

이용도가 낮은 수산자원의 효소적 가수분해 조건

배 태 진

여수대학교 식품공학과

Enzymatical Hydrolysis of Low-Usefulness Marine Resources

Tae-Jin Bae

Dept. of Food Science and Technology, Yosu National University, Yosu 550-250, Korea

Abstract

In present work, the development of processing for various fermented sea foods using low-usefulness marine resources were investigated. The optimum temperatures of autolysis were 35°C for hair tail, 45°C for gizzard shad, 30°C for kangdale, 30°C for pen shell and 30°C for oyster and when alcalase(Novo Co.) were added, optimum temperatures were 60°C, 50°C, 50°C, 50°C and 50°C, respectively, and protease N.P. (Pacific chem, enzyme mixture 2,000) were 55°C, 60°C, 50°C, 50°C and 50°C, respectively. Especially although exozymes and endozymes reacted at same time, hydrolysis rate of raw materials got to maximum at optimum temperatures of exozymes. The facts showed that exozymes dominated the hydrolysis of raw materials. When alcalase and protease N.P. were added the hydrolysis rate of 5 raw materials reached maximum at pH 9.0, and optimum hydrolysis time of all raw materials were 6 hours. And the optimum concentrations of exozymes were about 3.0% for hair tail, 4.5% for gizzard shad, 3.5% for kangdale, 3.0% for pen shell and 3.0% for oyster, respectively.

Key words : hydrolysis, alcalase, hair tail, gizzard shad, kangdale, pen shell, oyster.

서 론

수산생물 자원은 양질의 동물성 단백질 및 무기질 등을 다량으로 함유하여 식량자원으로서 중요한 위치를 차지하고 있지만, 원료의 특성상 일시적으로 대량 어획되고 또한 선도 저하가 빨라 다른 식량자원에 비하여 이용효율이 매우 낮으며, 또한 수산가공공장에서 전처리 과정에서 나오는 자숙액이나 두부, 내장 및 쇠육들은 주요한 단백질 자원에도 불구하고 극히 일부분만 이용되고 대부분은 폐기되고 있다. 1995년 경우에 우리나라 수산물 총어획량 334만 8천 184 M/T중에서 가공된 총량은 171만 4천 511 M/T으로 가공율이 51.2% 정도¹⁾로 그리 높은 편은 아니며 상대적으로 가공이용율이 낮은 어종이나 미가공어류에 대한 가공방법의 개발이 시급하다. 그리고 우리나라 수산물 가공에서 배출되는 부산물이나 폐기물의

비율은 수산가공제품이나 어종에 따라 다소 차이가 나지만 15~60%에 이른다²⁾. 이것으로 미루어 볼 때 우리나라 수산가공공장에서 배출되는 폐기물의 양은 매년 수십만 M/T에 달할 것으로 추정되어 자원의 비효율적인 이용뿐만 아니라 공해를 유발시키는 환경오염의 원인이 되고 있다.

따라서 가공이용율이 낮은 어종이나 미가공어류의 전어체를 효과적으로 이용하는 가공법은 자원의 완전 식량화 및 폐기물의 배출에 따른 처리비용 감소와 환경오염 요인을 줄일 수 있다. 그래서 본 연구에서는 다양한 수산발효식품과 분말조미료 소재의 개발을 위하여 먼저 단백질 분해효소를 이용하여 전어체를 단 시간만에 분해, 숙성시키는 공정을 검토하였다.

재료 및 방법

1. 시 료

본 연구에서 사용한 시료는 이용율이 낮은 풀치(Hair tail, *Trichiurus lepturus* Linnaeus), 전어(Gizzard-shad, *Chupanodon punctatus*), 강달어(Kangdale, *Collichithys niveatus*), 키조개(Pen shell, *Atrina pectinata* Linné) 및 굴(Oyster, *Crasostrea gigas*)을 이용하였다. 즉 선도가 양호한 시료들을 1995년 1월 및 10월, 1996년 4월 및 10월에 여수시 국동 소재 공판장에서 구입하여 chopper로 마쇄하여 -30°C 의 동결고에 저장하여 두고 실험에 사용하였다.

2. 가수분해

시료 80g에 물 64g을 혼합하여 blender로 균질화시키고, 이 중에서 9g을 취하여 가수분해용 시험관에 넣었다. 여기에 시료 증량에 대하여 서로 다른 비율의 단백질분해 효소를 함유하는 물 1g을 가하여 시료와 물의 혼합비가 1:1(w/w)이 되도록하여 온도조절이 가능한 진탕 항온수조(90 stroke/min, 15cm stroke length)를 이용하여 가수분해 온도, 첨가효소의 농도 및 pH의 변화에 따른 가수분해 정도를 측정하여 시료별 최적 가수분해 조건을 결정하였다. 실험에 사용한 상업적 효소는 Protease N.P(태평양화학제, 복합효소 2000)와 Alcalase(Novo co.)였다. 그리고 대량처리를 위하여서는 온도조절이 가능한 5L 크기의 발효조와 교반장치가 부착된 발효장치(한국발효주식회사, KF-5L)를 이용하여 가수분해시켰다.

