

## 건조조건에 따른 꽁치과메기의 핵산류, 유리아미노산의 변화

오 승 희 · 김 덕 진

포항전문대학 식품영양과, 대구대학교 식품공학과

### Change of Nucleotides, Free Amino Acids in Kwamaegi Flesh by Different Drying for Pacific saury, *Cololabis saira*

Seung-Hee Oh and Duk-Jin Kim

Dept. of Food and Nutrition, Pohang College, Pohang 791-940, Korea

Dept. of Food Science and Engineering, Teagu University, Teagu 712-714, Korea

#### Abstract

New drying method was tested comparison with a traditional one used for production of Kwamaegi, semi dry pacific saury in east coast area of Kyungbuk province. During 15 days of total drying period, change in nucleotides and free amino acids were measured in edible portion of pacific saury from different dry methods, natural(traditional) and artificial method. ADP and AMP detected in raw fish were decrease while IMP, inosine, hypoxanthine increased during drying period.  $K_1$  values expressed as  $(H_x + H_xR \times 100 / H_x + H_xR + IMP)$  increased gradually throughout drying period, indicating the decline of freshness by drying. Freshness judged by change in nucleotides and related compounds was better in samples from artificial drying than from natural one. Special flavors of Kwamaegi were regarded to be synergistic actions of IMP and some amino acids. Content of total free amino acids of raw fish comprised 2.9g by weight(100g) and sum of glutamic acid, aspartic acid and histidine was over 34% of total amino acid content. Glutamic acid, aspartic acid contents were reduced rapidly from 3rd to 9th day more decrease by artificial drying than by natural drying. Lysine content were gradually increased under two different drying conditions and threonine didn't change by two drying conditions.

Key words : pacific saury(*Cololabis saira*), Kwamaegi, nucleotides, free amino acids, ADP, AMP.

#### 서 론

해수어인 꽁치(*Cololabis saira*)는 고등어, 방어, 정어리 등과 함께 등푸른생선으로 이들 어류는 고도 불포화지방산과 핵산 관련물질들의 함량이 높은 것으로 알려져 많은 관심을 모았다<sup>1~2)</sup>.

경북 동해안 지방에서는 꽁치를 청어 대용으로 겨울철에 얼 말려 반건조제품으로 건조하여 과메기라 부르며 생산, 판매하여 왔으나 최근 그 독특한 맛과 풍부한 영양물질로 소비가 증가함에 따라 생산량도 상당히 증가하고 있다.

꽁치과메기는 겨울철에 얼말리는 것이 품질이 우수하고 맛이 좋으며 변질에 의한 지질의 산패, amine

류의 생성 등 각종 유해물질의 생성을 예방하는 장점을 가지고 있다.

꽁치에 관한 연구들을 살펴보면 Uhei<sup>1)</sup>, Hideo<sup>2)</sup>, Ota<sup>3)</sup>, Mizobuchi 등<sup>4)</sup>, Nagakura<sup>5)</sup>은 지질에 관한 연구, Yamanak<sup>6)</sup>은 꽁치, 고등어르 저온저장중 부패생성물에 관한 연구와 비휘발성 amine물질 생성, Sajiki 등<sup>7)</sup>은 hemoglobin 변성에 관한 연구, Kozima 등<sup>8)</sup>은 꽁치 등의 동결, 저장동안  $K_1$  value와 과산화물질의 변화, Tokunaga<sup>9~10)</sup>, Amano 등<sup>11)</sup>, 박 등<sup>12)</sup>, 이 등<sup>11)</sup>은 꽁치의 amine류에 관한 연구들이 있다.

꽁치에 관한 연구들에서 건조과정과 저장과정 중의 성분 변화에 대한 연구를 거의 찾을 수 없으며 건조방

법, 조건에 관한 연구 등도 없는 실정이다.

따라서 과메기 생산에 중요한 영향을 주는 온도의 조건을 달리하여 동결 해동을 반복하는 건조방법을 설정하고 자연건조와 비교하여 각 방법의 건조과정 중 과메기 제품의 맛에 직접적으로 영향을 주는 핵산 관련물질과 유리아미노산의 변화를 조사하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 실험재료

본 실험에 사용된 재료는 1997년 10월경, 일본 북방 4개섬 근처에서 어획한 꽂치를  $-70^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 로 급속동결한 중량  $97.5 \pm 2\text{g}$ , 체장  $20 \pm 2\text{cm}$ 의 시료를 선별한 후  $-30 \pm 2^{\circ}\text{C}$  냉동고에서 60일간 저장한 것을 시료로 사용하였다.

