

고등어 저장중 염분농도와 저장온도에 따른 Adenosine Triphosphate 관련물질 및 유리아미노산의 변화

禹敬子·遠藤金次*

仁荷大學校 家政大學 食品營養學科, 奈良女子大學校 家政學部 食物學科*

The Effects of Salt and Temperature on Changes of Adenosine Triphosphate Related Compounds and Free Amino Acids in Mackerel Muscle during Storage

Kyung-Ja Woo and Kinji Endo*

Dept. of Food and Nutrition, College of Home Economics, Inha University

** Dept. of Food Science and Nutrition, Nara Women's University*

ABSTRACT

The effects of salt and temperature on changes of K value, IMP, free amino acids and histamine concentration in Mackerel muscle during storage were examined. The content of salt was 0, 3, 5 and 10% and storage temperature was at 0, 8, 16 and 20°C.

1. Content of IMP was 607.3mg% in raw material and as storage temperature was decreased and as salt content was increased, the rate of decrease in IMP was slow.
2. K value of raw material was 14% and rapidly increased as temperature increased and salt content decreased.
3. The time required to reach at 50% in K value was 13.6~16.6 days at 0°C and 1.4~3.3 days at 20°C in 0~10% salt content.
4. Except taurine and histidine, the contents of all free amino acids were slowly increased during storage at 0°C and in high salt content but at 20°C and in 0% salt they were more rapidly increased. The contents of Ala., Glu., Val., Leu., Lys., and NH₃ were rapidly increased than the contents of Phe., Gly. and Ile.
5. Taurine and histidine were rapidly decreased at high temperature and in 0% salt during storage.
6. The storage condition which produced more than 100mg% in histamine was 3 days at 16°C (180mg%) and 20°C (443.5mg%) in 0% salt and was 10days (163.1mg) at 16°C in 3% salt.

Key words: Mackerel muscle, Inosine Monophosphate, K value, Histamine.

I. 서 론

고등어는 흔히 먹는 붉은살 생선으로 소금에 절이거나 졸여서 많이 먹는다. 생선을 저장할 때는 흔히 소금에 절이는데 절임 정도와 저장온도가 저장기간에 영향을 준다.¹⁾ 생선은 신선한 것일수록 맛이 좋고 저장이 오래될수록 맛이 떨어진다. 생선은 사후조직기간이 짧고 불포화 지방산이 많아 부패하기 쉬운 것이 결점이다. 특히 생선의 맛성분인 이노신산(inosine monophosphate, IMP)이 adenosine triphosphate(ATP)의 분해산물로 사후에 생성되는데, 생성된 IMP가 시간이 흐를수록 감소하고 inosine과 hypoxanthine이 증가하여, 이들의 생성량이 많아질수록 생선의 신선도가 저하되는 것으로 보고되고 있다.²⁾ 생선에 관한 연구로는 저장온도에 따른 선도에 관한 연구,³⁻⁵⁾ 조리방법에 따른 IMP에 관한 연구,^{4, 7)} 저장발효 중 유리아미노산, histamine, 지질 및 유기산에 관한 연구^{8, 9)}는 있으나 저장온도와 염분 첨가량에 따른 선도와 IMP와의 관계, 유리 아미노산의 변화, 생선 저장 중에 발생하기 쉬운 독성물질인 histamine의 생성상태를 종합적으로 연구한 것은 없기에, 염분농도 0, 3, 5, 10%로 변화시키고 저장온도는 0, 8, 16, 20℃로 하여 저장하면서, ATP 관련물질과 유리 아미노산, histamine을 측정하여 저장조건에 따른 선도와 각종성분의 변화에 대하여 검토하였다.

II. 실험방법

1. 試料 및 試料製造

신선한 고등어를 구입하여 3장 가르기를 하고 껍질을 벗긴 후, 헹갈육을 떼어내고 보통육만 사용하였다. 어육을 1cm의 두께로 자르고, 10g이 되도록 측정된 후, 소금을 어육의 0, 3, 5, 10%가 되도록 곁고루 뿌리고 wrap film으로 싸다. 저장온도를 0, 8, 16, 20℃로 하고 시료조건에 따라 약취가 날 때까지 저장하였다.

저장하였던 시료를 꺼내 10g의 시료에 5% TCA(trichloro acetic acid)용액 40ml를 넣고, ho-

mogenizer로 분쇄(5,000rpm에서 5분간)한 것을 15분간 원심분리(3,000rpm에서 4분간)한 후 청등액을 시료로 사용하였다.

2. ATP 관련물질 및 선도 측정¹⁰⁾

시료 1ml에 0.05M NaOH 4ml을 넣어 희석하고 그 중 1ml를 HPLC용 시료병에 넣고 20 μ l를 주입시켜 분석하였다.

HPLC용 완충용액은 A 완충용액(5mM phosphate buffer, pH 6.8)과 B 완충용액(250mM phosphate buffer pH 6.8)을 사용하여 완충용액의 농도를 직선으로 상승시켰고, 아래와 같은 조건으로 HPLC(Shimazu SPD-6A)에서 adenosine diphosphate, adenosine monophosphate, inosine monophosphate, inosine을 분석하였다.

Column : Shim-pack Wax-1 (4 \times 50mm)

流速 : 1ml/min.

檢出波長 : 254nm

溫度 : 25~30℃

표준 ADP, AMP, IMP, inosine의 HPLC에서의 검출시간은 18.7분, 3.53분, 6.80분, 0.50분이었고, 이때의 면적을 표준으로 시료의 희석배수를 곱하여 계산하였다.

