

## 어류의 가열조건에 따른 유기산 함유율의 변화

심기환<sup>†</sup> · 이종호<sup>\*</sup> · 하영래<sup>\*\*</sup> · 최상도<sup>\*\*\*</sup> · 서권일 · 주옥수<sup>\*\*\*</sup>

경상대학교 식품공학과, \*경상대학교 식품영양학과

\*\*경상대학교 농화학과, \*\*\*진주산업대학교 식품가공학과

## Changes of Organic Acid Contents on Heating Conditions of Fishes

Ki-Hwan Shim, Jong-Ho Lee\*, Yeoung-Lae Ha\*\*, Shang-Do Choi\*\*\*, Kwon-il Seo and Ok-Soo Joo\*\*\*

Dept. of Food Science and Technology, Gyeongsang National University, Chinju 660-701, Korea

\*Dept. of Food Science and Nutrient, Gyeongsang National University, Chinju 660-701, Korea

\*\*Dept. of Agricultural Chemistry, Gyeongsang National University, Chinju 660-701, Korea

\*\*\*Dept. of Food Processing, Chinju National University, Chinju 660-758, Korea

### Abstract

The changes of major organic acid contents were examined in mackerel, pacific saury, yellow croaker and brown sole on heating conditions. The organic acid contents of mackerel were the higher than the others. The content of lactic acid was the highest in all samples commonly and that of succinic acid was second level and these organic acids were over 95% of total organic acids. The content of  $\alpha$ -ketoglutaric acid was higher than that of succinic acid in pacific saury. All organic acids decreased by heating and the reduction of organic acid content was greater with higher heating temperature. Decreasing of organic acid content was higher at steamed and first heating than warmed and rewarmed.

**Key words :** organic acid, mackerel, pacific saury, yellow croaker, brown sole

### 서 론

유기산은 식품 중에 유리 상태 및 각종 염의 상태로 존재하며, 식품의 풍미를 좌우하는 중요한 성분으로 산미와 어패류에 있어서 독특한 맛을 내게 하는 주요 정미성분 중의 하나로서 식품의 pH, 산화 및 변색 등에도 영향을 미치는 인자이다<sup>[1-3]</sup>. 青木<sup>[4]</sup>, Osada<sup>[5]</sup>은 특히 패류 중에는 succinic acid가 많이 함유되어 있어 패류의 독특한 맛과 관련이 있다고 보고하였으며, 국내에서는 조와 박<sup>[6]</sup>이 소라, 전복, 대합의 유기산 함량을 조사한 바가 있고, 그외에도 허<sup>[7]</sup>, 유와 이<sup>[8]</sup>이 재첩과 진주담치의 유기산 조성에 관하여 연구한 바가 있다. 또한 Hayashi 등<sup>[9]</sup>과 Konosu 등<sup>[10]</sup>은 어류와 갑각류의 경우에는 lactic acid와 succinic acid가 전체 유기산의 90% 이상을 차지한다고 보고한 바가 있다. 그외 우리나라에서는 주로 과실류의 유기산 조성에 관하여는 비교적

많은 연구 보고가 있지만 어류의 유기산 조성에 관한 연구 보고는 그렇게 많은 편이 아니며, 특히 어류 중 해수어의 가열처리 조건에 따른 유기산의 함유율 변화에 관한 연구는 그렇게 많지 않은 편이다. 따라서 본 연구는 어류 중 적색어류(고등어, 꽁치)와 백색어류(조기, 가자미) 4종류를 시료로 하여 정미성분의 하나인 유기산의 조성과 가열조건에 따른 함유율 변화를 조사하였다.

