

어장유의 품질과 저장안정성

金炳三 · 朴相珉 · 崔秀逸 · 金章亮 · 韓鳳浩
釜山水産大學 食品工學科
(1985년 12월 5일 수리)

Quality and Stability of Fish Sauce during Storage

Byeong-Sam KIM, Sang-Min PARK, Soo-Il CHOI,

Chang-Yang KIM and Bong-Ho HAN

Department of Food Science and Technology, National Fisheries University of Pusan,
Pusan 608, Korea

(Received December 5, 1985)

Very little information is available in the literature on storage of fish sauce. Therefore, microbiological and chemical characteristics during storage and quality of fish sauce were investigated and discussed to present data about the optimum storage condition.

The chopped sardine meat was mixed with equal amount of water and 9%(w/w) of 75% vital wheat gluten and then hydrolyzed by addition of commercial proteolytic enzymes such as bromelain, papaya protease, ficin and a enzyme mixture (Pacific Chem. Co.) for 4 hours at 52.5°C.

The reaction mixture was heated for 30 min at 100°C for enzyme inactivation, pasteurization and color development and then centrifuged for 20 min at 4,000 rpm. Table salt and benzoic acid were added for bacteriostatic effect and stored for 80 days at 15±1°C and 30±1°C.

The results were summarized as follows;

1. The amount of amino-nitrogen and pH of fish sauce were almost unchanged during storage.
2. Minimum concentration of salt for bacteriostatic activity was 9%(w/w) regardless of addition of benzoic acid.
3. The yields of amino-nitrogen were 63.1% for the hydrolysate prepared without enzyme, 79.7% for that with bromelain, 69.9% with ficin, 74.3% with papaya protease, and 78.1% with enzyme mixture, respectively.
4. The contents of amino-nitrogen were 4510.0 mg% on the dry basis for the product prepared by autolysis, 5483.2 mg% for that prepared with bromelain, 5305.7 mg% with ficin, 4994.1 mg% with papaya protease and 5582.3 mg% with the enzyme mixture, respectively.
5. The contents of crude protein were 51.35% on the dry basis for the product prepared by autolysis and 55 to 59% for prepared with commercial enzymes.
6. The hydrolysate prepared with the enzyme mixture revealed a little stronger meaty taste than any other products.
7. The level of crude protein in residues was still high (69.5~77.2% on the dry basis) and might be originated from the added vital wheat gluten.

서 론

간장은 콩을 원료로 한 발효식품으로서 이에 관하여서는 많은 연구가 행하여져 왔다. 그러나 어육을 원료로 한 어장유에 대한 보고는 그리 많지 않아서, 옛 어장유의 생화학적, 미생물학적 특성 및 발효방법 등에 관한 일부 보고가 있을 뿐이다. 따라서 본 연구에서는 앞의 보고(金 등, 1986)에서의 속성발효법에 따라서 제조한 정어리 어장유의 식염농도를 일반 간장보다 낮추었을 때의 품질, 저장 중의 생화학적, 미생물학적 변화 등에 관하여 검토하였다.

재료 및 방법

1. 시료어

정어리, *Sardinops melanosticta*, 를 1983년 8월 25일 부산시 중무동 소재 진영수산(주)에서 구입하여, -30°C의 동결고에 저장하여 두고 실험에 사용하였다. 시료어의 체장과 체중은 각각 16~20 cm, 68~84 g이었다.

2. 어장유의 제조

동결된 정어리를 실온에 방치하여 해동한 후, 통째로 chopper 로써 마쇄하고, 마쇄육 250 g에 동량의 물과 75% vital wheat gluten (Fiedler Gillespie Ltd., Australia)을 9%(w/w) 혼합하여 충분히 균질화하였다. 여기에 다 bromelain(Sigma, B-2252), papaya protease(Sigma, p-4880), ficin(FOIO TCI-GR) 및 enzyme mixture(태평양화학제, 복합효소 2000)와 같은 단백질분해효소를 첨가하여 가수분해시키되, 그 조건은 Table 1과 같이 하였다. 가수분해후에 100°C의 수조에서 30분간 열 처리하여 효소의 불활성화, 멸균 및 발색을 동시에 행하고 이어서 원심분리(4000 rpm, 20 min)하여 침전물을 분리하였다. 얻어진 액은 다시 여과하여 지방층을 제거하였

고, 이 때 얻어진 액에 일정량의 식염과 보존료를 첨가하여 어장유 제품으로 하였다.

