

赤色肉魚類의 貯藏 및 加工中の histamine 含量의 變化

—공치에 있어서의 變化—

朴榮浩 · 金善奉* · 鄭惠敬 · 高光倍 · 金東洙

釜山水產大學 食品工學科

Changes of Histamine Contents in the Muscle of Dark-Fleshed Fishes during Storage and Processing

Changes of Histamine Contents in the Muscle of Mackerel Pike

Yeung-Ho PARK, Seun-Bong KIM*, Hae-Kyung JEONG, Kwang-Bae KOH and Dong-Soo KIM

Department of Food Science and Technology, National Fisheries University of Busan, Namgu, Busan, 601-01 Korea

Histamine has been known to be one of the causative materials of allergy-like food poisoning from eating of the meat of the dark-fleshed fishes.

In the previous study, we had reported the changes of histamine contents in three kinds of the dark-fleshed fishes.

The present paper was also conducted to investigate the changes of the histamine contents in the mackerel pike, and compare with the white-fleshed fish, spanish mackerel, under different condition of storage and processing.

The formation of histamine in the muscle of mackerel pike was markedly higher than spanish mackerel.

Referring to temperature, the formation of histamine at 12 °C was observed more rapid than that at 2°C.

In the muscle of mackerel pike, the histamine contents reached the levels of 98.3mg/100g for at the storage for 5 days at 12°C.

But in that of spanish mackerel, the content showed the level of 4.9mg/100g at the storage 7 days at 12°C.

The histamine contents in sun dried products of the samples were higher than those of raw materials, salted or hot-air dried products.

緒 論

histamine은 다랑어, 고등어, 정어리 및 공치 등의 소위 赤色肉魚類를 섭취하였을 때 發生하기 쉬운 allergy性 食中毒物質의 하나로 널리 알려져 있다.

histamine의 生成母體는 histidine으로 赤色肉魚類에 있어서는 遊離狀態로 엑스分中에 다량 함유되어 있고, 그 양은 약 1%에 달한다고 한다(Hibiki 등 1959 a).

血合肉이 普通肉보다 histidine 함량이 적고 동일

* Department of Agricultural Chemistry, University of Tokyo, Bunkyo-Ku, Tokyo, Japan.

어종이라도 魚體크기에 따라 다르며 큰 것이 histidine 함량이 많다고 하며(Takagi 등, 1969; Hibiki와 Simidu, 1959a, b), 白色肉魚類, 연체동물, 갑각류에는 histidine의 함량이 적다고 한다(Hibiki와 simidu, 1959b).

histamine은 鮮度低下와 더불어 筋肉中の histidine이 *Proteus morganii*, 및 *Hafnia alvei*등과 같은 부패세균의 증식에 따라 生成된 histidine decarboxylase의 脫炭酸反應에 의하여 生成된다고 한다(Kimata와 kawai, 1958, 1959; Kawabata와 Suzuki, 1959; Omura 등, 1978; Taylor 등, 1979)

*Proteus morganii*와 같은 histamine 生成細菌은 海水中の 全體細菌의 0.1~1% 정도가 된다고 하며(Kimata와 Tanaka, 1954b), 肉魚의 아가미, 내장에 많이 함유되어 있고(Omura 등, 1978), 鮮度低下時 전체세균의 5~30%가 histamine 生成細菌이라고 한다(Kimata와 Tanaka, 1954a).

Kimata(1961), Arnold와 Brown(1978) 등에 의하면 근육조직 속에 존재하는 自己 消化酵素의 作用으로는 거의 histamine이 生成되지 않고 주로 細菌이 生成한 酵素에 의하여 生成된다고 한다.

