee EH, Ahn CB, Kim JS, Lim CW, Lee SW, Choi YA. 1988. Processing and taste compounds of the fish sauce from filefish scrap. *J Korean Soc Food Nutr* 17: 326-335.
- Kim SK, Ahn CB, Kang OJ. 1983. Manufacture of fish sauce from the enzymatic hydrolysate of cod gelatin. *J Korean Soc Food Nutr* 22: 470-477.
- Lee EH, Lee TH, Kim JS, Ahn CB. 1989. Processing and taste compounds of the fish sauce from skijack scrap. *Bull Korean Fish Soc* 22: 25-35.
- Lee EH, Park HS, Ahn CB, Hwang GC. 1986. Preparation of fish sauce from mackeral scrap. *Bull Korean Fish Soc* 15: 201-206.
- Lee CH, Ahn JS, Kim BK, Park HY. 1989. Keeping quality and taste compounds in the extracts from rapid fermented anchovy sauce. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 18: 131-142.
- Lee EH, Kim JS, Ahn CB, Lee KH, Kim MC, Chung BK, Park HY. 1989. Processing conditions of accelerated anchovy sauce extracts. *J Korean Soc Food Nutr* 18: 131-139.
- Raksakulthai N, Lee YZ, Harrr NF. 1986. Effect of enzyme supplements on the production of fish sauce from male capelin (*Mallotus villosus*). *Can Inst Food Sci Tech* 19:

- 28-33.
14. Chae SK, Itoh H, Nikkuni S. 1986. Effects of soy sauce koji and commercial proteolytic enzyme of the acceleration of fish sauce production. *Korean J Food Sci Technol* 21: 639-648.
  15. Beddows CG, Ardeshir AG. 1979. The production of soluble fish protein solution for use in fish sauce manufacture. *J Food Technol* 14: 603-612.
  16. Chaveesul R, Smith JP, Simpson BK. 1993. Production of fish sauce and acceleration of sauce fermentation using proteolytic enzymes. *J Aqua Food Prod Technol* 2: 59-77.
  17. Pyeun JH, Lee DS, Kim DS, Heu MS. 1996. Activity screening of the proteolytic enzymes responsible for post-mortem degradation of tissues. *J Korean Fish Soc* 29: 296-308.
  18. Cho DM, Heu MS, Kim DS, Pyeun JH. 1996. Kinetic analysis for enzymatic properties of trypsins purified from dark-fleshed fish. *J Korean Fish Soc* 29: 64-70.
  19. Lee DS, Heu MS, Kim DS, Pyeun JH. 1996. Some properties of the crude protease from fish for application in seafood fermentation industry. *J Korean Fish Soc* 29: 309-319.
  20. Lee SS, Kim SM, Park UY, Kim HY, Shin IS. 2002. Studies on proteolytic and fibrinolytic activity of *Bacillus subtilis* JM3 isolated from anchovy sauce. *Korean J Food Sci Technol* 34: 283-289.
  21. Kim WJ, Kim SM. 2005. Purification and characterization of *Bacillus subtilis* JM-3 protease from anchovy sauce. *J Food Biochem* 29: 591-610.
  22. Hoyle NT, Meirritt JH. 1994. Quality of fish protein hydrolysates from herring (*Clupea harengus*). *J Food Sci* 59: 76-79.
  23. AOAC. 1990. *Official Methods of Analysis*. 15th ed. Association of official analytical chemists, Washington DC.
  24. Conway EJ. 1950. *Microdiffusion Analysis and Volumetric Error*. Crosby Lookwood and Son Ltd, London, England.
  25. Lee KY, Kim HS, Lee HG, Han O, Chang UJ. 1997. 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.
  26. Im YS, Choi YJ, Cho YJ. 2000. Changes in color value of salt-fermented fish sauces during fermentation and storage. *J Korean Fish Soc* 33: 358-387.
  27. Kim IS, Choi YJ, Heu MS, Cho YJ, Im YS, Gu YS, Yang SG, Park JW. 1999. Peptide properties of rapid salted and fermented anchovy sauce using various protease. 1. Hydrolysis of anchovy sauce and actomyosin by various protease. *J Korean Fish Soc* 32: 481-487.
  28. Choi YJ, Kim IS, Cho YJ, Seo DH, Lee TG, Park YB, Park JW. 1999. Peptide properties of rapid salted and fermented anchovy sauce using various protease. *J Korean Fish Soc* 32: 488-494.
  29. Kim JH, Ryu GH, Ahn HJ, Lee KH, Lee HJ, Byun MW. 2000. Quality evaluation of commercial salted and fermented anchovy sauce. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 29: 837-842.
  30. Oh KS. 1999. Quality characteristics of salt-fermented anchovy sauce and sandlance sauce. *J Korean Fish Soc* 32: 252-255.
  31. Park YH, Chang DS, Kim SB. 1995. *Seafood Processing*. Hyungsul, Seoul. p 372-373.
  32. Kim TM, Koo JG, Lee YC, Kim DS. 1990. Study on the use of sardine meal koji and autolysates from sardine meat in rapid processing of sardine sauce. *Bull Korean Fish Soc* 23: 167-177.
  33. Chung CH, Toyomizu M. 1976. Studies on the browning of dehydrated food as a function of water activity: 1. Effect of Aw on browning in amino acid-lipid systems. *Nippon Suisan Gakkaishi* 42: 697-702.

(2005년 7월 22일 접수; 2006년 5월 25일 채택)