

## 전통 명태식해 숙성중의 미생물 및 효소학적 특성

차용준<sup>1\*</sup> · 김소정<sup>2</sup> · 정은정<sup>1</sup> · 김 훈<sup>1</sup> · 조우진<sup>1</sup>

<sup>1</sup>창원대학교 식품영양학과  
<sup>2</sup>한미향료화학

### Microbiological and Enzymatic Characteristics in Alaska Pollack *Sikhae* during Fermentation

Yong-Jun Cha<sup>1\*</sup>, So-Jung Kim<sup>2</sup>, Eun-Jeong Jeong<sup>1</sup>, Hun Kim<sup>1</sup> and Woo-Jin Cho<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Food and Nutrition, Changwon National University, Changwon 641-773, Korea

<sup>2</sup>Hanmi Perfumer & Chemical Co., Ltd., Seoul 151-010, Korea

#### Abstract

The changes of microflora and enzyme activities in Alaska pollack *sikhae* were evaluated in 3 different temperature conditions, 5°C, 20°C and alternating temperature (stored at 5°C after 10 days of fermentation at 20°C), respectively. The number of proteolytic bacteria and 2 lactic acid bacteria including *Lactobacillus* sp. and *Pediococcus* sp. increased rapidly up to 10 days and composed major portion of total viable cell (TVC) in *sikhae* fermented at 20°C, whereas those of TVC were occupied by *Lactobacillus* sp., *Pediococcus* sp. and yeast after 10 days of fermentation. The major species of microflora in *sikhae* fermented at alternating temperature were composed of *Lactobacillus*, *Pediococcus* and *Streptococcus* after 10 days of fermentation. Especially, *Leuconostoc* sp. was kept up to 27 days at 5°C than other temperature conditions (16 days). The activities of protease and lipase in acidic region (pH 3.0) were higher at 20°C than at 5°C due to sensitivity of temperature, although those of protease and lipase in neutral region (pH 7.0) were not found any differences in both temperatures. Changing temperature condition from 20°C to 5°C in alternating temperature inactivated protease activity, whereas lipase activity was still maintained during fermentation.

**Key words:** Alaska pollack *sikhae*, alternating temperature, microflora, enzyme activity

#### 서 론

식해(食醃)는 젓갈과는 달리 어육에다가 익힌 곡류와 고춧가루, 채소 등 각종 부재료를 혼합하여 숙성시킴으로서, 젖산균과 효모 및 생성된 유기산에 의한 부패방지는 물론 식용에 적합한 풍미와 조직감이 생성되는 전통적 수산발효 식품이다(1). 이때 소금 이외에 첨가된 맥아가루나 곡류 등의 유기산 발효에 의해 pH가 낮게 유지됨으로 비교적 낮은 식염농도에서도 미생물의 생육억제가 가능하다(1). 또한 식해는 김치와 제조원리가 같고, 주재료로서 사용된 생선류의 EPA나 DHA 등의 영양성분 강화 및 숙성후 생선 뼈의 연화로 직접 가식이 가능하므로 칼슘 및 단백질 공급원으로 역할 등이 기대된다. 하지만 식해는 제조 후 단기간 내에 섭취하여야 하므로, 대부분 일부 가정단위로 제조되어 일부 유통되고 있을 뿐이다. 현재까지 가자미식해의 미생물 및 품질특성(2-5), 오징어식해의 품질특성(6,7)과 명태식해의 품질특성(8,9)에 관련된 연구가 많이 시도되었지만 산업화에

관한 연구는 미흡한 실정이다. 이에 본 연구에서는 산업적 활성화를 목적으로 품질수명연장을 모색하기 위해 문헌고증 및 자문을 통하여 전보(9)와 같이 전통명태식해를 제조한 다음 5°C, 20°C 및 변온조건에서 명태식해의 숙성에 지배적으로 관여하는 미생물상의 변화 및 효소학적 특성을 구명하였다.

#### 재료 및 방법

##### 재료 및 식해의 제조

동결된 명태(Alaska pollack, *Theragra chalcogramma*)를 마산 어시장에서 구입하였으며 부재료인 무, 쌀, 조, 고춧가루, 엿기름(자갈산 식품, 경남), 마늘, 생강, 소금(산내들 천일염, 경기) 등은 마산시 농산물도매시장에서 구입하여 실험에 사용하였다.

전보(9)에서와 같이 전처리한 명태(47.4%) 및 무채(19.0%)에 곡류밥(멥쌀 9.5% 및 조 9.5%), 고춧가루(7.0%), 엿기름

\*Corresponding author. E-mail: yjcha@changwon.ac.kr  
Phone: 82-55-279-7485, Fax: 82-55-281-7480

(3.8%), 마늘(2.4%) 및 생강(1.4%)을 버무려 제조하여, 2 kg 단위로 유리병에 담아 함기 밀봉한 후 5°C, 20°C 및 변온(20°C에서 10일간 숙성시킨 다음 5°C에서 저장)조건에서 발효시켰다.

