

효소분해법에 의한 페이스트형 속성 멸치젓의 제조 및 품질에 관한 연구

한봉호 · 김상호 · 조현덕* · 조만기** · 배태진***
부경대학교 식품공학과, *부경대학교 해양산업개발연구소, **동서대학교 식품공학과,
***여수수산대학 식품공학과

A study on the Rapid Processing of Hydrolyzed Anchovy Paste and Its Quality Stability

Bong-Ho HAN, Sang-Ho KIM, Hyun-Duk CHO*, Man-Gi CHO** and Tae-Jin BAE***

Dept. of Food Science and Technology, *Research Center for Ocean Industrial Development
Pukyong National University, Pusan 608-737, Korea

**Dept. of Food Technology, Dongseo University, Pusan 616-010, Korea

***Dept. of Food Science and Technology, Yosu National Fisheries University, Yosu 550-749, Korea

A study on the processing method of anchovy hydrolysate paste (AHP) was carried out to improve the sensory quality of salted and fermented fish. Homogenized whole anchovy was hydrolyzed using commercial proteases, Complex enzyme-2000 (CE, Pacific Chem. Co.) and Alcalase (AL, Novo), in a cylindrical vessel with 4 baffle plates and 6-bladed turbine impeller. Optimal pH, temperature, and enzyme concentration for the hydrolysis with CE and AL were 7.0, 52°C, 7%, and 8.0, 60°C, 6%, respectively. The rational amount of water for homogenization, agitation speed, and hydrolyzing time were 100% (w/w), 100 rpm, and 210 min, respectively. To make the hydrolysate to paste type, it was effective to mix the additives, such as starch, soybean protein, agar, and carrageenan gum to the hydrolysate 5 min before the end of boiling at 100°C for 30 min. Minimal NaCl concentration for long-term preservation was 15%, and this could be reduced to 12% by adding 5% of KCl. Yield of the AHP based on the total nitrogen content was 94.6~97.0%, and 86.0~89.2% of the nitrogen was amino nitrogen. Salinity, pH and histamine content of the AHP prepared with 12% NaCl and 5% KCl were 9.3~9.9%, 6.1~6.2, and below 13 mg/100 g, respectively. The AHP was stable at 26 ± 3°C for 60 days on bacterial growth, and addition of 0.05% of rosemary (*Herbalox*) extract was effective to inhibit the lipid oxidation of the AHP during storage.

Key words : anchovy hydrolysate paste, quality stability

서 론

최근 전통 식품에 대한 관심이 높아지면서 우리 나라 전통 식품들이 새로운 관점에서 과학적으로 재조명되고 있다. 젓갈과 액젓은 어패류 단백질의 가수분해물이 주 성분으로서 대표적인 전통 수산발효식품에 속한다. 그런데 젓갈은 염농도가 지나치게 높고, 2~3개월의 최적 숙성기간이 지난 후에도 저장 중에 가수분해가 계속되는 결점이 있어서 최종적으로는 액젓으로 가공하지 않을 수 없다. 또한 이들 제품은 풍부한 유리아미노산 함량 이외에 요묘한 풍미를 제품의 생명으로 하는데, 그 풍미는 기성세대의 기호에 따른 것으로서 미래세대로부터는 점차 외면당하고 있으며, 현재는 주로 김치의 조미료로 쓰이는 이외에는 대량 소비가 이루어지고 있지 않다. 그런데 이와 같은 단백질 가수분해물 중의 일부 펩티드는

angiotensin-I converting enzyme (ACE)에 대한 저해작용, 항산화작용, 돌연변이원성 억제작용 등의 기능이 있음이 알려져 있으며 (Yuem et al., 1993), 어육 단백질 가수분해물의 펩티드에도 ACE를 저해하는 작용이 있다고 한다 (Matsui et al., 1993; Matsumura et al., 1993; Kim et al., 1993a, b). 그러므로 이와 같은 기능성 성분들을 이용하면서 젓갈 및 액젓류를 미래 세대의 기호성에 부응할 수 있게 다양한 형태와 기능성의 제품으로 개발하는 일은 전통 수산발효식품의 품질개선 차원에서 시급히 해결되어야 할 과제이다. 그러나 이들 발효 제품은 아직까지 품질 기준이 제대로 마련되어 있지 않으며, 규격 제품의 산업적 생산을 위한 기초 연구도 Han et al. (1990), Bae et al. (1990a, b, c)이 정어리 전어체, 정어리 및 고등어의 폐기물을 대상으로 액젓의 산업적 생산 조건과 비린내 제거 방법을 검토한 정도에 지나지 않는다. 따라

서 본 연구에서는 멸치 가수분해물을 대상으로 대량 소비가 가능한 새로운 기호성의 페이스트형 제품으로 개발하기 위한 공정의 가능성을 검토하고 문제점들을 파악하고자 하였다.

재료 및 방법

시료어 : 멸치, *Engraulis japonica* (체장 : 17~24 cm, 체중 : 60~80 g)를 부산공동어시장에서 구입, mass colli-der로 마쇄하고 10 kg 단위로 이중 포장하여 -30°C의 동결고에 저장하여 두고 실험에 사용하였다.

가수분해 : 해동한 멸치 마쇄물에 물과 상업적 효소인 Complex enzyme-2000 (CE) 또는 Alcalase (AL)을 혼합하고 구연산과 수산화칼륨으로 pH를 조절, 균질화하여 가수분해시켰다. 가수분해 장치로는 4매의 감세판과 날개깃 6매의 임펠러가 부착된 21들이 원통형 가수분해조를 사용하였고, 내용물은 1700 g 정도가 되도록 하였다. 이때 가수분해율을 다음과 같이 계산하였다.

$$HR = \frac{N_{A,t=1} - N_{A,t=0}}{N_{PP,t=0}} \times 100$$

HR : Hydrolysis ratio, %

$N_{A,t=1}$: Amino nitrogen content in hydrolysate, mg/100 g

$N_{A,t=0}$: Amino nitrogen content in chopped whole anchovy meat, mg/100 g

$N_{PP,t=0}$: Pure protein nitrogen in chopped whole anchovy meat, mg/100 g

페이스트형 속성 멸치젓의 제조 : 가수분해물은 효소 불활성화와 살균을 위하여 100°C에서 30분간 열처리하되, 가수분해물의 페이스트화와 풍미 개선이 기대되는 첨가제를 열처리 종료 5분전에 첨가하였다. 열처리 후에는 일정 농도의 식염을 첨가하여 페이스트형 젓갈로 하였다.