3. 일반성분 및 VBN 측정

수분은 상압가열 건조법, 조단백질은 Kjeldahl법, 조지방은 Soxhlet법, 회분은 건식회화법, 당은 Somogyi법, 염도는 Morh법, 순단백질은 Barnstein법³⁾, 휘발성 염기질소(VBN, volatile basic nitrogen)는 미량화산법⁴⁾으로 측정하였고, pH는 pH meter(Fisher Sci. Accurnet 950)로 측정하였다.

4. 아미노질소 측정

아미노질소 함량은 A.O.A.C.법⁵⁾으로 측정하였다. 즉 가수분해물을 100°C 에서 20분간 가열하여 효소를 불활성화시키고 증류수를 가하여 100ml로 정용하였다. 다음 이것을 여과하고 여액 2ml를 취하여

minhydrin시약 5ml를 넣고 100°C 에서 16분 동안 가열하여 발색시킨 후 실온에서 냉각하고 여기에 dilution용액 5ml를 넣고 spectrophotometer로써 570nm에서 흡광도를 측정하였고, 아미노질소 함량은 표준품을 이용하여 미리 구한 검량식을 이용하여 구하였다.

5. 효소활성 측정

첨가효소의 활성은 Anson의 방법⁶⁾으로 측정하였다. 즉 0.6% casein용액 1ml를 시험관에 취하여 37°C 의 항온 수조에 미리 넣어 보온하고, 여기에 효소액 1ml를 정확히 넣어 37°C 에서 10분간 반응시키고 0.4M 삼염화초산 용액 2ml를 가하여 다시 37°C 에서 25분간 방치시킨 후 여과(Whatman No.41)하였다. 여액 1ml를 취하여 여기에 0.4M 탄산나트륨 용액 5ml 및 Folin 시액 1ml를 가하고 37°C 의 항온 수조에서 20분간 발색시킨 다음 660nm에서 흡광도를 측정하여 활성을 계산하였다. 효소의 활성은 주어진 반응 조건에서 1분 동안에 $1\mu\text{mole}$ 의 tyrosine에 상당하는 비단백성 물질을 생성하는 역기를 1 Unit로 하여, 1g의 효소가 유리시킨 tyrosine의 μmole 수를 고유 활성으로 나타내었다.

결과 및 고찰

1. 시료의 일반성분

본 연구에서 사용한 5종의 시료에 대한 일반성분 조성은 Table 1과 같다. 수분함량은 73.4~81.4%의 범위였고, 조단백질 함량은 8.9~13.4%로 전어가 가장 높았고 키조개가 제일 낮게 나타났다. 조지방 함량은 강달어와 전어가 10% 내외로 높았으며, 풀치, 굴 및 키조개는 0.9~3.4%로 낮았다. 그리고 탄수화물의 함량은 굴이 4.4%로 나타났으나 그외는 미량이거나 정량이 되지 않았고, 휘발성 염기질소량은 10.8~15.2 mg%로 시료의 선도는 양호한 편이었다.

2. 가수분해

어육을 자연적으로 장기숙성시키는 대신에 외부에서 단백질 분해효소를 첨가하여 적절히 분해시키면, 단시간만에 어육 단백질을 분해할 수 있어 발효 공정을 훨씬 단축시킬 수 있다. 이 과정에서 가수분해율을 높이려면 효소가 최대의 활성을 유지할 수 있는 요인 즉, 온도, pH 및 첨가 효소의 농도 등을 고려한 최적 가수분해 조건을 설정해 주어야 한다^{7,8)}.

