

저식염 속성 멸치 발효액화물 가공에 관한 연구(III)

- 속성 중 ATP관련화합물, TMAO, TMA, creatine 및 creatinine 함량변화 -

박 춘 규

여수대학교 식품공학과
(2002년 9월 10일 접수)

Studies on the Processing of Rapid- and low Salt-Fermented Liquefaction of Anchovy(*Engrulis japonica*) (III)

- Changes in ATP-related compounds, TMAO, TMA, Creatine, and Creatinine during Fermentation -

Choon-Kyu Park

Dept. of Food Science and Technology, YosU National University
(Received September 10, 2002)

Abstract

Changes in ATP and related compounds, TMAO, TMA, creatine and creatinine were analyzed to establish the processing conditions for rapid- and low salt-fermented liquefaction of anchovy(*Engrulis japonica*) extracts during fermentation. Experimental sample A: chopped whole anchovy, adding 20% water, heating at 50°C for 9 hrs and then adding 10% NaCl. Sample B: chopped whole anchovy, adding 20% water, heating at 50°C for 9 hrs and then adding 13% NaCl. Sample C: chopped whole anchovy adding 13% NaCl. Sample D: whole anchovy adding 17% NaCl. ATP, ADP, AMP and IMP were broken down during fermentation period, while inosine and hypoxanthine or hypoxanthine were detected in each fermented liquefaction of anchovy. However the amounts of them were varied from collection to collection according to the pretreatment methods. Possibly ATP and their related compounds will not make a great contribution to the umami taste in fermented liquefaction of anchovy. The contents of TMAO were decreased during fermentation period, ranging from 3 to 15 mg/100g in the fermented liquefaction of anchovy after 180 days. The TMA contents were increased slowly during fermentation period, ranging from 60 to 114 mg/100g in the 180 days specimens, however their contents were varied from sample to sample. The contents of creatine and creatinine were increased during early fermentation period, and then they were decreased in the last period. As for distribution of nitrogen in the anchovy extracts, the contribution of creatine and creatinine to the extractive nitrogen was occupying 6.8, 5.7, 4.6 and 5.7% in the experimental sample A, B, C and D, respectively. The contribution of ATP and related compounds to the extractive nitrogen was occupying 2.1, 2.4, 2.2 and 2.7% in the experimental sample A, B, C and D, respectively. The contribution of TMAO and TMA to the extractive nitrogen was very low as they are occupying 0.7~1.2% in the four experimental samples.

Key Words : anchovy, *Engrulis japonica*, rapid salt-fermented liquefaction, low salt-fermented liquefaction, ATP-related compound, TMAO, TMA, creatine, creatinine

I. 서 론

우리나라는 전통적으로 다양한 발효식품들이 전해 내려오고 있다. 젓갈류, 장류, 김치류는 우리나라 3대 염장발효 식품이라 일컬을 수 있는 것으로 젓갈류와 장류는 단백질과 지방의 공급원으로, 김치류는 비타민과 무기질 공급원으로서 쌀을 위주로 하는 우리 민족의 영양공급에 커다란 역할을 해왔다¹⁾.

젓갈류 산업에서 당면한 문제점을 보면, 전통적인 제조원리에 의해서 가공되고 있는 재래식 젓갈은 대부분 고농도의 식염을 가하여 1~2년의 장기간 숙성 발효시키는 것이 일반적이다. 이와 같은 고염 젓갈은 식염함량이 높아 숙성 과정 중 부패의 염려는 적으나 나트륨을 과다 섭취하기 쉬운 문제점이 있다. 또한 숙성 발효 기간이 너무 길어 경제성 추수와 위생적 품질관리가 매우 어려운 실정이다. 그러므로 젓갈류 산업에서 이와 같은 문제점을 해결하기 위해서는 금후 식염 첨가량을 낮출 수 있는 저염화 기술과 숙성발효 기간을 단축시킬 수 있는 숙성발효 기술의 개발이 중요한 연구과제로 남아있다.

생물의 조직이나 식품에 함유되어 있는 엑스성분은 함질소성분과 무질소 성분으로 나눌 수 있다²⁾. 수산생물 중에 널리 분포하는 함질소 엑스성분에는 유리아미노산, oligopeptide 아미노산, 핵산관련화합물, betaine 류, guanidino 화합물, trimethylamine oxide(TMAO), trimethylamine(TMA) 등 많은 성분이 알려져 있다. 이와 같은 성분들에 대한 기원은 여러 가지이나 생체 내에서 중요한 생리적 역할을 하는 성분, 선도지표가 되는 성분, 식품의 맛 성분으로서 중요한 성분, 또는 저장·가공 중의 품질변화와 깊은 관계를 갖는 성분 등 다양한 성분들이 포함되어 있다^{3,4)}.

지금까지 저식염 젓갈에 관한 연구 내용을 살펴보면, 멸치젓 가공조건^{5,6)}, 정미성분⁷⁾, 휘발성분⁸⁾ 및 단백질 분해효소의 특성^{9,10)} 등이 있으며, 정어리젓 가공조건¹¹⁻¹⁴⁾, 정미성분¹⁵⁾, 미생물상¹⁶⁾ 등이 있다. 그리고 자리돔젓¹⁷⁾, 새우젓¹⁸⁾, 조기젓¹⁹⁾ 등도 있다. 그러나 이와 같은 연구에서는 함질소 엑스성분 중 일부 성분만을 분석대상으로 하였으며, 함질소 엑스성분 전체를 체계적으로 분석한 보고는 별로 없다.

또한, 젓갈의 숙성발효를 위한 연구로서는, 숙성 발효를 촉진하기 위하여 어체를 마쇄하는 방법^{20,21)}, 숙성온도를 높이는 방법²²⁻²⁴⁾, 숙성발효 중 교반하는 방법²⁵⁻²⁹⁾, 파인애플 주스를 첨가하는 방법³⁰⁾ 등이 있다. 그리고 상업적 효소를 첨가하는 방법³¹⁻³⁴⁾과 koji를 첨가하는 방법³⁵⁻⁶⁰⁾ 등이 많이 검토되었으며, 숙성발효 제품에 대하여 맛을 개선하기 위한 방안으로서 아미노

산류를 첨가하여 숙성 발효시키는 방법^{61,62)} 및 액화물 중의 peptide를 분리하여 그 정미성을 검토한 연구⁶³⁾ 등이 있다.

그러나 이와 같은 저식염 속성발효를 위하여 사용한 방법들은 대부분 숙성 발효 액화를 촉진시키기 위하여 여러 가지 첨가물을 사용하였으며, 그 첨가물들은 숙성발효 제품의 맛에 좋지 못한 영향을 미쳐 재래식 방법으로 가공한 제품에 비하면 쓴맛이 문제점으로 지적되고 있다. 그러므로 이와 같은 쓴맛을 개선시키기 위한 여러 가지 연구가 시도된바 있으나 괄목할 만한 연구 성과를 거두지 못하고 있어, 속성발효제품의 기업적인 대량생산은 실용화되지 못하고 있는 실정이다. 그러므로 여러 가지 첨가물을 가하여 제조한 속성 발효액화물의 맛을 개선하기 위한 새로운 방법의 개발이나, 첨가물이 최종제품의 맛에 영향을 미치지 않는 속성발효액화물의 가공방법 개발이 요청되고 있다.

본 연구에서는 우리나라에서 젓갈류의 원료로서 가장 많이 이용될 뿐 아니라 제품 생산량도 가장 많은 멸치를 이용하여, 멸치가 일시 대량 어획되었을 때 많은 량을 신속하게 처리 할 수 있는 기업적인 발효생산에 목표를 두고, 저식염 속성발효액화물의 가공을 위한 일련의 연구를 계획하였다. 전보^{64,65)}에서는 멸치 발효액화물의 가공조건을 설정하기 위하여 기존 저식염 정어리 발효액화물의 가공연구¹²⁻¹⁴⁾를 참조하여 멸치 내장효소의 최적온도, 가열 전처리조의 제작, 적정 식염첨가량, 전처리조건 등을 검토하고 상온에서 저식염 멸치 발효액화물을 가공하여 180일간 숙성시키면서 엑스분 질소 및 젓갈류의 맛 성분으로서 중요한 함질소 엑스성분인 유리아미노산과 oligopeptide 아미노산을 분석하여 맛과의 관련성에 대하여 검토하였다. 이어서 본 연구에서는 멸치 원료, 가온 전처리 직후의 시료, 그리고 멸치 저식염 속성발효 액화물을 가공하여 상온에서 180일간 숙성시키면서 경시적으로 취한 시료에 대하여 맛과 밀접한 관계가 있는 ATP관련화합물, TMAO, TMA, creatine, creatinine함량의 분석 결과와 이들 함질소 엑스성분군 들에 대한 질소분포를 살펴보았다.