#### 총균수와 단백질분해균의 측정

Lee와 Kraft(10)의 방법에 따라 식해 20 g을 무균적으로 취하여 180 mL의 0.1% peptone수에 넣고 90초간 homogenizing(Waring blender Co., Winsted, CT, USA)하여 10진 희석법으로 희석한 다음, 희석액 0.1 mL를 skim milk agar (plate count agar + 10% skim milk)에 conradi stick으로 도말하여 30°C에서 48시간 배양하여 colony 주위에 투명한 환이 나타나는 것을 단백질분해 양성균으로, 모든 생성균을 총균수로 하였다.

#### 산생성균 측정

Han과 Park(11)의 방법에 따라 0.002% bromophenol blue를 첨가한 *Lactobacillus* MRS(Difco Co., Detroit, MI, USA) 배지에 총균수 실험과 같은 방법으로 10진희석한 희석액 0.1 mL를 conradi stick으로 도말하여 30°C에서 48시간 배양하였다. 이때 *Leuconostoc*은 전체적으로 암청색이며 환이 없고, *Lactobacillus*는 전체적으로 담청색을 띠거나 중앙에 암청색의 환이 있고 또는 흰색을 띠는 것으로 구분하였다.

#### *Pediococcus*, *Streptococcus* 및 *Aerococcus*의 측정

Lee 등(12)의 방법에 따라 총균수 실험과 같이 10진희석한 희석액 0.1 mL를 m-Enterococcus agar(Difco Co., Detroit, MI, USA)에 도말하여 37°C에서 4일간 배양하여 colony를 관찰하였다. *Pediococcus*는 흰색의 colony를, *Streptococcus*는 붉은색의 colony를, *Aerococcus*는 핑크색을 띠는 colony로 구분하였다.

#### 지방분해균 및 효모의 측정

Smith와 Haas(13)의 방법에 따라 지방분해균의 측정은 single layer agar(olive oil 50 g, Victoria Blue B용액 200 mL 및 증류수 800 mL)를 이용하여 총균수 실험에서 희석한 시료 0.1 mL를 도말한 다음 25°C에서 4~7일간 배양하였다. 배양 후 배지의 바탕은 불투명하고 light blue이나 lipolytic colony 주위에 dark zone이 생성되는 균은 양성균으로 하였다. 효모는 Mislivec 등(14)의 방법에 따라 potato dextrose agar(pH 3.5, Difco Co., Detroit, MI, USA)를 이용하여 25°C에서 3일간 배양하였다.

#### 조효소액 제조

조효소액의 제조는 식해 시료 5 g에 0.1 M phosphate buffer(pH 7.0) 80 mL를 가하여 균질화한 후 100 mL로 정용하였으며 원심분리(16,000 g, 5°C, 10분)하여 여과한 여액을 중성영역의 조효소액으로 하였다. 그리고 산성영역의 조효소액은 0.1 M citric acid-phosphate buffer(pH 3.0)를 사용하였다.

#### 단백질분해효소의 활성측정

Buffer는 단백질분해효소의 종류에 따라 산성단백질분해효소는 0.1 M citric acid-phosphate buffer(pH 3.0)를, 중성단백질분해효소는 0.1 M phosphate buffer(pH 7.0)로 구분하여 측정하였다.

蕨源의 방법(15)에 따라 0.1 M phosphate buffer(pH 7.0)에 용해시킨 0.6% casein(Bovine Milk, Darmstadt, Germany) 기질용액 5 mL를 cap tube에 넣고 조효소액 1 mL를 넣어 30°C로 유지된 진탕수조에서 정확히 10분간 교반시켰다. 다음에 0.4 M TCA 5 mL를 가하여 20분간 방치한 후 여과(Whatman No.40)하였다. 대조시험은 기질과 효소액을 각각 다른 시험관에 넣어 10분간 방치한 후 기질에 0.4 M TCA용액과 효소액을 넣고 나서 20분후에 여과하였다. 그리고 그 여과액 2 mL를 다른 cap tube에 옮기고 0.55 M sodium carbonate 5 mL, 2배 희석한 Folin-phenol시약(Sigma Chemical Co., St. Louis, MO, USA) 1 mL를 넣고 30°C에서 20분간 발색시킨 다음 660 nm에서 흡광도를 측정하여 대조와의 차를 표준곡선에서 tyrosine함량( $\mu\text{g/mL}$ , min)으로 하였다. 여기서 1 unit는 1  $\mu\text{g}$  tyrosine/mL, min함량으로 표시하였다.