### 재료 및 방법

#### 재료

본 실험에 사용한 재료는 적색어류인 고등어 (*Scomber japonicus*) 및 꽁치 (*Cololabis saira*)와 백색어류인 조기 (*Pseudosciaena manchurica*) 및 가자미 (*Limanda aspera*)로서 이때 사용한 시료들은 고등어 (체장 35cm, 체중 300g), 꽁치 (체장 30cm, 체중 180g), 가자미 (체장 25cm, 체중 200g) 및 조기 (체장 20cm, 체중 100g)

<sup>†</sup>To whom all correspondence should be addressed

를 1992년 8월 중순에 삼천포 수산물 시장에서 구입하여 사용하였다.

### 시료의 처리

실험에 사용한 각 시료는 가정에서 조리하는 방법과 유사하게 할 목적으로 생시료와 생시료를 삶거나 180, 200 및 220°C에서 가열하여 분석용 시료로 사용하였다. 즉, 증자의 경우는 생시료를 짬통에서 끓는 물에 10분, 가열은 전조기를 이용하여 180, 200 및 220°C에서 20, 15 및 10분간 각각 가열하였다. 또한 데우기의 경우는 삶거나 200°C에서 가열한 시료를 4°C에서 24시간 보존 후 200°C로 5분간 1차 데우기 (warmed)를 하고 이를 다시 동일한 조건에서 보존한 후 2차 데우기 (rewarmed)를 하였다. 각 조건별로 3회씩 반복하여 그 평균값으로 나타내었다.

### 유기산의 분석

Mirocha와 Shibota<sup>11)</sup>의 방법에 준하여 다음과 같이 추출물을 조제하였다. 즉, 마쇄한 시료 (waring blender로 60초간 마쇄) 50g을 75% ethanol 500ml과 함께 삼각 flask에 취한 후 magnetic stirrer를 사용하여 3시간 추출한 후 원심분리 (3,000rpm, 20min)하였다. 잔사는 75% ethanol 500ml를 가하여 1시간, 300ml를 가하여 1시간씩 2회 재추출하여 반복하여 원심분리 (3,000rpm, 20min) 한 후 3회의 추출액을 합하여 여과하고 그 여액을 감압농축하여 250ml로 정용하여 분석용 시료로 하였으며, 이 추출액을 Bryant와 Ovell<sup>12)</sup> 및 Rensick 등<sup>13)</sup>의 방법에 준하여 다음과 같이 처리하여 분석을 하였다. 즉, 추출원액 50ml를 Amberilite IRA-410 column에 1~2ml/min.의 속도로 흘린 다음 수세하고 1.5N (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 100ml를 1~2ml/min.의 속도로 흘려 흡착되었던 유기산을 용출시켜 용출액을 암모니아의 냄새가 없어질 때 까지 농축하였다. 농축 후 소량의 물로 써 회석하여 Amberilite IR-120 column에 흘리고 다시 수세하여 전조시켰다. 전조시킨 유기산 시료를 Hautala와 Weaver<sup>14)</sup> 및 Alegre 등<sup>15)</sup>의 방법에 준하여 14% BF<sub>3</sub>-methanol 2ml를 가하고 메틸에스테르화하였다. 이것을 다시 포화 (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 4ml 및 CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> 2ml를 가하여 진탕하고 방지한 다음 CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>층을 취하여 무수 Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>로 써 탈수처리하고 여기에 내부표준물질로서 methyl laurate 표준용액 1ml를 가한 후 GLC의 분석용 시료로 하였다. 분석기기는 GC-14A (Shimadzu, Japan)였으며 column은 DEGS sus column을 사용하였고, injection 및 detection temp.는 260°C, detector는 FID였으며 carrier gas는

질소를 사용하였다. 유기산의 동정은 표준유기산의 retention time과 비교하여 동정하였으며, 정량은 methyl laurate를 사용한 내부표준법으로 하였다. 유기산분석은 3회 반복하여 그 평균값으로 나타내었다.