魚肉에 함유된 histamine에 관한 연구보고로는 최초로 Suzuki등(1912)이 다랑어의 抽出物에 histamine이 함유되었다고 보고한 바 있으며, Igarashi(1938)는 鮮도가 떨어진 魚肉의 쓴맛 혹은 자극성 맛은 histamine과 관계가 있다고 하였다.

histamine의 生成에 미치는 온도의 영향에 대하여는 Ota와 Kanebo(1958a, b), Hibiki와 Simidu(1959 b), Edmunds와 Eitenmiller 등(1975)의 報告가 있고, pH에 대하여는 Kawabata와 Suzuki(1959), Takagi 등(1969)의 보고가 있으며 histamine 生成抑制에 대하여는 Ota와 Kanebo(1958b), Kawabata와 Suzuki(1959), Okitsu(1960), Imanasu(1966), Ota 등(1972)의 研究報告가 있다.

histamine의 中毒限界濃度는 Edmunds와 Eitenmiller(1975)에 의하면 76~280mg/100g이라고 보고된 바 있으나, 현재는 100mg/100g이 中毒限界濃도로 널리 認定되고 있다(Simidu와 Hibiki, 1954, 1955; Arnold와 Brown, 1978)

일반적으로 魚肉이 완전히 부패된 단계에서는 有毒 amine의 함량이 오히려 감소될 뿐 아니라, 그 腐敗臭 때문에 섭취하는 일은 거의 없어서 食中毒을 일으키는 일은 없는 반면, 초기부패단계에서는 histamine과 같은 有毒 amine이 분해되지 않고 다량으로 축적되기 때문에 이들 食品을 섭취하므로서 aller-

gy性 食中毒을 일으킬 수 있어 食品衛生上 문제가 되고 있다.

그러나 우리 나라에서는 allergy性 食中毒을 일으킬 우려가 많은 赤色肉魚類의 유통과정에 있어서 histamine 함량의 動態에 대하여 조사 보고된 것이 거의 없다.

그래서 本 研究에서는 前報(Park 등, 1979)에 이어 魚類 流通의 위생적인 管理를 위한 기초자료를 얻기 위하여 公치를 시료로 하였고 또한 백색 어류와 비교할 목적으로 삼치를 선정하여 이들 魚類의 鮮度別, 製品別 및 저장온도別에 따른 histamine 함량변화에 대하여 檢討하였다.

材料 및 方法

1. 試 料

本 實驗에 供試한 魚種은 公치(*Cololabis saira*) 및 삼치(*Scomberomorus niphonius*)이다. 공치는 1979년 11월 18일 구룡포에서, 삼치는 1980년 3월 10일 부산공동어시장에서 양육직후의 선도가 양호한 것을 각각 빙장 운반하여 본 실험에 사용하였다. 공치는 體長 28.0~33.5cm, 體重 65~120g이었고 삼치는 體長 43.1~49.2cm, 體重 397~555g이었다. 魚體 크기가 비슷한 것을 각각 10尾씩 골라서 生試料, 貯藏試料(溫度別, 期間別), 製品別試料(日乾品, 熱風乾燥品, 鹽藏品) 등으로 나누어 다음과 같이 하였다.

(1) 生試料

빙장 운반된 2種의 試料를 一定部位의 背肉部를 각각 같은 크기, 길이로 切取하여 細切한 후 막자 사발에서 잘 磨碎混合하여 供試하였다. 이때 水分含量은 공치가 70.1%, 삼치가 73.2%이었다.

(2) 貯藏試料

공치, 삼치 모두 내장을 제거하고 저장온도 12°C 와 2±1°C로 분류 저장하고 1일 간격으로 일정량씩 取하여 供試하였다.

(3) 日乾試料

내장을 제거한 試料魚를 공치는 15~18°C 内外의 室外에서 3일간, 삼치는 7일간 건조하여 供試하였다. 供試時의 水分含量은 공치가 37.7%이고, 삼치가 50.1%이었다.

(4) 熱風乾燥試料

試料魚의 내장을 제거한 후 箱型열풍건조기內에서 熱風온도 52°C, 풍속 3m/sec로서 공치는 30시간, 삼

赤色肉魚類의 貯藏 및 加工中의 histamine 含量의 變化

치는 33시간 건조하였는데 이때 水分含量은 공치가 20.6%, 삼치가 27.7%이었다.