3. 일반성분의 분석

수분은 상압 가열건조법, 조단백질은 semimicro Kjeldahl 법, 조지방은 Soxhlet 법, 전당은 Somogyi법, 회분은 건식회화법, 휘발성 열기질소량은 미량확산법(日本厚生省, 1973)으로 정량하였다. 또 순 단백질은 Barnstein 법(小原 등, 1975), 아미노 질소는 Spies와 Chambers(1951)의 銅鹽法에 따라 비색정량하였으며, 염도는 Mohr 법(小原 등, 1975)으로 pH는 Fischer accument pH meter(model 630)를 써서 측정하였다.

4. 색조의 측정

어장유 제품의 색조는 500 nm에서의 흡광도와 직시색차계(日本電色工業, model ND 1001DP)에 의한 ΔE-value(갈변도)로써 측정하였다.

5. 생균수의 측정

표준 한천평판배지에 10배 단계 희석한 시료원액 1 ml를 도말하고, 30°C에서 48시간 배양한 후의 집락수로써 계산하였다. 배지의 식염농도는 가염시료의 경우 5%, 무염시료의 경우는 0.5%로 하였다.

6. 관능검사

10인의 panel member를 구성하여 색깔, 맛, 냄새 및 종합평가(overall acceptance) 등에 대하여 5단계 평점법으로 계산한 뒤 분산분석으로 검정하였다.

결과 및 고찰

1. 어장유의 저장안정성

Table 2와 같은 조성의 정어리 마쇄육에 동량의 물과 75% vital wheat gluten을 9%(w/w) 첨가하

Table 1. Hydrolysis conditions for preparation of fish sauce with chopped sardine

	Autolysis (1)	Autolysis (2)	Bromelain	Ficin	Papaya protease	Enzyme mixture
Temperature, °C	52.5	52.5	52.5	52.5	52.5	52.5
Time, hr	4	4	4	4	4	4
Concentration, %	—	—	0.25	0.25	0.3	6
pH	8.0	8.0	6.6	6.8	6.6	6.9
Gluten, %	—	9	9	9	9	9

Table 2. Chemical composition, volatile basic nitrogen(VBN) and pH of sardine

	Sardine fillet	Sardine
Moisture, %	76.0	73.8
Crude protein, %	17.8	14.4
Crude lipid, %	4.0	9.2
Total sugar, %	0.4	0.2
Ash, %	81.8	2.4
pH	6.0	6.3
VBN, mg %	19.0	

고 52.5°C 에서 4시간 자가소화시킨 다음 그 가수분해물을 100°C 에서 30분간 열처리하여 효소의 불활성화, 멸균 및 발색을 행하고 Büchner 여과기로 여과하였다. 여기서 얻어진 여액에 Table 3과 같은 비율로 보존료를 첨가하고 미리 멸균하여 둔 마개있는 갈색 병에 넣은 후, 85°C 에서 30분간 재열처리하여 저장중의 변화를 측정하였다.

1) 색 조

보존기간 중의 색의 변화는 Table 4에 나타낸 바와 같이 ΔE-value 로 미루어 보아 거의 변화가 없었다. 일반적으로 간장은 '묵혈수록 색이 짙어진다' (張, 1968)고 하나, 본 연구의 정어리 어장유에서는 발효 및 열처리 공정 중에 색의 변화가 거의 완료되었을 것으로 생각되었으며(Eagerman 등, 1973), 산화에 의한 암색화보다는 전체적으로 밝은 붉은 색을

Table 3. Contents of additives for storage stability of sardine sauce

Sample	Hydrolysate with		Temperature (°C)
	Table salt, %	Benzoic acid, %	
A	6	—	15±1
B	9	—	15±1
C	12	—	15±1
D	6	0.06	15±1
E	9	0.06	15±1
F	12	0.06	15±1
G	6	0.06	30±1
H	9	0.06	30±1
I	12	0.06	30±1
J	—	—	15±1

띄었다. 그리고 낮은 온도보다는 높은 온도에서 색의 변화가 다소 컸으며, 첨가한 보존료에 의한 영향은 확인되지 않았다.