### 결과 및 고찰

#### 가열조건에 따른 유기산의 함유율 변화

가열조건을 달리 하였을 때의 고등어, 꽁치, 조기 및 가자미의 3회 반복한 유기산 성분의 평균 함유율 변화는 Table 1~4와 같다. 즉, 고등어의 경우 Table 1에서 보는 바와 같이 전체 유기산 함유율이 990.6mg%로 나타났으며, 그 중 lactic acid가 946.4mg%로 가장 많은 함유율을 나타내었으며 다음으로 succinic acid가 30.7 mg%를 나타내었고 α-ketoglutaric acid가 8.2mg%였으며 fumaric acid가 1.3, oxalic acid가 1.2, malic acid가 1.2, citric acid가 0.6, pyroglutaric acid가 0.6 및 malonic acid가 0.4mg%를 나타내었으며, 이중 lactic acid와 succinic acid가 전체 유기산 함유율의 거의 95% 이상을 차지하였다. Lactic acid의 경우 삶거나 180, 200 및 220°C로 가열함에 따라 함유율이 감소하였으며 삶은 경우 보다는 가열 온도가 높을수록 감소하는 양은 더 많았으며 그외 미량인 유기산들은 흔적 내지는 소실되는 경향이었다.

꽁치의 경우는 Table 2에서 보는 바와 같이 lactic acid가 527.4mg%로 고등어에서와 마찬가지로 가장 많은 함유율을 보였으며 고등어와는 달리 succinic acid 대신에 α-ketoglutaric acid의 함량이 142.1mg%로 상당히

Table 1. Contents of organic acids on heating conditions of mackerel (mg/100g, dry basis)

Compounds	Raw	Steaming	Broiling		
			180°C	200°C	220°C
Lactic acid	946.4	876.1	694.5	652.7	649.6
Fumaric acid	1.3	0.9	0.1	trace	trace
Succinic acid	30.7	24.1	12.4	12.6	9.4
Malonic acid	0.4	0.2	trace	trace	trace
Citric acid	0.6	0.3	trace	trace	trace
Oxalic acid	1.2	0.6	0.1	trace	trace
Malic acid	1.2	0.7	0.3	trace	trace
α-ketoglutaric acid	8.2	6.7	3.4	2.7	3.2
Pyroglutaric acid	0.6	0.2	trace	trace	trace

Steaming condition was at 100°C for 10min.

Broiling condition was at 180°C for 20min, 200°C for 15min and 220°C for 10min.

All values are means of triplicate determinations

많이 나타났다. 그외 succinic acid가 17.1, pyroglutaric acid가 7.2, oxalic acid가 0.9mg%였으며 그 외는 미량이었다. 그리고 이들 유기산 역시 가열함에 따라서 감소하는 경향은 고등어와 비슷하였으나 감소하는 함유율 변화는 꽁치의 경우가 고등어의 경우 보다 더 크게 나타났다. 이는 고등어 및 꽁치에 함유되어 있는 지질의 함유량 차이에서 오는 결과로 생각되어 진다.

조기의 경우도 Table 3에서 보는 바와 같이 lactic acid의 함유율이 765.3mg%로 가장 많았으며 다음으로 succinic acid가 12.7 및  $\alpha$ -ketoglutaric acid가 6.6mg%로 나타났다. 그 외의 유기산들은 미량성분들이었으며 가열함에 따라 그 함유율이 감소하였다. 즉, lactic acid의 경우 생시료에서는 765.3mg%이던 것이 증자하거나 180, 200 및 220°C로 가열함에 따라 732.9, 699.4,

**Table 2. Contents of organic acids on heating conditions of pacific saury**  
(mg/100g, dry basis)

Compounds	Raw	Steaming	Broiling		
			180°C	200°C	220°C
Lactic acid	527.4	342.0	236.7	221.2	219.6
Fumaric acid	0.3	trace	trace	trace	trace
Succinic acid	17.1	6.6	4.9	4.1	3.7
Malonic acid	0.2	trace	trace	trace	trace
Citric acid	0.3	trace	trace	trace	trace
Oxalic acid	0.9	0.3	trace	trace	trace
Malic acid	0.5	trace	trace	trace	trace
$\alpha$ -ketoglutaric acid	142.1	115.7	89.6	87.2	84.3
Pyroglutaric acid	7.2	3.1	1.7	1.3	1.1