Table 1. Chemical composition, pH, volatile basic nitrogen(VBN) and amino nitrogen(NH₂-N) of samples

	Hair tail	Gizzard shad	Kangdale	Pen shell	Oyster
Moisture, %	80.7	73.4	73.9	81.4	77.4
Crude protein, %	12.1	13.4	11.7	8.9	11.6
Crude lipid, %	2.8	9.3	10.5	0.9	3.4
Total sugar, %	0.4	—	—	0.2	4.4
Crude ash, %	3.1	3.0	3.2	2.4	2.5
pH	6.8	6.5	7.0	6.3	5.8
Amino-N, mg%	187.6	205.2	199.4	276.5	302.3
VBN, mg%	13.2	11.7	10.8	14.3	15.2

Table 2. Specific activity of proteolytic enzymes used in the hydrolysis of samples

	Protease N.P.	Alcalase
Specific activity (U/g solid)	$3.08 \cdot 10^4$	$3.69 \cdot 10^4$
Optimum temperature, °C	55	60
Optimum pH	7.0	8.0

1) 첨가효소 활성

시료의 가수분해를 위하여 첨가한 효소의 활성을 Table 2에 나타내었다. Protease N.P.의 활성은 $3.08 \cdot 10^4$ U/g solid였고, Alcalase의 활성은 $3.69 \cdot 10^4$ U/g solid로 Alcalase가 다소 높았다. 그리고 최적 온도와 최적 pH는 Protease N.P.가 55°C 및 7.0, Alcalase는 60°C 및 8.0 부근이었다.

2) 첨가효소 농도

풀치, 전어, 강달이, 키조개 및 굴의 마쇄육에 같은 양의 물과 Alcalase와 Protease N.P.를 여러 농도

로 첨가하여 50°C에서 4시간 가수분해시켰을 때의 아미노질소 생성량을 Fig. 1 및 Fig. 2에 나타내었다. 본 연구에서 사용한 5종의 시료 모두 전체적으로 첨가효소의 농도가 높을수록 아미노질소 생성량이 높았고, 효소의 첨가농도가 낮을수록 아미노질소 생성 속도가 급격하였으며, 효소 첨가농도가 높은 구간에서는 아미노질소 생성 속도가 완만하였다. 그리고 첨가효소 중 Alcalase가 가수분해율이 다소 높았으며, 이때의 가수분해율은 아래처럼 구하였다.

$$H.R. = \frac{N_{A,t=t} - N_{A,t=0}}{N_{pp,t=0}} \times 100$$

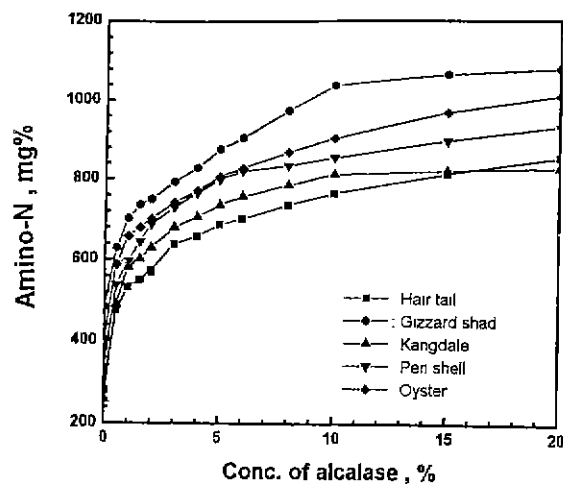


Fig. 1. Influence of added alcalase concentration on the hydrolysis of chopped whole samples.

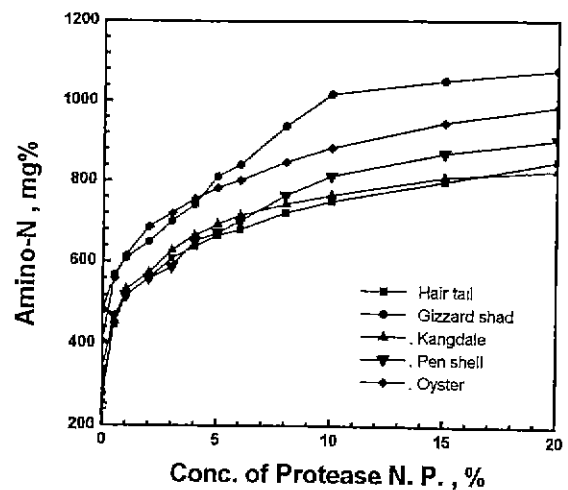


Fig. 2. Influence of added protease N. P. concentration on the hydrolysis of chopped whole samples.

여기서

H.R. : Hydrolysis ratio, %

$N_{A,t=t}$: Amino-nitrogen in hydrolysate, mg%

$N_{A,t=0}$: Amino-nitrogen in chopped whole fish meat, mg%

$N_{pp,t=0}$: Pure protein-nitrogen in chopped whole fish meat, mg%

어류의 체내효소는 주로 내장과 머리부분에 많이 함유되어 있어 내장을 제거시킨 것보다 전어체를 이용하는 것이 가수분해에 유리하고⁹⁻¹¹⁾, 재래식 것갈이나 어장유 제조시 단백질의 분해에 관련하는 효소는 주로 내장계 효소이며, 이들 효소의 특성 및 활성을 지배하는 요인은 아직까지 명확하게 알려져 있지 않다¹²⁾.