(5) 鹽藏試料

내장을 제거한 試料魚에 30%중량의 식염을 첨가하여 120시간 마른간 한 후 가볍게 水洗하여 表面의 식염을 제거한 후 생시료와 같은 방법으로 供試하였다. 이때 수분함량은 공치가 55.1%, 삼치가 55.7%이었다.

2. 實驗方法

(1) 一般成分의 分析

① 水分

100~105°C에서의 常壓加熱乾燥法에 依하였다.

② 粗蛋白質

Kjeldahl法에 依하였다.

③ 粗脂肪

Soxhlet法에 依하였다.

④ 全灰分

試料 약 3g을 580~600°C의 전기로에서 3시간 灰化하여 定量하였다.

⑤ 鹽 分

Mohr法에 依하였다.

⑥ pH

Fisher model 630 pH-meter로 測定하였다.

(2) 휘발성 염기 질소(volatile basic nitrogen, VBN)의 定量

Conway unit를 使用하는 微量擴散法(日本 厚生省, 1960)에 依하였다.

(3) 遊離 아미노 질소의 定量

Spies와 Chamber(1951)의 方法에 따라 다음과 같이 하였다. 試料를 막자사발에서 충분히 마쇄한 후 약 5g을 精秤하여 75% 에틸알코올을 가하고 2시간 교반하면서 유리아미노산을 浸出시킨 다음 總量을 50 ml로 定容하여 遠沈하였다. (3,000 rpm, 10分), 上澄液 5ml와 $Cu_3(PO_4)_2$ 현탁액 5ml를 遠沈管에 取하여 混合한 後 遠沈(3,000 rpm, 10分)하고 透明한 靑色의 上澄液을 取하여 620nm에서 吸光度를 分光光度計(shimadzu UV-140-02)로 測定하여 檢量曲線으로부터 아미노질소량을 算出하였다.

(4) histamine의 定量

河端(1974)의 方法에 따라 다음과 같이 하였다. 細切混合한 魚肉 10g을 精秤하여 막자사발 中에서 소량의 石英砂를 가하여 마쇄한다 증류수 20ml를 가하여 교반한 다음 10분간 방치하였다가 여과(No. 5A)하여 여액을 50ml로 한다. 이 중 10ml를 취하여

10% NaOH로 pH를 4.5~4.7로 한 후 여기에 0.4N 초산완충액(2N 초산완충액(水酢酸 120g과 NaOH 40g을 溶解하여 1l로 함. 이때 pH는 4.6이 됨)을 5배로 희석한 것)을 10ml 가하여 混合하고, Amberlite CG-50 樹脂 column(100~200mesh, ϕ 8mm×55mm)(Fig. 1)에 注入하고 이어서 0.2N 酢酸緩衝液(2N 酢酸緩衝液을 10배로 희석한 것, pH 4.6) 80ml를 column에 통과시킨다. 다음 樹脂에 흡착된 histamine을 0.2N 염산 8ml로 溶出시킨다. 溶離液은 1.5N Na_2CO_3 로서 pH 7로 조절하여 10ml가 되게 한다. 1.1N Na_2CO_3 5ml를 加한 시험관에 diazo 試液(水浴中에서 0.9% sulfanilic acid와 5% $NaNO_2$ 를 同量混合한 것 20~30분 후에 사용) 2ml를 조용히 注射하고, 1분 후에 10ml로 定容한 column에 溶離液 2ml를 가하여 격렬히 혼들어서 5分 後 510nm에서 吸光度를 分光光度計(shimadzu UV-140-02)로 測定하여 檢量曲線으로부터 histamine量を 算出하였다.

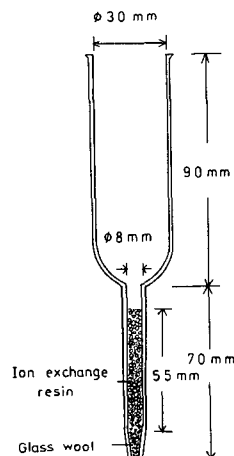


Fig. 1. An Amberlite CG-50 (type 1, 100-200 mesh) column for the separation of histamine.