### 2. 건조방법

건조방법은 오 등<sup>14)</sup>의 방법으로 자연건조와 인공건조로 나누어 건조하였으며 시료는  $-70 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 에 보관하였고 4시간 해동하여 사용하였다.

### 3. 핵산 관련물질의 정량

시료의 처리는 Valentine의 방법<sup>15)</sup>에 따라 시료 1g에 0.6N perchloric acid용액 50ml을 넣어 균질화시킨 다음 여과지(Toyo, No. 2)와 cartridges (Sep-pak C<sub>18</sub> Waters) 및 0.45 $\mu\text{m}$  membrane filter로 여과하고 HPLC(Waters 441)로 이용하여 분석하였다. Column은  $\mu$ -Bondapak C<sub>18</sub> (3.9 $\times$ 300nm, Waters, U.S.A)으로 하였고 이동상은 Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-NH<sub>4</sub>H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>(70 : 30%)로 하였다. Flow rate는 1.5ml/min, detector는 UV(at 254nm)였고 injection volume은 10 $\mu\text{l}$ 였다.

### 4. 유리아미노산의 정량

유리아미노산 정량은 Heinrikson 등<sup>16)</sup>의 방법에 따라 시료를 조제 하였다.

시료 10 $\mu\text{l}$ 를 취해 감압건조(50~60mm torr)한 후 methanol 200 $\mu\text{l}$ , H<sub>2</sub>O 200 $\mu\text{l}$ , triethylamine 100 $\mu\text{l}$ 를 섞은 혼액 30 $\mu\text{l}$ 를 첨가한 후 vortex mixer한 다음 재건조(50mm torr)하여 유도체 시약(methanol 350 $\mu\text{l}$  + H<sub>2</sub>O 50 $\mu\text{l}$ , trimethylamine 50 $\mu\text{l}$  + phenyl isothiocyanate 50 $\mu\text{l}$ ) 30 $\mu\text{l}$ 를 첨가한 후 상온에서 10~20분간 정치한 후 감압건조한다.

이 건조물에 methanol 30 $\mu\text{l}$ 를 첨가, 혼합한 후 재건조하고 여기에 희석액 100 $\mu\text{l}$ 를 첨가하여 분산 혼합

하여 20 $\mu\text{l}$ 씩 HPLC(Waters 486)로 분석하였다. Column은 PICO - Tag column (3.9 $\times$ 150mm 4 $\mu\text{m}$ , Waters, U.S.A) 이동상은 PICO - Tag Eluent A(P/N 88108), B(P/N 88112)였다. Flow rate는 1.0ml/min로 하였고 detector는 UV(at 254nm Waters 486 Absorbance)였고 injection volume은 20 $\mu\text{l}$ 였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 핵산 관련물질의 변화

어류의 핵산 관련물질은 ATP에서 ADP, AMP, IMP를 거쳐 inosine(H<sub>x</sub>R)에서 hypoxanthin(H<sub>x</sub>)로 분해가 이루어지고<sup>17-19)</sup> ATP는 어획직후 거의 소실 분해된다고 알려져 있다.<sup>20)</sup> 꽂치의 자연건조 및 인공건조기간 중 핵산 관련물질을 정량한 결과는 Table 1과 같다.

생체시료에서 ATP가 거의 검출되지 않은 것은 어획후와 동결저장중 거의 분해된 것으로 생각된다. 시료의 ADP는 150.2 $\mu\text{moles}$  AMP는 33.4 $\mu\text{moles}$ , IMP는 278 $\mu\text{moles}$ , H<sub>x</sub>R은 76.6 $\mu\text{moles}$ 로 IMP함량이 가장 높았다 H<sub>x</sub>는 생성되지 않았다. 건조 3일째 ADP, AMP는 감소한 반면 IMP, H<sub>x</sub>R는 증가하는 경향이며 H<sub>x</sub>가 자연건조가 31.2 $\mu\text{moles}$ 며, 인공건조는 27.4 $\mu\text{moles}$ 이 생성되었다. 건조가 지속됨에 따라 ADP, AMP의 감소와 IMP, H<sub>x</sub>R, H<sub>x</sub>의 증가하는 경향이다. ADP의 경우 자연건조 9일경, 인공건조 12일경 거의 검출되지 않아 완전분해가 일어난 것으로 생각된다.