#### 지방분해효소의 활성측정

산성 및 중성지방분해효소는 단백질분해효소활성 측정시의 buffer와 동일하게 사용하였으며, 相泥 등(16)의 방법에 따라 olive 유화액 5 mL와 0.1 M phosphate buffer(pH 7.0) 4 mL를 50 mL 삼각플라스크에 넣고 잘 혼합하여 37°C 항온수조에서 10분간 예열하였다. 여기에 조효소액 1 mL를 정확히 가하여 20분간 진탕 반응시킨 후에 acetone·ethanol혼합액 20 mL를 넣고 1%의 phenolphthalein지시약 2방울을 넣고, 0.05 N NaOH용액으로 적정하였다. 대조시험은 olive 현탁액 5 mL와 0.1 M phosphate buffer(pH 7.0) 4 mL를 삼각플라스크에 넣고 잘 혼합하여 37°C 항온수조에서 30분간 가열 후에 acetone·ethanol혼합액 20 mL와 조효소액 1 mL를 정확히 가한 다음 phenolphthalein지시약 2방울을 떨어뜨려, 0.05 N NaOH용액으로 적정하였다. 효소단위(lipase activity)는 37°C에서 기질 olive oil에서 1분당 1  $\mu\text{M}$ 의 지방산을 유리하는 효소량을 1 unit로 하였다.

## 결과 및 고찰

#### 명태식해 숙성 중 총균수 및 단백질분해균의 변화

숙성기간 중 총균수의 변화는 Fig. 1과 같다. 5°C인 경우 숙성 21일경에  $5.1 \times 10^7$  CFU/g으로 최고치에 이르렀다가 감소한 반면에, 20°C에서는 숙성 10일경에  $2.6 \times 10^9$  CFU/g으로 최고치에 이르렀다가 그후로 서서히 감소하였다. 한편 변온의 경우는 20°C에서 5°C로 변화한 이후(숙성 10일 이후)에는  $10^8$  CFU/g범위를 유지하였다. Kim 등(7)은 오징어식해의 총균수는 20°C에서 숙성 10일경에  $3.4 \times 10^9$  CFU/g으로

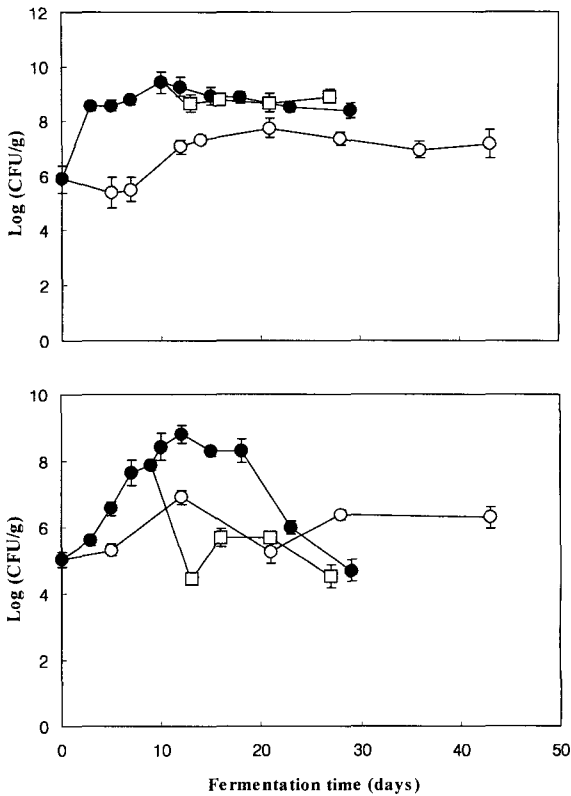


Fig. 1. Changes of total viable cell count (above) and proteolytic bacteria (below) in Alaska pollack *sikhæ* during fermentation.

○: at 5°C, ●: at 20°C, □: Aged at 5°C after 10 days fermentation at 20°C.

최대치에 도달한 다음 그 후에는 감소하였다고 하였는데, 이는 20°C에서 숙성한 명태식해의 균수와 최고치에 이르는 시기에서 비슷하였다.