본 연구에서 단백질 분해효소인 Alcalase와 Protease N.P.를 서로 다른 농도로 첨가하고 50℃에서 4시간동안 가수분해를 시켰을 때 가수분해 정도는 첨가효소의 농도가 높을수록 증가하였는데, Alcalase를 20% 첨가하였을 때 풀치, 전어, 강달이, 키조개 및 굴의 가수분해율은 각각 70.6%, 79.4%, 67.7%, 86.9% 및 82.5%였다. 그리고 외부에서 단백질 분해 효소를 첨가하지 않고 체내효소만을 이용하여 50℃에서 4시간동안 자가소화를 시켰을 때 풀치, 전어, 강달이, 키조개 및 굴의 가수분해율은 각각 23.5%, 36.0%, 20.9%, 31.3% 및 32.5%였으며, 이는 Alcalase나 Protease N.P.를 첨가하였을 때 실험조건의 범위에서 실제로 측정된 가수분해율 67.7~86.9%에 대하여 30.9~45.3% 정도였다. 이러한 결과는 효소를 첨가할 경우 가수분해율 전체의 30.9~45.3% 정도는 자가소화에 의한 함량을 의미하였다. 井關 등¹³⁾은 고등어의 가수분해에서 자가소화율은 52% 정도였고, 이 경우 자가소화에 의한 가수분해율이 전체 가수분해율의 60% 정도로서 본 연구의 결과보다 다소 높게 나타났다.

첨가효소의 농도가 높은 경우에는 분해율의 증가가 극히 완만하였는데, 이는 제한된 양의 기질에 고농도의 효소를 첨가하였으므로 첨가효소의 농도가 높을수록 기질량이 상대적으로 감소하였기 때문으로 생각되었다. 이 경우 Heimann¹⁴⁾과 Palmer¹⁵⁾는 가수분해가 진행됨에 따라 분해산물 및 반응억제물질 등이 형성되어 가수분해 반응이 둔화될 수도 있다고 하였다. Fig. 1 및 Fig. 2의 결과에 의하면, 첨가효소의 농도가 높을수록 가수분해율은 높으나, 효소농도의 증가에 대한 가수분해율의 증가 정도는 오히려 첨가효소

의 농도가 낮은 구간에서 그 값이 큼을 알 수 있었다.

3) 가수분해 온도

풀치, 전어, 강달이, 키조개 및 굴의 마쇄육에 같은 양의 물과 Alcalase와 Protease N.P.를 각각 5% 첨가하여 여러 온도에서 4시간 동안 가수분해시켰을 때의 아미노질소 생성량을 Fig. 3에 나타내었다. 체내효소에 의한 자가소화의 최적온도는 풀치, 전어, 강달이, 키조개 및 굴의 경우 35℃, 45℃, 30℃, 30℃ 및 30℃ 부근이었다. Alcalase를 첨가하였을 때의 최적온도는 각각 60℃, 50℃, 50℃, 50℃ 및 50℃ 부근이었고, Protease N.P.를 첨가하였을 때는 55℃, 60℃, 50℃, 50℃ 및 50℃이었다. 특히 외부효소를 첨가하였을 경우 시료에 함유된 체내 효소가 동시에 작용하여도 가수분해율은 첨가효소의 최대 활성 온도 영역부근에서 가장 높아, 체내 효소에 의한 가수분해 효과보다 외부에서 첨가한 효소에 의하여 가수분해가 좌우됨을 알 수 있었다.

井關 등¹³⁾은 고등어의 최적 자가 소화온도는 50℃라고 하였고, 고등어 잔사에 단백질 분해효소를 첨가하여 가수분해시켰을 때 50~55℃범위에서 가수분해율이 가장 높았으며¹⁶⁾, 吉中 등¹⁷⁾도 내장계 효소를 이용한 정어리 어장유의 제조에서 최적 가수분해온도는 50℃라 하였다. 또한 Hale⁸⁾은 20여종의 상업적

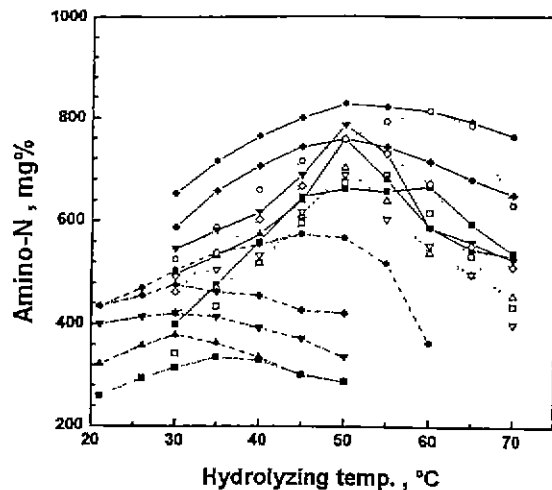


Fig. 3. Influence of hydrolyzing temperature on the hydrolysis of chopped whole samples.