생선의 新鮮度 測定을 위하여 K值的 산출은 다음과 같이 하였다.

$$K(\%) = \frac{(Ino+Hx)}{ATP+ADP+AMP+IMP+Ino+Hx} \times 100$$

3. Histamine 분석

山中의 Polyamine 측정방법¹¹⁾에 따라 하였으며, 표준 polyamine은 histamine, putrescine, cadaverine 등을 사용하였고, 분석장치는 형광검출기(Shimazu RF-530)와 송액펌프(IC-6A)를 부착한 HPLC(Shimazu SPD 6A), column은 Shim-pack CLC-ODS를 사용하였다. Column 온도는 50℃, 분석시료는 20 μ l를 주입하였다.

HPLC용 완충용액은 A액(0.1M NaH_2PO_4 , 950ml + 10 mM sodium 1-Octansulfonate + 0.1 M Na_2HPO_4 , 50ml)과 B액(A용액과 동량의 methanol을 가한 용액, pH 4.28)을 사용했고 유속은 1.3ml/min로 하였다. 반응시약은 o-phthalaldehyde 400mg(ethanol 7ml에 녹임)과 2-mercaptoethanol 1ml, 10% Brij-용액(polyethylene lauryl ether) 2ml의 혼합액을 만들어 완충용액(0.384 M Na_2CO_3 + 0.216M H_3BO_3 + 0.108M K_2SO_4) 500ml에 혼합한 반응액을 column에서 나온 용출용액에 1.0ml/min씩 송출시켰다.

5mg% 표준 histamine, cadaverine, putrescine 용액의 검출시간은 33.16분, 42.77분, 40.79분이었다. Cadaverine과 putrescine의 peak가 낮고 가까이 붙어 나오기 때문에 histamine만 측정하였다.

4. Free amino acid 분석

시료액 1ml를 0.25M NaOH용액 1ml로 희석하여 20 μ l를 자동아미노산분석기(Hitachi L-8500)에 주입하여 분석하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 식염농도와 저장온도에 따른 IMP, inosine함량과 K값의 변화

온도와 식염농도에 따른 IMP의 변화는 Fig. 1에서 알 수 있는 바와 같이 온도가 높을수록 IMP는 급속히 감소하나 식염농도가 높을수록 IMP의 감소가 느려졌다. inosine의 변화는 온도가 높을수록 식염농도가 낮을수록 증가속도가 빨랐으며 K치도 inosine과 같은 경향이었다.

IMP는 저장일수에 따라 전반적으로 감소하였고 inosine은 반대로 증가하였다. 이는 생선의 근육효소의 작용에 의해 ATP가 ADP, AMP, IMP, inosine으로 분해하는 결과로써, 어획한 후 사후강직이 일어나 IMP는 최대로 되고 그 후는 감소되면서 inosine은 증가한다⁸⁾는 것과 일치한다. 따라서 저온저장과 높은 염분농도가 어육내에서 ATP 관련물질의 변화를 억제함을 알 수 있다.

K값은 생선의 신선도를 나타내는 지표로써, 생선

을 잡은 즉시의 고급품은 20% 정도 이하이고, 보통의 시장 상품은 50% 정도이다.^{2, 12)} 생선초밥의 경우 40% 이하의 신선한 것을 사용해야 한다. 본 실험의 시료는 구입 당시의 K값은 14.12%로 상당히 신선한 것이었다.

고등어를 여러가지 조건에서 저장하는 동안의 생선의 K값이 50%가 되는 일수의 변화는 Fig. 2와 같다. 염분농도가 높을수록 K값 50%가 되는 일수가 증가하였으나 증가폭이 크지는 않았으며, 같은 염분 농도에서 온도가 올라 갈수록 K값 50%가 되는 일수는 급속히 떨어짐을 볼 수 있다. 즉 10% 염분 농도에서는 0 $^{\circ}$ C에 저장하면 K값이 50%에 도달하는데 14.2일 정도 걸렸으나, 20 $^{\circ}$ C에 저장하면 3.3일이 걸렸고, 염분을 첨가하지 않은 것은 0 $^{\circ}$ C에서 13.6일이, 20 $^{\circ}$ C에서는 1.4일이 걸렸다. 이는 염분농도보다 저장온도가 K값의 변화(IMP의 분해)에 크게 영향을 미침을 알 수 있었다. 특히 0 $^{\circ}$ C에서는 염분농도의 영향은 거의 없고, K값이 50%가 되는 일수는 염분농도에 상관없이 13.6~16.6일이었다.

遠藤³⁾은 여러가지 생선을 0, 5, 10 $^{\circ}$ C로 변화시켜 저장했을 때 저장온도가 높을수록 K값 상승속도가 빨랐고, 방어의 경우 0 $^{\circ}$ C에서 K값이 50%에 도달하는 시기가 15일, 5 $^{\circ}$ C에선 6일 정도, 10 $^{\circ}$ C에선 3일이 걸렸다. 갯장어의 경우는 0 $^{\circ}$ C에서 18일, 5 $^{\circ}$ C에서 10일, 10 $^{\circ}$ C에서 2일 정도로 생선에 따라 다르기는 하였으나, 비슷한 경향으로 온도에 대한 의존성이 높았음을 볼 수 있었다. 생선에 따라 K값이 직선으로 상승하기도 하고 선이 꺾이기도 하였다.