II. 재료 및 방법

1. 재료

실험용 멸치(*Engraulis japonica*)는 경남 남해군 이동면 근해에서 어획된 것을 구입하여 아이스박스에 채우고 실험실까지 운반한 다음 실험시료로 사용하였다.

멸치의 체장 조성은 11.4~13.0cm(평균 12.3±0.5cm, n=20), 체중조성은 13.3~21.7g(평균 17.4±2.2g, n=20)이었다.

2. 시험구 구분 및 시료의 전처리

멸치 시료에 대한 시험구 구분은 전보^(64,65)에서와 같이 A, B, C 및 D의 네 가지 방법으로 나누어 실험하였다.

1) 숙성발효 시험구 A: 생멸치 원료를 통째로 마쇄하고 원료 중량에 대한 20%(w/w)의 물을 첨가한 다음, 제작한 가열 처리조⁽⁶⁴⁾를 이용하여 멸치 자가소화효소의 최적활성온도인 50°C에서 9시간 동안 가온교반하였고 가온 마지막 단계에서 식염 10%를 첨가하였다.

2) 숙성발효 시험구 B: 생멸치를 chopper에서 통째로 마쇄하고 원료 중량에 대하여 20%의 물을 첨가하였다. 그리고 50°C에서 9시간 동안 교반하면서 가온한 후 가온 마지막 단계에서 식염 13%를 첨가하였다.

3) 숙성발효 시험구 C: 생멸치를 통째로 마쇄한 후 식염 13%를 첨가하였다.

4) 전통발효 시험구 D: 생멸치에 17%의 식염을 첨가하였다.

이상 A, B, C 및 D 시험구의 시료를 180일간 실온(8~29°C)에서 숙성시키면서 경시적으로 맛과 밀접한 관계가 있는 ATP관련화합물, TMAO, TMA, creatine 및 creatinine 함량을 분석하였다. 그리고 멸치원료 및 전처리 직후의 시료에 대해서도 같은 성분을 분석하였다.

3. 엑스분의 조제

생멸치 원료는 통째로 마쇄한 시료를, 그리고 가온 후의 시료 및 숙성 중의 시료는 경시적으로 액즙을 취하여 여과지(Advantec Toyo, 5A, φ180mm)로 다시 고형물을 제거한 액즙을 Stein and Moore방법⁽⁶⁶⁾에 따라 1% 피크린산 엑스분을 조제하였다. 즉, 균질기(Bio-mixer Model BM-2, Nihonseiki Co. Ltd., Japan)로 마쇄한 시료에 1% 피크린산을 가하여 추출한 다음 10,000 rpm에서 10분간 원심분리(Hitachi CR-22F type, Hitachi Koki Co. Ltd., Japan) 하고 잔사도 같은 조작을 2회 반복하여 모든 상정액을 Dowex 2×8(Cl⁻ form, 200~400 mesh) 칼럼을 통과시켜 피크린산을 제거하였다. 칼럼을 다시 0.02 N 염산으로 세정한 후 모든 상정액과 합하여 농축, 정용한 것을 TMAO, TMA, creatine 및 creatinine 분석용 시료로 사용하였다. ATP관련화합물 분석용 엑스분의 조제는 Nakajima et al.⁽⁶⁷⁾의 방법에 따랐다. 즉, 시료에 5% 과염소산을 가하여 균질기로 균

질화한 후 원심분리(10,000 rpm, 10 min)하고 잔사도 같은 조작을 2회 반복하여 얻은 상정액에 5 N 수산화칼륨을 이용하여 pH 7로 조정 후 분석 시료로 사용하였으며, 이상의 조작은 얼음을 채운 아이스박스 내의 저온상태에서 실시하였다.

4. ATP 관련화합물의 분석

ATP 관련화합물은 고성능액체크로마토그래피(HPLC)를 이용하여 분석하였다. 즉, HPLC는 일본 Hitachi사의 L-6200 intelligent pump, L-4200 UV-VIS detector, 665A-52 column oven 및 Spectra-physis사의 SP4270 integrator를 사용하였으며, buffer로는 2% triethylamine-phosphoric acid(pH 7.0)를 사용하였고(Kitada et al.)⁽⁶⁸⁾, 유속은 0.8ml/min, 검출 파장 254nm, column 온도 40°C, 그리고 column은 μBondapak C₁₈(φ3.9×300mm, USA)을 사용하였다.

5. TMAO와 TMA의 분석

TMA는 Bullard and Collins 방법⁽⁶⁹⁾, 그리고 TMAO는 titanous chloride를 가하여 TMA로 환원 후 정량하는 Bystedt et al.의 방법⁽⁷⁰⁾에 따라 분석하였다.

6. Creatine과 creatinine의 분석

Creatine은 Niyama의 비색법⁽⁷¹⁾, 그리고 creatinine은 Yatzidis의 방법⁽⁷²⁾으로 분석하였다.

7. 엑스분 중의 질소분포

멸치원료, 가공 전처리 시료 및 멸치 발효액화물의 숙성 중 분석한 각 질소화합물의 변화를 비교하기 위하여 각 성분군별 백분율로 나타내었다. 그리고 엑스분 질소, 유리아미노산, oligopeptide 아미노산 함량에 대한 질소분포에 대하여는 전보^(64,65)에서 분석한 결과를 인용하여 함께 고찰하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 발효 액화물의 숙성중 ATP 관련화합물의 함량변화

멸치 원료 및 그 발효액화물의 숙성과정 중 각 시험구별 ATP 관련화합물의 변화를 분석한 결과는 <Table 1>과 같다. <Table 1>에서는 편의상 ATP 관련화합물

<Table 1> Changes of ATP and related compounds in fermented anchovy during fermentation at room temperature
($\mu\text{mol/g}$ extracts)

Experimental sample ¹⁾	ATP-related compounds	Raw anchovy	After heating	Fermentation period(day)						
				15	30	60	90	120	150	180
A	ATP	0.10	-	-	-	-	-	-	-	-
	ADP	0.16	-	-	-	-	-	-	-	-
	AMP	0.58	0.40	-	-	-	-	-	-	-
	IMP	3.62	0.40	-	-	-	-	-	-	-
	Ino	3.28	3.28	0.30	0.04	0.07	0.04	-	-	-
	Hyp	2.35	5.48	8.08	7.83	6.40	6.67	7.23	5.46	4.95
	Total	10.09	9.56	8.38	7.87	6.47	6.71	7.23	5.46	4.95
B	ATP	0.10	-	-	-	-	-	-	-	-
	ADP	0.16	-	-	-	-	-	-	-	-
	AMP	0.58	0.32	-	-	-	-	-	-	-
	IMP	3.62	0.55	-	-	-	-	-	-	-
	Ino	3.28	2.72	2.91	2.09	-	-	-	-	-
	Hyp	2.35	5.89	6.97	7.52	6.76	6.38	6.57	5.49	5.20
	Total	10.09	9.48	9.88	9.61	6.76	6.38	6.57	5.49	5.20
C	ATP	0.10	-	-	-	-	-	-	-	-
	ADP	0.16	-	-	-	-	-	-	-	-
	AMP	0.58	-	-	-	-	-	-	-	-
	IMP	3.62	-	0.63	-	-	-	-	-	-
	Ino	3.28	-	2.68	2.24	-	-	-	-	-
	Hyp	2.35	-	6.24	7.12	8.89	8.16	7.66	6.99	6.10
	Total	10.09	-	9.55	9.36	8.89	8.16	7.66	6.99	6.10
D	ATP	0.10	-	-	-	-	-	-	-	-
	ADP	0.16	-	-	-	-	-	-	-	-
	AMP	0.58	-	-	-	-	-	-	-	-
	IMP	3.62	-	-	0.95	0.41	-	-	-	-
	Ino	3.28	-	-	2.80	2.39	0.37	-	-	-
	Hyp	2.35	-	-	6.46	7.30	9.68	9.26	9.41	9.22
	Total	10.09	-	-	10.21	10.10	10.05	9.26	9.41	9.22

1) A, Chopped whole anchovy, adding 20% water, heating at 50°C for 9 hrs and then adding 10% NaCl.