이 등<sup>21)</sup>은 마른 멸치 건조 과정에서 ADP가 ATP와 AMP가 소실된 후에도 잔존해 있었는데 이는 ADP가 myofibril과 결합한 bound nucleotide라 추정하였으나 본 실험과는 다소 차이가 있다.

IMP함량의 계속적인 증가는 이<sup>22)</sup> 등 고등어다 전갱이를 동결 건조하였을 경우 IMP가 거의 감소되지 않고 근육 중에 IMP의 축적현상을 보인다고 하였으며, 이<sup>21)</sup> 등은 AMP deaminase의 활성은 강한테 비하여 IMP의 탈인산화 작용은 약한 결과로 IMP 축적 현상이 일어난다고 하였다.

AMP는 건조가 진행됨에 따라 급격히 감소하여 15일째는 미량만이 잔존하고 거의 분해됨을 알 수 있다.

IMP, H<sub>x</sub>R은 건조초기에 증가량이 적으나 건조 9일후 15일 경우 증가량이 크게 나타나고 H<sub>x</sub>는 건조 초기에 증가량이 높으나 9일 이후는 완만한 증가를

**Table 1. Changes in contents of nucleotides and their related compounds in flesh of Pacific saury during natural and artificial drying**  
( $\mu\text{M}/100\text{g}$ , dry weight)

Nucleotides and their related compounds	Drying	Day					
		0(Raw)	3	6	9	12	15
ATP	ND*	—	—	—	—	—	—
	AD**	—	—	—	—	—	—
ADP	ND	15.17	9.24	4.52	—	—	—
	AD	—	10.58	8.19	3.26	—	—
AMP	ND	33.39	16.84	10.52	5.68	3.12	1.41
	AD	—	29.03	18.21	7.62	4.91	2.84
IMP	ND	278.35	293.59	311.35	381.84	379.67	463.75
	AD	—	287.77	297.54	396.17	402.18	481.29
$H_{xR}$	ND	76.58	91.63	109.37	123.57	121.68	172.52
	AD	—	90.39	107.82	115.80	123.59	159.86
$H_x$	ND	—	31.19	42.38	70.51	87.98	92.72
	AD	—	27.38	40.64	69.98	75.63	90.14
$K_1$ Value***	ND	21.58	29.49	32.77	33.70	35.58	36.38
	AD	—	29.04	33.29	31.92	33.13	34.19

\* ND, natural drying

\*\* AD, artificial drying

\*\*\*  $K_1$  Value :  $\{(H_{xR} + H_x) / (IMP + H_{xR} + H_x)\} 100$

나타났다. 고등어 반 염건품<sup>23)</sup>의 경우 생체시료의 IMP함량이 높고 반염건품의 경우에도 잔존율이 가장 높았으며  $H_{xR}$ 가 증가한다고 하였다.

자연건조와 인공건조를 비교하여 보면 인공건조가 ADP, AMP, IMP의 잔존율이 약간 높고  $H_{xR} \cdot H_x$ 의 생성량이 약간 낮은 편으로 인공건조가 다소 좋은 것으로 나타났다.

한편 Saito<sup>17)</sup> 등 어류 신선도의 지표로서 핵산물질의 분해물에 대한 비율을 K value 즉, 총 ATP 유도물질에 대한  $H_x + H_{xR}$ 의 비율값<sup>23,25)</sup>으로 나타내었는데 어류 근육내 ATP, ADP는 어획후 빠르게 분해되므로 Karube<sup>26)</sup> 등과 Greene<sup>27)</sup> 등의  $K_1$  value의 계산식으로 계산하여 핵산물질의 분해정도를 표시한 결과 생체어류의  $K_1$  value는 21.58%에서 자연건조 3일째 29.49로 증가하나 건조가 진행됨에 따라 다소 증가가 다소 둔화되어 건조 6일 이후 자연·인공건조 모두 증가세가 다소 완만하게 나타내어 자연건조 36.38%, 인공건조 34.19%로 인공건조가 약간 낮다.