성분 분석 : 수분은 상압가열 건조법, 조단백질은 semi-microkjeldahl법, 조지방은 Soxhlet법, 회분은 건식회화법, 당은 Somogi법 (日本食品工業學會, 1982), 염도는 Mohr법 (日本食品工業學會, 1982)으로 그 양을 측정하였다. Thiobarbituric acid value (TBA-값)는 Tarladgis et al. (1960)의 방법, 휘발성 염기질소 (volatile basic nitrogen, VBN)의 양은 미량확산법 (日本厚生省, 1973), 순단백질의 양은 Barnstein법 (小原 et al., 1975), 아미노 질소의 양은 Spies and Chamber (1951)의 동염법, 히스타민의 양은 Hardy and Smith (1976)의 방법으로 정량하였다. 효소의 활성은 Anson (1976), Han et al. (1990)의 방법으

로 측정하였으며, 갈변도 (ΔE)는 색차계 (Nippon Den-shoku Kogyo, ND-1001 DP S/N 0157, Tokyo, Japan)로, pH는 Fischer model 630 (USA) pH meter로 측정하였다.

생균수 측정 및 제품의 품질 평가 : 표준평판배지에 10진단계로 희석한 시료액 1ml를 도말하고 30°C에서 48시간 배양한 다음의 집락수으로써 생균수를 계산하였다. 이때, 식염의 첨가여부에 따라 배지중의 식염농도를 5%와 0.5%로 조절하였다. 가수분해물의 관능적 품질은 맛, 냄새, 색깔 및 종합조건 (overall acceptance)에 대한 10명의 panel member의 의견으로 평가하였는데, 각 데이터들은 Minitab 프로그램을 사용, Anova test법으로 신뢰계수 0.05에서 통계적으로 분석하였다 (Yun and Choi, 1992).

결과 및 고찰

시료어의 일반성분 : 시료 멸치는 Table 1에 나타난 바와 같이 조단백질 함량이 15% 정도였고, VBN 함량이 19.1 mg/100 g여서 선도는 양호한 편이었다.

효소 활성 : 가수분해를 위해 첨가한 상업적 효소는 그 종류에 따라 생성되는 펩티드의 기능이 달라지는데,

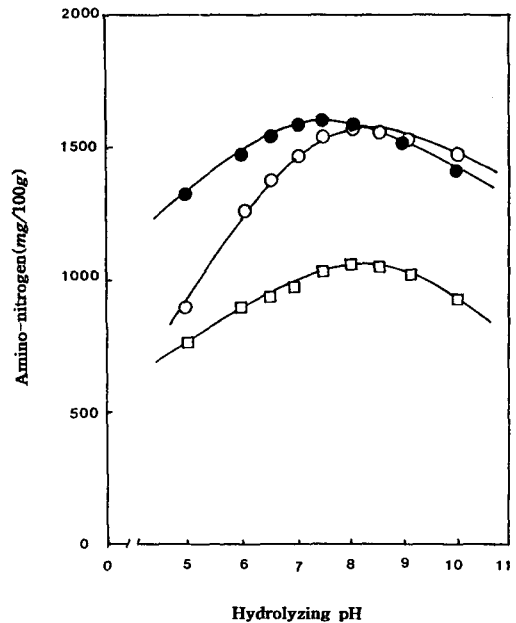


Fig. 1. Effects of pH on the hydrolyzing activity of commercial enzymes.

(Amino nitrogen content was determined after 4 hrs hydrolysis at 52°C)

-●-: Complex enzyme-2000

-○-: Alcalase

-□-: Autolysis

Table 1. Composition, pH and contents of VBN, amino nitrogen (NH₂-N) and pure protein nitrogen of homogenized whole anchovy

Moisture	78.96 %	pH	6.3
Crude protein	14.54 %	VBN	19.1 mg/100 g
Crude lipid	3.69 %	NH ₂ -N	145 mg/100 g
Crude ash	2.51 %	Pure protein nitrogen	1957 mg/100 g
Carbohydrate	0.30 %		

Table 2. Specific activity of commercial enzymes on the hydrolysis of homogenized whole anchovy

	CE	AL
Specific activity (U/g solid)	2.27 × 10 ⁴	1.73 × 10 ⁴
Optimal pH	7.0	8.0
Optimal temperature	52 ± 1 °C	60 ± 1 °C

Specific activity was determined after 4 hrs hydrolysis.
CE : Complex enzyme-2000, AL : Alcalase.

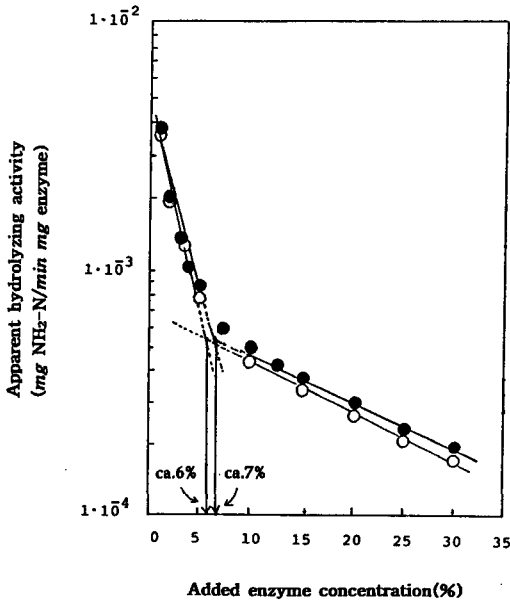


Fig. 2. Effects of enzyme concentration on the hydrolyzing activity.