숙성기간에 따른 단백질분해균의 변화(Fig. 1)를 보면, 5°C와 20°C의 경우는 숙성 12일경에 각각  $8.2 \times 10^6$  및  $6.5 \times 10^8$  CFU/g으로 최고치에 이르렀다가 감소하였고, 변온에서는 숙성 10일 이후에는 단백질분해균이 급격히 감소하였으며( $10^4$  CFU/g), 그 후로는  $10^4 \sim 10^5$  CFU/g의 범위였다. Lee 등(3)은 가자미식해에서 단백질분해균들은 숙성 14일경에  $10^4 \sim 10^5$  CFU/g으로 최고에 이른 후 급격히 감소하였다고 하였는데, 이는 명태식해의 최고점에 이른 시기와 비슷한 반면 균수는 명태식해가 높은 편이었다. 또한 오징어식해에서는 20°C에서 10일경에, 5°C에서는 15일경에 최고치에 도달한다고 보고(7)하였는데, 명태식해의 최고치에 이르는 시기와 비슷하였다. 그리고 변온에서의 단백질분해균의 변화는 급격한 온도변화에 따른 성장저해로 인하여 균수의 감소 후 온도적응에 의한 환경적 천이현상으로 보여진다.

명태식해의 숙성 중 *Lactobacillus*속 및 *Leuconostoc*속의 변화

숙성기간중 *Lactobacillus*속의 변화는 Fig. 2(A)와 같다. 5°C의 경우 숙성 21일경에  $4.7 \times 10^7$  CFU/g으로 최고치에 이르렀다가 그 후로는  $10^6 \sim 10^7$  CFU/g 범위로 유지된데 반해, 20°C에서는 숙성 10일경에 최고치( $1.2 \times 10^9$  CFU/g)에 이른 다음 일정수준을 유지하였는데 5°C보다는  $10^2$  CFU/g 정도 많았다. 변온의 경우도 숙성기간 중  $10^8$  CFU/g 이상의 범위

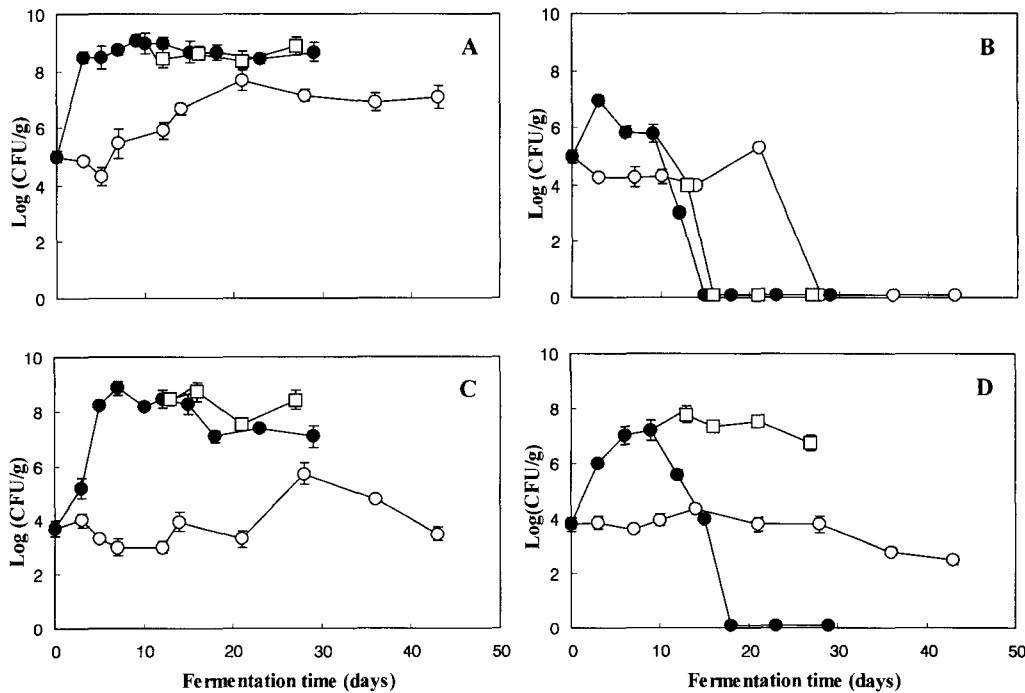


Fig. 2. Changes of *Lactobacillus* sp. (A), *Leuconostoc* sp. (B), *Pediococcus* sp. (C) and *Streptococcus* sp. (D) in Alaska pollack *sikhæ* during fermentation.

○: at 5°C, ●: at 20°C, □: Aged at 5°C after 10 days fermentation at 20°C.