B, Chopped whole anchovy, adding 20% water, heating at 50°C for 9 hrs and then adding 13% NaCl.

C, Chopped whole anchovy, adding 13% NaCl.

D, Whole anchovy adding 17% NaCl.

함량을 시료 1g 중의 μmol 로 나타내었다. 멸치 원료에서는 adenosine 5'- triphosphate(ATP), adenosine 5'- diphosphate(ADP), adenosine 5'- monophosphate(AMP), inosine 5'- monophosphate(IMP), inosine(Ino) 및 hypoxanthine(Hyp)이 검출되었으며, 그 총량은 $10.09\mu\text{mol/g}$ 이었다.

시험구 A와 B에서는 가온 전처리 직후에 ATP와 ADP는 소실되고 AMP, IMP, Ino 및 Hyp 총량은 각각 9.56 과 $9.48\mu\text{mol}$ 이었다. 숙성 15일째 A와 B시험구에서 AMP와 IMP도 소실되었으며 Ino와 Hyp 총량은 8.38 과

$9.88\mu\text{mol}$ 이었다. 그리고 시험구 A와 B에서는 90일과 30일 후 Ino도 소실되었으며, 180일째 Hyp함량은 4.95 와 $5.20\mu\text{mol}$ 로서 생멸치에 비해 49.1과 51.5% 수준으로 감소되었다.

한편 시험구 C에서는 숙성 15일째 ATP, ADP 및 AMP가 소실되었고, IMP, Ino 및 Hyp가 검출되었으며, 그 총량은 $9.55\mu\text{mol}$ 이었다. 숙성 30일째 시험구 C에서는 IMP가 소실되고, 시험구 D에서는 ATP, ADP 및 AMP가 소실된 후 총량은 9.36 과 $10.21\mu\text{mol}$ 이었다. 그리고 Ino는 시험구 C와 D에서 30일과 90일 이후 검출되

지 않았고, 숙성 180일째 ATP관련화합물 총량은 6.10과 9.22vmol로서 생멸치에 대한 60.5와 91.4% 수준이었다.

이상에서 언급한 바와 같이 ATP 관련화합물 총량은 모든 시험구에서 공통적으로 숙성기간 경과에 따라 감소 추세를 나타내었으나, 최종 제품에서의 함량에는 차이를 보여서 시험구 A, B 및 C는 시험구 D에서보다 낮았다. 이와 같은 원인은 시료의 전처리 조건에 따라 ATP관련화합물의 분해속도가 다르기 때문으로 생각된다. 그리고 본 연구에서 숙성 180일 이후에는 정미성 ATP관련화합물로 알려져 있는 AMP와 IMP가 모든 시험구에서 소실되는 것으로 보아, 멸치 발효액화물에서 ATP관련화합물의 맛에 대한 기여도는 있다할지라도 매우 미약할 것으로 생각된다.

국내에서 멸치원료 및 멸치액젓에 대한 ATP 관련화합물 분석 예를 보면, 시판 멸치젓⁷³⁾, 시제 멸치젓⁷⁴⁾, 저염 멸치젓⁷⁵⁾, 숙성 멸치액젓⁷⁶⁾, 시판 멸치액젓^{77,78)}, 제래식 멸치액젓⁷⁹⁾, 봄 멸치젓과 가을 멸치젓⁸⁰⁾, 동남아산 멸치 어장유⁸¹⁾, 추자도 멸치젓⁸²⁾ 등이 있다. 이상과 같은 멸치젓 및 어장유에서 ATP관련화합물 함량에 대한 연구결과를 종합하여 보면, 이들 문헌에서는 대부분 ATP관련화합물 중 함량에 차이는 있으나 ADP, AMP, IMP, Ino 및 Hyp가 검출되었다고 보고하였다.

한편 외국에서 보고된 어장유에서 ATP관련화합물을 분석한 예로는 일본의 시판 Shottsuru⁸³⁾, 몽치다래 (*Auxis rochei*) 및 시판 어장유 4종^{59,84)}, 가다랭이 두부를 원료로 한 액체조미료⁵²⁾, 오징어와 정어리 어장유^{85,86)}, 한국산 젓갈 19종(시판용 14종 및 가정용 5종)⁸⁷⁾, 동남아산 어장유 61종(한국산 9종, 일본 산 11종, 중국산 2종, 타이산 10종, 베트남산 20종, 미얀마산 7종 및 라오스산 2종)⁸⁸⁾ 등이 있다. 이와 같은 젓갈 및 어장유에서는 어떤 경우에도 ATP, ADP, AMP, IMP가 검출되지 않았으며, Ino 및 Hyp가 그 대부분을 차지하였다고 하여 본 연구 결과와 같았다. 따라서 젓갈류의 ATP관련화합물 조성 및 함량에 대한 재검

토가 필요하다.

2. 발효액화물의 숙성 중 TMAO의 함량 변화

멸치원료 및 멸치 발효액화물 숙성 중 각 시험구별 TMAO 함량 변화를 <Table 2>에 나타내었다. 원료멸치의 TMAO 함량은 216mg/100g 이었다. Park⁸⁹⁾은 남해안산 생멸치의 TMAO 함량을 222mg으로 보고하였다. 그리고 Park⁹⁰⁾은 남해안산 생멸치의 TMAO 함량은 95~236mg(평균 162mg, n=4)으로, 그리고 기장산 생멸치에서는 93~232mg(평균 165mg, n=4)범위로 보고하고 있어 본 연구에서의 결과와 큰 차이가 없었다.

시험구 A에서의 TMAO 함량은 가온 전처리 직후 급격히 감소되어 8mg에 불과하였다. 숙성 15일째 시료에서도 6mg으로서 큰 변화가 없었다. 그러나 숙성 30일 후에는 32mg으로서 최고치에 달하였다가 그 이후 서서히 감소되어 180일간 숙성 후에는 15mg에 불과하였다. 시험구 B에서 TMAO 함량은 시험구 A에서와 거의 유사한 변화를 나타내었다. 즉 가온 전처리 직후에는 10mg으로 급격히 떨어졌으며, 그 이후 약간씩 증가되어 숙성 60일째는 32mg으로서 최고치에 달한 다음, 그 이후에 감소되어 180일째는 12mg이었다. 시험구 C에서는 숙성 15일째 21mg으로서 낮았으며, 120일째는 20mg이었고, 최종 180일째는 9mg이었다. 시험구 D에서는 숙성 30일째 5mg이었으며, 90일째는 74mg에 달한 때도 있었으나 180일째는 3mg으로서 모든 시험구 중 가장 낮았다. 이상과 같이 멸치 발효액화물 숙성 중 TMAO 함량은 전반적으로 원료에 비해 감소되었으며, 최종 제품에서는 3~15mg으로서 원료 멸치에 비하면 미량에 불과하였다. Park⁸⁹⁾은 시판 멸치액젓에서 TMAO 함량은 46~59mg(평균 51mg, n=6), 그리고 시제한 멸치액젓에서는 34mg이었다고 보고하고있어 본 연구에서보다 높은 값을 보였다. 따라서 본 연구에서 시험구 A, B C 및 D는 모두 전반적으로 낮은 수준이었다.

<Table 2> Changes of TMAO in fermented anchovy during fermentation at room temperature

(mg/100g extracts)

Experimental sample ¹⁾	Raw anchovy	After heating	Fermentation period(day)						
			15	30	60	90	120	150	180
A	216	8	6	32	26	10	20	0	15
B	216	10	18	19	32	15	12	2	12
C	216		21	7	10	5	20	1	9
D	216			5	6	74	45	13	3

¹⁾ Refer to Table 1.