●: Complex enzyme-2000
○: Alcalase

본 연구에서 사용한 효소는 Table 2에서와 같이, CE가 AL보다 활성이 컸고, 최적 pH 및 온도는 각각 7.0, 52 ± 1 °C 및 8.0, 60 ± 1 °C였다.

적정 pH : Bae et al. (1990a, b)의 방법에 따라 멸치 마쇄육에 CE 7%, 또는 AL 6%를 첨가하고 같은 양의 물을 가하여 균질화한 후, 52 ± 1 °C에서 pH를 달리하여 4시간 가수분해시킨 결과를 Fig. 1에 나타내었다. 어류 근육 중의 단백분해효소는 주로 cathepsin계 알칼리성 효소들인데 (Makidonan and Ikeda, 1969; Meike and Mattil, 1973; Iwata et al., 1974), 본 연구에서 자가소화 효

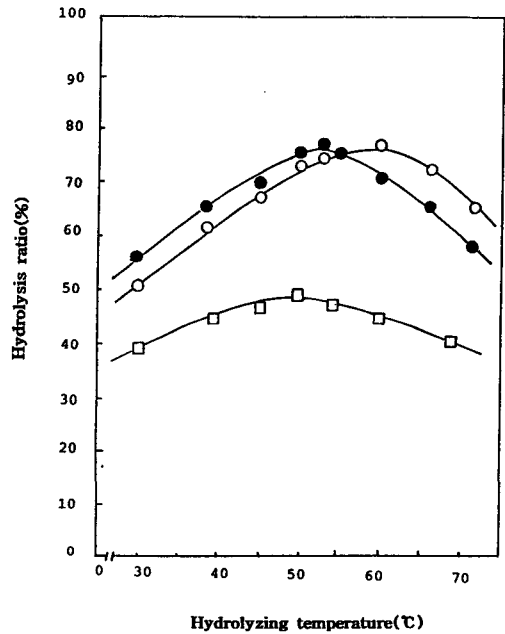


Fig. 3. Effects of hydrolyzing temperature on the hydrolysis of homogenized whole anchovy.

●: Complex enzyme-2000
○: Alcalase
□: Autolysis

소는 pH 8.0 부근, CE와 AL을 첨가하였을 때는 이들 효소가 자가소화 효소와 복합적으로 작용하면서도 전체적으로 CE 또는 AL 고유의 최대 활성 pH 영역인 pH 7.0 및 8.0 부근에서 최대 가수분해율을 보였다.

첨가 효소의 농도 : 멸치 마쇄육에 같은 양의 물을 가하고 CE와 AL의 첨가 농도를 달리하여 균질화한 후 52 ± 1 °C에서 4시간 동안 가수분해시키되, CE의 경우 pH 7.0에서, AL의 경우 pH 8.0에서 가수분해시켰을 때의 결

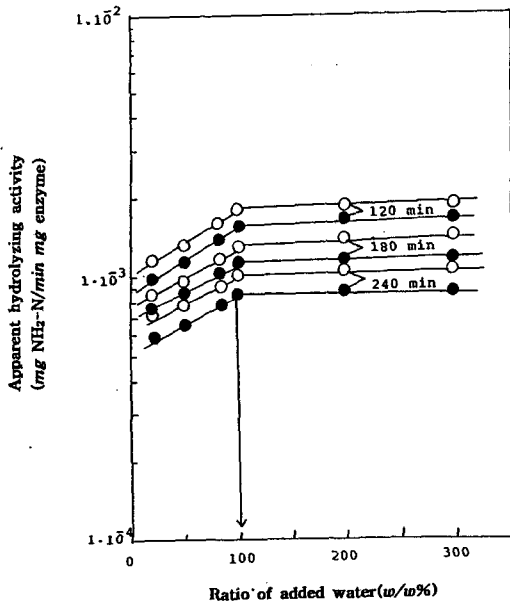


Fig. 4. Effects of water content on the hydrolysis of homogenized whole anchovy.

- : Complex enzyme-2000
- : Alcalase
- : Autolysis

과를 Fig. 2에 나타내었다. CE와 AL의 적정 첨가 농도는 각각 7% 및 6% 정도였으며, 농도가 높아질수록 가수분해율의 증가가 완만하였는데, 이는 CE와 AL의 포화도의 차이, 가수분해 생성물 및 반응억제물질의 형성 등 때문으로 생각되었다. 어류의 체내 효소는 내장과 머리에 가장 많아서 가수분해에는 내장을 함유한 전어체가 유리하다고 한다(牧之段等, 1983). 따라서 본 연구에서는 멸치 전어체를 마쇄하여 가수분해시켰으며, 이 때 자가소화 효소에 의한 가수분해율은 48% 정도였다. 이 가수분해율은 CE와 AL을 첨가하였을 때의 가수분해율 80~83%에 대해서 58~60%에 해당하여서, 멸치 마쇄육의 가수분해는 자가소화에 크게 영향을 받음을 알 수 있었다. 井關等(1969)도 고등어를 상업적 효소로 가수분해시켰을 때 전체 가수분해율이 86% 정도이고 자가소화율은 이의 58%인 52%라고 밝힌 바 있다.

가수분해 온도: 멸치 마쇄육에 적정 농도의 CE와 AL을 첨가하고 적정 pH에서 온도만을 달리하며 가수분해시킨 결과를 Fig. 3에 나타내었다. 최적 자가소화 온도는 52°C였으며, CE와 AL을 첨가하였을 때는 52 ± 1°C와 60 ± 1°C였다. 井關等(1969)은 고등어의 최적 자가소화 온도를 50°C로, 三宅(1982)은 고등어 폐기물에 단백질 가수분해 효소를 첨가한 경우의 그 온도를 50~55°C라고 보고하였다. 또, 吉中等(1983)은 내장계 효소를 이용한

정어리 가수분해에서 최적 가수분해 온도가 50°C라 하였으며, Bae et al.(1990a)도 정어리 전어체에 CE와 AL을 첨가하였을 때의 최적 가수분해 온도가 본 연구에서와 같이 52°C와 60°C라고 밝힌 바 있다.