2) 아미노 질소

저장 중의 아미노 질소함량의 변화는 Table 5에 나타내었으며, 단지 시료간의 차이만 있을 뿐 전체 저장기간을 통하여 뚜렷한 변화를 인정할 수 없었다. 시료간의 아미노 질소함량의 차이는 첨가한 식염농도에 따른 상대적인 무게변화에 기인한 것으로서 실제 총 아미노 질소함량은 변화가 없었던 것으로 생각되었다.

Table 4. Changes in ΔE-value of each product during storage

Storage days	ΔE-value									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
0	83.4	83.4	83.0	83.5	82.9	84.0	84.0	84.6	83.3	83.2
10	83.5	83.4	83.2	83.2	83.0	84.7	84.1	84.5	84.4	83.1
20	83.5	83.5	84.0	83.6	83.2	85.1	85.4	86.1	85.5	83.4
40	84.0	83.8	84.0	83.7	83.4	85.6	86.8	86.9	85.9	84.1
60	84.3	84.4	84.9	83.8	85.4	86.2	86.9	89.0	89.1	83.1
80	84.2	83.5	85.0	83.8	85.2	85.6	86.7	88.9	88.9	82.0

A-J: refer to the comment in Table 3.

Table 5. Changes in amino nitrogen content of each product during storage

Storage days	Amino nitrogen, mg %									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
0	694.0	685.2	678.6	694.0	685.2	678.6	694.0	685.2	678.6	752.0
10	694.4	685.4	680.7	694.0	685.4	682.0	695.0	685.0	682.0	754.2
20	694.6	685.4	680.8	699.2	685.4	683.1	696.9	685.4	683.1	756.7
40	694.2	685.4	680.0	698.9	685.5	683.0	696.0	685.0	683.0	756.7
60	692.8	685.0	680.1	696.2	687.1	682.9	693.2	684.4	682.2	753.4
80	690.0	684.8	679.7	690.2	684.4	679.2	690.0	680.2	677.9	750.8

어장유의 품질과 저장안정성

3) 생균수

정어리 마쇄육에 동량의 물과 9%(w/w)의 gluten을 첨가한 원료상태에서의 생균수는 $9.5 \times 10^4/ml$ 였으며, 발효직후에 $2.8 \times 10^5/ml$, 100°C, 30분간의 열처리에 의하여 $1.2 \times 10^2/ml$ 로 급격히 감소하였다. 그리고 최종적으로 85°C에서 30분간 재열처리함으로써 30/ml 이하로 생균수가 감소하였다. 이는 제품의 초기 생균수를 가열조건의 조절에 따라 충분히 감소시킬 수 있음을 의미하였다. 저장 중의 시료간의 생균수 변화를 보면 Table 6에서와 같이 식염농도 9% 이상 첨가구에서는 benzoic acid의 첨가에 관계없이 60일까지 생균수의 변화를 인정할 수 없었으나, 식염농도 6% 첨가제품에서는 시료 D를 제외하고는 생균수의 증가가 현저하였다. 즉, 저장온도 15°C 이상에서 어장유를 저장하였을 때 식염만을 6% 첨가하여서는 저장성을 기대할 수 없었다. 따라서 식염 및 benzoic acid의 첨가량과 저장온도의 관계를 종합하면, 30°C에 저장하는 경우 benzoic acid의 첨가와는 관계없이 어장유의 장기저장을 위한 식염농도로는 최저 9% 정도가 적당하리라 생각되었다. 일반적으로 공간장의 저장시 문제가 되는 産膜酵母는 간장의 안정성을 떨어뜨리며, 특히 발효과정에서 형성된 고유의 풍미와 품질의 열화를 가져온다(朱 등, 1975). 본 연구에서는 어장유 저장시 産膜酵母는 검출되지 않았으며, 생균수의 대부분은 *Bacillus* 속이었다. 따라서 영양세포 및 효모, 곰팡이 등은 100°C, 30분간의 열처리와 85°C에서의 30분간의 재열처리에 의하여 거의 사멸된 것으로 추정되었다. 板口(1953)는 간장 중의 *Bacillus*는 80°C, 30분간의 열처리에도 거의 균수가 감소되지 않으므로 포자 형태로 존재함을 지적하였다. 또한 花岡(1967)은 간장 중의 포자세균은 120°C 이상이 아니면 살균효과가 없고, 이와 같은 고온에서는 간장의 품질이 저하된다고 보고하였다. Saisithi 등(1966)과 Crisan과 Sands