로 유지되었다. Shin(17)은 김치에서 *Lactobacilli*가 저온에서는 활발히 증식하지 못한다고 하였는데, 명태식해에서도 20°C의 경우가 5°C보다 균수가 많고 최대치에 이르는 시간도 2배 정도 빠르므로 미생물의 생육에서 대수기에서의 온도 환경은 균 증식에 큰 영향을 미치는 것으로 사료된다. 그리고 변온에서 숙성 10일 이후에도 균수가 일정하게 유지되었는데 이는 *Lactobacillus*의 경우 20°C에서 5°C로 생육 환경을 변화하여도 증식에 큰 영향을 미치지 않는 것을 알 수 있었다. Lee 등(12)은 김치에서 *L. plantarum*과 *L. brevis*는 김치 발효에서 가장 빈번히 검출되는 균으로 발효후기까지 존재하여 산을 생성하므로 산패에 관여한다고 하였고, Shin(17)은 발효 초기부터 증식하므로 김치의 맛에 크게 영향을 미칠 것이라 하였는데 명태식해에서도 이러한 균종들의 역할에 관한 연구가 시도되어야 할 것으로 생각된다.

*Leuconostoc*속의 증식곡선을 Fig. 2(B)에 나타내었다. *Leuconostoc*속은 김치에서 젖산균 이외의 잡균을 저지할 정도의 산을 생성시켜 변패를 방지하는 균으로 알려져 있는데(17), 5°C에서 숙성 21일경에  $2.0 \times 10^5$  CFU/g로 최대치에 이른 후 급격히 감소하였다. 그러나 20°C에서는 숙성 3일경에  $7.0 \times 10^6$  CFU/g로 최대에 이른 후 급격히 감소하였으며, 변온 저장의 경우는 13일 이후에 급격히 감소하였다. Shin(17)은 김치에서 *Leuconostoc*은 김치 발효 초기에 나타나 CO<sub>2</sub>을 생산하여 김치에 상쾌한 맛을 부여하고, 발효초기 급속히 증가한 다음 급속히 감소한다고 하였는데, 이는 본 실험에서의 균 증식곡선 경향과 잘 일치하였다. 그리고 *Leuconostoc*은 저온에서 출현 빈도가 높고(18) 급속히 증가한 후 사멸하는 양상이 온도에 따라 비례한다고 하였는데, 20°C와 변온에서는 급속히 증가했다가 16일만에 쇠퇴한 반면 5°C에서는 27일경에 쇠퇴함으로써 온도가 낮을수록 오랫동안 존재함을 알 수 있었다. 따라서 이 균의 생육 연장을 위한 여러 환경인자를 찾는 것도 필요하다고 생각되었다.

숙성 중 *Pediococcus*속, *Streptococcus*속 및 효모의 변화

*Pediococcus*속의 숙성기간에 따른 증식곡선은 Fig. 2(C)와 같다. 20°C와 변온의 경우 5일만에  $10^8$  CFU/g으로 증가하였으나, 5°C에서는 28일경에  $5.3 \times 10^5$  CFU/g으로 증가함으로써 식해에 관여하는 *Pediococcus*속은 온도에 민감하고 저온에서의 증식이 잘 되지 않았다. Shin 등(19)에 의하면 김치 발효에서 *Pediococcus*는 온도에 따른 증식 정도가 상이하고, 저온에서는 잘 적응하지 못한다고 보고하였다(17). 그리고 김치의 경우 *Pediococcus*는 발효초기에 검출되어 발효 후기에 급속히 감소하는 것으로 알려져 있으나(17), 본 실험의 경우 20°C에서 저장된 명태식해의 경우는 감소폭이 적었고, 변온에서도 온도를 변화한 이후  $10^7 \sim 10^8$  CFU/g의 범위를 유지하였다.

*Streptococcus*속의 증식곡선은 Fig. 2(D)와 같다. 20°C에서는 9일째  $1.7 \times 10^7$  CFU/g으로 최고에 도달하였으나 5°C

에서는 숙성 14일째 최고에 도달하였고 그 수도 매우 낮음을 알 수 있었다. 이는 식해에 관여하는 *Streptococcus* 균주는 저온에서 활동적이지 못함을 알 수 있으며, 김치에서의 *Streptococcus*가 저온에서 적응하여 어렵다는 보고(17)와 매우 유사하였다. 20°C와 변온에서 *Streptococcus*의 변화양상을 비교하면 20°C는 10일 이후 급속히 감소한 반면 변온에서는 일정 수준을 유지하였다. Shin(17)은 김치에서 *Streptococcus*가 최고 수준에 이른 후 급속히 감소하는 것은 산에 저항성이 약하기 때문이라고 하였는데, 명태식해의 경우 5°C 및 변온에서의 산도(숙성 20일경에 각각 0.3% 및 1.8% 범위)와 비교할 때 20°C에서는 상대적으로 높은 산도(3.0% 범위)를 유지하였다(9). 따라서 명태식해의 경우 이들 산생성 미생물들의 유기산 생성으로 말미암아 일정농도 이상에서는 저장성의 한계를 가지게 되는 것으로 생각된다.