Alcalase, Protease N.P., Autolysis
 —■— ...□... ---■---: Hair tail
 —●— ...○... ---●---: Gizzard shad
 —▲— ...△... ---▲---: Kangdale
 —▼— ...▽... ---▼---: Pen shell
 —◆— ...◇... ---◆---: Oyster

단백질 분해효소의 최적 온도범위가 30~70℃정도로 보고한 바 있다.

4) pH의 영향

풀치, 전어, 강달이, 키조개 및 굴의 마쇄육에 같은 양의 물과 Alcalase 및 Protease N.P.를 각각 5% 첨가하고, 구연산과 수산화칼륨으로 pH를 달리 조절하여 50℃에서 4시간 동안 가수분해시켰을 때의 아미노질소 생성량을 Fig. 4에 나타내었다.

본 연구에서 단백질 분해효소로 Alcalase와 Protease N.P.를 이용한 가수분해에서 5종의 시료 모두가 pH 9.0 부근에서 가장 높은 가수분해를 보였는데, 이것은 Table 2에서 처럼 첨가효소의 최적 pH 8.0 및 7.0보다 다소 높은 것으로 나타나 첨가효소 자체만의 최대활성 pH범위에 좌우되지 않았음을 나타내었다. 역시 이것은 시료 중에 함유된 최대활성 pH 범위가 서로 다른 체내효소들에 의한 자가소화 효과가 전체 가수분해에 상당한 영향을 미치는 점과 관련하여 전체 가수분해에서 최대활성 pH범위는 체내효소와 첨가효소가 어우러져서 나타나는 것으로 판단된다.

牧之段 등¹⁸⁾은 8종의 어류 근육조직 주에 존재하는 단백질 분해효소들이 산성, 약산성 및 알칼리성의 서로 다른 pH영역에서 최대활성을 나타냄을 확인한 바 있고, 대개 어류 근육 중의 단백질 분해효소는 주로 cathepsin계 효소¹⁹⁾와 알칼리성 단백분해효소²⁰⁾들이며, 소화관이나 유문수에서 추출된 단백질 분해효소들은 pH 10 부근에서 최대 활성을 보인다^{21~23)}.

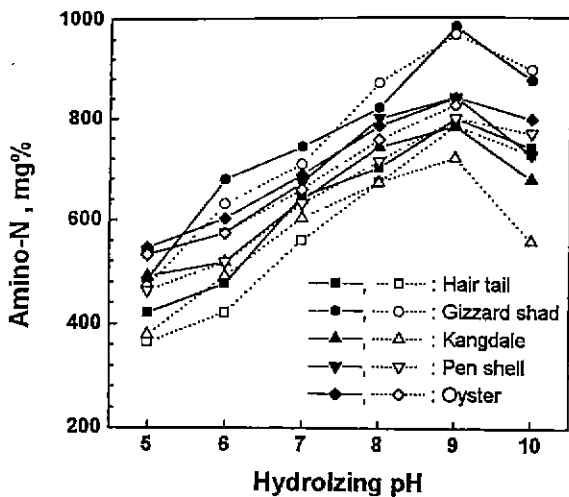


Fig. 4. Influence of hydrolyzing pH on the hydrolysis of chopped whole samples. Symbols: Solid;Alcalase, Open;Protease N.P.

5) 가수분해 시간

풀치, 전어, 강달이, 키조개 및 굴의 마쇄육에 같은 양의 물과 Alcalase와 Protease N.P.를 각각 5% 첨가하여 50℃에서 가수분해시켰을 때 가수분해 시간에 따른 아미노질소 생성량을 Fig. 5에 나타내었다.