(1975)는 어장유에서 두드러진 미생물은 *Bacillus* 속이라고 하였으며, Boez와 Gillerm(1930), Beddows와 Ardeshir(1980)는 각각 nuoc-mam과 budu에서 *Clostridium* 속을 분리하였으며, 또 다른 보고자들은 호염성 및 내열성균을 분리, 검출하기도 하였다. 그리고 藤井 등(1980)은 patis(fish sauce)에서의 생균수는 $4.5 \times 10^3/ml$, bagoong(fish paste)의 경우는 $6.5 \times 10^3/ml$ 였으며, 세균군은 *Bacillus*가 40%로 가장 많이 검출되었고, *Micrococcus*, *Corynebacterium*, *Flavobacterium* 등도 다소 검출된다고 하였다. Saisithi 등(1966), Beddows와 Ardeshir(1980)는 가수분해시킨 불락(rockfish)에서 휘발성 지방산을 생산할 수 있는 미생물종을 분리, 검출함으로써 flavor의 발전에 미생물이 작용가능함을 지적하였다. 이상의 결과를 종합해 볼 때 어장유에서의 미생물군은 재래식 공간장에서 많이 검출되는 *Bacillus*와 더불어 수산물 자체에 기인하는 호염성 미생물이 공존하리라 생각되었다.

4) pH

저장기간 중의 pH변화는 Table 7에서와 같이 저장 40일까지는 거의 변화가 없었고, 그 이후 다소 증가하는 경향을 보였으며, 생균수가 많이 검출된 제품에서 그 경향이 뚜렷하였다.

2. 어장유의 품질

정어리 마쇄육 250g에 동량의 물과 9%(w/w)의 gluten을 첨가하고 Table 1과 같은 조건에서 가수분해시킨 다음 100°C에서 30분간 열처리하고 원심분리한 후 액을 여과하여 얻은 가수분해물을 제품으로 하였다. 여기에 가수분해물에 대하여 실온에 가까운 15°C저장을 기준으로 6%의 식염과 0.06%의 benzoic acid를 첨가한 제품의 일반성분을 Table 8에 나타내었다.

Table 6. Changes of viable cell counts of fish sauce during storage

Storage days	Viable cell counts/ml									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
0	NV	NV	NV	NV	NV	NV	NV	NV	NV	NV
10	$2.0 \cdot 10^1$	NV	NV	NV	NV	NV	$3.4 \cdot 10^2$	NV	NV	$2.0 \cdot 10^5$
20	$3.4 \cdot 10^1$	NV	NV	NV	NV	NV	$2.3 \cdot 10^4$	NV	NV	$3.2 \cdot 10^6$
40	$4.4 \cdot 10^2$	NV	NV	NV	NV	NV	$2.2 \cdot 10^5$	NV	NV	$5.2 \cdot 10^6$
60	$6.8 \cdot 10^3$	NV	NV	NV	NV	NV	$2.6 \cdot 10^6$	NV	NV	$5.5 \cdot 10^6$

A-J: Refer to the comment in Table 3.

NV: Not detected or less than 30 colonies in a plate planted 1 ml of sample.