Steaming and broiling conditions described in Table 1  
All values are means of triplicate determinations

**Table 3. Contents of organic acids on heating conditions of yellow croaker**  
(mg/100g, dry basis)

Compounds	Raw	Steaming	Broiling		
			180°C	200°C	220°C
Lactic acid	765.3	732.9	699.4	688.4	672.1
Fumaric acid	2.2	1.6	1.1	0.6	0.1
Succinic acid	12.7	9.9	7.9	7.2	6.6
Malonic acid	0.6	0.2	trace	trace	trace
Citric acid	1.3	1.1	0.5	0.2	trace
Oxalic acid	2.1	1.4	0.8	0.4	trace
Malic acid	0.8	0.5	0.2	trace	trace
$\alpha$ -ketoglutaric acid	6.6	6.1	4.9	3.6	4.0
Pyroglutaric acid	3.2	2.5	2.1	1.8	1.1

Steaming and broiling conditions described in Table 1  
All values are means of triplicate determinations

688.4 및 672.1mg%로 감소하였으며 삶았을 때 보다 높은 온도로 가열하였을 때에 더 많은 양이 감소하였다. 그리고 가자미의 경우에서도 Table 4에서 보는 바와 같이 lactic acid가 872.1mg%로 가장 많았고 succinic acid가 28.6mg%로 나타났으며 그 외의 유기산들은 미량이었다. Lactic acid의 경우 생시료에서는 872.1mg%였던 것이 삶거나 180, 200 및 220°C로 가열함에 따라 그 함유율이 816.3, 801.7, 782.4 및 736.4mg%로 크게 감소하였으며 삶았을 때 보다 180, 200 및 220°C로 가열하였을 때가 더 많이 감소하였다.

전반적으로 볼 때 총 유기산 함유율은 고등어, 가자미, 조기 및 꽁치의 순으로 나타났으며, 가열함에 따라 꽁치에서 가장 많은 함유율의 감소를 가져왔으며 고등어, 가자미 및 조기의 순으로 함유율 감소율이 높게 나타났다. 즉, 백색육어 보다는 적색육어의 경우가 가열함에 따라 그 함유율의 감소율이 높게 나타남을 알 수가 있었다.

#### 데우기에 따른 유기산 함유율의 변화

증자한 것과 200°C에서 가열한 것을 4°C에서 24시간 보존한 후 1차 데우기를 한 것과 1차 데우기를 한 것을 다시 동일 조건에서 보존한 뒤 2차 데우기를 하였을 때의 고등어, 꽁치, 조기 및 가자미의 3회 반복한 유기산의 평균 함유율의 변화는 Table 5~8과 같다. 즉, 고등어의 경우에 있어서는 Table 5에서 보는 바와 같이 삶았을 때 lactic acid의 함량이 876.1mg%였던 것이 1차 및 2차 데우기를 함께 따라 842.7 및 840.6mg%로 그 함유율이 약 4% 정도 감소하였는데 삶은 경우에 있어서 보다는 함유율 감소율이 낮았다. 그리고 가열한 것

**Table 4. Contents of organic acids on heating conditions of brown sole**  
(mg/100g, dry basis)

Compounds	Raw	Steaming	Broiling		
			180°C	200°C	220°C
Lactic acid	872.1	816.3	801.7	782.4	736.4
Fumaric acid	1.1	0.8	0.5	0.3	0.2
Succinic acid	28.6	24.7	22.1	21.6	21.2
Malonic acid	0.2	trace	trace	trace	trace
Citric acid	0.3	trace	trace	trace	trace
Oxalic acid	1.1	0.6	0.2	0.1	trace
Malic acid	0.9	0.4	0.2	trace	trace
$\alpha$ -ketoglutaric acid	7.6	6.5	6.1	5.4	4.4
Pyroglutaric acid	2.1	1.3	1.0	0.7	0.5