2. 유리 아미노산의 함량 변화

생선을 저장할 때 유리아미노산이 증가하는 것은 생선근육의 자기분해효소와 미생물효소에 의한 단백질분해가 원인이다.¹³⁾ Fig. 3-1, 3-2과 같이 염분 0%, 20 $^{\circ}$ C에 저장한 것은 taurine과 histidine을 제외하면 저장기간 중 모든 아미노산이 급격히 증가되었다. 특히 증가가 많이 된 것은 Ala., Glu., Val., Leu., Lys., NH_3 등이며 증가 폭이 크지 않은 것은 Phe., Gly., Ile. 등이었다. 염분을 5, 10% 첨가한 것은 무첨가의 경우보다는 완만하게 증가하여 저장일수가 길수록 증가율이 높았다. 한편 0 $^{\circ}$ C에 저장한

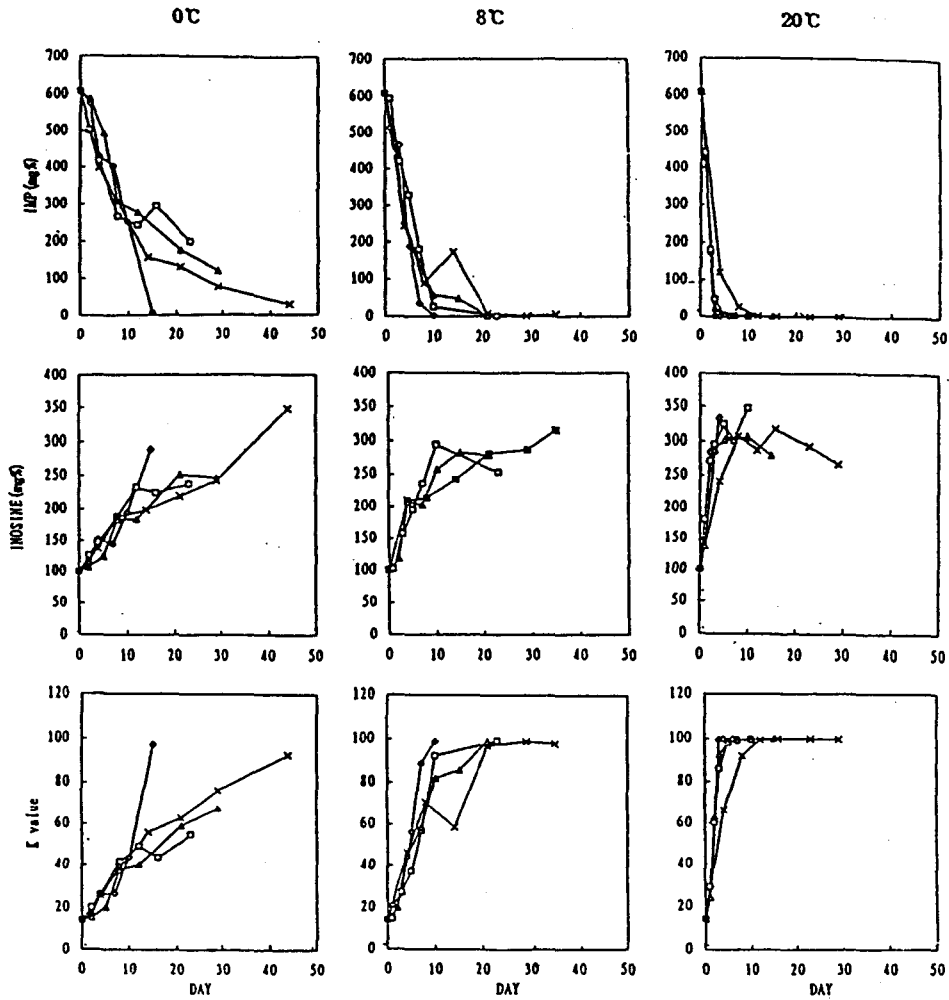


Fig. 1. Changes of IMP, inosine and K value in mackerel muscle during storage.
 -◇- 0% NaCl, -□- 3% NaCl, -△- 5% NaCl, -* - 10% NaCl

것은 염분 농도에 상관없이 증가폭이 낮았다.

Sakaguchi¹³⁾의 고등어 실험에서도 얼음저장에서 taurine을 제외하고 모든 아미노산이 저장하는 동안 증가하였으며, 그 중에서도 급격히 증가한 유리 아미노산은 Ala., Leu., Lys. 이라고 하였고, Chitra 등¹⁴⁾도 고등어 저장실험에서 유리아미노산이 급격히 증가한 것은 얼음냉장에선 Ala., Leu.가, 20°C에선 Ala., Leu., Lys., Glu., Tyr., Ilu., Cys. 등이라고 하였으며, 얼음 저장보다는 20°C저장에서 증가량이 훨씬 컸다고 하였다.