풀치의 경우는 2종의 효소 모두가 가수분해 2시간까지는 급격한 가수분해율을 보였고, 이후로는 가수분해가 완만하여 6시간 후에 최대가 되어 이후 10시간까지 거의 변화를 보이지 않았다. 굴의 경우는 2종의 효소 모두가 가수분해 4시간만에 거의 최대 가수분해율을 보였고, 이후로는 가수분해가 완만하여 5시간 후에 최대가 되어 서서히 약간 감소하기 시작하였다. 전어의 경우는 2종의 효소 모두가 가수분해 2시간까지는 급격한 분해를 보이며, 가수분해 6시간까지 꾸준한 증가를 보였고, 그 이후로는 거의 변화를 보이지 않았다. 강달이와 키조개의 경우는 2종의 효소 모두가 가수분해 4시간까지 급격한 분해를 보였으며, 그 이후로는 다소 감소하거나 거의 변화가 없었다. 이처럼 외부에서 상업적 효소를 첨가하여 가수분해를 시킬 때 효소활성을 최대로 유지할 수 있는 조건 하에서는 초기에 가수분해가 빨리 일어나고 시간이 경과할수록 효소농도에 대한 기질의 상대적 감소로 인하여 가수분해 속도가 느려진다. 따라서 본 연구에서는 가수분해가 최대로 일어나는 때를 적정 분해시간으로 간주하였으며, 이 경우 모든 시료에서 6시간으로 결정하였다.

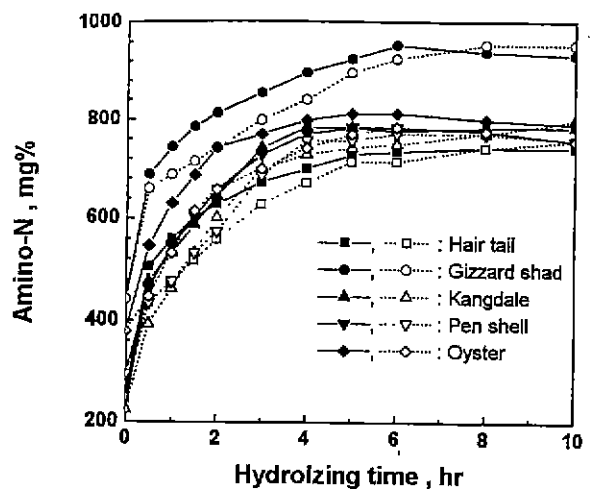


Fig. 5. Influence of hydrolyzing time on the hydrolysis of chopped whole samples. Symbols: Solid;Alcalase, Open;Protease N.P.

6) 첨가효소 농도의 동력학적 고찰

Fig. 1 및 Fig. 2에서처럼 체내 효소만을 이용하여 50℃에서 4시간 동안 자가소화를 시킨 경우 가수분해율은 5종의 시료에서 20.9~36.0% 이었다. 그리고 외부에서 단백질 분해효소를 첨가하여 가수분해시켰을 때는 가수분해율이 67.7~86.9%로 증가하는데, 이 경우에는 첨가효소의 농도가 크면 가수분해율이 증가하기는 하나 증가율이 극히 완만해지거나 또는 거의 증가를 보이지 않게 된다. 이것은 제한된 양의 기질에 고농도의 효소를 첨가하였으므로 첨가효소의 농도가 높을수록 기질량이 상대적으로 감소하였기 때문으로 생각되고, 또한 가수분해가 진행됨에 따라 분해산물 및 반응억제물질 등이 형성되어 가수분해 반응이 둔화될 수도 있다^{14,15}. 그리고 첨가효소의 농도가 높을수록 가수분해율은 높으며, 효소농도의 증가에 대한 가수분해율의 증가 정도는 오히려 첨가효소의 농도가 낮은 구간에서 그 값이 큼을 알 수 있었다. 그러나 이 결과만으로는 효소농도의 증가에 대한 가수분해율의 증가 정도를 감안한 적정 첨가농도를 정량적으로 구하기는 곤란하였다. 따라서 외부에서 첨가하는 상업적 효소의 경제적인 적정 첨가농도를 구하기 위하여 체내의 단백질 분해효소에 의한 자가소화 효과를 제외하고 첨가효소만에 의하여 이루어진 가수분해 효과를 단위시간 동안 단위효소량이 분해하는 아미노질소량에 대한 효소 활성의 개념으로 동력학적 고찰을 하여 최적 첨가량을 결정하였다.

첨가효소 농도의 증가에 대한 가수분해 속도의 감소율(decrease of hydrolyzing activity/increase of enzyme concentration)을 기준으로 적정 첨가농도를 구하고자 Fig. 1 및 Fig. 2의 결과로부터 가수분해 속도의 감소율을 구하여 Fig. 6 및 7에 나타내었다. 이때 가수분해 속도는 효소활성의 개념으로 다음과 같이 계산하였다.

$$\text{Hydrolyzing Activity} = \frac{N_{A, t=t} - N_{A, t=t, \text{Auto}}}{t \cdot c}$$