3. 발효액화물의 숙성 중 TMA의 함량 변화

멸치원료와 멸치발효 액화물 숙성 중 각 시험구에서 TMA 함량 변화는 <Table 3>과 같으며, 멸치원료에서 TMA 함량은 26mg/100g이었다. Park⁸⁹⁾은 남해산 생멸치에서 TMA 함량을 6mg으로, 또한 Park⁹⁰⁾은 남해안산 멸치원료에서 TMA 함량을 8~30mg(평균 18mg, n=4)으로, 그리고 기장산 멸치원료에서 7~29mg(평균 14mg, n=4)으로 보고한 바 있어 본 연구에서 약간 높은 결과였다.

멸치 발효액화물의 숙성 중 시험구 A에서 TMA 함량 변화는 가운 전처리 이후에 42mg으로 증가되었으며, 그 이후에도 계속 증가되어 180일째 시료에서는 114mg으로서 원료에 비해 4.4배 증가되었다. 시험구 B에서도 시험구 A에서와 유사한 경향을 보였으며, 150일째에는 101mg으로서 최고치에 달하여 원료에 비해 3.9배 증가되었으나 180일째는 낮아져서 89mg이었다. 그러나 시험구 B는 시험구 A에 비해 전반적으로 TMA 함량이 낮은 수준이었는데 이와 같은 이유는 식염농도의 차이 때문으로 보인다. 시험구 C에서 숙성 15일째 TMA 함량은 57mg이었으며, 180일째의 제품에서는 70mg으로서 원료멸치에 비해 2.7%로 증가되었다. 시험구 C에서는 시험구 A와 B에 비해 TMA 함량이 낮게 나타났다. 이와 같은 이유는 전처리 조건의 차이, 즉 가운 유무의 차이 때문으로 생각된다. 시험구 D

에서의 TMA 함량은 숙성 30일째 48mg으로 증가되었으며, 그 이후에도 계속 증가되어 숙성 90일째의 시료에서는 116mg이었으나, 그 이후 점점 감소되어 180일째는 60mg으로 낮아졌다. 따라서 180일째의 최종제품에서는 시험구 A에서 가장 높고, 다음은 시험구 B, C의 순이었으며, 시험구 D에서 가장 낮게 나타났다. Park⁸⁹⁾은 시판 멸치액젓과 시제한 제품에서의 TMA 함량을 23~49mg(평균 35mg, n=6)과 40mg으로 보고하고 있어 본 연구에서의 결과보다 낮았다.

이상과 같이 멸치 발효액화물 숙성 중 TMA 함량 변화는 숙성기간 경과와 함께 서서히 증가되는 경향을 보였으며, 식염농도가 낮을수록 그 증가량이 높은 경향이었고, 시험구 D에서는 숙성 90일째 최고치에 달하였다가 숙성 180일째는 모든 시험구 중 가장 낮았다.

4. 발효액화물의 숙성 중 creatine의 함량 변화

멸치원료 및 멸치 발효액화물 숙성 중 creatine 함량 변화를 <Table 4>에 나타내었다. 멸치원료에서의 creatine 함량은 169mg/100g이었다. Park⁸⁹⁾은 남해안산 멸치원료의 creatine 함량을 355mg으로 보고하였으며, 또한 Park⁹⁰⁾은 남해산과 기장산 멸치원료에서의 creatine 함량을 158~355mg(평균 246mg, n=4)과 135~262mg(평균 211mg, n=4)으로 보고하고 있어, 본 연구에서의 결과가 약간 낮은 수준이었다. 멸치 발효액화

<Table 3> Changes of TMA in fermented anchovy during fermentation at room temperature

(mg/100g extracts)

Experimental sample ¹⁾	Raw anchovy	After heating	Fermentation period(day)						
			15	30	60	90	120	150	180
A	26	42	50	59	74	84	70	103	114
B	26	43	57	53	59	62	69	101	89
C	26		57	59	59	56	53	69	70
D	26			48	60	116	103	64	60

¹⁾ Refer to Table 1.

<Table 4> Changes of creatine in fermented anchovy during fermentation period at room temperature

(mg/100g extracts)

Experimental sample ¹⁾	Raw anchovy	After heating	Fermentation period(day)						
			15	30	60	90	120	150	180
A	169	216	206	187	187	127	191	278	72
B	169	238	206	151	187	123	119	167	147
C	169		214	151	175	159	135	72	64
D	169			270	167	147	127	112	76

¹⁾ Refer to Table 1.

물의 숙성 중 creatine 함량 변화를 살펴보면 시험구 A에서는 가온 전처리 직후 216mg으로서 원료에 비해 증가되었으며, 그 이후 약간의 증감은 있었지만 150일째 시료에서 278mg으로서 최고치를 보였으나, 180일째는 72mg으로서 오히려 원료멸치에 비해 낮아졌다. 시험구 B에서의 creatine 함량은 가온 전처리 후 238mg으로서 원료멸치 보다 증가되었으며, 그 이후 숙성 중 약간의 증감현상은 있었으나 숙성 180일째는 147mg으로서 원료 멸치에서 보다 약간 낮은 수준이었으나 다른 시험구에 비해서는 가장 높았다. 시험구 C에서는 숙성 15일째 214mg이었으며, 그 이후 감소되어 180일째 시료에서는 64mg으로서 모든 시험구 중에서 가장 낮은 값이었다. 그리고 시험구 D에서의 creatine 함량은 숙성 30일째 270mg으로서 원료에서 보다 증가되었지만 숙성 중 서서히 감소되어 숙성 180일째는 76mg으로서 시험구 A와 C수준이었다. Park⁸⁹⁾은 시판 멸치액젓의 creatine함량은 3~67mg(평균 30mg, n=6)으로, 그리고 시제한 멸치 액젓에서는 244mg이었다고 보고한 바 있다. 따라서 본 연구결과 멸치 발효액화물 최종제품에서 creatine 함량은 시판 멸치액젓과 시제한 멸치액젓의 중간 수준이었다.

5. 발효액화물의 숙성 중 creatinine의 함량 변화

멸치원료와 멸치 발효액화물의 숙성과정 중 creatinine 함량은 <Table 5>와 같다. 멸치 원료에서 creatinine 함량은 6mg/100g이었다. Park⁸⁹⁾은 남해산 멸치원료에서의 creatinine 함량을 6mg으로 보고한 바 있다. 그리고 Park⁹⁰⁾은 남해산과 기장산 멸치원료에서 creatinine 함량을 5~7mg과 4~11mg으로 보고하고 있어 본 연구에서의 결과와 같은 수준이었다. 멸치 발효액화물의 숙성 중 creatinine 함량을 보면 시험구 A에서 가온 전처리 직후 11mg으로서 약 2배에 달하였으며, 숙성 15일째는 52mg으로 8.7배로 증가되었고, 숙성 30일째는 80mg으로서 거의 같은 수준으로 120일째까

지 계속되다가 150~180일 사이에는 약간 낮아졌다. 시험구 B에서도 시험구 A와 유사한 경향을 보였다. 그러나 숙성 60일째는 104mg으로 최고치에 달하였다. 시험구 C에서는 숙성기간 경과와 함께 점점 증가되어 숙성 90일째는 112mg에 달하여 원료멸치에 비해 18.7배 증가되었으나 그후 감소되어 180일째는 62mg이었다. 시험구 D에서도 숙성기간 경과에 따라 점점 증가하여 숙성 90일째는 114mg으로서 최고치에 달하여 원료 멸치의 19배에 달하였으나 그후 계속 감소되어 180일째는 85mg 수준으로서 모든 시험구에서 거의 유사한 수준이었다. 따라서 멸치 발효액화물 숙성 중 creatinine 함량은 숙성 기간 경과와 함께 서서히 증가되어 최고치에 달한 후 서서히 감소되는 경향을 나타내었으나 최고치에 달하는 시기는 시험구에 따라 다소 차이를 보였다. 즉 멸치 발효액화물 숙성 중 creatine과 creatinine 함량 변화는 서서히 증가하였다가 감소되는 추세를 보였으며, 그 변동폭은 시험구에 따라 약간의 차이를 보였다.