생시료 중의 histidine은 627.7mg%였으나 염분

농도 0%, 20°C저장에서는 3일에 323.2mg%, 저장 6일에 26.2mg%로 급격히 감소하였다. 그러나 낮은 온도 저장과 높은 염분농도 저장에서는 큰 변화가 없었다. 어육에는 histidine을 분해하여 uronic acid와 NH₃를 생성시키는 histidase가 존재하는 것이 알려지고 있다¹³⁾. 고등어 보통육의 histidine은 20°C에서는 어육을 오염시키는 박테리아의 decarboxylase 활동에 의해서 급속히 분해되어 histamine이 되는 것이 보고되었다.^{22, 23)} Sakaguchi 등¹³⁾은 고등어의 보통육을 얼음에서 저장했을 때, histidine은 초기의 540mg%에서 40일 후에 460mg%로 감소

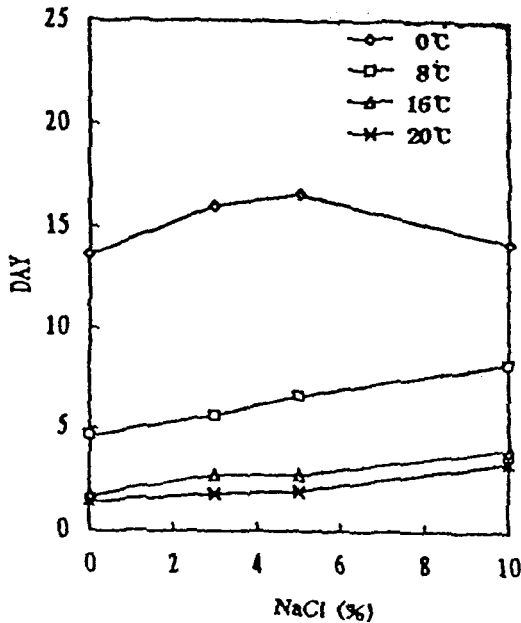


Fig. 2. The days arrived at K value 50% in mackerel muscle during storage.

되었다고 하였다. Chitra 등¹⁴⁾의 연구에선 고등어 저장 초기에 histidine이 700mg%이었으나, 얼음물 저장에선 25일째엔 증감이 약간 있었으나 큰 차이가 없었고, 20°C 저장에서는 저장 후기에 감소하여 500mg%로 되었다고 하였다.

Taurine은 단백질을 구성하지 않고 생체내에서 유리형으로 존재하는 아미노산으로 분자중에 유황을 함유하고 있는 것이 특징이며, 식물에는 거의 들어 있지 않고 동물에는 널리 분포되어 있으며, 해산물 특히 무척추 동물에 많다. 그 기능으로는 교감신경 작용을 억제하여 혈압강하, 뇌졸중의 예방 등에 효과적이다. 심장의 수축력은 칼슘의 다소에 따라 감소시키고 증가시키는 역할도 하여 부정맥이나 심부전증의 예방에 유효하다고 한다.^{2, 17)} 본 실험의 결과에서 고등어 생체재료에 57.1mg% 함유하고 있었으며, 여러 연구 보고^{15, 16, 17)}에 의하면 고등어에 84mg%, 전갱이에 75 mg%, 복어에 123mg%, 황다랭이에 26mg%를 함유하고 있다고 하였다.

본 시료에서 taurine은 Fig. 4와 같이 초기에 57.

1mg%이던 것이 저장하는 동안에 감소하여, 염분을 첨가하지 않고 0°C에 보관한 것은 것은 15일 후에 47.3mg%(잔존율 82.9%), 8°C저장에서 10일 후에 41.9%(73.5%), 16°C에서 6일 후에 42.5%(74.5%), 20°C에서 6일 후에 37.0mg%(64.7%)로 저장 온도가 높을수록 빨리 감소하였고, 염분첨가를 10%로 많이 할수록 taurine의 감소폭이 낮았다. 즉 염분을 많이 첨가하면 온도의 영향은 크지 않았으나, 저장일수에 따라 서서히 감소함을 알 수 있었고 염분을 첨가하지 않은 경우는 온도의 영향이 큼을 알 수 있었다.

Taurine은 생체내에서 유리형으로 존재하거나 cholic acid와 결합한 모양으로 존재하기 때문²⁾에 저장중에 쉽게 변하는 현상에 기인하는 것으로 보인다. Sakaguchi의 연구¹³⁾에서도 고등어의 taurine이 저장 초기에 22mg% 함유되었던 것이 0°C에서 40일간 저장하는 중에 13mg%로 감소하였다.

3. Histamine의 함량 변화와 냄새

Histamine은 histidine의 탈탄산화 현상에 의해 생성되는 것으로 100mg% 이상 함유하는 음식을 먹었을때 食中毒현상을 일으키는 독성물질이다.²¹⁾ 방어(tuna), 고등어(mackerel), 가다랭이(bonito)등의 고등어속(scombroid)의 생선에는 가장 보편적으로 검은살이나 흰살에 모두 histidine 분해효소가 들어있고, bacterial action으로도 저장중에 분해가 일어난다.¹³⁾

Table 1에서 보는 바와 같이 0%, 5%의 염분농도에서는 20°C에 貯藏한 것에서도 histamine이 거의 생성되지 않았으나, 염분 0%에서는 저장온도가 높을수록 많이 생성되어 0°C에서 15일에는 72.5mg%, 8°C에서 10일에는 11.8mg%, 16°C에서 3일에는 180.0mg%, 20°C에서 3일에는 443.5mg%나 생성되었다. 염분 3%에서는 16°C에서 10일 저장한 것에서 163.1mg% 생성되었다. Chitra¹⁴⁾는 고등어를 0°C에 저장할 때는 거의 생성되지 않았으나, 20°C 저장에서는 염분 첨가없이 4일간 저장한 것에서 histamine이 14mg% 생성되었다고 하였다.