여기서

Hydrolyzing activity : mg Amino-nitrogen / min · mg Enzyme

$N_{A, t=t, \text{Auto}}$: Amino-nitrogen produced by autolytic enzyme, including amino-nitrogen in chopped whole fish meat, mg%

t : Hydrolyzing time, min

c : Enzyme concentration, mg

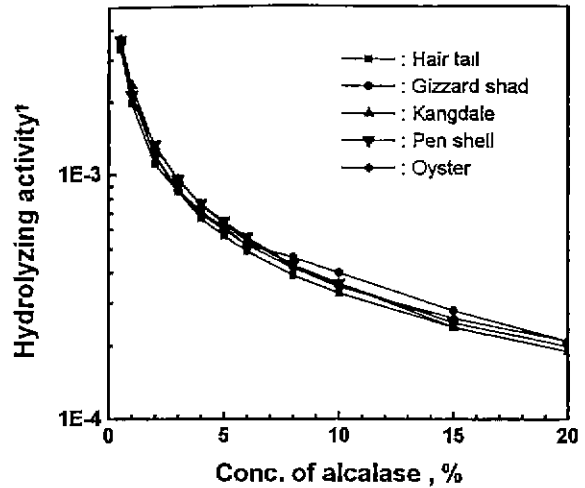


Fig. 6. Influence of added Alcalase concentration on the hydrolyzing activity of chopped whole samples.

*1:mg amino-N /min, mg enzyme.

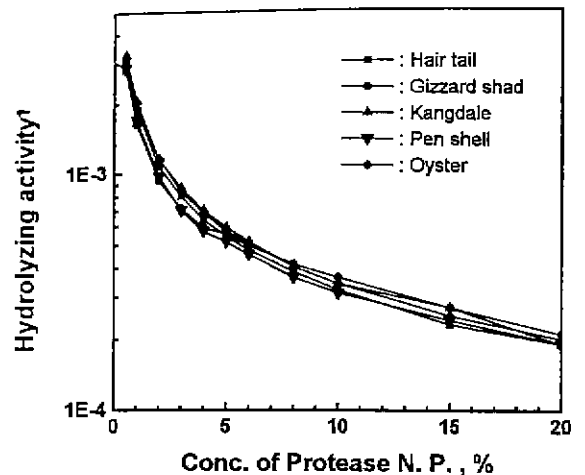


Fig. 7. Influence of added Protease N.P. concentration on the hydrolyzing activity of chopped whole samples.

*1:mg amino-N /min, mg enzyme.

Alcalase와 Protease N.P. 모두 첨가농도가 낮은 구간에서는 높은 활성을 보였으며 농도의 증가에 따라 활성은 급격하게 감소하였고, 첨가농도가 높은 구간에서는 활성이 완만하게 감소하였으며, 이들 두 구간은 서로 기울기를 달리하는 두 개의 직선구간으로 구분되었다. 기울기가 작은 구간, 즉 첨가효소의 농도가 높은 구간에서는 기질의 상대적 농도가 낮으므로 효소의 기질에 의한 포화도(degree of saturation)가 낮아 효소의 이용효율이 낮은 것으로 생각되었으

며, 기울기가 큰 구간에서는 효소의 포화도가 높은 것으로 생각되었다. 따라서 포화도가 높은 구간과 낮은 구간의 두 직선이 교차하는 점의 농도를 첨가효소의 적정농도로 하였으며, 그 농도는 풀치, 전어, 강달이, 키조개 및 굴의 경우 각각 약 3.0%, 4.5%, 3.5%, 3.0% 및 3.0%로 나타났다.

요 약

이용율이 낮고 다확성인 자원의 효과적인 이용을 위하여 전어체를 가수분해시키는 공정을 검토하였다. 시료인 풀치, 전어, 강달이, 키조개 및 굴의 체내효소에 의한 자가소화의 최적온도는 각각 35℃, 45℃, 30℃, 30℃ 및 30℃, Alcalase를 첨가하였을 때의 최적온도는 각각 60℃, 50℃, 50℃, 50℃ 및 50℃, Protease N.P.를 첨가하였을 때는 각각 55℃, 60℃, 50℃, 50℃ 및 50℃부근이었다. 특히 외부효소를 첨가하였을 경우 시료에 함유된 체내 효소가 동시에 작용하여도 가수분해율은 첨가효소의 최대 활성 온도 부근영역에서 가장 높아, 체내 효소에 의한 가수분해 효과보다 외부에서 첨가한 효소에 의하여 가수분해가 좌우되었다. 그리고 Alcalase와 Protease N.P.를 이용한 가수분해에서 5종의 시료 모두가 pH 9 부근에서 가장 높은 가수분해를 보였다. 가수분해가 최대로 일어나는 때를 적정 분해시간으로 간주할 때 모든 시료에서 6시간으로 결정되었다. 외부에서 첨가하는 상업적 효소의 경제적인 적정 첨가농도를 구하기 위하여 단위시간 동안 단위효소량이 분해하는 아미노질 소량에 대한 효소 활성의 개념으로 동력학적 고찰을 하여 최적 첨가량을 결정하였는데 풀치, 전어, 강달이, 키조개 및 굴의 경우 Alcalase와 Protease N.P.의 적정 첨가농도는 각각 3.0%, 4.5%, 3.5%, 3.0% 및 3.0%이었다.