6. 엑스분 중의 질소 분포

이상에서 분석한 결과를 요약하기 위하여 멸치원료, 가온 전처리 직후 시료, 그리고 멸치 발효액화물 숙성 중 경시적으로 분석한 각 시료의 엑스성분에 대한 질소량을 계산하여 각 성분 군별로 엑스분 질소에 대한 %로 나타내었다. 엑스분 중의 질소분포는 시험구 A, B, C 및 D에 대한 결과를 각각<Table 6>, <Table 7>, <Table 8> 및 <Table 9>에 수록하였다.

<Table 6>과 같이 멸치 원료에서 가장 많은 비중을 차지하는 합질소 엑스성분은 유리아미노산 질소로서 40.0%이었으며, 그 다음은 oligopeptide 아미노산 질소가 23.6%로서 이 두 성분군을 합하면 63.6%에 달하는 가장 중요한 질소성분 군이었다. 그 다음으로는 ATP관련화합물 질소 10.2%, creatine과 creatinine 질소 10.0%, TMAO와 TMA질소 8.2%의 순이었다. 멸치원료 엑스

<Table 5> Changes of creatinine in fermented anchovy during fermentation at room temperature

(mg/100g extracts)

Experimental sample ¹⁾	Raw anchovy	After heating	Fermentation period(day)						
			15	30	60	90	120	150	180
A	6	11	52	80	80	81	81	53	54
B	6	12	45	69	104	63	73	84	57
C	6		41	71	105	112	64	68	62
D	6			56	69	114	104	94	85

1) Refer to Table 1.

<Table 6> Changes of nitrogen distribution in fermented anchovy during fermentation in experimental sample A¹⁾

(%)

	Raw anchovy	After heating	Fermentation period(day)						
			15	30	60	90	120	150	180
Free amino acids ²⁾	40.0	43.0	53.9	57.1	59.6	54.0	68.7	70.9	68.8
Oligopeptide amino acids ³⁾	23.6	42.7	31.1	21.8	18.9	28.6	12.1	7.5	16.7
ATP and related compounds	10.2	3.2	2.8	2.6	2.1	2.1	2.0	1.6	1.7
Betaines ²⁾	0.3	-	-	-	-	-	-	-	-
TMAO	7.1	0.1	0.1	0.3	0.3	0.1	0.2	0	0.2
TMA	1.1	0.6	0.7	0.8	1.0	1.1	0.8	1.3	1.7
Creatine	9.6	4.1	3.9	3.5	3.4	2.3	3.1	4.6	1.4
Creatinine	0.4	0.2	4.5	4.0	3.9	2.7	3.6	5.3	1.7
Unknown	7.7	6.1	3.0	9.9	10.8	9.1	9.5	8.8	7.8
Recovery of extractive nitrogen	92.3	93.9	97.0	90.1	89.2	90.9	90.5	91.2	92.2

1) Refer to Table 1.

2,3) These data are cited from previous paper^{64,65)} for comparison.<Table 7> Changes of nitrogen distribution in fermented anchovy during fermentation in experimental sample B¹⁾

(%)

	Raw anchovy	After heating	Fermentation period(day)						
			15	30	60	90	120	150	180
Free amino acids ²⁾	40.0	42.2	56.8	61.5	58.7	56.4	69.8	76.4	69.6
Oligopeptide amino acids ³⁾	23.6	39.6	31.3	28.1	22.6	24.5	15.6	8.5	12.4
ATP and related compounds	10.2	2.5	3.1	2.9	3.0	1.9	2.1	1.9	1.6
Betaines ²⁾	0.3	-	-	-	-	-	-	-	-
TMAO	7.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.1	0.1	0.0	0.1
TMA	1.1	0.6	0.7	0.7	0.8	0.7	0.9	1.2	1.1
Creatine	9.6	4.5	3.2	2.5	3.3	2.0	2.2	2.8	2.6
Creatinine	0.4	0.3	3.7	2.9	3.9	2.3	2.6	3.2	3.0
Unknown	7.7	10.2	1.0	1.2	7.4	12.1	6.7	6.0	9.6
Recovery of extractive nitrogen	92.3	89.8	99.0	98.8	92.6	87.9	93.3	94.0	90.4

1) Refer to Table 1.

2,3) These data are cited from previous paper^{64,65)} for comparison.

분에 대한 엑스분 질소의 회수율은 92.3%이었다.

<Table 6>의 가온처리 직후 시험구 A에서 가장 많은 비중을 차지하는 함질소 엑스성분은 유리아미노산 질소로서 43.0%를 차지하였으며, 멸치원료에서보다 가온함으로서 3.0% 증가되었다. 다음으로 함량이 많은 함질소 엑스성분은 oligopeptide 아미노산 질소로서 42.7%를 차지하며 원료멸치에 비해 19.1% 증가되었다. 다음은 creatine과 creatinine 질소로서 4.3%를 차지하여 원료에 비해 5.7%가 감소되었다. 그 다음은 ATP 관련 화합물 질소로서 3.2%를 차지하였는데 가온 전처리 과정 중 7.0%가 감소되었다. 그리고 TMAO와 TMA 질소는 가온 전처리 후 0.7%이었는데 원료에 비해 7.5%

감소되었다. 즉 가온 전처리 기간 중 유리아미노산 질소와 oligopeptide 아미노산 질소는 증가되었으나 ATP 관련 화합물 질소, TMAO와 TMA 질소 그리고 creatine과 creatinine 질소는 감소된 것으로 나타났다. 그러나 가온 전처리 중 oligopeptide 아미노산 질소량이 가장 많이 증가된 반면 TMAO와 TMA 질소가 가장 많이 감소되었다.

<Table 7>과 같이 시험구 B에서도 가온처리 직후의 시료는 원료상태에 비해 유리아미노산 질소는 2.2% 증가되었고 oligopeptide 아미노산 질소도 16.0% 증가되었다. 그리고 ATP 관련 화합물 질소는 7.7% 감소, creatine과 creatinine 질소는 5.2% 감소, 그리고 TMAO

<Table 8> Changes of nitrogen distribution in fermented anchovy during fermentation in experimental sample C¹⁾

(%)

	Raw anchovy	Fermentation period(day)						
		15	30	60	90	120	150	180
Free amino acids ²⁾	40.0	52.4	63.9	55.9	62.9	66.5	79.5	57.6
Oligopeptide amino acids ³⁾	23.6	31.0	19.6	35.5	19.5	16.8	7.2	28.8
ATP and related compounds	10.2	2.8	2.5	2.1	2.1	2.2	1.8	1.8
Betaines ²⁾	0.3	-	-	-	-	-	-	-
TMAO	7.1	0.2	0.1	0.1	0.0	0.2	0.0	0.1
TMA	1.1	0.7	0.7	0.6	0.6	0.6	0.8	0.9
Creatine	9.6	3.5	2.3	2.3	2.4	2.2	1.1	1.1
Creatinine	0.4	4.0	2.6	2.7	2.7	2.6	1.2	1.3
Unknown	7.7	5.4	8.3	0.8	9.8	8.9	8.4	8.4
Recovery of extractive nitrogen	92.3	94.6	91.7	99.2	90.2	91.1	91.6	91.6

1) Refer to Table 1.

2,3) These data are cited from previous paper^{64,65)} for comparison.

<Table 9> Changes of nitrogen distribution in fermented anchovy during fermentation in experimental sample D¹⁾

(%)

	Raw anchovy	Fermentation period(day)					
		30	60	90	120	150	180
Free amino acids ²⁾	40.0	58.4	61.4	63.9	65.8	70.6	69.8
Oligopeptide amino acids ³⁾	23.6	19.8	28.3	17.3	13.8	10.2	15.4
ATP and related compounds	10.2	3.6	2.8	2.9	2.7	2.6	2.7
Betaines ²⁾	0.3	-	-	-	-	-	-
TMAO	7.1	0.1	0.1	0.7	0.4	0.1	0.0
TMA	1.1	0.7	0.7	1.4	1.3	0.7	0.8
Creatine	9.6	5.5	2.7	2.4	2.1	1.8	1.3
Creatinine	0.4	6.4	3.1	2.8	2.4	2.0	1.5
Unknown	7.7	5.5	0.7	8.6	11.5	12.0	8.5
Recovery of extractive nitrogen	92.3	94.5	99.3	91.4	88.5	88.0	91.5

1) Refer to Table 1.