Yatsunami 등²²⁾은 정어리 실험에서 30°C에 저장했을 때 2% 염분첨가군은 histamine이 2일간 저장

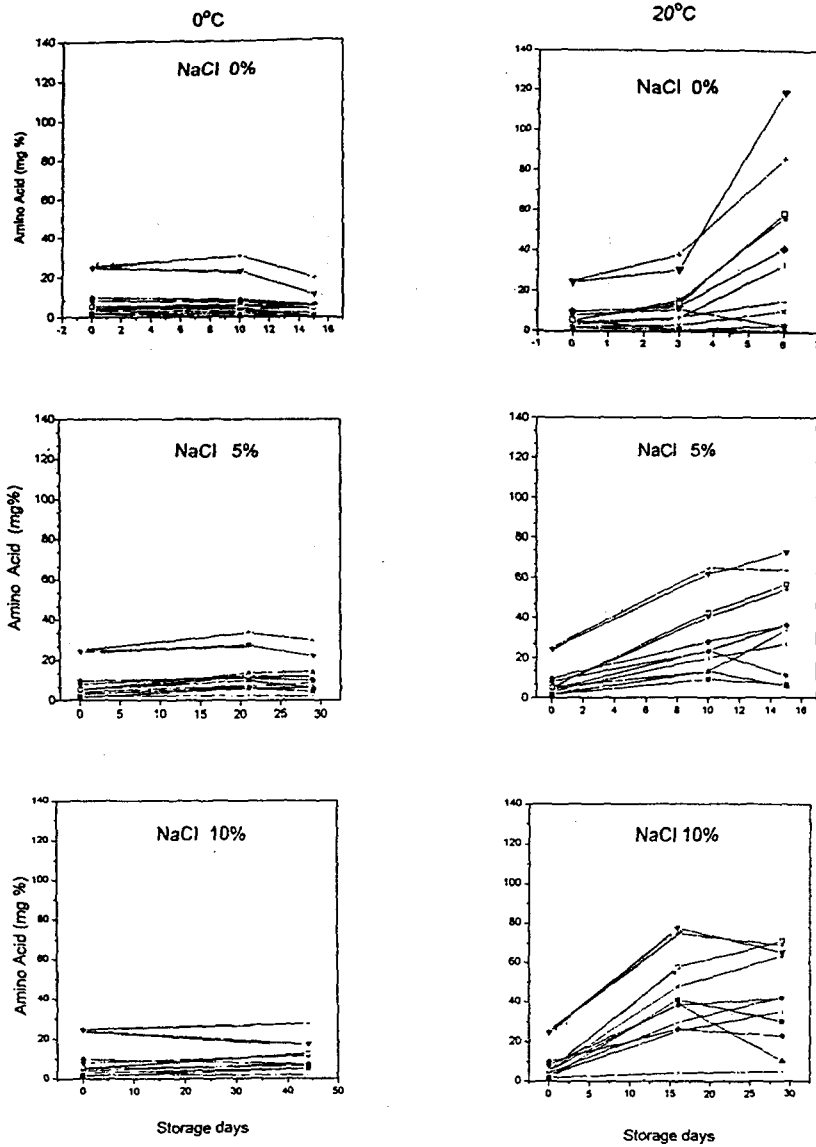


Fig. 3-1. Changes of free amino acid content in mackerel muscle during storage.

—■— asp, —●— thr, —▲— ser, —▼— glu, —◆— gly, —+— ala,
 —*— cys, —*— val, --- met, —|— ile, —□— leu

에 61~246.3mg%가 생성되었으나 12% 첨가군은 거의 검출되지 않았다고 하였다. Yamanaka 등²¹⁾의 정어리 실험에서는 histamine이 5°C에 저장한 6일에 112mg%, 20°C 1일 저장에는 104mg%였고, 콩치는 5°C에서 16일에는 110mg%, 20°C엔 3일에 57mg% 생성되었다.

山中 등²³⁾은 여러가지 검은살 생선 저장중의 histamine의 연구에서, 정어리의 보통육은 5°C에서 9일 동안에 27.2mg%, 20°C에서 9일에 209.9mg%, 35°C에서 3일에 338.4mg%이었고 혈합육은 이와 비슷하였다. 고등어에선 보통육의 경우가 혈합육보다 월등히 많이 생성되었다.