$K_1$  value에서도 인공건조가 자연건조보다 다소 낮게 나타나므로 인공건조가 어류의 신선도 유지에 다소 나은 것으로 사료된다.

## 2. 유리아미노산의 함량변화

콩치의 건조에 따른 유리아미노산 함량 변화는 Table 2, 3에 표시하였다.

생체시료의 아미노산은 총 17종으로 생체 100g당 2,854.8mg을 함유하고 있으며 그 중 glutamic acid 14.2%인 405.5mg으로 가장 높았고 aspartic acid 301.8mg, histidine 279.0mg 순으로 함량이 높았으며 이들 3종의 아미노산이 전체의 약 34%이상을 함유하고 있다.

자연건조에서 총 유리아미노산의 함량은 생체시료 285.4mg에서 약간 증가하여 9일째 3,314mg으로 증가 후 15일째는 2,998mg으로 감소를 보이거나 인공건조에서는 건조초기에 증가하기 시작하여 12일째 3,384mg으로 증가후 15일째 3,320mg으로 나타나 인공건조시 아미노산 함량이 높게 나타났다.

함량이 가장 많은 glutamic acid는 자연 건조시 건조 6일째 295mg으로 약간 감소한 후 9일째 354mg으로 증가하고 15일째 309mg으로 감소하였다. 인공건조시에도 유사한 경향이나 그 변화의 폭이 적은 편이다. Aspartic acid은 glutamic acid와 유사하게 나타났으나 인공건조가 자연건조보다 함량이 적게 나타났다.

**Table 2. Changes of free amino acid composition in flesh of Pacific saury during natural drying**  
(mg /100g, dry weight)

Amino acid	Day	0 (Raw)	3	6	9	12	15
Aspartic acid		300.98 (10.54)*	231.63 (7.67)	200.89 (6.81)	251.74 (7.60)	281.39 (8.51)	256.53 (8.56)
Glutamic acid		405.51 (14.20)	316.15 (10.47)	295.48 (10.01)	354.98 (10.71)	334.70 (10.12)	309.33 (10.32)
Serine		121.72 (4.26)	126.08 (4.17)	131.17 (4.45)	219.08 (6.61)	109.43 (3.31)	93.25 (3.11)
Glycine		142.25 (4.98)	137.01 (4.54)	130.30 (4.42)	149.91 (4.52)	140.74 (4.26)	135.20 (4.51)
Histidine		278.97 (9.77)	294.54 (9.75)	188.03 (6.37)	145.86 (5.40)	206.68 (6.25)	200.38 (6.68)
Arginine		207.88 (7.28)	189.82 (6.28)	216.71 (7.35)	281.44 (8.49)	279.17 (8.44)	178.89 (5.97)
Threonine		122.29 (4.28)	118.90 (3.94)	142.95 (4.85)	156.69 (4.73)	156.63 (4.74)	126.36 (4.21)
Alanine		155.37 (5.44)	152.06 (5.03)	142.21 (4.82)	154.24 (4.65)	150.57 (4.55)	152.30 (5.08)
Proline		127.35 (4.46)	154.91 (5.13)	156.48 (5.31)	150.03 (4.53)	165.90 (5.01)	159.60 (5.32)
Tyrosine		78.12 (2.74)	107.61 (3.56)	158.11 (5.36)	144.23 (4.35)	200.91 (6.08)	114.41 (3.82)
Valine		104.40 (3.66)	162.62 (5.38)	172.39 (5.84)	192.26 (5.80)	178.07 (5.38)	175.86 (5.86)
Methionine		87.93 (3.08)	141.50 (4.68)	154.63 (5.24)	140.95 (4.25)	159.10 (4.81)	160.56 (5.35)
Cysteine		81.06 (2.84)	72.24 (2.39)	100.09 (3.29)	83.30 (2.51)	89.78 (2.71)	57.44 (1.92)
Isoleucine		120.81 (4.23)	189.75 (6.28)	169.45 (5.74)	190.92 (5.76)	187.76 (5.68)	189.64 (6.32)
Leucine		178.24 (6.24)	203.68 (6.74)	144.08 (4.88)	168.48 (5.08)	166.00 (5.02)	202.56 (6.76)
Phenyl-alanine		101.09 (3.54)	161.26 (5.34)	188.52 (6.39)	226.28 (6.83)	202.40 (6.12)	185.45 (6.18)
Lysine		240.83 (8.44)	260.82 (8.63)	258.18 (8.75)	304.08 (9.17)	297.92 (9.01)	300.79 (10.03)
Total		2,854.80 (100)	3,020.58 (100)	2,949.67 (100)	3,314.47 (100)	3,307.15 (100)	2,998.55 (100)

\* Percentage(%) to total free amino acid content.