結果 및 考察

공치, 삼치의 생시료 및 各 製品(日乾品, 熱風乾燥品鹽藏品)의 일반성분은 Table 1~2와 같다.

저장온도, 저장기간에 따른 各 成分의 變化에 있어 pH는 Fig. 2, 유리아미노질소는 Fig. 3, VBN은 Fig. 4, histamine은 Fig. 5에 각각 나타내었다.

pH는 공치, 삼치가 모두 저장기간에 따라 2°C에서는 극히 완만한 증가를 보였으나 12°C에서는 2°C의 경우에 비하여 그 증가폭이 커서 鮮度가 빨리 저하함을 볼 수 있었다.

Table 1. Chemical composition of raw, salted, sun dried and hot-air dried samples of mackerel pike

	Raw	Salted	Sun dried	Hot-air dried
Moisture(%)	70.1	55.1	37.7	20.6
Crude protein(%)	24.0	29.1	47.5	52.4
Crude fat(%)	3.2	4.7	8.7	18.0
Crude ash(%)	2.4	11.1	6.1	6.0
V B N (mg/100g)	13.8	15.6	43.8	83.2
Amino nitrogen (mg/100g)	175.0	194.6	310.2	359.9
pH	6.3	6.3	6.3	6.4
Salinity(%)		10.6		

Table 2. Chemical composition of raw, salted, sun dried and hot-air dried samples of Spanish mackerel

	Raw	Salted	Sun dried	Hot-air dried
Moisture(%)	73.2	55.7	50.1	27.7
Crude protein(%)	19.3	24.0	39.0	52.6
Crude fat(%)	6.8	8.2	8.5	17.1
Crude ash(%)	0.6	12.1	2.4	3.6
V B N (mg/100g)	12.6	22.1	44.8	78.3
Amino nitrogen (mg/100g)	22.4	39.2	36.6	101.5
pH	6.4	6.3	6.5	6.6
Salinity(%)		11.0		

遊離아미노질소의 變化를 보면 魷치와 삼치는 저장기간의 경과에 따라 비슷하게 증가 경향을 보여 주고 2°C보다 12°C에서 급격한 증가를 보이며, 유리아미노산량이 2°C보다 12°C에서 상당히 높은 값을 나타내어 肉蛋白質의 分解가 많이 일어났음을 보여 준다.

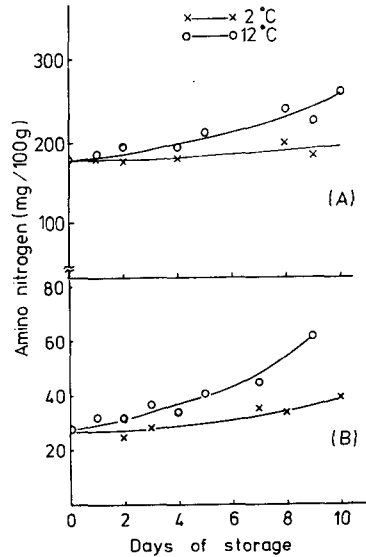


Fig. 3. Changes in free amino nitrogen during the storage of mackerel pike (A) and spanish mackerel (B).

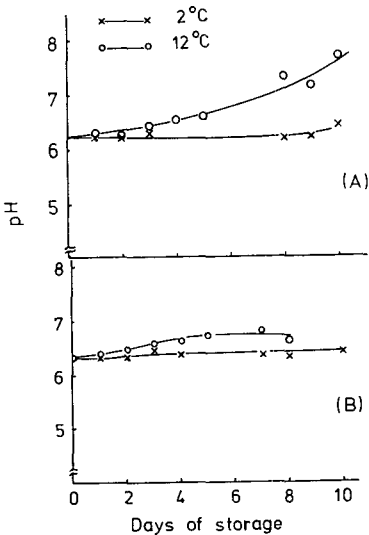


Fig. 2. Changes in pH values during the storage of mackerel pike (A) and spanish mackerel (B).