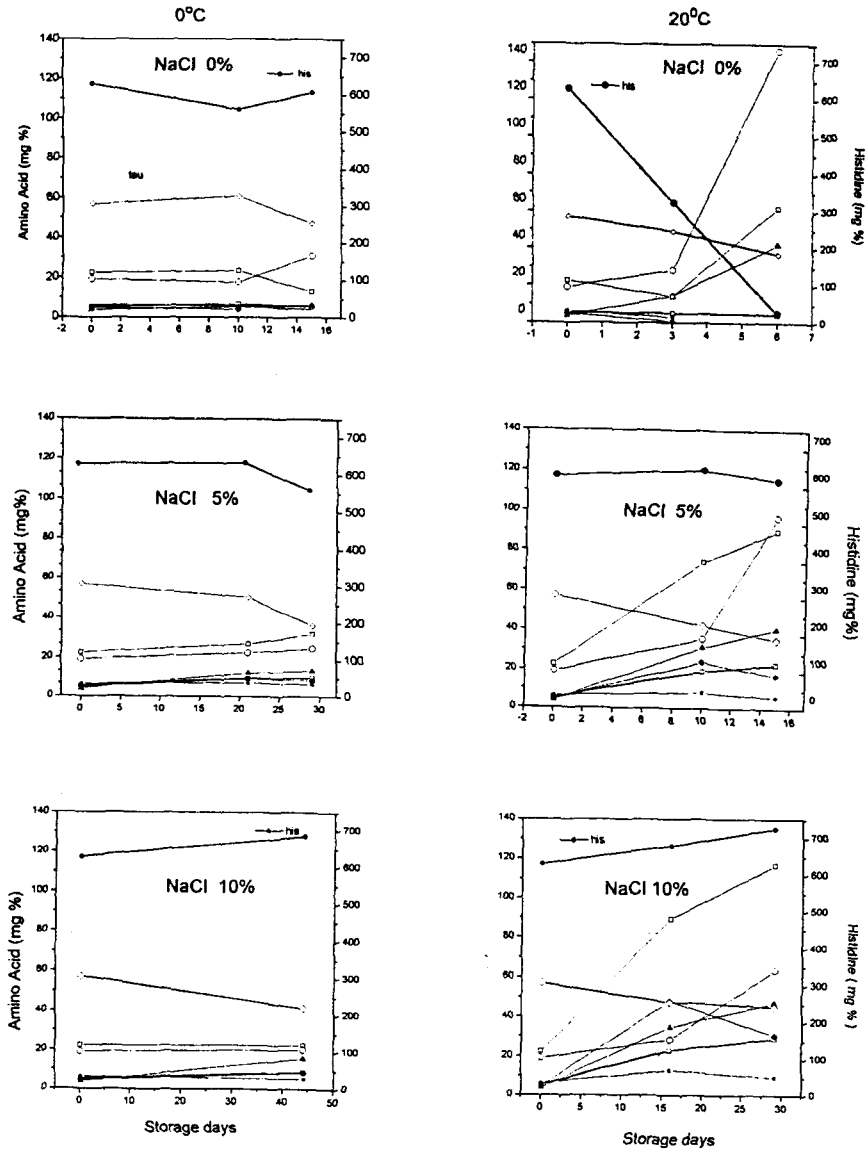


Fig. 3-2. Changes of free amino acid content in mackerel muscle during storage.
 -□- tyr, -▲- phe, -□- lys, -○- NH₃, -◆- arg, -◇- tau, -*- pro, -●- his

따라서 염분을 첨가하면 함량에 따라 상당 기간 histamine 生成을 阻止할 수 있으나, 염분 첨가없이 16°C나 20°C 정도의 실온에서는 2일만 지나도 histamine의 생성량이 식중독을 일으킬 정도로 많이 생성됨을 볼 수 있어 저장온도가 중요한 요소임을 알 수 있었다.

고등어 저장중 시료를 채취하면서 관찰한 냄새는 Table 2에서 보는 바와 같다.

염분 0%에서 16, 20°C 저장의 경우는 2~3일에도 냄새가 났으며, 저장온도가 낮을수록 염분농도가 높을수록 냄새나기 시작하기까지의 저장기간은 길었다. 즉 염분 10%에서 0°C에 저장한 것은 44일에

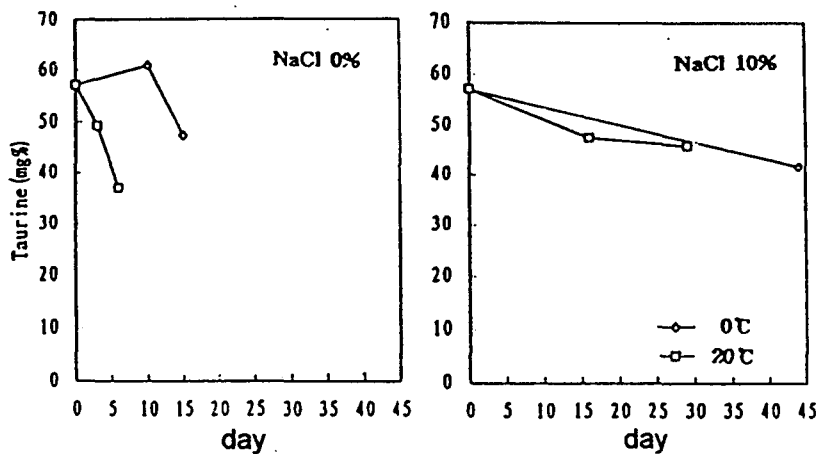


Fig. 4. Changes of taurine in mackerel muscle during storage.

Table 1. Formation of histamine in mackerel muscle during storage at various temperature and NaCl content

NaCl (%)	Temp. (°C)	Storage (days)	Histamine (mg%)	NaCl (%)	Temp. (°C)	Storage (days)		Histamine (mg%)
						Raw	0	
0	0	10	0	5	0	21	0	0.3
		15	73.0			29	0.3	
	8	8	5		1.7	7	0.3	
			7		0.4	10	0.2	
			10		11.8	15	0	
	16	16	2		0	21	0	
			3		180.0	3	0	
			15		5	1.6	5	1.6
					15	2.7	15	2.7
	20	20	2		14.4	7	0	
			3		443.5	10	2.0	
			15		1.8	15	1.8	
3	0	16	2.2	10	0	29	0	0.1
		23	5.6			44	0.1	
		7	0			21	0	
	8	8	10		16.0	29	1.3	
			23		7.9	35	14.1	
			3		1.8	12	0	
	16	16	5		17.2	16	1.0	
			10		163.1	29	1.0	
			2		2.3	8	0	
	20	20	3		0.9	20	3.3	
			10		46.2	29	2.1	

도 심하게 나쁜 냄새는 아니었다.