Table 7. Changes in pH of each product during storage

Storage days	pH									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
0	6.12	6.12	6.12	6.01	6.00	5.94	6.01	6.01	6.00	6.36
10	6.11	6.11	6.10	6.01	6.00	5.93	6.02	6.02	5.90	6.40
20	6.11	6.10	6.03	6.02	5.92	5.93	6.02	6.02	5.75	6.50
40	6.24	6.14	6.24	6.11	6.04	6.16	6.27	5.96	5.80	6.80
60	6.20	6.20	6.29	6.17	6.04	6.00	6.29	5.87	5.76	5.87
80	6.25	6.24	6.30	6.20	6.09	6.15	6.30	6.00	5.99	6.90

A-J: Refer to the comment in Table 3.

Table 8. Chemical composition and characteristics of fish sauce prepared from sardine and gluten by enzymatic hydrolysis

	Raw sardine	Soybean sauce	Fish sauce prepared with					
			Autolysis (1)	Autolysis (2)	Bromelain	Ficin	Papaya protease	Enzyme mixture
Moisture, %	73.8	71.0	86.4	84.1	82.8	82.7	83.2	82.7
Crude protein, %	14.4	4.4	6.9	8.2	9.9	9.9	9.4	10.1
Crude lipid, %	9.2	0.1	—	—	—	—	—	—
Total sugar, %	0.2	2.3	0.4	1.4	0.9	1.1	1.3	0.9
Ash, %	2.4	22.2	6.3	6.3	6.4	6.3	6.1	6.3
Pure protein, %	11.7	1.0	1.4	1.9	1.7	1.6	1.7	1.7
Amino-N, mg%	185.0	320.0	713.0	717.6	945.3	920.0	839.5	956.8
Salinity, %	0.3	20.5	5.7	5.7	5.5	5.3	5.3	5.7
pH	6.3	4.7	6.1	6.1	6.0	6.0	6.0	5.9
O. D. at 500 <i>nm</i>	—	0.89	0.62	0.61	0.61	0.61	0.60	0.63
△E-value	—	85.8	83.6	83.4	83.9	84.7	84.0	84.8

Autolysis (1), (2): Refer to the comment in Table 1.

각 제품의 조단백질함량은 건물기준으로 자가소화구가 51.35%, 효소첨가구가 55~59%였으며, 자가소화구(1)과 (2)를 비교하였을 때 gluten 첨가에 따른 조단백질의 차이는 거의 없었으며, 재래식, 간장에 비교하여서는 상대적인 식염농도를 감안하더라도 훨씬 높은 값을 나타내었다.

마쇄육에 gluten을 첨가하여 제조한 어장유의 아미노 질소함량은 건물기준으로 자가소화구가 4510.0 mg%, 효소첨가구가 4994.1~5582.3 mg%로 재래식 공간장의 1102.0 mg%에 비해 4~5배가량 높은 함량을 나타내었으며, enzyme mixture를 첨가한 제품이 그 함량이 가장 많았다.

당의 함량은 재래식 공간장에 비해 정어리 어장유가 적었는데, 이는 원료자체의 당의 함량이 적었기 때문으로 생각되었다.

각 제품의 냄새, 맛, 색조에 대한 관능적 평가결과는 Table 9에 나타내었다. 전반적으로 enzyme mixture 첨가제품이 관능적으로 우수하였으며, 맛의 경우 gluten을 첨가한 것이 첨가하지 않은 것보다

맛이 월등히 강하였다. Beddows 등 (1976)은 어장유의 맛은 주로 식염과 유리 아미노산, 핵산관련 물질의 함량에 좌우된다고 하였다. Lee 등 (1980)도 정어리 젓갈의 맛의 주된 성분은 유리 아미노산이며 극미량의 5'-IMP가 보조역할을 할 것이라고 추측하였다. 韓 등 (1982)은 정어리 어장유의 유리 아미노산 함량은 자가소화구, bromelain 및 papaya protease 첨가구에서는 arginine, histidine, leucine, lysine 및 phenylalanine이 전체 유리 아미노산의 64~65%를 차지하며, enzyme mixture 첨가구에서는 arginine, glutamic acid, leucine, lysine, phenylalanine이 62.4%라 하였다. 그러나 본 연구에서는 gluten을 첨가하였기 때문에 상대적으로 glutamic acid 등의 함량이 증가되었을 것으로 여겨지며, 그 결과 맛과 향이 월등히 강해졌으리라 믿어졌다. Table 10에는 가수분해물과 지방층을 분리하고 남은 잔사의 일반성분을 나타내었다. 잔사중에는 상당량의 단백질이 잔존하였다. 이는 지방층과 가수분해물을 분리, 제거하였기 때문에 단백질함량이 상대적으로 증가한 의