첨가하는 물의 양: 멸치 마쇄육에 혼합하는 물의 양만을 달리하여 가수분해시킨 결과를 Fig. 4에 나타내었다. 첨가하는 물의 양이 100% (w/w) 이하일 때는 물의 증가분에 대한 가수분해 활성의 증가가 컸으며, 100% (w/w)를 초과하였을 때는 반대의 현상을 확인할 수 있었다. 이는 첨가하는 물의 양이 적으면 효소의 포화도는 커도 기질의 점도가 커서 반응이 쉽지 않았고, 물의 양이 증가함에 따라 기질의 점도가 낮아지면서 반응이 점차 용이하여졌으며, 물의 양이 육의 양에 대하여 100% (w/w)를 초과하면 기질이 지나치게 희석되어 가수분해 활성의 증가가 극히 완만해진 때문으로 생각되었다.

교반 효과: 멸치 마쇄육에 첨가하는 효소의 농도와 물의 양, pH와 온도를 최적 조건으로 하고 교반속도를 달리하였을 때의 가수분해 결과를 Fig. 5에 나타내었다. 시간에 따른 가수분해 활성의 변화는 가수분해 속도의 감속율을 의미하는 기울기가 서로 다른 두개의 직선 구간으로 구분되었다. 가수분해가 초기에는 급격하였으나, 200~210분 이후에는 완만하게 진행되었다. 그 이유는 초기에는 기질 농도가 높고 효소의 포화도가 커서 교반에 의하여 가수분해가 급격하게 진행되었으나, 200~210분 후에는 기질 농도의 감소와 그에 따른 효소 포화도의 감소로 가수분해가 점차 늦어진 때문으로 생각되었다. 교반 속도를 100 rpm에서 300 rpm으로 증가시켜도 가수분해율의 변화는 그리 크지 않았다. Bae et al.(1990a, b)은 정어리의 가수분해에서 교반 속도를 100, 200 및 300 rpm으로 빠르게 하면, 수율은 아미노 질소를 기준으로 6~10% 정도 증가하지만, 동력 소요량은 10~40배 정도로 많아진다고 하였다. 따라서 100 rpm에서의 210분을 적정 가수분해 시간으로 하였다.

식감의 개선: 가수분해물을 100°C에서 30분간 열처리 하되, 가수분해물의 페이스트화가 기대되는 첨가제를 조합하여 열처리가 끝나기 5분전에 첨가하고, 열처리 후의 가수분해물의 관능적 성적을 평가하여 Table 3에 나타내었다. 시제품 C, E 및 G는 색택과 냄새가 좋지 않았으며, 특히 E는 분말 대두단백질 특유의 비린내가 심하였다. A, B, F는 색택이 양호하고 어육 특유의 불쾌취도 완화되었다. 맛은 각 제품이 유사하였으나, C, E, G는 일부 펩티드에서 유래된 것으로 믿어지는 쓴 맛이 다소 강하게 느껴졌다. 또한 F, G의 경우에는 agar의 농도가 높으면 제품이 고농도의 현탁액 상태로 되는 결점을 확인할 수 있

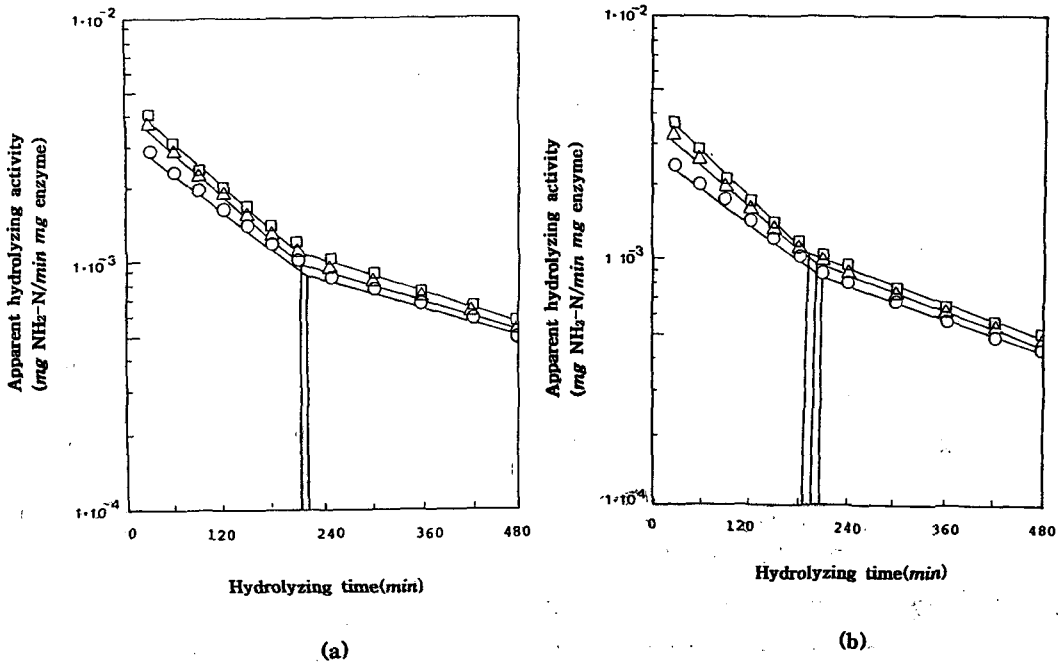


Fig. 5. Agitation effect on the hydrolysis of homogenized whole anchovy.
 (Activity was determined by measuring the amino nitrogen content after 4 hrs hydrolysis at 52°C)
 (a) 6% Complex enzyme-2000, (b) 7% Complex enzyme-2000
 -○-: 100 rpm, -△-: 200 rpm, -□-: 300 rpm