냄새가 날때의 NH₃와 histamine 함량을 비교하

Table 2. Sensory check of offensive odor in mackerel muscle during storage

NaCl(%)	Temp.(°C)	B(day)	A(day)
0	0	7	15
	8	7	10
	16	3	6
	20	2	3
3	0	23	*
	8	23	*
	16	10	*
	20		10
5	0	29	*
	8	10	21
	16	10	15
	20	10	15
10	0	44	*
	8	35	*
	16	23	29
	20	23	29

A : offensive odor, B : less offensive odor than A

* : after the end of experimntation

여 보면, Table 3과 같이 염분농도 0%, 16°C저장에서 6일에 채취한 시료는 악취가 나고, NH₃는 70.4mg%, histamine은 180.0mg%이고, 20°C에서 3일에 채취한 시료는 악취가 나고 NH₃는 28.4mg%, histamine은 443.5mg%였다. 염분 3%, 16°C저장 경우는 저장 10일에 냄새가 조금 나고 NH₃는 75.2mg%였으며 histamine은 163.1mg%였다. 고등어 생시료의 NH₃의 함량은 19.2mg%로 NH₃가 급증하면서 histamine도 급증하여 100mg%을 초월하였다. 부패취가 강하게 나면서 histamine이 증가되는 경우는 그 생선을 먹지 않고 버리기 때문에 식중독이 발생할 가능성은 적다. 그러나 NH₃가 적게 생성되어 악취가 그다지 나지 않고 histamine이 100mg%를 초월하는 경우에는 그 생선을 버리지 않고 먹기 때문에 식중독이 발생한다. 식염 0%에서 저장온도가 높은 경우는 histamine 생성균주가 일반 부패세균보다 빨리 증식하기 때문에 histamine이 이와 같이 초기에 축적이 일어난다고 생각된다. 그러나 식염농도가 5% 이상인 경우는 저장온도가 높고 저장기간이 길어 NH₃ 생성량도 많고 냄새가 많이 나도 histamine은 미량밖에 생성되지 않았다. 따라서 histamine생성균주는 염분농도가 많으면 활성이

Table 3. The contents of NH₃ and histamine of the day caught offensive odor in mackerel muscle during storage

NaCl(%)	Temp.(°C)	Storage day ^a	NH ₃ (mg%)	Histamine(mg%)
0	0	15	31.0	73.0
	8	10	48.1	11.8
	16	6	70.4	180.0(3day) ^b
	20	3	28.4	443.5
3	0	23 ^b	21.5	5.6
	8	23 ^b	117.0	7.9
	16	10	75.2	163.1
	20	10	57.3	46.2
5	0	29 ^b	24.6	0.3
	8	21	38.9	0
	16	15	72.0	2.7
	20	15	96.9	1.8
10	0	44 ^b	20.2	0.1
	8	35 ^b	23.8	14.1
	16	29	39.9	1.0
	20	29	63.7	2.1

^a : offensive odor day

^b : less offensive odor than a

저하됨을 알 수 있었고, 냄새나는 정도와 NH₃ 생성량, histamine 생성량은 일치하지 않음을 알 수 있었다.

IV. 적 요

고등어는 흔히 많이 먹는 붉은살 생鮮으로 家庭에서는 생鮮으로 購入하여 調理하기도 하지만 소금에 절여 販賣하기도 한다. 또한 고등어는 腐敗하면 食中毒의 原因이 되는 histamine이 生成되므로 貯藏條件이 매우 重要하다.

따라서 염분濃도를 0, 3, 5, 10%로 달리하고 貯藏溫度를 0, 8, 16, 20℃로 變化시켜 貯藏했을 때, 成分인 inosine酸(IMP)과 K값의 變化, 遊離아미노산의 變化, histamine의 生成量을 測定한 結果는 다음과 같다.

1. 生試料중에 있는 IMP의 含量은 607.3mg%였고, 貯藏溫度가 낮을수록, 절임 濃도가 높을수록 IMP 含量的 減少速度가 느렸다.
2. 生試料의 K값은 14%, inosine은 99.9mg%였으며, 貯藏溫度가 높을수록 절임 濃도가 낮을수록 빨리 增加되었다.
3. 貯藏에 따라 新鮮度가 減少되어 可食程度의 水準인 K값이 50%이 되는 貯藏日數는 鹽分 濃도에 關係없이 0℃ 貯藏에선 13.6~16.6일이 되었고, 溫度가 높을수록 빨라져 20℃ 貯藏에선 1.4~3.3일이었다. 즉 일정온도에서는 염분농도가 높을수록 그 기간이 길었으나 그 차이는 2~3일 정도였다.
4. 遊離아미노산은 0℃와 높은 염분농도에서 貯藏하면 서서히 증가했으나, 높은 온도(20℃)에서 저장하고 염분을 첨가하지 않은 경우는 taurine과 histamine 除外하면 增加하였으며, 이때 急激히 增加하는 것은 Ala., Glu., Val., Leu., Lys., NH₃ 등이고, 서서히 增加하는 것은 Phe., Gly., Ile. 등이었다.
5. Taurine과 histamine은 다른 遊離 아미노酸 增加와 반대로 높은 溫度, 無鹽群에서 減少폭이 컸다.
6. Taurine은 無鹽處理群에서 20℃에서는 0℃에

서 보다 急激히 減少하였으나, 10% 鹽分 處理群에서는 0℃와 20℃사이에 別차이 없이 貯藏日數에 따라 減少하였다.