어류의 histidine은 콩치와 비슷한 적색육을 가진 고등어<sup>28)</sup>, 가다랑어<sup>29)</sup> 등의 활동성 어류에 histidine 함량이 높은 것으로 알려져 있는데 콩치도 유사하게 나타났으며 histidine함량은 자연건조보다 인공건조 시에 높게 나타났고 methionine은 생체시료보다 건

조가 진행됨에 따라 자연·인공건조 모두 높게 나타났다.

Lysine은 건조초기 240mg보다 15일째 자연건조 300mg, 인공건조 373mg으로 높았고 인공건조의 함량이 더 큰 것을 알 수 있다.

**Table 3. Changes of free amino acid composition in flesh of Pacific saury during artificial drying**  
(mg/100g, dry weight)

Amino acid	Day	0 (Raw)	3	6	9	12	15
Aspartic acid		300.98 (10.54)*	207.69 (7.23)	232.72 (7.74)	231.14 (7.25)	240.40 (7.10)	223.72 (6.74)
Glutamic acid		405.51 (14.20)	326.27 (11.36)	293.53 (9.77)	316.18 (9.91)	275.42 (8.14)	292.53 (8.81)
Serine		121.72 (4.26)	134.82 (4.69)	129.98 (4.33)	132.29 (4.15)	150.95 (4.46)	104.21 (3.14)
Glycine		142.25 (4.98)	122.52 (4.27)	126.26 (4.20)	134.58 (4.22)	152.14 (4.50)	148.55 (4.47)
Histidine		278.97 (9.77)	291.84 (10.16)	178.67 (5.95)	215.92 (6.77)	257.82 (7.62)	251.97 (7.59)
Arginine		207.88 (7.28)	204.65 (7.12)	218.85 (7.28)	236.64 (7.42)	257.05 (7.60)	231.95 (6.99)
Threonine		122.29 (4.28)	117.68 (4.10)	126.37 (4.21)	154.95 (4.86)	172.39 (5.09)	141.20 (4.25)
Alanine		155.37 (5.44)	141.98 (4.94)	154.32 (5.14)	184.03 (5.77)	184.51 (5.45)	194.11 (5.85)
Proline		127.35 (4.46)	137.48 (4.79)	155.11 (5.16)	154.54 (4.85)	195.55 (5.78)	182.81 (5.51)
Tyrosine		78.12 (2.74)	112.91 (3.93)	133.85 (4.45)	127.78 (4.01)	142.18 (4.20)	115.06 (3.47)
Valine		104.40 (3.66)	142.48 (4.96)	166.09 (5.53)	155.34 (4.87)	192.01 (5.67)	219.04 (6.60)
Methionine		87.93 (3.08)	115.06 (4.01)	122.60 (4.08)	115.91 (3.63)	126.78 (3.75)	170.77 (5.14)
Cystein		81.06 (2.84)	109.88 (3.83)	100.83 (3.36)	83.75 (2.63)	82.72 (2.44)	87.40 (2.63)
Isoleucine		120.81 (4.23)	152.62 (5.31)	193.98 (6.45)	185.98 (5.83)	168.25 (4.97)	195.35 (5.88)
Leucine		178.24 (6.24)	162.84 (5.67)	241.48 (8.04)	232.29 (7.28)	235.90 (6.97)	225.40 (6.79)
Phenyl-alanine		101.09 (3.54)	145.88 (5.08)	154.87 (5.15)	193.86 (6.08)	193.95 (5.73)	162.94 (4.91)
Lysine		240.83 (8.44)	245.78 (8.56)	275.63 (9.17)	334.15 (10.47)	356.18 (10.52)	373.53 (11.25)
Total		2,854.80 (100)	2,872.38 (100)	3,005.14 (100)	3,189.33 (100)	3,384.20 (100)	3,320.54 (100)

\* Percentage (%) to total free amino acid content.