Table 3. Sensory scores and overall acceptance of the anchovy hydrolysate paste (AHP) prepared with some blended additives added 5 min before the end of boiling at 100°C for 30 min

Product	Taste	Color	Flavor	Overall acceptance
A	4.8 ^a	5.6 ^a	4.8 ^{ab}	5.9 ^a
B	4.9 ^a	5.5 ^a	5.8 ^a	5.7 ^a
C	4.4 ^{ab}	3.2 ^c	4.2 ^{ab}	3.7 ^{bc}
D	4.0 ^b	5.4 ^a	4.1 ^{bc}	4.9 ^b
E	4.0 ^b	3.7 ^c	4.1 ^{bc}	4.0 ^c
F	4.1 ^b	5.1 ^a	5.3 ^{ab}	5.0 ^{ab}
G	4.3 ^{ab}	2.2 ^d	4.3 ^{bc}	3.8 ^c

A : Starch 5% + agar 1% + soybean protein 5% + carrageenan gum 0.5%
 B : Starch 5% + carrageenan gum 0.5% + guar gum 0.5% + soybean protein 5%
 C : Starch 5% + sodium alginate 1% + soybean protein 8%
 D : Starch 5% + pectin 1% + soybean protein 5%
 E : Sodium alginate 1% + agar 2% + soybean protein 8%
 F : Agar 3% + soybean protein 5% + carrageenan gum 1%
 G : Agar 3% + sodium alginate 1% + guar gum 0.5%
 Same superscript letters are not significantly different in $p < 0.05$.

있으며, D는 점증제인 pectin의 값이 비싼 것이 결점이었다. Sodium alginate를 함유한 C, E, G의 경우, 염농도가 8% 이상이 되면 제품의 점성이 떨어지고, 대두단백질도 8% 이상이면 특유의 이취가 발생하는 결점이 확인되었다. 따라서 본 연구에서의 첨가물 배합비로는 제품 A와 B의 경우가 적당한 것으로 생각되었다.

식감과 풍미의 개선: 첫갈의 냄새성분 생성은 첫갈의 제조 또는 속성증의 화학적 및 미생물상의 변화에 크게

좌우된다. 어육 분해물의 악취성분은 methyl mercaptan과 TMA가 주체이며 (小幡彌 等, 1949), 아민류 중에서 TMA는 농도에 따라 냄새의 질이 달라지지만 어취를 느끼게 하는 중요한 성분이다 (三輪 等, 1976). 이러한 불쾌취의 개선을 위하여, 100°C에서 30분간 열처리하는 예비 실험을 통하여, 멸치 가수분해물의 풍미 개선이 기대되는 마늘가루, 생강가루, glucose, 양파가루 및 후추가루의 5종을 기본 풍미 개선제로 선택하였다. 이 중, glu-

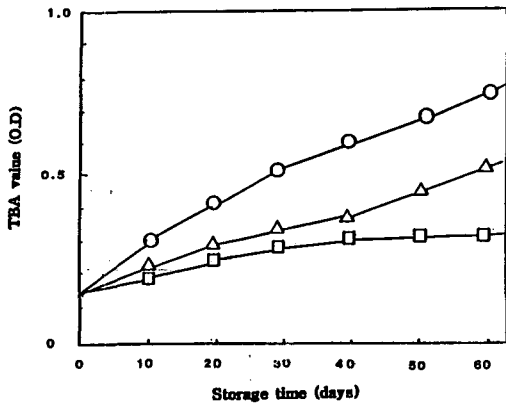


Fig. 6. Changes in TBA value of the AHP stored at 26 ± 3°C.

- : Control
- △-: Sodium erythrobatе
- : Herbalox seasoning (Resemary)

cose를 제외한 4종과 짓갈의 풍미 개선 효과가 확인된 ethyl alcohol (高見, 1966; 清水 等, 1975; Lee et al., 1981), 식감 개선 효과가 확인된 혼합 첨가물 A (Table 3), 그 이외에 풍미 개선을 위한 첨가제들을 Table 4와 같이

세 종류로 구분, 80°C에서 30분간 혼합하여 멸치 가수분해물의 열처리 종료 5분전에 첨가하였다.

Table 5에서와 같이 제품 P-3은 P-1 및 P-2보다 설탕, sorbitol 및 ethyl alcohol의 함량이 많았으며, 맛, 냄새, 색택 및 종합조건면에서 품질이 가장 우수하였다. 설탕은 glucose 대신에 사용하였으며, 열처리 과정에서 방향성분의 부여에 관여하는 것으로 생각되었다 (Han et al., 1990; Bae et al., 1990a, b, c). 저장성면에서는 sorbitol이 ethyl alcohol보다 유리하리라 믿어졌으나, 관능적 품질면에서는 ethyl alcohol이 오히려 유리하였다. 高見 (1966)은 짓갈, 된장, 간장류의 풍미 개선에, 清水 等 (1975)은 풍미 개선과 미생물에 대한 정균작용면에서, Lee et al. (1981)은 정어리 짓갈의 풍미 개선에 ethyl alcohol의 첨가가 효과적이라고 보고한 바 있다.