VBN 含量 변화는 저장온도에 따라 큰 차이를 나타냈으며, 2°C에서는 시간이 경과함에 따라 2種의 시료 모두 극히 완만한 증가를 나타내어 魷치는 저장 2일에 15.1mg/100g, 저장 4일에 17.5mg/100g, 저장 6일에 18.0mg/100g, 저장 8일에 19.5mg/100g 으로 저장기간의 경과에 따라 선도저하가 느려서 저장 10일에 21.3mg/100g을 나타내었고, 삼치는 저장 2일에 12.4mg/100g, 저장 4일에 13.1mg/100g, 저장 6일에 14.2mg/100g, 저장 8일에 15.0mg/100g, 저장 10일에 21.3mg/100g을 나타내었고, 魷치와 마찬가지로 시간의 경과에 따라 완만하게 증가하여 저장 10일에도 21.3mg/100g으로써 VBN상으로 볼 때 초기 부패점(VBN, 약 35mg/100g)에도 미치지 않아 선도저하가 극히 완만한을 볼 수 있었고, 12°C에서는 다소 급격한 증가를 보여서 魷치는 저장 2일에 17.5mg/100g, 저장 4일에 42.0mg/100g 저장 6일에 87.5

赤色肉魚類의 貯藏 및 加工中의 histamine 含量의 變化

mg/100g, 저장 8일에 152.8mg/100g, 저장 10일에 198.7mg/100g이었고, 삼치는 저장 2일에 19.4mg/100g, 저장 4일에 72.5mg/100g, 저장 6일에 145.3mg/100g, 저장 8일에 194.5mg/100g, 저장 10일에 205.1mg/100g으로 나타나서 12°C에서는 VBN상으로 볼 때 초기 부패점에 도달하는 시간은 꽁치가 저장 3일 이후, 삼치는 저장 2일 이후이며, 삼치가 꽁치에 비하여 선도 저하가 빨리 일어났음을 알 수 있었다.

histamine함량의 변화를 보면 VBN함량 변화와 마찬가지로 저장온도의 상승과 저장시간의 경과와 더불어 증가하는 경향을 다음과 같이 나타내었다. 2°C에서 꽁치는 저장 2일에 25.1mg/100g, 저장 4일에 25.3mg/100g, 저장 6일에 25.5mg/100g, 저장 8일에 26.3mg/100g, 저장 10일에 27.2mg/100g으로서 저장온도에 따라 histamine 증가 경향은 극히 완만하여 100mg/100g에 미치지 못하였다. 삼치에 있어서도 시간의 경과에 따른 histamine의 증가 경향은 저장 2일에 1.3mg/100g, 저장 4일에 1.4mg/100g, 저장 6일에 1.5mg/100g, 저장 8일에 1.6mg/100g, 저장 10일에 1.8mg/100g으로서 증가가 거의 없었으며, 꽁치보다 histamine 생성량은 현저히 적게 나타났다. 12°C에서 저장온도에 따른 histamine의 증가 경향은 2°C와는 달리 저장기간에 따라서 다소 급격한 증가를 다음과 같이 나타내었다. 꽁치는 저장

1일에 23.3mg/100g, 저장 2일에 32.5mg/100g, 저장 3일에 44.1mg/100g으로 저장 초기에는 다소 완만한 증가를 보이다가 저장 4일 이후에는 급격히 증가하여 저장 5일에는 93.8mg/100g으로서 100mg/100g에 거의 육박하였고 저장 6일에는 100mg/100g을 넘었고 저장 10일에는 382.5mg/100g으로 최고량에 도달하였다. 삼치는 저장 1일에 2.3mg/100g, 저장 2일에 2.4mg/100g, 저장 3일에 3.4mg/100g을 나타내었고 2°C보다는 histamine 생성량이 높았으나 저장 7일에 4.9mg/100g으로서 완전 부패시의 histamine 생성량 100mg/100g에 훨씬 미치지 못하여 꽁치와 비교하여 볼 때 그 양은 무시될 정도이었다.