Steaming and broiling conditions described in Table 1  
All values are means of triplicate determinations

을 1차 및 2차로 데우기를 함에 따라 유기산 함유율이 652.7mg%였던 것이 636.1 및 634.2mg%로 역시 감소하였으며 그 감소율은 얕은 경우 보다 적게 나타났다. 이 결과로 볼 때 가열 중 대부분의 유기산 함유율 변화가 일어나고 1차 및 2차 데우기에서는 그 함유율 변화

가 적게 나타났다.

꽁치의 경우는 Table 6에서 보는 바와 같이 lactic acid의 경우 삶거나 가열하였을 때에 342.0 및 221.2mg%였던 것이 1차 및 2차 데우기를 함에 따라 그 함유율이 316.4, 312.6 및 218.3, 217.9mg%로 감소하였

Table 5. Changes of organic acids contents during processing of Mackerel

(mg/100g, dry basis)

Compound	Steaming			Broiling		
	Steamed	Warmed*	Rewarmed**	Broiled	Warmed	Rewarmed
Lactic acid	876.1	842.7	840.6	652.7	636.1	634.2
Fumaric acid	0.9	0.3	trace	trace	trace	trace
Succinic acid	24.1	22.6	22.3	12.6	10.9	11.6
Malonic acid	0.2	trace	trace	trace	trace	trace
Citric acid	0.3	0.1	trace	trace	trace	trace
Oxalic acid	0.6	0.3	trace	trace	trace	trace
Malic acid	0.7	0.3	trace	trace	trace	trace
$\alpha$ -ketoglutaric acid	0.7	5.9	5.6	2.7	1.8	1.4
Pyroglutaric acid	0.2	trace	trace	trace	trace	trace

\*Warmed was performed at 200°C for 5min after storage of sample at 4°C for 24hrs

\*\*Rewarmed was performed at 200°C for 5min after storage of warmed sample at 4°C for 24hrs

All values are means of triplicate determinations

Table 6. Changes of organic acids contents during processing of pacific saury

(mg/100g, dry basis)

Compound	Steaming			Broiling		
	Steamed	Warmed*	Rewarmed*	Broiled	Warmed	Rewarmed
Lactic acid	342.0	316.4	312.6	221.2	218.3	217.9
Fumaric acid	trace	trace	trace	trace	trace	trace
Succinic acid	6.6	5.2	5.1	4.1	3.6	3.3
Malonic acid	trace	trace	trace	trace	trace	trace
Citric acid	trace	trace	trace	trace	trace	trace
Oxalic acid	0.3	0.1	trace	trace	trace	trace
Malic acid	trace	trace	trace	trace	trace	trace
$\alpha$ -ketoglutaric acid	115.7	89.2	95.4	87.2	82.6	80.9
Pyroglutaric acid	3.1	2.4	2.1	1.3	1.1	0.6

\*Warmed and rewarmed conditions described in Table 5

All values are means of triplicate determinations

Table 7. Changes of organic acids contents during processing of yellow croaker

(mg/100g, dry basis)

Compound	Steaming			Broiling		
	Steamed	Warmed*	Rewarmed*	Broiled	Warmed	Rewarmed
Lactic acid	732.9	711.6	714.1	688.4	676.1	665.8
Fumaric acid	1.6	0.7	0.2	0.6	0.2	0.1
Succinic acid	9.9	6.1	5.3	7.2	6.8	6.3
Malonic acid	0.2	trace	trace	trace	trace	trace
Citric acid	1.1	0.7	0.4	0.2	0.1	trace
Oxalic acid	1.4	0.5	0.1	0.4	0.2	trace
Malic acid	0.5	trace	trace	trace	trace	trace
$\alpha$ -ketoglutaric acid	6.1	4.2	4.1	3.6	3.7	3.1
Pyroglutaric acid	2.5	1.1	0.7	1.8	1.8	1.5