어장유의 품질과 저장안정성

Table 9. The result of sensory evaluation of fish prepared from sardine

Item of score	Soybean sauce	Fish sauce prepared with						F-ratio
		Autolysis (1)	Autolysis (2)	Bromelain	Ficin	Papaya protease	Enzyme mixture	
Odor	3.0	2.1	3.7	3.8	3.9	3.6	4.1	
Taste	3.3	2.1	3.9	4.0	4.0	3.3	4.1	1)1.52*
Color	3.1	3.7	3.9	3.8	4.1	3.3	4.3	2)3.16**
Overall acceptance	3.4	2.2	4.0	3.8	4.0	3.7	4.2	

Autolysis (1),(2): Refer to the comment in Table 1.

Score: 5, very good; 4, good; 3, fair; 2, poor; 1, very poor

*: Mean sensory scores are significantly different between each fish sauce ($P < 0.01$).

** : Significantly different from soybean sauce ($P < 0.01$).

F-ratio: variance ratio P: significant difference

Table 10. Chemical composition of scrap remained after preparing sardine sauce from sardine

	Autolysis (1)	Autolysis (2)	Bromelain	Ficin	Papaya protease	Enzyme mixture
Moisture, %	77.3	73.0	74.7	76.0	76.1	75.6
Crude protein, %	17.0	20.9	17.9	18.3	18.0	17.0
Crude lipid, %	—	—	—	—	—	—
Total sugar, %	0.5	1.9	2.2	2.0	1.8	2.4
Ash, %	5.2	4.2	5.2	3.7	4.1	5.0

Autolysis (1),(2): Refer to the comment in Table 1.

에도 풍미개선을 위하여 첨가한 gluten 중에서 분해되지 않는 대부분이 잔존하였기 때문에 여겨졌다. Tarky 등 (1973), Raa 와 Gildberg(1976)는 가수분해 과정에서 단백질의 불완전한 용해 때문에 어장유 발효의 말기에 불용성 잔사가 그대로 남게 되며, 이 잔사는 여전히 단백질함량이 높기 때문에 또 다른 개별식품(예:bagoong)으로 이용될 수 있다고 하였다. 그리고 Saisithi 등 (1936)은 nam-pla 제조시 파생되는 잔사를 재 활용하는 방안으로, 이를 재처리하여서 처음의 가수분해물과 혼합하거나, 마쇄하여 paste 상태로의 이용가능성에 대하여 보고하였다. 따라서 어장유 제조시 파생되는 잔사는 또 다른 식품소재나 사료로써 이용될 수 있으리라 생각되었다.

결론 및 요약

수성발효법에 의하여 제조한 정어리 어장유의 품질 및 저장성을 검토한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 저장중 어장유의 색조, 아미노 질소함량, pH는 큰 변화가 없었다.
2. 어장유의 미생물학적 안정성을 위한 최저 식염농도는 0.03%의 benzoic acid 첨가와와는 관계없이 9%였다.

3. 어장유의 아미노 질소함량을 기준으로한 수율은 자가소화구가 63.1%, bromelain 첨가구는 76.7%, ficin 첨가구는 69.9%, papaya protease 첨가구는 74.3%, enzyme mixture 첨가구는 78.1%였다.

4. 어장유의 아미노 질소함량은 건물기준으로 자가소화구가 4510.0 mg%, bromelain 첨가구는 5483.2 mg%, ficin 첨가구는 5305.7 mg%, papaya protease 첨가구는 4994.1 mg%, enzyme mixture 첨가구가 5582.3 mg%로 재래식 콩장장의 1102.0 mg%에 비해 건물기준으로 4~5배였다.