2,3) These data are cited from previous paper^{64,65)} for comparison.

와 TMA 질소는 7.5% 감소되어 시험구 A에서와 유사한 경향이였다.

숙성 중 각 시험구에서 ATP 관련화합물 질소가 차지하는 비율은 시험구 A에서 1.6~3.2%(평균 2.1%)이었고, 시험구 B에서는 1.6~3.1%(평균 2.4%)이였다. 그리고 <Table 8> 및 <Table 9>에서와 같이 시험구 C와 D에서는 1.8~2.8%(평균 2.2%) 및 2.6~3.6%(평균 2.9%)이였다. 따라서 ATP 관련화합물질소가 차지하는 비율은 시험구 D에서 가장 높고, 시험구 A에서 가장 낮았다.

숙성 중 각 시험구에서 TMAO와 TMA 질소가 차지하는 비율은 시험구 A에서 0.8~1.9%(평균 1.2%)이였

으며, 시험구 B에서는 0.8~1.2%(평균 1.0%)이였다. 그리고 시험구 C와 D에서는 0.6~1.0%(평균 0.7%)와 0.8~2.1%(평균 1.2%)이였다.

숙성 중 각 시험구별 creatine과 creatinine 질소가 차지하는 비율은 시험구 A에서 3.1~9.9%(평균 6.8%) 범위였으며, 시험구 B에서는 4.3~7.2%(평균 5.7%)이였다. 시험구 C에서는 2.3~7.5%(평균 4.6%)이였고 시험구 D에서는 2.8~11.9%(평균 5.7%)이였다.

본 실험에서 엑스분 질소에 대한 회수율은 시험구 A에서 89.2~97.0%(평균 91.6%), 시험구 B에서 87.9~99.0%(평균 93.7%), 시험구 C에서 90.2~99.2%(평균 92.9%), 시험구 D에서 88.0~99.3%(평균 92.2%)로서 대

부분의 합질소 엑스 성분들이 분석된 것으로 생각된다.

IV. 요약 및 결론

선도변화가 대단히 빠르고 일시 많은 량이 어획되는 멸치를 신속하게 처리 가공할 수 있는 기업적인 발효생산에 목표를 둔 일련의 연구로서, 본 연구에서는 저식염 숙성 멸치발효액화물을 가공하여 상온에서 180일 동안 숙성시키면서 젓갈류의 맛과 밀접한 관계가 있는 합질소 엑스성분 중 ATP관련화합물, TMAO, TMA, creatine 및 creatinine 함량변화를 분석하였다. 발효액화물 숙성 중 모든 시험구에서 대부분의 ATP, ADP, AMP, IMP가 소실되고 숙성 종료 시점에서는 Ino와 Hyp 또는 Hyp만 검출되었으므로 멸치 발효액화물에서 ATP 관련화합물의 맛에 대한 기여도는 있다 할지라도 매우 미약할 것으로 생각된다. 멸치 발효액화물 숙성 중 TMAO 함량은 전반적으로 원료에 비해 감소되었으며, 최종 제품에서는 3~15mg으로서 원료 멸치에 비하면 미량에 불과하였다. 멸치발효액화물 숙성 중 TMA 함량변화는 숙성기간 경과와 함께 서서히 증가되는 경향을 보였으며, 식염농도가 낮을수록 그 증가량이 많은 경향이었고, 시험구 D에서는 숙성 90일째 최고치에 달하였다가 숙성 180일째는 모든 시험구 중 가장 낮았다. 멸치 발효액화물 숙성 중 creatine과 creatinine 함량은 서서히 증가하였다가 감소되는 추세를 보였으며, 그 변동폭은 시험구에 따라 약간의 차이를 보였다. 멸치 발효액화물의 엑스분 질소 중 ATP관련화합물 질소가 차지하는 비율은 시험구 A, B, C, 및 D에서 평균 2.1, 2.4, 2.2 및 2.9%이었고, TMAO와 TMA질소가 차지하는 비율은 시험구 A, B, C 및 D에서 평균 1.2, 1.0, 0.7 및 1.2%이었다. 또한 creatine과 creatinine 질소가 차지하는 비율은 시험구 A, B, C 및 D에서 평균 6.8, 5.7, 4.6 및 5.7%이었다. 본 실험에서 엑스분 질소의 회수율은 시험구 A에서 89.2~97.0%(평균 91.6%), 시험구 B에서 87.9~99.0%(평균 93.7%), 시험구 C에서 90.2~99.2%(평균 92.9%), 시험구 D에서 88.0~99.3%(평균 92.2%)이었다.

■ 참고문헌

- 1) Lee CH, Lee EH, Lim MH, Kim SH, Chai SK, Lee KW, and Koh KH. Fermented fish products in Korea. YuLim Moon Hwa Sa, Inc. Seoul. 186pp. 1987
- 2) Suyama M. and Konosu S. Marine sitology. Koseishakoseikaku. Tokyo. 48-94. 1987
- 3) Suyama M. Red muscle fish and white muscle fish. Nippon Suisan Gakkai ed. Koseishakoseikaku. Tokyo. 68-77. 1976
- 4) Sakaguchi M. Micro components of fish and shellfish. Simidu W. ed. Koseishakoseikaku. Tokyo. 2-31. 1981
- 5) Cha YJ, Park HS, Cho SY, and Lee EH. Studies on the processing of low salt fermented sea foods. 4. processing of low salt fermented anchovy. Bull. Korean Fish. Soc. 16(4):363-367. 1983
- 6) Cha YJ, and Lee EH. Studies on the processing of low salt fermented sea foods. 5. Processing conditions of low salt fermented anchovy and yellow corvenia. Bull. Korean Fish. Soc. 18(3): 206-213. 1985.
- 7) Cha YJ, and Lee EH. Studies on the processing of low salt fermented sea foods. 6. Taste compounds of low salt fermented anchovy and yellow corvenia. Bull. Korean Fish. Soc. 18(4): 325-332. 1985
- 8) Cha YJ, and Lee EH. Studies on the processing of low salt fermented sea foods. 7. Changes in volatile compounds and fatty acid composition during the fermentation of anchovy prepared with low sodium contents. Bull. Korean Fish. Soc. 18(6): 511-518. 1985
- 9) Cha YJ, Lee EH, Lee KH, and Chang DS. Characterization of the strong proteolytic bacteria isolated from low salt fermented anchovy and of protease produced by that stream. Bull. Korean Fish. Soc. 21(2): 71-79. 1988
- 10) Cha YJ, and Lee EH. Studies on the processing of rapid fermented anchovy prepared with low salt contents by adapted microorganism. Bull. Korean Fish. Soc. 22(5): 363-369. 1989
- 11) Lee EH, Cha YJ, and Lee JS. Studies on the processing of low salt fermented sea foods. 1. Processing conditions of low salt fermented sardine. Bull. Korean Fish Soc. 16 : 133-139. 1983
- 12) Park CK. Studies on the processing of rapid-and low salt-fermented liquefaction of sardine(*Sardinops melanosticta*)(I). Changes in quality during preheating of chopped whole sardine and optimum conditions of crude enzyme activity in viscera. Korean J. Dietary Culture 14(5): 455-460. 1999
- 13) Park CK. Studies on the processing of rapid-and low salt-fermented liquefaction of sardine(*Sardinops melanosticta*)(II). Changes in quility during preheating and fermentation of chopped whole sardine. Korean J. Dietary Culture 14(5): 461-466. 1999