이상에서 고찰하여 본 바와 같이 저장에 따른 histamine의 생성은 꽁치가 삼치보다 그 양이 훨씬 많았으며 (삼치의 약 60배), histamine의 생성도 빠르게 나타났고 2°C에서 꽁치, 삼치 모두 저장 기간의 경과에 따른 histamine의 증가 경향은 거의 없었으며, 10°C에서도 그 증가 경향은 다소 완만하였으나 2°C에 비하여 크게 나타났다. 이것은 10°C에서는 histamine 생성이 느리고 4°C 이하에서는 histamine이 거의 생성되지 않는다고 보고된 바 있다(Arnold 등 1978). 저온에서는 histamine 생성 속도가 느린 것으로 추정된다. 일반적으로 신선한 어육은 대개 PH5.5~6.5 범위의 약산성이므로 이 PH조건 하에서 세균이 生産한 histidine decarb oxylase의

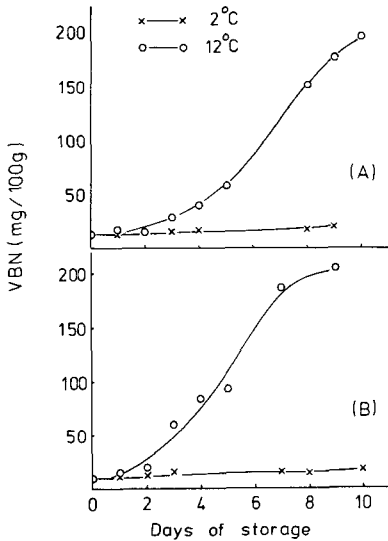


Fig 4. Changes in VBN contents during the storage of mackerel pike(A) and spanish mackerel(B).

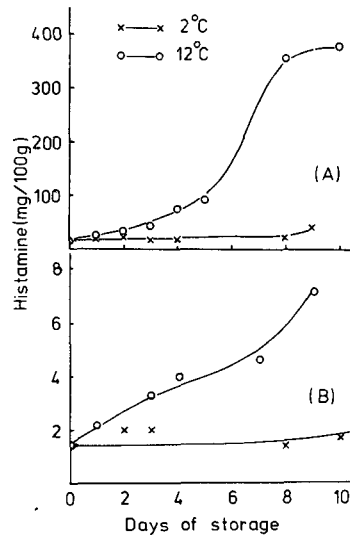


Fig. 5. Changes in histamine contents during the storage of mackerel pike (A) and spanish mackerel (B).

活性이 최적이기 때문에(Arnold 등, 1978) 저장 초기에 온도의 영향에 따라 histamine 生成이 좌우된다. 공치에 있어서는 鮮도가 저하함에 따라 VBN 生成량보다 histamine의 生成량이 다소 빨라서 VBN 초기부패점 (VBN 35mg/100g) 부근에서 histamine은 simidu 등(1954, 1955)과 Arnold 등(1978)이 보고한 中毒量인 100mg/100g에 달하고 있어 외관상으로는 선도가 좋게 보이더라도 histamine은 中毒量에 達해 있는 경우가 있어 赤色肉魚類에 있어서 VBN만으로 선도를 측정하는 것은 不當하므로 histamine도 고려를 해야할 것으로 推定된다.

Fig. 6~7은 공치, 삼치는 日乾, 熱風乾燥, 鹽藏하였을 때 生成된 histamine량을 나타낸 것인데 histamine 生成량은 공치, 삼치 모두 日乾品이 가장 많이 나타났는데 이는 histamine 形成細菌이 정상적으로 발육하여 histidine을 탈 탄산하여 histamine을

생성한 때문이라 생각되며, 鹽藏品이 熱風乾燥品보다. 多少 많이 나타났는데, 이는 histamine 生成細菌은 2~3% 食鹽下에서 histamine을 다량 생성하므로 염장 초기에 生成된 것으로 推定되며 熱風乾燥品이 적은 것은 30°C 이상에서 histamine의 生成은 거의 없고(Igarashi, 1939), 60°C 정도의 熱處理로 histamine 生成細菌은 쉽게 사멸하므로 (Hibiki 등 1959a) 52°C에서 장시간열처리로 인해서 histamine 生成細菌의 발육이 억제되고 또 점차로 사멸한 때문이라 생각된다.