5. 어장유의 조단백질 함량은 건물기준으로 자가소화구가 51.35%, 효소첨가구가 55~59%였다.

6. 각 제품의 관능적 특성에는 큰 차이가 없었으나, gluten을 첨가한 것이 그렇지 않은 것보다 관능적으로 우수하였고, enzyme mixture 첨가구가 다소 입맛이 강하였다.

7. 가수분해물과 지방층을 제거한 잔사의 조단백질 함량은 건물기준으로 69.5~77.2%였으며, 이는 풍미개선을 위한 wheat gluten의 첨가에 기인하였다.

문 헌

Beddows, C. G., M. Ismail and K. H. Steinkraus. 1976. The use of bromelain in the hydrolysis

- of mackerel and the investigation of fermented fish aroma. *J. Food Technol.* 11, 379—388.
- Beddows, C. G. and A. G. Ardeshir. 1980. Cited from McIver et al. (1982) in "Flavor of fermented fish sauce" *J. Agric. Food Chem.* 30, 1017—1020.
- Boez, L. and J. Guillerm. 1930. Cited from "魚醬油について (ed. 阿部憲治, 1975)". *New Food Industry* 22(1), 8—11.
- Crisan, E. V. and A. Sands. 1975. Microflora of four fermented fish sauce. *Applied Microbiology* 29(1), 106—108.
- Eagerman, B. A., F. M. Clydesdale and F. J. Francis. 1973. Comparison of color scales for dark colored beverages. *J. Food Sci.* 38(6), 1051—1055.
- 藤井建夫·S. Bambang Basuki·戸澤晴己. 1980. フイリピン産魚醬油の化學組成および微生物相, *日本誌*. 46(10), 1235—1240.
- 花岡嘉夫. 1967. 제품 간장의 보존에 관한 연구(이택수 등, 1975)에서 인용. *한국식품과학회지* 7(4), 200—207.
- 韓鳳浩·卞在亨·李根泰·崔秀逸·趙舜榮. 1982. 정어리 醬油製造에 관한 研究, *국립수산진흥원 연구보고* 29, 59—70.
- 張智鉉. 1968. 貯藏간장의 生化學的 研究. *農化學會誌* 9, 9—27.
- 朱永河·劉太鍾·柳洲鉉. 1975. 製品 간장에서 分離한 産膜酵母에 관한 研究. *韓國食品科學會誌* 7(2), 61—68.
- 金炳三·朴相珉·崔秀逸·金章亮·韓鳳浩. 1986. 어장유의 숙성발효와 동력학적고찰. *한국수산학회지* 19(1), 11—20.
- Lee, E. H., S. Y. Cho, J. K. Jeon and S. K. Kim. 1980. The effect of antioxidants on the fermented sardine and taste compounds of product. *Bull. Korean Fish Soc.* 14(4), 201—211.
- 日本厚生省. 1973. 食品衛生検査指針(I): 揮發性鹽基窒素. p. 30—32.
- 小原哲二郎·鈴木隆雄·岩尾裕之. 1975. 食品分析ハンドブック. 建帛社. 日本, p. 800.
- Raa, J. and A. Gildberg. 1976. Autolysis and proteolytic activity of cod viscera. *J. Food Technol.* 11, 619—624.
- Saisithi, P., B. Kasemsarm, J. Liston and A. M. Dollar. 1966. On the origins and development of typical flavor and aroma in Thai fish sauce. *J. Food Sci.* 32, 105—110.
- 栢口. 1953. 제품간장의 보존에 관한 연구(이택수 등, 1975)에서 인용. *한국식품과학회지* 7(4), 200—207.
- Spies, T. R. and D. C. Chambers. 1951. Spectrophotometric analysis of amino acids and peptides with their copper salt. *J. Biol. Chem.* 191, 787—797.
- Tarky, W., O. P. Agarwaia and G. M. Pigott. 1973. Protein hydrolysate from fish waste. *J. Food Sci.* 38, 917—918.