숙성기간 중 효모의 변화는 Fig. 3과 같다. 5°C의 경우 숙성기간에 따른 균수의 증감은 변화가 적었고, 20°C는 18일까지 약간의 증감이 있다가 23일경에 다시 급격히 증가한 반면에 변온의 경우는 오히려 급격히 감소하였다. Shin(17)은 김치의 발효후기에 펙틴분해효소의 분비에 의한 김치 조직의 연화와 부패 여건의 조성은 효모와 깊은 관계가 있다고 하였고, 증감의 양상은 초기 모든 발효 온도에서 일정 수준으로 감소한 후 다시 증가하는 형태이나 효모가 출현하는 시기는 상당한 차이가 있다고 하였다. 본 실험의 경우 숙성후기에 효모균수가 20°C보다 변온이 적은 것으로 보아 저장성의 연장 측면에서 검토할 가치가 크다고 생각된다.

명태식해 숙성 중 단백질분해효소 및 지방분해효소 활성의 변화

발효과정에서 효소적 분해에 의한 저분자 펩타이드, 아미노산, 아민류 및 암모니아 등과 같은 각종 질소화합물이나 지방산류는 제품 특유의 물성과 풍미 및 냄새 형성과 밀접한 관련이 있다고 알려져 있어(10), 명태식해의 숙성기간중의

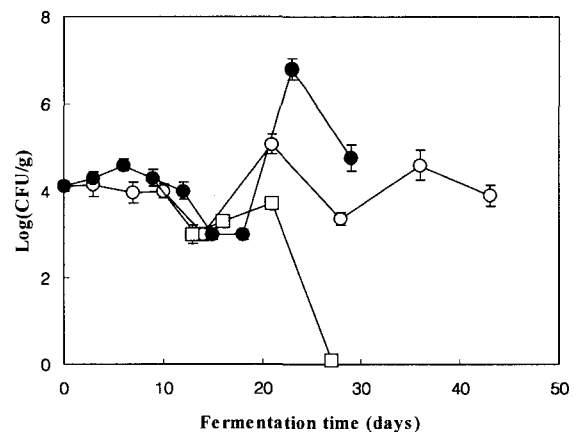


Fig. 3. Changes of yeast in Alaska pollack *sikhae* during fermentation.

○: at 5°C, ●: at 20°C, □: Aged at 5°C after 10 days fermentation at 20°C.

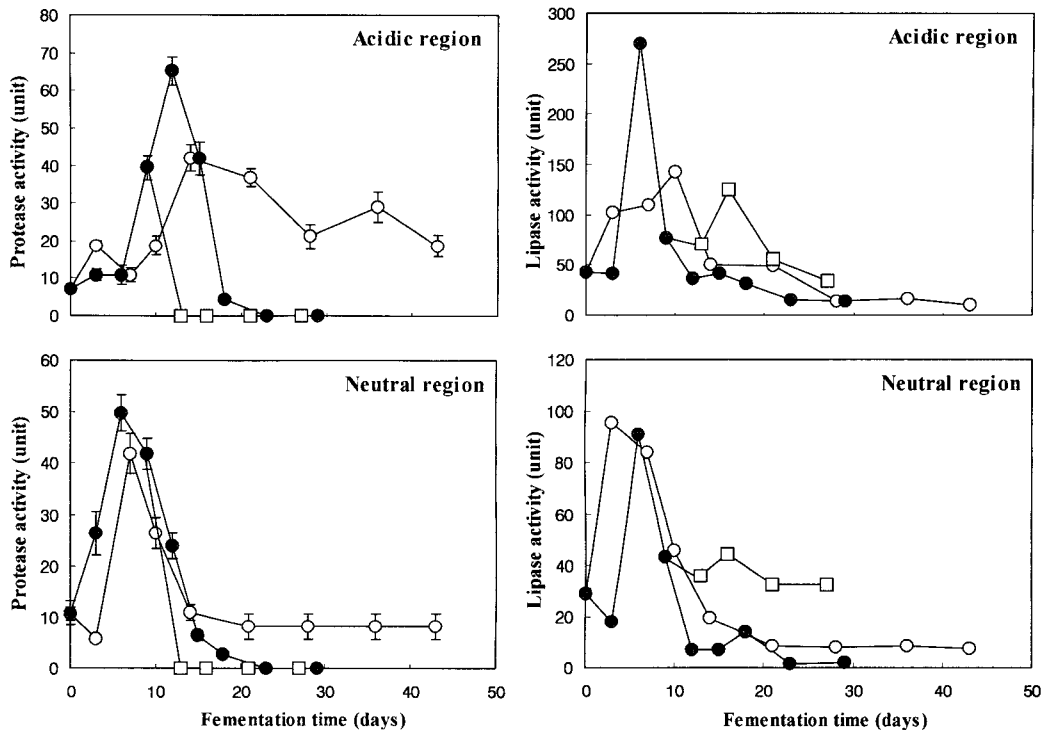


Fig. 4. Changes of protease (left) and lipase activity (right) in Alaska pollack *sikhae* during fermentation. ○: at 5°C, ●: at 20°C, □: Aged at 5°C after 10 days fermentation at 20°C.