- 14) Park CK. Studies on the processing of rapid-and low salt-fermented liquefaction of sardine(*Sardinops melanosicta*)(III). Effect of pretreatment method on water adding, heating, and Nacl added the fermented liquefaction of chopped whole sardine. Korean J. Dietary Culture 15(2): 95-100. 2000
- 15) Cha YJ. Cho SY. Oh KS. and Lee EH. Studies on the processing of low salt fermented sea foods. 2. The taste compounds of low salt fermented Sardine. Bull. Korean Fish. Soc. 16(2): 140-146. 1983
- 16) Cha YJ. Chung SY. Ha JH. Jeong IC. and Lee EH. Studies on the processing of low salt fermented sea foods. 3. Changes of microflora during fermentation of low salted Sardine. Bull. Korean Fish. Soc. 16(23): 211-215. 1983
- 17) Ha JH. Han SW. and Lee EH. Studies on the processing of low salt fermented sea foods. 8. Taste compounds and fatty acid composition of low salt fermented damselfish, *Chromis notatus*. Bull. Korean Fish. Soc. 19(4): 312-320. 1986
- 18) Lee EH. Ahn CB. Oh KS. Lee TH. Cha YJ. and Lee KW. Studies on the processing of low salt fermented sea foods. 9. Processing conditions of low salt fermented small shrimp and its flavor. Bull. Korean Fish. Soc. 19(5): 459-468. 1986
- 19) Cha YJ. Park DC. and Lee EH. Studies on the processing of low salt fermented sea foods. 10. Changes in volatile compounds and fatty acid composition during the fermentation of yellow corvenia prepared with low sodium contents. Bull. Korean Fish. Soc. 19(6): 529-236. 1986
- 20) Ooshiro Z. Ok T. Une H. and Hayashi S. Study on use of commercial Proteolytic enzymes in production of fish sauce. Mem. Fac. Fish. Kagoshima Univ., Japan 30: 383-394. 1981
- 21) Lee EH. Kim JS. Ahn CB. Lee KH. Kim MC. Chung BK. and Park HY. The processing conditions of extracts from rapid fermented anchovy sauce. J. Korean Soc. Food Nutr. 18(2): 167-174. 1989
- 22) Hamm WS. and Clague T. Temperature and salt purity effects on the manufacture of fish paste and sauce. Fish and Wild Life Service, US Dept. of Interior Research Report 24: 1-11. 1950
- 23) Amano K. The influence of fermentation on the nutritive value of fish with special reference to fermented fish products of south-east asia. FAO Intern. Symp., 180pp. 1962
- 24) Michihata T. Sado Y. Yano T. and Enomoto T. Preparation of Ishiru (fish sauce) by a quick ripening process and changes in the composition of amino acids, oligopeptides and organic acids during processing. Nippon Shokuhin Kagaku Kaishi. 47(5): 369-377. 2000
- 25) Embisan EA. A shortcut to "Patis" processing. Small Industry Journal 10: 10-11. 1997
- 26) Yoshinaka R. Saito M. Tsuchiya N. and Ikeda S. production of fish sauce from sardine by utilization of its visceral enzymes. Nippon Suisan Gakkaishi 49: 463-469. 1983
- 27) Ok T. Matsukura T. Ooshiro Z. Hayashi S. and Itakura T. Protease formation by two moderately halophilic *Bacillus* strains isolated from fish sauce. Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi 29(10): 618-622. 1982
- 28) Ok T. Matsuura T. Ooshiro Z. Hayashi S. and Itakura T. Study on the use of halophilic bacteria in production of fish sauce. Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi 29: 623-627. 1982
- 29) Nakano T. Watanabe H. Hata M. Qua DV. and Miura T. An application of protease produced by a moderately halophilic marine bacterium to fish sauce processing. Bull. Japan Soc. Sci. Fish. 52: 1581-1587. 1986
- 30) Kataoka E. Tokue C. Yamashita T. and Tanimura W. Amino acids, organic acids, fatty acids, trimethylamine and methional in improved fish sauce. Japan. J Nutr. 45(2): 67-76. 1987
- 31) Sen DC. Sripathy NV. Lahiry NL. Sreenivasin A. and Subramanyan V. Fish hydrolysates. 1. Rates of hydrolysis of fish fresh with papain. 2. Standardization of digestion conditions. Food Technol. 16: 138-142. 1962
- 32) Jeffery GA. Krell AJ. Process for preparing deodorized fish protein. U.S. patent Feb. 23, 3170794. 1965
- 33) Hale MB. Relative activities of commercially available enzymes in the hydrolysis of fish protein. Food Technol., 23: 107-110. 1969
- 34) Beddows CG. Ismail M. and Steinkraus H. The use of bromelin in the hydrolysis of mackerel and the investigation of fermented fish aroma. J. Food Technol. 11: 379-388. 1976
- 35) Beddows CG. and Ardeshir AG. The Production of Soluble fish protein solution for use in fish sauce manufacture. 1. The use of added enzyme. J. Food Technol., 14: 603-612. 1979
- 36) Han BH. Pyeun JH. Lee KT. Choi SI. and Choi SY. A

- study on rapid fermentation of whole sardine for fish sauce production. Bull. Fish. Res. Dev. Agency 29: 59-67. 1980
- 37) Kado T. Yoshiwa T. and yamasaki H. Application of proteolytic enzyme treatment in oyster extract preparation. Bull. Hiroshima Food Res. Inst. 16: 15-19. 1982
- 38) Miyake Y. Solubilization of fish scrap by enzyme treatment. Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi 29(2): 117-122. 1982
- 39) Lee EH. Cho SY. Ha JH. Oh KS. and Kim CY. Processing of sardine sauce from sardine scrap. Bull. Korean Fish. Soc. 17(2): 117-124. 1984
- 40) Lee EH. Cho SY. Ha JH. Oh KS. and Kim CY. Processing of sardine sauce from sardine scrap. Bull. Korean Fish. Soc. 17: 117-124. 1984
- 41) Kim BS. Park SM. Choi SI. Kim CY. and Han BH. Rapid fermentation of fish sauce and its kinetics. Bull. Korean Fish. Soc. 19: 10-19. 1986
- 42) Kim BS. Park SM. Choi SI. Kim CY. and Han BH. Quality and stability of fish sauce during storage. Bull. Korean Fish. Soc. 19(1): 20-26. 1986
- 43) Tarky W. Agarwala OP. and Piggot GM. Protein hydrolysate from fish waste J. Food Sci. 38: 917. 1993
- 44) Ooshiro Z. Ok T. Une H. Hayashi S. and Itakura T. Study on use of commercial proteolytic enzymes in production of fish sauce. Mem. Fac. Fish., Kagoshima Univ., 30: 383-394. 1981
- 45) Abe T. and Tsuyuki H. Changes of constituents of Shottsuru (fish sauce) during ripening. Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi 15(11): 535-538. 1968
- 46) Asano M. Studies on the special foods in akita prefecture V. On the quick ripening of Shottsuru (fish sauce) at higher temperature with and without salt and the fractionation of peptides in shottsuru. Mem. Fac. Edu. Akita Univ. 23: 103-120. 1973
- 47) Nakamura H. Mohri Y. Muraoka I. and Ito K. Studies on brewing food containing antarctic krill-I. Production of soysauce with cryo-ground antarctic krill. *Euphausia superba*. Bull. Japanese Soc. Sci. Fish. 45(11): 1389-1393. 1973
- 48) Tagano T. Nagamura M. and Sanchez PC. Fish sauce in S. E. Asia. 5th Int. Congr. Food Sci. and Technol., Kyoto, Japan, p.300. 1978
- 49) Miyazawa K. Le CV. Ito K. and Matsumoto F. Studies on fish sauce. J. Fac. Appl. Biol. Sci. Hiroshima Univ. 18: 55-63. 1979
- 50) Abe K. Suzuki K. and Hashimoto K. Utilization of krill as a fish sauce material. Nippon Suisan Gakkaishi 45(8): 1013-1018. 1979
- 51) Nakamura H. Mohri Y. Muraoka I. and Ito K. Studies on brewing food containing antarctic krill-I. Production of soysauce with cryo-ground antarctic krill, *Euphausia superba*. Nippon Suisan Gakkaishi 45(11): 1389-1394. 1979
- 52) Oishi K. Suzuki T. Suzuki T. Dohi S. and Motosugi M. Effective utilization of skipjack head (SJH)(IV). Development of fish sauce from SJH-paste. Bull. of Shisoka Kogyo Experimental Station. 26: 115-120. 1982
- 53) Lee EH. Jee SK. Ahn CB. and Kim JS. Studies on the processing conditions and the taste compounds of the sardine sauce extracts. Bull. Korean Fish. Soc. 21: 57-66. 1988
- 54) Lee EH. Jee SK. Ahn CB. and Kim JS. Studies on the processing conditions and the taste compounds of the sardine sauce extracts. Bull. Korean Fish. Soc. 21(1): 57-66. 1988
- 55) Chae SK. Itoh H. and Nikkuni S. Effect of soy sauce koji and commercial proteolytic enzyme on the acceleration of fish sauce production. Korean J. Food Sci. Technol. 21(5): 639-648. 1989
- 56) Chae SK. Itoh H. and Nikkuni S. The color measurement and sensory evaluation for the accelerated fish sauce products. Korean J. Food Sci. Technol. 21(5): 649-654. 1989
- 57) Koo JG. Kim YM. Lee YC. and Kim DS. Taste compounds of rapid processed sardine sauce. Bull. Korean Fish. Soc. 23(2): 87-92. 1990
- 58) Kim YM. Koo JG. Lee YC. and Kim DS. 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. 1990
- 59) Funatsu Y. Konagaya S. Katoh I. Takeshima F. Kawasaki K. and Ino S. Extractive components of fish sauce from the waste of frigate mackerel surimi processing and a comparison with those of several asian fish sauces. Nippon Suisan Gakkaishi. 66(6): 1026-1035. 2000
- 60) Funatsu Y. Katoh I. Kawasaki K. Konagaya S. and Usui K. Determination of volatile compounds in fish sauce prepared from the waste of the frigate mackerel surimi processing and a comparison with those in several asian