페이스트형 속성 멸치젓의 품질 : 효소의 불활성화와 살균을 위하여 100°C에서 30분간 열처리하되, 열처리 종료 5분전에 가수분해물에 P-3 (Table 4)와 같은 조성의 첨가물을 80°C에 30분간 혼합하고 이를 항산화제인 0.05%의 sodium erythrobatе 또는 Rosemary (Herbalox) 추출물 제품과 함께 가수분해물에 넣어 열처리를 종료시킨 후, 25°C까지 냉각시킨 제품의 품질을 Table 6에 나타내

Table 4. Formulation of additives to improve the sensory properties of the AHP

(Unit : %)

Additives	Product		
	P-1	P-2	P-3
Ethyl alcohol	1.0	2.0	1.0
Garlic powder	0.5	1.0	1.0
Ginger powder	0.5	1.0	1.0
Onion powder	1.0	-	1.0
Red pepper powder	-	0.5	0.5
Starch	5.0	5.0	5.0
Agar	1.0	1.0	1.0
Soybean protein	5.0	5.0	5.0
Sugar	-	1.0	3.0
MSG	1.0	1.0	1.0
Table salt	10.0	15.0	15.0
Sorbitol	2.0	1.0	-
Acetic acid	0.05	-	0.05
Red pigment No.2	0.01	-	0.01
Yellow pigment No.5	-	0.01	0.01

Table 5. Sensory scores of the AHP prepared with the blended additives in Table 4

Product	Taste	Color	Flavor	Overall acceptance
P-1	5.7 ^{ab}	5.8 ^{ab}	5.4 ^{ab}	5.6 ^b
P-2	5.7 ^{ab}	5.8 ^{ab}	5.7 ^{ab}	5.8 ^b
P-3	6.3 ^a	6.3 ^a	6.4 ^a	6.4 ^a

Same superscript letters are not significantly different in p<0.05.

Table 6. Composition, pH, salinity, contents of total and amino nitrogen (NH₂-N), VBN and histamine of the AHP (P-3 in Table 4)

	Raw anchovy	AHP prepared with	
		7% CE	6% AL
Moisture, %	78.96	61.70	60.80
Crude lipid, %	3.69	4.68	4.71
Crude ash, %	2.51	13.10	13.40
Carbohydrate, %	0.34	4.20	4.30
Total nitrogen, mg/100 g	1977	1899	1852
Amino nitrogen, mg/100 g	145	1634	1652
Histamine, mg/100 g	5.2	11.3	9.7
VBN, mg/100 g	18.2	27.7	29.4
pH	6.0	6.2	6.3
Salinity, %	0.3	9.2	9.3

Table 7. Composition and some characteristic values of the AHP stored at 26 ± 3°C

Storage day	0			20			40			60		
	12	15	17*	12	15	17*	12	15	17*	12	15	17*
Moisture (%)	62.3	62.4	62.9	62.5	62.8	63.1	62.6	62.9	63.2	62.8	63.0	63.2
Crude lipid (%)	4.52	4.51	4.50	4.53	4.54	4.55	4.58	4.56	4.55	4.34	4.56	4.55
Crude ash (%)	13.2	15.2	14.8	13.4	15.6	14.9	13.3	15.7	15.0	13.5	15.9	15.5
Carbohydrate (%)	4.1	4.2	4.2	4.1	4.2	4.2	4.2	4.2	4.3	4.1	4.2	4.3
Amino nitrogen (mg/100 g)	1637	1642	1648	1632	1647	1652	1648	1652	1658	1651	1655	1660
Histamine (mg/100 g)	11.5	11.3	11.0	11.2	12.0	11.9	12.1	12.3	12.5	12.4	12.8	13.0
VBN (mg/100 g)	24.8	25.2	25.4	25.1	25.4	25.5	25.2	26.2	26.5	25.3	26.1	26.3
Viable cell (counts/ml)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	?	ND	ND
pH	6.0	6.1	6.1	6.1	6.2	6.1	6.1	6.1	6.2	6.1	6.1	6.2
Salinity	9.1	13.2	9.3	9.7	13.3	9.3	9.8	13.5	9.4	9.8	13.6	9.9
ΔE-value		82.3			81.7			82.2			82.4	

ND : Not detected or less than 30 colonies in a plate

*17% was sum of 12% NaCl and 5% KCl

었다.

전반적으로 상업적 효소 CE와 AL에 따른 제품의 품질에는 거의 차이가 없었다. 원료 멸치와 비교하였을 때 첨가물 때문에 수분과 전질소 함량은 감소하였고, 그 이외의 성분은 함량이 증가하였다. 페이스트형 속성 멸치젓갈의 아미노 질소 함량은 전질소의 82% 정도였다. 히스타민 함량은 원료 멸치에서 약 5 mg/100 g 정도였고, 제품에서는 9.7~11.3 mg/100 g 여서 시료 처리 중, 또는 가수분해 중에 극미량이 생성된 것으로 생각되었다. 그러나 VBN 함량은 다소 증가하였으며, 이를 히스타민 함량의 변화와 연관하여 판단한다면, 시료의 신속한 처리 이외에, 각종 불용성 미립자 첨가물을 함유한 식품으로서의 품질 안전성을 위하여 보다 과학적인 열처리 방법이 확립되어야 할 것으로 생각되었다. Table 6의 제품 P-3는

식염 농도가 15% 였으나, 식염 농도를 12%로 낮추거나 식염 12%와 KCl 5%를 함께 첨가하고 이를 26 ± 3°C에 저장하였을 때의 품질 변화를 Table 7에 나타내었다. 첨가된 식염의 농도에 따라서 제품간에 염도가 가장 큰 차이를 보였고, 그에 따라 회분 함량도 다소나마 차이를 보였다. 그러나 지방 함량은 거의 차이를 보이지 않았다. 멸치와 같은 어종의 가수분해물에서는 히스타민이 생성되어 식중독의 원인이 될 수 있는데, 그 함량은 제조 직후의 11.0~11.5 mg/100 g에서 60일 후에는 12.4~13.0 mg/100 g으로 증가가 극히 미미하였다. 日引·清水 (1959)에 의하면 60°C 및 65°C에서 2시간 가열한 어육에서는 히스타민이 생성되지 않았으나, 50°C에서 가열한 경우에는 가열에 의한 히스타민 생성 세균의 사멸 정도에 따라서 히스타민이 다소 생성될 수 있다고 하였다. 그리고