要 約

赤色肉魚類인 공치와 白色肉魚類인 삼치를 試料로 하여 鮮度別에 따라, 또 製品別(日乾品, 熱風乾燥品, 鹽藏品)에 따라 histamine 含量의 消長에 대하여 비교 檢討한 결과는 다음과 같다.

1. Histamine 生成은 공치가 삼치보다 훨씬 많았다(삼치의 약 60배).
2. 공치는 초기 부패점(VBN 約 35mg/100g) 부근에서 histamine이 約 100mg/100g에 達하는 경향을 나타내었다.
3. 製品別로 보면 공치, 삼치 모두 日乾品일 때 histamine량이 가장 많이 生成되었고, 鹽藏品이 熱風乾燥品보다 다소 많은 경향을 보였으며 삼치의 histamine량은 공치에 비하여 거의 무시될 정도의 양이었다.

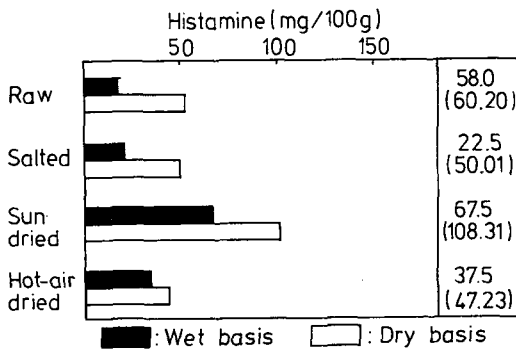


Fig. 6. Histamine content in the muscle of raw, salted, sun dried and hot-air dried samples of mackerel pike.

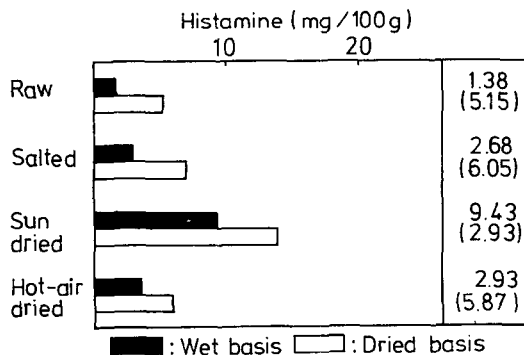


Fig. 7. Histamine content in the muscle of raw, salted, sun dried and hot-air dried samples of spanish mackerel.

文 獻

- Arnold, H. and D. Brown. 1978. Histamine(?) toxicity from fish products. *Advan. Food Res.* 24, pp 113-154, Academic press, New York.
- Edmunds, W. T, and R.R. Eitenmiller. 1975. Effect of storage time and temperature on histamine content and histidine decarboxylase activity of aquatic species. *J. Food Sci.* 40(3), 516-519
- Hibiki, S. and W. Simidu 1959a. Studies on putrefaction of aquatic products-26. Spoilage of fish in the presence of carbohydrates. *Bull. Japan Soc. Sci. Fish.* 24(1), 918-919.