- fish sauce. Nippon Suisan Gakkaishi. 67(3): 489-496. 2001
- 61) Sanceda NG. Kurata T. and Arakawa N. Overall quality and sensory acceptance of a lysine-fortified fish sauce. J. Food Sci. 55(4): 983-988. 1990
- 62) Sanceda NG. Kurata T. and Arakawa N. Accelerated fermentation process for the manufacture of fish sauce using histidine. J. Food Sci. 61(1): 220-225. 1996
- 63) Maehashi K. Matsuzaki M. Yamamoto Y. and Udaka S. Isolation of peptides from an enzymatic hydrolysate of food proteins and characterization of their taste properties. Biosci. Biotechnol. Biochem. 63(3): 555-559. 1999
- 64) Park CK. Kang TJ. and Cho KO. Studies on the processing of rapid- and low salt-fermented liquefaction of anchovy(*Engrulis japonica*) (I). Changes in free amino acids during fermentation and quality indices. Korean J. Dietary Culture 17(2): 197-213. 2002
- 65) Park CK. Kang TJ. and Cho KO. Studies on the processing of rapid- and low salt-fermented liquefaction of anchovy(*Engrulis japonica*) (II). Changes in the amino acids from oligopeptides during fermentation. Korean J. Dietary Culture 17(4): 363-376. 2002
- 66) Stein WH. and Moore S. The free amino acids of human blood plasma. J. Biol. Chem. 211: 915-926. 1954
- 67) Nakajima, N., Ichikawa, K., Kamada, M. and Fujita, E. Food Chemical studies on 5'-ribonucleotides in foods. Part II. On the 5'-ribonucleotides in foods. Nippon Nogei Kagaku Kaishi 35: 803-808. 1961
- 68) Kitada Y. Sasaki M. Tanigawa K. Naoi Y. Fukuda T. Katoh Y. and Okamoto, I. Analysis of ATP-related compounds in fish by reversed-phase liquid chromatography and investigation of freshness of commercial fish. J. Food Hyg. Soc. Japan 24: 225-229. 1983
- 69) Bullard FA. and Collins J. An Improved method to analyze trimethylamine in fish and the interference of ammonia and dimethylamine. Fish Bull. 78: 465-473 (1980)
- 70) Bystedt J. Swenne L. and Aas HW. Determination of trimethylamine oxide in fish muscle. J. Sci. Food Agric. 10: 301-304. 1959
- 71) Niiyama Y. Studies on the method of creatine determination and its practice. J. Osaka City Med. C., 10: 565-573. 1961
- 72) Yatizidis H. New method for direct determination of "true" creatinine. Clin. Chem. 20: 1131-1134. 1974
- 73) Lee CY., Lee KH., Kim HS., Han IJ. and Kim SS. Studies on the flavoring 5'-mononucleotides of pickle of small sardine. J. Korea Assoc. Food Sci. 1(1): 66-73. 1969
- 74) Lee EH. Kim SK. Jeon JK. Kim SH. and Kim JG. The taste compounds of fermented anchovy. Bll. Nat. Fish. Univ. Busan 22(1): 13-18. 1982
- 75) Cha YJ. and Lee EH. Studies on the processing of low salt fermented sea foods. 6. Taste compounds of low salt fermented anchovy and yellow corvenia. Bull Korean Fish. Soc., 18(4): 325-332. 1985
- 76) Lee EH. Ahn CB. Kim JS. Lee KH. Kim MC. Chung BK. and Park HY. Keeping quality and taste compounds in the extracts from rapid fermented anchovy sauce. J. Korean Soc. Food Nutr. 18(2): 131-142. 1989
- 77) Oh KS. The comparison and index components in quality of salt-fermented anchovy sauce. Korean J. Food Technol. 27(4): 487-494. 1995
- 78) Oh KS. Quality characteristics of salt-fermented anchovy sauce and sand lance sauce. J. Korean Fish Soc. 32(3): 252-255. 1999.
- 79) Cho YJ. Im YS. Park HY. and Choi YJ. Changes of components in salt-fermented anchovy, *Engraulis japonicus* sauce during fermentation. J. Korean Fish Soc. 33(1): 9-15. 2000
- 80) Im YS. Park HY. Choi YJ. and Cho YJ. Difference of component changes in salt-fermented spring and autumn anchovy, *Engraulis japonicus* sauce during fermentation. J. Korean Soc. 34(1): 7-12. 2001
- 81) Cho YJ. Im YS. Park HY. and Choi YJ. Quality characteristics of southeast asia salt-fermented fish sauce. J. Korean Soc. 33(2): 98-102. 2000
- 82) Cho YJ. Im YS. Kim SM. and Choi YJ. Enzymatic method for measuring ATP related compounds in fish sauce. J. Korean Fish. Soc. 32(4): 385-390. 1999
- 83) Fujii T. Nikkuni S. and Iida H. Chemical composition and putrescible potential of commercial fish sauce. Nippon Shokuhin Gakkaishi. 39(8): 702-706. 1992
- 84) Funatsu Y. Sunago R. Konagaya S. Imai T. Kawasaki K. and Takeshima F. A comparison of extractive components of a fish sauce prepared frigate mackerel using soy sauce koji with those of Japanese-made fish sauces and soy sauce. Nippon Suisan Gakkaishi. 66(6): 1036-1045. 2000
- 85) Michihata T. Sado Y. Yano T. and Enomoto T. Free amino acids, oligopeptides, organic acids and

- nucleotides of Ishiru(fish sauce). Nippon Shokuhin Kagaku Kogaku Kaishi. 47(3): 211-218. 2000
- 86) Sado Y. and Michihata T. The study on fish sauce Ishiru. Chemical composition of commercial Ishiru. J. of Ishikawa province Industrial Institute. 45:93-100. 1996
- 87) Kaneko K. Tsuji K. Kim CH. Kikuchi S. Sahara K. Sumino T. Aida K. and Kaneda T. Comparative study on content and composition of oligopeptides, free amino acids, 5'-ribonucleotides and free sugars in salted preserves produced at Korea and Japan. Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi. 39(12): 1069-1076. 2000
- 88) Park JN. Fukumoto Y. Fujita E. Tanaka T. Washio T. Otsuka S. Shimizu T. Watanabe K. and Abe H. Chemical composition of fish sauce produced in southeast and east asia countries. J. of Food Composition and Analysis. 14: 113-125. 2001
- 89) Park CK. Extractive nitrogenous constituents of anchovy sauce and their quality standardization. Korean J. Food Sci. Technol. 27(4) 471-477. 1995
- 90) Park CK. Comparison of seasonal and regional variation in extractive nitrogenous constituents of the raw anchovy(*Engraulis japonica*). J. Korean Fish. Soc. 33(1): 25-31. 2000