Lerke et al. (1983)은 히스타민 생성 주요 세균인 *P. morгани*의 최적 발육온도는 37°C이고 pH 7.6~8.7정도의 알칼리성에서는 약 10%로 감소하며, 이 세균이 생성하는 histidine decarboxylase는 25°C에서 최대 활성을 보인다고 하였다. 또한 Bae (1990b)는 정어리 전어체를 이용한 어장유의 경우, 본 연구에서와 같은 가수분해 조건에서는 생성되지 않는다고 하였다. 따라서 본 연구의 가수분해 조건인 온도 52°C, 60°C와 pH 7.0~8.0에서는 히스타민 생성균이 사멸된 것으로 생각되었다. 제품의 히스타민 함량 11.0~11.5 mg/100 g을 원료 멸치의 5.2 mg/100 g, 식염 농도 15%인 제품의 9.7~11.3 mg/100 g (Table 6)과 비교하면 원료 멸치의 처리 과정에서 생성된 것으로 생각되었다. 제품 중의 미생물은 전반적으로 저장 60일까지 증식이 억제되었으나, 식염 농도 12%인 제품은 저장 60일째에 미생물의 확인이 분명하지 않았다. 그리고 Saisithi (1966)는 20% 정도로 식염 농도가 높은 발효 어육 제품에서 내열성과 내염성이 강한 *Bacillus*속의 미생물이 검출된다고 보고한 바 있다. 그러나 본 연구 결과를 보면, VBN 함량은 전반적으로 변화가 거의 없었으며, 이는 미생물의 증식이 억제된 때문으로 추측되었다. Bae et al. (1990a, b)도 정어리 어장유의 경우 식염 농도가 15% 이상일 때 본 연구에서와 같이 저장 60일까지 미생물의 발육이 억제된다고 보고한 바 있다. 결국 식염 12%와 KCl 5%를 혼합하여 첨가한 제품의 품질은 식염 15%를 첨가한 것과 비교하여 저장 60일 후에 염도는 식염을 12% 첨가한 것과 거의 같으면서 품질과 안전성면에서 차이를 보이지 않았으며, 이는 식염 농도가 낮은 페이스트형 젓갈 제품의 가공 방법 개발 가능성을 암시하는 것으로 생각되었다.

지방의 저장 중의 산패 방지를 위하여 0.05%의 sodium erythrobate와 천연 항산화제인 Rosemary (*Herbalox*) 추출물 제품을 첨가한 결과를 Fig. 4에 나타내었다. 가공식품에 많이 쓰이는 sodium erythrobate보다는 0.05%의 Rosemary가 오히려 뛰어난 항산화 효과를 보였다.

결론 및 요약

산업적 효소 CE (2.27×10^4 U/g solid)를 첨가한 멸치 마쇄육을 가수분해시킬 때의 최적 가수분해 조건은 효소 농도 7%, pH 7.0, 온도는 $52 \pm 1^\circ\text{C}$ 였으며, AL (1.73×10^4 U/g solid)의 경우에는 그 값이 각각 6%, 8.0 및 $60 \pm 1^\circ\text{C}$ 였다. 감세판이 부착된 원통형 용기에서의 적정 교반 속도는 100 rpm, 가수분해 시간은 210분이었다. 100°C에서 30분간 열처리할 때, 전분 5%, agar 1%, soybean pro-

tein 5%, carageenan gum 0.5%를 열처리 종료 5분전에 가수분해물에 첨가하는 것이 가수분해물의 페이스트화에 효과적이었다. 마늘가루 1%, 생강가루 1%, 양파가루 1%, 후추가루 0.5%, 그리고 설탕 3%, MSG 1%, 식염 15%, 식초산 0.05%, ethyl alcohol 1%, 식용 적색색소 2호 및 황색색소 5호 각 0.01%를 열처리 종료 5분전에 첨가하는 것이 풍미의 개선에 효과적이었다. 식염 농도는 NaCl 12%와 KCl 5%의 조합으로 제품의 염도를 낮출 수 있었으며, 제품의 수율은 총 질소를 기준으로 94.6~97.0%였고, 제품의 총질소의 86.0~89.2%가 아미노질소였으며, 제품은 $26 \pm 3^\circ\text{C}$ 에서의 저장 60일 동안에 품질변화가 없었다.

이상의 결과로 부터 부재료의 배합비를 달리함에 따라 다양한 기호성의 페이스트형 젓갈 제품의 개발이 가능함을 확인할 수 있었다. 그러나 페이스트형 젓갈의 속성 제조에 필수적인 상업적 효소의 가격이 제품 생산가의 대부분을 차지하는 문제점이 대두되었으며, 이는 효소 또는 효소를 생산하는 미생물의 고정화에 의하여 해결되어야 하고, 균일한 고정화를 위해서는 간단한 고정화 장치가 개발되어야 한다고 판단되었다. 또한 식염 농도가 낮으면서 장기간의 저장이 가능한 페이스트형 젓갈의 가공을 위하여서는 불용성 첨가물을 함유한 가수분해물에 대한 새로운 살균 방법의 확립이 요구되었다.

감사의 글

본 연구는 동원학술진흥재단의 연구비 지원에 의한 "효소분해법에 의한 속성 어류 젓갈의 제조 및 품질 안정성에 관한 연구-멸치젓의 제조와 품질"의 연구결과임을 밝히며, 이에 감사의 뜻을 표합니다.