그러나 자연건조에서 threonine, alanine, arginine, cysteine 등은 건조초기와 15일째 감소를 나타냈고 phenylalanine, isoleucine, proline, valine 등은 생체시료보다 15일째 다소 높게 나타났다.

Phenylalanine 등은 생체시료에 비해 건조 15일

째 큰 함량변화가 없이 총 함량의 4~5% 정도의 함유량을 보였고 인공건조에서 threonine, cysteine 등의 변화가 적고 serine, glycine, alanine, proline, valine, tyrosine 등은 15일째가 생체시료보다 높게 나타났다.

자연건조와 인공건조를 비교할 때 aspartic acid와 phenylalanine의 대부분 아미노산 함량이 높은 편이다. 인공건조의 유리아미노산 함량이 높게 나타난 것은 동결, 해동을 반복함에 따른 단백질 분해가 온도가 낮은 인공건조에서 더 많이 일어나는 것으로 사료된다.

## 요 약

경북 동해안 일대의 전통 향토식품인 꽁치 과메기의 건조방법을 자연건조와 인공건조로 달리하여 각각 15일 건조기간 중의 핵산 관련물질, 아미노산 함량의 변화를 조사하였다.

핵산 관련 물질은 건조기간중 ADP, AMP 함량은 서서히 감소한 반면 IMP함량은 증가하여 IMP 축적현상을 보였으며 건조기간 중 inosine과 hypoxanthine의 함량이 증가하였다. K value의 변화는 건조과정 중 점차 증가하여 건조 중 핵산 물질의 분해가 진행됨에 따라 신선도는 떨어지는 것으로 나타났고 핵산 물질의 변화에 의한 신선도 측면에서 인공건조가 자연건조보다 유리한 것으로 나타났다. (특히 IMP 등의 조합에 의한 맛의 상승작용으로 과메기 특유의 맛을 내는 것으로 사료된다.)

총 유리아미노산 함량은 2.98이었으며 glutamic acid, aspartic acid, histidine의 함량이 전체 유리아미노산의 함량이 34% 이상 차지하였다. 자연 및 인공건조동안 총 유리아미노산 함량은 서서히 증가하였으며 glutamic acid, histidine은 건조 3일째 이후부터 9일째까지 급속히 감소하였고 자연건조보다 인공건조의 감소가 더 크다. 자연 및 인공건조 중 lysine 함량은 점차 증가하였으며 threonine은 거의 변화가 없었다.

## 감사의 말

본 논문은 1997년 한국학술진흥재단의 지역개발 지원연구비에 의한 결과의 일부이며 이에 감사드립니다.

## 참고문헌

1. Uhei Naruse, Sumiko Kamonzeki and Kunitoshi Sekimoto : Effect of pacific saury (*Cololabis saira*) on serum cholesterol and component fatty acid in humans, *Eiyogaku Zasshi*, 48(5), 233(1990).
2. Hideo Tsuyuki : Eicosa pentaenoic acid and doc-