참고문헌

1. 한국수산회 : '96 수산연감, 536~537(1996).
2. 김희천 : 원료어 수급상의 문제로 본 수산물 가공산업의 육성방안. 부산수산대학교 해양산업개발연구소 해양식량개발연구부 제1회 세미나, 23~51(1992).
3. 小原哲二郎, 岩尾裕立, 鈴木隆雄 : 食品分析 핸드ブック. 建帛社, 東京, 141~142(1982).
4. 日本厚生省 : 食品衛生検査指針(I), 揮發性鹽基窒素, 30~32(1973).
5. A. O. A. C. *Official method of analysis*. 12th ed, Assoc. of Offic. Agr-Chemist, Washington D. C., 487(1975).
6. Anson, M. L. : The estimation of pepsin, papain and cathepsin with hemoglobin. *J. Physiol.*, 22, 79~89(1938).
7. Sen, D.C., Sripathy, N. V., Lahiry, N. L., Sreenivasin, A. and Subramanyan, V. : Fish hydrolysates. 1. Rates of hydrolysis of fish with papain. 2. Standardization of digestion conditions. *Food Technol.*, 16, 138~142(1962).
8. Hale, M. B. : Relative activities of commercially available enzymes in the hydrolysis of fish protein. *Food Technol.*, 23, 107~110(1969).
9. Backhoff, P. H. : Some chemical changes in fish silage. *J. Food Technol.*, 11, 353~363(1976).
10. Guillerm, J. : Le "nuoc-mam" et l'industrie Samuriere en Indochine. *Arch. Inst. Pausteur Indochine*, 7, 21~60(1928).
11. Meike, W.W. and Mattil, K. H. : Autolysis as a factor in the production of protein isolates from whole fish. *J. Food Sci.*, 38, 864~866(1973).
12. Orejana, F. M. and Liston, J. : Agents of proteolysis and its inhibition in partis (fish sauce) fermentation. *J. Food Sci.*, 47, 198~203(1980).
13. 井關重夫, 渡 式産, 衣巻 輔 : 魚類液化たんぱくに関する研究. *東海水研報*, 59, 81~89 (1969).
14. Heimann, W. : *Grundzuge der Lebensmittelchemie*. DR. Dietrich Steinkopf Verlag, Darmstadt, 216~217(1972).
15. Palmer, T. : *Understanding enzymes*. Ellis Horwood Ltd. Publisher, 405(1981).
16. 三宅義章 : 魚類加工残渣の酵素處理による可溶化. *日食工誌*, 29, 17~122(1982).
17. 吉中禮二, 佑藤 守, 土谷 望, 池田静徳 : 内臓酵素お利用したマイワシ魚臓油の試作. *日水誌*, 49, 463~469 (1983).
18. 牧之段保夫, 豊原治彦, 池田静徳 : 魚類の筋肉における酸性, 中性, アルカリ性プロテアーゼの存在について. *日水誌*, 49, 109~112(1983).
19. Makinodan, Y. and Ikeda, S. : Purification and properties of a proteinase active in acid pH range. *Bull. Japan Soc. Sci. Fish.*, 35, 758~766(1969).
20. Iwata, K., Kobashi, K. and Hase, J. : Studies on muscle alkaline protease. II. Some enzymatic properties of carp muscular alkaline protease. *Bull. Japan Soc. Sci. Fish.*, 40, 189~200(1974).
21. 大西登史良, 村山繁雄, 竹内昌昭 : ユイ消化酵素活性の攝餌後の経時變化. 1. 消化管内容物および肝臓の amylase, proteaseについて *東海水研報*, 75, 23~31 (1973).
22. 大西登史良, 村山繁雄 : 養殖マス類における酵素的研究 1. Protease, amylase, arginase, GPTおよび GOT活性の魚種別比較. *東海水研報*, 59, 111~119 (1969).
23. Murakami, K. and Noda, M. : Studies on proteinases from the digestive organs of sardine. 1. Purification and characterization of three alkaline

proteinases from the pyloric caeca. *Biochem. Biophys. Acta.*, 658, 17~26(1981).

(1998년 7월 2일 접수)