조효소의 활성을 산성 및 중성영역에서 측정하였다.

숙성중 단백질분해효소의 활성 변화는 Fig. 4(left)와 같다. 산성단백질분해효소 활성은 20°C에서는 12일경에 65.12 unit, 5°C에서는 14일경에 41.93 unit로 최고치에 이른 후 감소하였으며, 변온조건에서는 20°C에서 5°C로 낮춘 직후 활성이 감소되었다. 중성단백질분해효소 활성은 20°C, 6일경에 49.69 unit로, 5°C는 7일경에 41.93 unit로 최고치에 이른 후 감소하였고, 변온은 저온으로 낮춘 직후 바로 활성이 감소되었다. 산성 및 중성단백질분해효소 활성 모두 숙성온도가 증가할수록 최대치에 이르는 시기가 빨라졌으며, 활성의 최고치는 중성단백질분해효소 활성의 경우 온도에 따라 큰 차이를 보이지 않은 반면, 산성영역에서의 효소활성은 20°C가 5°C보다 높았고 변온의 경우 저온으로 온도를 낮춘 직후 활성이 급격히 감소하였다. 따라서 명태식해의 단백질분해효소 활성은 숙성초기에는 중성단백질분해효소 활성이 높다가 숙성과 함께 산도가 증가함으로써 산성단백질분해효소 활성이 증가하였고, 숙성후기에는 산도에 의한 단백질분해효소 변성으로 활성이 떨어진 것으로 생각된다. 숙성중 단백질분해균의 변화(Fig. 1)와 비교해보면 변온에서는 단백질분해균의 활성이 있음에도 불구하고 단백질분해효소 활성이 나타나지 않는 것으로 보아 미생물 효소보다는 자가소화효소의 활성임을 알 수 있었다.

지방분해효소 활성의 변화는 Fig. 4(right)와 같다. 산성지방분해효소 활성은 20°C에서 6일경에 270.15 unit로, 5°C는 10일경에 143.05 unit로 최고치에 이른 후 감소하였고, 변온

은 5°C로 낮춘 후 활성이 감소하였다. 중성지방분해효소 활성은 20°C에서 6일경에 91.15 unit로, 5°C에서는 3일경에 95.75 unit로 최고치에 이른 후 감소하였고, 변온은 5°C에서도 활성이 유지되었다. 지방분해효소 활성의 최고치는 중성영역에서는 온도에 따른 최고치의 큰 차이가 없는 반면, 산성영역에서는 온도가 높을수록 최고치가 높았다. 변온의 경우 산성 및 중성지방분해효소가 저온으로 온도를 낮춘 후에도 활성이 유지되는 것은 지방분해효소가 온도의 변화에 덜 민감한 것으로 사료된다.

### 요 약

숙성온도 조건(5°C, 20°C 및 변온조건)을 달리한 명태식해에서 숙성에 지배적으로 관여하는 미생물상의 변화 및 효소학적 특성을 구명하였다. 20°C조건의 숙성초기에는 단백질분해균이나 *Lactobacillus*속 및 *Pediococcus*속이 총균수의 대부분을 차지하였으며, 숙성 10일 이후에는 단백질분해균, *Leuconostoc*속, *Streptococcus*속 및 *Pediococcus*속의 감소가 총균수의 감소에 기여하였고 숙성 10일 이후의 총균수는 *Lactobacillus*속, *Pediococcus*속 및 효모가 대부분이었다. 변온조건의 경우 숙성 10일 이후에도 총균수가 일정수준을 유지하였는데, 이는 *Lactobacillus*속, *Pediococcus*속 및 *Streptococcus*속이 변온 이후에도 균수가 일정하게 유지되었기 때문이다. 따라서 20°C와 변온에서 숙성 10일 이후의 균 증식 양상은 20°C의 경우 효모의 증식이 우세한 반면에, 변온

에서는 *Streptococcus*속의 증식이 우세하였다. 반면 5°C의 경우 *Lactobacillus*속이 숙성초기에 대부분을 차지하였고 특히 *Leuconostoc*속이 다른 조건의 비해 오래 지속되었다. 산성단백질분해효소 및 지방분해효소 활성은 온도에 민감하여 20°C일 때가 5°C보다 활성이 높은 반면 중성단백질분해효소와 지방분해효소는 온도에 따른 활성의 차이가 나타나지 않았다. 그리고 변온조건에서는 단백질분해효소의 경우 실패되었고, 지방분해효소는 온도변화에 적응력이 존재하여 활성이 유지되었다.