\*Warmed and rewarmed conditions described in Table 5

All values are means of triplicate determinations

Table 8. Changes of organic acids contents during processing of brown sole (mg/100g, dry basis)

Compound	Steaming			Broiling		
	Steamed	Warmed*	Rewarmed*	Broiled	Warmed	Rewarmed
Lactic acid	816.3	787.1	782.7	782.4	779.6	774.3
Fumaric acid	0.8	0.3	trace	0.3	0.1	trace
Succinic acid	24.7	21.1	20.4	21.6	20.9	18.8
Malonic acid	trace	trace	trace	trace	trace	trace
Citric acid	trace	trace	trace	trace	trace	trace
Oxalic acid	0.6	0.2	trace	trace	trace	trace
Malic acid	0.4	0.1	trace	0.1	0.2	trace
$\alpha$ -ketoglutaric acid	6.5	4.7	4.4	5.4	5.9	5.2
Pyroglutaric acid	1.3	1.1	0.5	0.7	0.8	0.3

\*Warmed and rewarmed conditions described in Table 5

All values are means of triplicate determinations

다. 조기의 경우도 Table 7에서 보는 바와 같이 lactic acid의 경우 삶거나 가열하였을 때에 732.9 및 688.4mg%였던 것이 1차 및 2차 데우기를 함에 따라 그 함유율이 711.6, 714.1 및 676.1, 665.8mg%로 감소하였으며 가자미의 경우도 데우기를 함에 따라 다른 시료에서와 마찬가지로 그 함유율이 감소하였다.

소라를 원료로 하여 자숙처리 하였을 때의 유기산 함유율 변화를 조사한 조와 박<sup>16)</sup>의 결과에 의하면 생원료에 비하여 자숙처리를 함으로서 38% 정도의 유기산이 감소한다고 하였으며, 오와 이<sup>16)</sup>의 분말가쓰오부시의 제조 중 유기산 함유율 변화에 관한 보고에서는 가다랑어의 유기산 조성 중 lactic acid가 전체 유기산의 92.7%를 차지하며 그외 pyroglutaric acid, succinic acid 및  $\alpha$ -ketoglutaric acid가 많다고 하였다. 그리고 이를 자숙처리함에 따라서 유기산 중의 상당량이 煮熟水 중으로 유실된다고 하였다. 그리고 김 등<sup>17)</sup>의 견오징어의 유기산 조성에 관한 연구에서는 lactic acid, pyroglutaric acid 및 citric acid가 주요 유기산이라고 하였으며, Hayashi 등<sup>18)</sup>도 계를 열수추출하였을 때 추출물의 유기산은 거의 90% 이상이 lactic acid라고 주장하였다. 그리고 양과 이<sup>19)</sup>은 메기육에 있어서의 유기산 함유율은 succinic acid, butyric acid, propionic acid 및 valeric acid가 주 함유율을 보인다고 하였으며, 鴻巢 등<sup>20)</sup>은 바지락에서는 succinic acid가 40mg%로 가장 그 함유율이 높다고 한 보고가 있다. 이와 같이 패류 및 갑각류와 닭수어에 관한 보고들이 주로서 이들의 연구와 비교해 볼 때에도 거의 모든 어류에 있어서 lactic acid의 함유율이 제일 높게 나타났으며 가열을 함으로써 유기산 함유율이 감소하였는데 본 연구에서도 이들의 결과 비슷한 경향을 나타내었다.

## 요약

가열조건에 따른 고등어, 꽁치, 조기 및 가자미의 유기산 함유율 변화는 다음과 같았다. 4가지 시료 중 고등어가 전체 유기산의 함유율이 가장 높았으며, 모든 시료에 있어서 공통적으로 lactic acid의 함유율이 가장 높았으며 다음으로 succinic acid가 높았으며 이 두 유기산이 전체 유기산 함유율의 95% 이상을 차지하였다. 조기에서는 다른 시료에서와는 달리 succinic acid 대신에  $\alpha$ -ketoglutaric acid의 함유율이 높았다. 가열함에 따라서 모든 유기산 함유율이 감소하였으며 가열온도가 높을수록 함유율 감소폭이 커졌으며, 1차 및 2차 데우기에서 보다는 삶거나 가열에서 대부분의 함유율 감소가 일어났다.