- Hibiki, S. and W. Simidu. 1959b. Studies on putrefaction of aquatic products-27. Inhibition of histamine formation in spoiling of cooked fish and histidine content in various fishes Bull. Japan Soc. Sci. Fish. 24(11), 916-919.
- Igarashi, H. 1938. The pungent principles of fishes produced by decrease in freshness, Part-1. J. Chem. Soc. Japan 59, 1258-1259.
- Igarashi, H. 1939. The pungent principles of fishes produced by decrease in freshness, Part-2. Bull. Japan Soc. Sci. Fish. 8, 158-160.
- 河端俊治. 1974. ヒスタミンのイオン交換クロマトグラフィー. 水産生物化学食品学実験書. 厚生閣. 東京, 300-305.
- 河端俊治. 1955. 水産食品の腐敗中毒に関する研究-I. サンマ櫻干レとサバ味付罐詰による中毒. 日水誌 21(5), 336.
- 河端俊治, 石坂公成, 三浦利之, 佐々木忠尚. 1956. 水産食品の腐敗中毒に関する研究-Ⅲ, メバチ刺身によるアレルギー様食中毒とその原因細菌の検出. 日水. 22(1), 4.
- Kawabata, T. and S. Suzuhi. 1959. Studies on the food poisoning associated with putrefaction of marine products-8. Distribution of L-(+)-histidine decarboxylase among Proteus organisms and the specificity of decarboxylating activity with washed cell suspension. Bull. Japan Soc. Sci. Fish. 25(6), 473-480.
- Kimata, M. and A. Kawai. 1953a. The freshness of fish and the amount of histamine present in the meat. 1. Mem. Res. Inst. Food Sci. Kyoto Univ. 6, 3-11.
- Kimata, M. and A. Kawai. 1953b. The freshness of fish and the amount of histamine present in the meat. 2. Mem. Res. Inst. Food Sci., Kyoto. Univ. 6, 12-22.
- Kimata, M. and A. Kawai. 1958. Studies on the histamine formation of Proteus morgani, Mem. College Agr. Kyoto Univ. Fish. Ser. Special Issue. 92-99.
- Kimata, M. and A. Kawai. 1959. Studies on the histamine formation of proteus morgani. Mem. Res. Inst. Food Sci. Kyoto univ. 18, 1-7.
- Kimata, M. and M. Tanaka. 1954a. On the bacteria causing spoilage of fresh fish, especially on the activity which can produce histamine. Mem. Res. Inst. Food Sci., Kyoto Univ. 7, 12-17.
- Kimata, M. and M. Tanka. 1954b. A study whether the bacteria having an activity which can produce a large amount of histamine, so-called histamine-former, are present or not, on the surface of fresh fish. Mem. Res. Inst. Food Sci., kyoto Univ. 8, 7-16.
- 日本厚生省. 1960. 食品衛生検査指針 I. pp. 13-16, 日本厚生省, 東京.
- Omura, Y., R. J. Price and H. S. Olcott. 1978. Histamine-forming bacteria isolated from spoiled skipjack tuna and jack mackerel. J. Food Sci. 43(6), 1779-1781.
- Ota, F. and K. Kaneko. 1958a. On the formation of amine in fish muscle-5. Influence of temperature on the formation in fish muscle(2). Mem. Fac. Fish., Kagoshima Univ. 6, 134-138.
- Ota, F. and K. Kaneko. 1958b. On the formation of amine in fish muscle-7. Effect of freezing on the histamine formation in the thawed fish muscle. Bull. Japan Soc. Sci. Fish. 24(2), 140-143.
- Park, Y. H., D. S. Kim, S. S. Kim and S. B. Kim. 1980. Changes in histamine content in the muscle of dark-fleshed fishes during storage and processing. part 1. Bull. Korean Fish. Soc. 13(1), 15-22.
- Simidu, W. and S. Hibiki. 1954. Studies on putrefaction of aquatic products-12. On putrefaction of bloody muscle. Bull. Japan Soc. Sci. Fish. 20(3), 206-108.
- Simidu, W. and S. Hibiki. 1955. Studies on putrefaction of aquatic products-23. On the critical concentration of poisoning for histamine. Bull. Japan Soc. Sci. Fish. 21(5), 365-367.

- Spies, J. R. and D. C. Chamber. 1951. Spectrophotometric analysis of amino acids and peptides with their copper salts. *J. Biol. Chem.* 191, 787-797.
- Suzuki, U., C. Yoneyama and S. Okada. 1912. Composition of "bonito" salt past. *J. Coll. Agr. Tokyo Imp. Univ.* 5, 33-41.
- Takagi, M., Iida, H. Murayama and S. Soma. 1969. On the formation of histamine during loss of freshness and putrefaction of various marine products. *Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ.* 20(3), 227-234.