### 감사의 글

본 연구는 2000년도 강릉대학교 동해안해양생물자원연구센터의 연구비 지원(과제번호 2-5-0)에 의하여 이루어진 것으로 이에 감사드립니다.

### 문헌

1. Lee CH, Lee EH, Lim MH, Kim SH, Chae SK, Lee KW, Koh KH. 1986. Characteristics of Korean fish fermentation technology. *Korean J Dietary Culture* 1: 267-278.
2. Jung HS, Lee SH, Woo KL. 1992. Effect of salting levels on the changes of taste constituents of domestic fermented flounder *Sikhae* of Hamkyeng-do. *Korean J Food Sci Technol* 24: 59-64.
3. Lee CH, Cho TS, Lim MH, Kang JW, Yang HC. 1983. Studies on the Sik-hae fermentation made by flat-fish. *Korean J Appl Microbio Bioeng* 11: 53-58.
4. Souane M, Kim YB, Lee CH. 1987. Microbial characterization of *Gajami sik-hae* fermentation. *Korean J Apply Microbiol Bioeng* 15: 150-157.
5. Cho TS. 1982. The studies on *Gajami Sik-hae*. *MS thesis*. Korea University, Seoul, Korea.
6. Kim SM, Cho YJ, Lee KT. 1994. The development of squid (*Todarodes pacificus*) Sik-hae in Kang-nung district. 2. The effects of fermentation temperatures and periods on chemical and microbial changes, and the partial purification of protease. *Bull Korean Fish Soc* 27: 223-231.
7. Kim SM, Bank OD, Lee KT. 1994. The development of squid (*Todarodes pacificus*) Sik-hae in Kang-nung district. 3. The effects of garlic concentrations on the properties of Sik-hae. *Bull Korean Fish Soc* 27: 357-365.
8. Kim SM, Kim HY, Choi SH. 2000. Quality characteristics of *Myung-Tae* (*Alaska pollack*) *Sikhae* during fermentation. *Food Sci Biotechnol* 9: 5-9.
9. Cha YJ, Kim SJ, Jeong EJ, Kim H, Cho WJ, Yoo MY. 2004. Studies on taste compounds in Alaska pollack *sikhae*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 33: 1515-1521.
10. Lee JS, Kraft AA. 1992. Proteolytic microorganisms. In *Compendium of methods for the microbiological examination of foods*. Vanderzant C, Splittstoesser DF, eds. American Public Health Association, p 193-198.
11. Han HU, Park HK. 1991. Differential counts of lactic acid bacteria genera on bromophenol blue medium. *Bull Institute for Basic Science* (Inha University, Inchen, Korea) 12: 89-94.
12. Lee CH, Ko CY, Ha DM. 1992. Microfloral changes of the lactic acid bacteria during kimchi fermentation and identification of the isolates. *Korean J Appl Microbiol Biotechnol* 20: 102-109.
13. Smith JL, Haas MJ. 1992. Lipolytic microorganisms. In *Compendium of methods for the microbiological examination of foods*. 3rd ed. Vanderzant C, Splittstoesser DF, eds. American Public Health Association. p 183-191.
14. Mislivec PB, Beuchat LR, Cousin MA. 1992. Yeast and molds. In *Compendium of methods for the microbiological examination of Foods*. 3rd ed. Vanderzant C, Splittstoesser DF, eds. American Public Health Association. p 239-249.
15. 萩源文二. 1953. Proteolytic enzyme (第6章). 酵素研究法 第2卷. 赤堀四郎編集. 朝倉書店, 日本. p 237-246.
16. 相泥孝亮, 小野正之, 手塚隆久, 柳田藤治. 1980. リパーゼ (第IV章), 酵素利用ハンドブック. 地人書館, 日本. p 217-234.
17. Shin DH. 1994. Physicochemical and microbial properties of market Kimchi during fermentation in different containers. In *Kimchi Science*. Korean J Food Sci Technol. p 82-136.
18. Park HK, Lim CR, Han HU. 1990. Microbial succession in kimchi fermentation at different temperatures. *Bull Institute for Basic Science* (Inha University, Inchen, Korea) 11: 161-169.
19. Shin DH, Kim MS, Han JS, Lim DK. 1996. Change of chemical composition and microflora in bottled vacuum packed kimchi during storage at different temperature. *Korean J Food Sci Technol* 28: 127-136.

(2004년 9월 20일 접수; 2004년 11월 25일 채택)