7. Histamine 생성량이 100mg% 이상이 된 것은 무염처리군에선 16℃와 20℃에서 3일(180mg%, 443.5mg%)에 있었고, 3% 식염 첨가군에선 16℃에서 10일 (163.1mg%)에 있었으며 5, 10% 식염 첨가군에선 미량만 생성되었다.

따라서 고등어 貯藏은 0℃에서 貯藏할 때 2週日 程度가 最大期間이고 鹽分을 添加하면 貯藏日數는 2~3日 延長시킬 수 있다. 鹽分을 添加하지 않고 室溫에 放置하면 2~3日에도 腐敗하여 histamine이 生成되므로 低溫 貯藏이 제일 效果的임을 알 수 있다.

V. 참고문헌

1. 梁善雅, 遠藤金次 : 魚肉中のイノシン酸分解に及ぼす加工・調理條件の影響. 家政學研究, 38(2) : 51~57, 1992.
2. 池田靜德編 : 魚介類의 微量成分 (その生化學と食品化學) 4~45, 恒星社厚生閣版, 日本, 4~45, 1988.
3. 遠藤金次, 河合弘康 : 冰溫域における魚介類의 貯藏と魚肉中での酵素反應, 昭和 61年度科學研究費補助金 研究成果報告書, 昭和 62年 3月.
4. Tomioka, K., Kuragano, T., Yamamoto, H. and Eendo, K.: Effect of storage Temperature on the Dephosphorylation of Nucleotides in Fish Muscle. Nippon Suisan Gakkai, 53(3) : 503~507, 1987.
5. 富岡和子, 山本裕美, 遠藤金次 : 魚肉におけるイノシン酸分解速度의 溫度依存性. 家政學研究, 31(1) : 11~15, 1984.
6. 富岡和子, 遠藤金次 : 魚肉イノシン酸의 調理過程における分解. 調理科學, 19(4) : 289~294, 1986.
7. 富岡和子, 梁善雅, 遠藤金次 : 加熱調理過程における獸鳥肉および魚肉中のイノシン酸의 分解. 日本家政學會誌, 44(1) : 11~16, 1993.

8. 張俊明, 大島敏明, 小泉千秋 : サバ馴れしの製造工程中における脂質, 遊亂アミノ酸および有機酸組成の變化. Nippon Suisan Gakkaishi, 58(10) : 1961~1969, 1992.
9. Morii, H., Cann, Donald C. and Taylor, Lesley Y. : Histamine Formation by Luminous Bacteria in Mackerel stored at low Temperatures. Nippon Suisan Gakkaishi, 54(2) : 299~305, 1988.
10. 江平重男, 内山均, 宇田文昭 : 水産生物化学・食品学実験書, 恒星社厚生閣, 東京 : 17, 1974.
11. 山中英明, 松本美鈴 : 高速液体クロマトグラフィーによる赤身魚中のポリアミン類の同時定量及び鮮度の判定. 食衛誌, 30(5) : 396~400, 1989.
12. 調理科学研究会編, 調理科学, 東京 : 303, 1984.
13. Sakaguchi, M., Murata, M. and Kawai, A. : Changes in Free Amino Acid Contents in Juvenile Mackerel *Scomber japonicus* Muscle during ice storage. Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries 50(2) : 323~329, 1984.
14. Wendakoon, Chitra N., Murata, M. and Sakaguchi, M. : Comparison of Non-volatile Formation between the Dark and White Muscles of Mackerel during Storage. Nippon Suisan Gakkaishi, 56(5) : 809~818, 1990.
15. Sakaguchi, M. and Kawai, A. : Bull. Res. Inst. Food. Sci., Kyoto Univ., 34 : 28~51, 1971.
16. Mackie, I. M. and Fernandez-Salguro, J. : J. Sci. Fd. Agric., 28 : 935~940(1977).
17. 김병각 : 한국타우로연구회. 과학재단소식, 103 : 23, 1994. 8.
18. 野中順三九, 橋本芳郎, 高橋豊雄, 須山三千三 : 新版水産食品学 : 32~71, 恒星社厚生閣, 1976.
19. 須山三千三 : 自身の魚と赤身の魚--肉の特性--(水産学シリーズ13) : 204, Acad. Press, New York, 1976.
20. Konosu, S., Watanabe, K. and Simizu, T. : Bull. Japan. Soc. Sci. Fish., 30, 909~915, 1974.
21. Yamanaka, H., Shimakura, K., Shiomi, K. and Kikuchi, T. : Changes in Non-volatile Amine Contents of the Meats of Sardine and Saury Pike during Storage. Bull. of the Japanese Society of Scientific Fisheries, 52(1) : 127~130, 1986.
22. Yatsunami, K. and Echigo, T. : Changes in the Number of Halotolerant Histamine-Forming Bacteria and Contents of Non-Volatile Amines in Sardine Meat with Addition of NaCl. Nippon Suisan Gakkaishi 59(1) : 123~127, 1993.
23. 山中英明, 鹽見一雄, 菊池武昭, 奥積昌世 : 赤身魚類の貯蔵中におけるヒスタミンの消長. Bull. of the Japanese Society of Scientific Fisheries, 50(4) : 695~701, 1984.