## 감사의 글

본 연구는 1992년도 한국과학재단 특정기초과제(92-24-00-13) 연구조성비에 의해 수행된 연구 결과의 일부이며, 연구비를 지원해 준 한국과학재단에 감사드립니다.

## 문헌

1. Deobald, H. J. : The effect of antioxidants and synergists on the stability of precooked dehydrated sweet-potato flakes. *Food Tech.*, December, 146 (1964)
2. 渡邊尚夫 : 酸化防止剤と有機酸の併用效果. *New Food Industry*, 10, 14 (1968)
3. 天野晴之 : 有機酸界面活性剤. *New Food Industry*, 10, 6 (1968)
4. 青木 克 : 貝類中の琥珀酸の存在について. 日本農化學會誌, 8, 867 (1932)

5. Osada, H. : Studies on the organic acids in marine product. *Toyo Junior College of Food Tech.*, **7**, 271 (1966)
6. 조길석, 박영호 : 패류의 유기산 조성에 관한 연구. *한국수산학회지*, **18**, 227 (1985)
7. 허우덕 : 새첩의 정미성분에 관한 연구. *부산수산대학 석사학위논문* (1978)
8. 유병호, 이응호 : 배진담치의 정미성분에 관한 연구. *한국수산학회지*, **11**, 65 (1978)
9. Hayashi, T., Asakawa, A., Yamaguchi, K. and Konosu, S. : Study on the flavor components in boiled crab. *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish.*, **45**, 1325 (1979)
10. Konosu, S., Shibota, M. and Hashimoto, Y. : Concentration of organic acids in shellfish. *J. Jpn. Soc. Sci. Food Nutr.*, **20**, 186 (1967)
11. Mirocha, C. J. and Devay, J. E. : A rapid gas chromatography methods for determining fumaric acid in fungus cultures and diseased plant tissues. *Phytopath.*, **51**, 274 (1961)
12. Bryant, F. and Ovall, B. T. : Quantitative chromatographic analysis of organic acids in plant tissue extracts. *Biochem. Biophys. Acta*, **10**, 471 (1953)
13. Rensick, F. E., Lee, L. and Power, W. A. : Chromatography of organic acids in cured tobacco. *Anal. Chem.*, **30**, 928 (1955)
14. Hautala, E. and Wealver, M. L. : Separation quantitative determination of lactic, pyruvic, fumaric, succinic, malic and citric acids by gas chromatography. *Anal. Biochem.*, **30**, 32 (1969)
15. Alegre, S., Yair, E. and Shaul, P. M. : Gas liquid chromatography of organic acids in citrus tissues. *J. Agric. Food Chem.*, **24**, 652 (1976)
16. 오광수, 이응호 : 분말가쓰오부시의 제조 및 풍미성분에 관한 연구. *한국수산학회지*, **21**, 21 (1988)
17. 김동수, 김영명, 우상규 : 건오징어 추출물의 유기산 조성에 관한 연구. *한국영양식량학회지*, **19**, 305 (1990)
18. Hayashi, T., Asakawa, A. and Yamaguchi, K. : Studies on the flavor components in boiled crabs. *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish.*, **45**, 1325 (1979)
19. 양승택, 이응호 : 담수어의 정미성분에 관한 연구. *한국수산학회지*, **16**, 202 (1983)
20. 鴻巣章二, 紫生田正樹, 橋本芳郎 : 貝類の有機酸とくにコハク酸含量について. *營養と食糧*, **20**, 18 (1967)

(1994년 8월 29일 접수)