참 고 문 헌

- Anson, M.L. 1976. The estimation of pepsin, papain and cathepsin with hemoglobin. *J. Physiol.* 22, 79~87.
- Bae, T.J., B.H. Han, H.D. Cho, J.C. Kim, B.S. Kim and S.I. Choi. 1990-a. Conditions for rapid processing of modified fish sauce using enzymatic hydrolysis and improvement of product quality. 2. Fish sauce from sardine waste and its quality. *Bull. Korean Fish Soc.*, 23 (2), 125~136.
- Bae, T.J., B.H. Han, H.D. Cho, J.C. Kim, B.S. Kim and H.S. Lee. 1990-b. Conditions for rapid processing of modified fish sauce using enzymatic hydrolysis and improvement of product quality. 3. Fish sauce from whole

- sardine and its quality. Bull. Korean Fish Soc., 23 (5), 361~372.
- Bae, T.J., B.H. Han, H.D. Cho, J.C. Kim, B.S. Kim and H.S. Lee. 1990-c. Conditions for rapid processing of modified fish sauce using enzymatic hydrolysis and improvement of product quality. 4. Flavor components of fish sauce from whole sardine. Bull. Korean Fish Soc., 23 (5), 373~377.
- Han, B.H., T.J. Bae, H.D. Cho, J.C. Kim, B.S. Kim and S.I. Choi. 1990. Conditions for rapid processing of modified fish sauce using enzymatic hydrolysis and improvement of product quality. 1. Fish sauce from mackerel waste and its quality. Bull. Korean Fish Soc., 23 (2), 109~124.
- Hardy, R. and J.C.R. Smith. 1976. The storage mackerel development of histamine and rancidity. J. Sci. Food Agric., 27, 595~599.
- Iwata, K., K. Kobashi and J. Hase. 1974. Studies on muscle alkaline protease. II. Some enzymatic properties of carp muscular alkaline protease. Bull. Japan Soc. Sci. Fish., 40, 189~200.
- Kim, S.B., T.G. Lee, Y.B. Park, D.M. Yeum, O.K. Kim, H.S. Byun and Y.H. Park. 1993-a. Characteristics of angiotensin-I converting enzyme inhibitors derived from fermented fish product. Bull. Korean Fish Soc., 26 (4), 321~329.
- Kim, S.B., T.G. Lee, Y.B. Park, D.M. Yeum, O.K. Kim, J.R. Do and Y.H. Park. 1993-b. Isolation and characteristics of angiotensin-I converting enzyme inhibitory activity of peptic hydrolysates of anchovy muscle protein. Bull. Korean Fish. Soc., 27 (1), 1~6.
- Lee, E.H., S.Y. Cho, Y.J. Cha, J.K. Jeon and S.K. Kim. 1981. The effect of antioxidants on the fermented sardine and taste compounds of product. J. Korean Fish. Soc., 14 (4), 155~157.
- Lerke, P.A., M.N. Porcuna and H.B. Chin. 1983. Screening test for histamine in fish. J. Food Sci., 48, 155~157.
- Makidonan, Y. and S. Ikeda. 1969. Purification and properties of protease active in acid pH range. Bull. Japan Soc. Sci. Fish., 35, 758~766.
- Matsui T., H. Matsufuji, E. Seki, K. Osajima, M. Nakashima and Y. Osajima. 1993. Inhibition of angiotensin-I converting enzyme by *Bacillus licheniformis* alkaline protease hydrolysate derived from sardine muscle. Biosci. Biotech. Biochem., 57 (6), 922~925.
- Matsumura, N., M. Fujii, Y. Takeda and T. Shimizu. 1993. Isolation and characterization of angiotensin-I converting enzyme inhibitory peptides derived bonito bowels. Biosci. Biotech. Biochem., 57 (10), 1743~1744.
- Meike, W.W. and K.H. Mattil. 1973. Autolysis as a factor in the production of protein isolates from whole fish. J. Food Sci., 38, 864~866.
- Saisithi, P., B.O. Kasemsam, J. Liston and A.M. Dollar. 1966. Microbiology and chemistry of fermented fish. J. Food Sci., 31, 105~110.
- Spies, T.R. and D.C. Chamber. 1951. Spectrophotometric analysis of amino acid and peptides with their copper salt. J. Biol. Chem., 191, 787~789.
- Tarladgis, B.G., B.M. Watts and M.T. Younathan. 1960. A distillation method for the quantitative determination of malonaldehyde in rancid food. J. American Oil Chem. Soc., 37, 44~48.
- 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. Bull. Korean Soc. Food and Nutrition. 22 (2), 226~233.
- Yun, H.B. and J.H. Choi. 1992. The statistical method using MINITAB. 145~169.
- 小原哲二郎・鈴木隆雄・岩尾裕之. 1975. 食品分析ハンドブック. 建綿社. 800 pp.
- 小幡彌太郎・座間宏一・白鳥 刀・内海修藏. 1949. 水産蛋白質の利用試験. 日水誌. 14, 292~298.
- 日引重幸・清水 旦. 1959. 水産物の腐敗に関する研究. 27. 包装, 加熱魚肉の腐敗における ヒスタミン生成の抑制と魚介類の ヒスタミン含量. 日水誌. 24, 916~919.
- 日本食品工業學會. 1982. 食品分析法. pp. 168~170, 372~373.
- 日本厚生省. 1973. 食品衛生検査指針 (I). 揮発性鹽基窒素. pp. 30~32.
- 牧之段保夫・豊原治彦・池田静徳. 1983. 魚類が筋肉における酸性, 中性, アルカリ性プロテアーゼ存在について. 日水誌. 49, 109~112.
- 三輪勝利・徳永俊夫・飯田 遙. 1976. 水産加工工場の悪臭防除に関する研究. 2. 魚の煮熟および乾燥臭気. 東京水研報. 86, 7~26.
- 三宅義章. 1982. 魚類加工残渣の酵素処理による可溶化. 日食工誌. 29, 117~122.
- 井關重夫・渡近式彦・衣券豊輔. 1969. 魚類液化たんづくに関する研究. 東海區水試研報. 59, 81~89.
- 吉中禮二・宇騰 守・度谷 望・池田静徳. 1983. 内臓酵素お利用した マイウツ魚醬油の 始作. 日水誌. 49, 463~469.
- 高見 壹. 1966. 乳酸菌, 酵母, クロカレ, コウツ, カレに関する二,三の 生理學的 研究. 日協協誌. 24 (9), 29~34.
- 清水康美・吉稿樹雄・西陽陽子. 1975. 保存劑としての エチルコルの 利用法. New Food Industry. 17 (8), 8~12.

1996년 9월 12일 접수

1996년 12월 30일 수리