- osa hexenoic acid in marine animal lipids, *Eiyogaku Zasshi*, 42(2), 81(1984).
3. Ota, T., Takagi, T. and Kosaka, S.: Changes in lipids of young and adult saury, *Cololabis saira*(Pisces), *Mar., Ecol. Prog. ser.*, 3, 11(1980)10.
4. Mizobuchi Munehiko, Kitada Yoshimi, Tamase Kikuo et al. : Composition of fatty acid in commercially available fishes, *Nara-ken Eisei Kenkyusho Nenpo*, 20, 56(1985).
5. Nagakura, K. : The variation of the fat content of Saury in the northeastern sea area of Japan, *Tohoku-ku Suisankenkyushyo*, 7, 54(1956).
6. Yamanaka, H. : Polyamines as potential indices for freshness and decomposition of Saury pike (*Cololabis saira*) and Scallop (*Patinoecen yessoensis*), *Sci. Tech. Froid*, p.153 (1990).
7. Sajiki Junko, Takahashi Katsuhiko : *In vitro* formation of methemoglobin by lipophilic fractions in fisher and the causative substance, *Eisei Kagaku*, 37(6), 467(1991).
8. Kozima T. Tsuneo and Ohtaka Tateo : Effects of storage temperatures on the quality of frozen sardine, mackerel and saury, *Trans of the JAR.*, 2(1), 23 (1985).
9. Tokunaga, T. : Biochemical and scientific study on trimethylamine oxide and related substances in marine fishes, *Bull. Tokai Fish. Res. Lab.*, 101, 18 (1980).
10. Tokunaga, T. : Trimethylamine oxide and its decomposition in the formation of DMA and TMA during storage, *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.*, 36(5), 510(1970).
11. Amano, K., Yamada, K., Harada, K. et al. : Bull. Tokai Reg. Fish. Res. Lab., 53, 95(1968).
12. 박영호, 최수안, 이철우, 양영기 : 적색 육어류의 저장 및 가공중의 amine류의 변화 : 2. 꽁치·삼치 염장 및 건제품의 DMA와 TMA함량, *한국수산학회지*, 14(1), 7(1981).
13. Lee, S.Y., Byun, S.M., Chung, J.R. et al. : Contents of histamine, total volatile bases and trimethylamine in flesh fish and canned fish products, *Bull. Korean Fish. Soc.*, 18(3), 214(1985).
14. 오승희, : 건조조건에 따른 꽁치 과메기의 Amine류 변화, *한국식품영양학회지*, 12(1) (1998).
15. Valentine, D. : Determination of adenosine triphosphate and its degradation products in fish muscle by high pressure liquid chromatography, Sandwich student report, Torry Research Station(1977).
16. Heinrichson, R. L., and Meredith, S. C. : Amino acid analysis by reversephase high performance liquid chromatography ; precolumn derivatization with phenylisocyanate, *Anal. Biochem.*, 136, 65(1984).
17. Saito, T. and Arai, K. : Studies on the organic phosphates in muscle of aquatic animals ; V.

- Changes in muscular nucleotides of carp during freezing and storage, *Bull. Japan Soc. Sci. Fish.*, 23, 265(1957).
18. Tomiyama, T., Kobayashi, K. and Kitahara, K. : A study on the changes in nucleotides and freshness of carp muscle during the chill-storage, *Bull. Japan Soc. Sci. Fish.* 32, 262(1966).
  19. Flick, J. G. and Lovell, T. R. : Post-mortem biochemical changes in the muscle of Gulf shrimp, *Penaeus aztecus* *J. Food Sci.*, 37, 609(1972).
  20. 이용호, 박영호 : 수산식품의 가공 및 저장 중의 핵산관련물질 변화. *한국수산학회지*, 4(1), 31(1971).
  21. 이용호 : 건조 해산식품 중 맛성분에 관한 연구. *부산수산대학교학회지* 8, 63(1968).
  22. 이영경, 성낙주, 정승용 : 대구 건제품의 핵산 관련물질 및 유리 아미노산 함량, *한국수산학회지*, 18(4), 333(1985).
  23. 이용호, 정영훈, 주동식, 김정희, 오광수 : 탈산소제에 의한 반염건 고등어 저장중의 품질 안정성, *한국수산학회지*, 18(2), 131(1985).
  24. Boyle, J. L., Lindsay, R. C. and Stubier, D. A. : Adenine nucleotide degradation in modified atmosphere chill-stored fresh fish, *J. Food Sci.*, 56(5), 1267(1991).
  25. Murata, M. and Sakaguchi, M. : Storage of yellow tail (*Seriourquin queradiata*) white and dark muscles in ice : Changes in content of adenine nucleotides and related compounds, *J. Food Sci.*, 51(2), 321(1986).
  26. Karube, I., Matsuoka, H. and Suzuki, S. : Determination of fish freshness with an enzyme sensor system, *J. Agric. Food Chem.*, 32, 314(1984).
  27. Greene, D. H., Babbitt, J. K. and Reppond, K. D. : Patterns of nucleotide catabolism as freshness indicators in flatfish from the gulf of Alaska, *J. Food Sci.*, 55(5), 1236(1990).
  28. 이용호, 김명한, 김진수, 안창번, 주동식, 김세권 : 냉동 고등어 조미육의 가공 및 저장 중 정미성분의 변화, *한국영양식량학회지*, 18(4), 355(1989).
  29. Tokunaga, T. : The effect of decomposed products of trimethylamine oxide on quality of frozen Alaska pollack fillet : *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.*, 40(2), 167(1974).

---

(1998년 3월 15일 접수)