

## 赤色肉魚類통조림의 Histamine含量에 관한 研究

高 光 倍 · 朴 榮 浩

釜山水産大學 食品工學科

### Studies on the Histamine Contents in the Canned Dark-fleshed Fishes

Kwang-Bae KOH · Yeung-Ho PARK

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

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

In the early stage of spoilage, the dark-fleshed fishes have been known to be accumulated the level of 100mg/100g associated with outbreak of allergy-like poisoning.

The present paper was conducted to elucidate the changes of histamine content in the canned boiled dark-fleshed fishes, such as common mackerel, *Scomber japonicus*, and sardine, *Sardinops melanosticta*, under different condition of processing and storage.

Additionally, histamine content was determined in the canned boiled common mackerel, sardine and mackerel pike purchased from the supermarket.

The results summarized are as follows :

Changes of histamine content during storage of the canned fishes were nearly not found.

The both factors of the storage time and temperature were not to the histamine content.

Histamine was detected in concentrations of 7.24 to 14mg/100g in the canned sardine, 11.38 to 28.8mg/100g in the common mackerel, and 13.88 to 21mg/100g in the canned mackerel pike purchased from the supermarket. The amount of histamine in the canned dark-fleshed fishes is less than that of inducing allergy-like food poisoning, and from the viewpoint of food hygiene these canned fishes are assessed to be safe.

### 緒 論

Histamine은 고등어, 정어리 및 꽁치 등의 赤色肉魚類를 섭취하였을 때 發生하기 쉬운 알레르기性食中毒의 原因物質의 하나로 알려져 있다.

細菌에 의한 腐敗生成物로서 生成된 amine이 原因이 되는 食中毒사고의 報告는 1951年 꽁치의 調味乾製品에 의한 中毒이 처음이고(Arnold와 Brown, 1978), 이 報告가 發端이 되어 腐敗生成物에 의한

中毒에 대하여 研究가 進行되어 Kawabata등 (1955)은 水産食品으로 因하여 많이 發生하는 알레르기性食中毒의 原因物質은 histamine이라고 추정하였다.

Histamine의 生成母體인 histidine은 蛋白質構成 아미노酸으로 魚類의 運動性과 관련이 있을 뿐만 아니라 赤色肉魚類에는 엑스分 中에 遊離狀態로 多量 含有되어 있어, histamine도 많은 量이 生成된다고 한다(Hibiki와 Simidu, 1959 b).

赤色肉魚類에 있어서 histidine의 분포를 보면 同一魚體일 때는 普通肉이 血合肉보다, 그리고 普通肉

일 때는 肉色이 진한 것이 肉色이 붉은 것보다 많이 함유되어 있을 뿐만 아니라 같은 어종일 때는 魚體가 큰 것이 그 含量이 높은 것으로 알려져 있다(Hibiki와 Simidu, 1959 b; Simidu와 Hibiki, 1954; Takagi등, 1969). 한편 白色肉魚類, 軟體動物 및 甲殼類에서는 histidine含量이 적다고 한다(Hibiki와 Simidu, 1959 b).

Histamine의 生成量에 差異가 있는 것은 細胞内外의 histidine濃度差에 의한 것이라고 한다(Simidu와 Hibiki, 1955 a). 그러나 histamine의 生成은 肉中の histidine含量에 반드시 比例하지는 않는다고 한다(Takagi등, 1969).

Histamine은 鮮度低下와 더불어 魚肉中の histidine이 *Proteus morgani*, *Hafnia alvei* 및 *Klebsiella pneumoniae*와 같은 腐敗細菌의 增殖에 따라 生成된 histidine decarboxylase에 의하여 脱炭酸反應을 받아서 生成된다고 한다(Kimata와 Kawai, 1958, 1959; Kawabata와 Suzuki, 1959a, Omura등, 1978; Taylor등, 1979). 따라서 histamine의 生成量은 腐敗細菌의 histidine decarboxylase活性和 肉中の histidine含量에 의하여 좌우된다고 한다(Edmunds와 Eitenmiller, 1975). *Proteus morgani*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, 1954 b), 魚類의 아가미, 內臟에 많이 含有되어 있고(Omura등, 1978). 鮮度低下時 全體細菌의 5~30%가 histamine生成細菌이라고 한다(Kimata와 Tanaka, 1954 a).

그러므로 遊離 histidine을 많이 含有하는 고등어, 정어리 및 꽁치와 같은 赤色肉魚類는 histamine이 初期腐敗段階에서 一般的으로 300~500mg/100g 정도 蓄積된다고 하며(須山, 1976; 野中等, 1976), 腐敗가 진행되면 histamine酸化酵素(histaminase)에 의하여 다시 低分子物質로 分解된다고 한다(大竹, 1979; 天野등, 1977).

Kimata(1951), Arnold와 Brown(1978)등에 의하면 筋肉組織속에 존재하는 自己消化酵素의 作用으로 는 거의 histamine이 生成되지 않고 주로 細菌이 生成한 酵素에 의하여 生成된다고 한다.

Histamine의 生成에 미치는 溫度의 影響에 대하여는 Igarashi(1939), Ota와 Kaneko(1958), Hibiki와 Simidu(1959 b), Edmunds와 Eitenmiller(1975)등의 報告가 있는데, 최저온도는 25°C 内外이며, pH에 대하여는 Kawabata와 Suzuki(1959a, b)가 *Proteus morgani*菌의 l-histidine脱炭酸作用의 至

適 pH는 6~6.5라고 報告하고 있으며, histamine生成抑制에 대하여는 Ota와 Kaneko(1958 b)의 凍結에 의한 影響과 Kawabata와 Suzuki(1959 a)와 Ota(1972)등의 炭水化合物에 의한 影響 및 Okitsu(1960)와 Inamasu(1966)등의 保存劑에 의한 影響 등의 研究報告가 있다.

魚肉에 含有된 histamine에 關한 研究報告는 처음 Suzuki등(1972)이 다랑어의 抽出物에 histamine이 含有되어 있다고 報告하였으며 Igarashi(1938)는 鮮도가 떨어진 魚肉의 쓴맛 혹은 자극성 맛은 histamine과 關係가 있다고 하였다.

Histamine에 의한 食中毒의 증상은 보통 顔面 및 上半身紅潮, 心悸昂進, 頭痛, 嘔吐, 설사 등이고 잠복기는 대개 30分~2.5時間으로 報告되고 있다(Kawabata등, 1955; Edmunds와 Eitenmiller, 1975).

Histamine中毒限界에 대하여 Edmunds와 Eitenmiller(1975)는 histamine濃도가 76~280mg/100g이라 하였으나 현재는 100mg/100g이 中毒限界濃도로 널리 인정되고 있다(Simidu와 Hibiki, 1954, 1955 b; Arnold와 Brown, 1978).

赤色肉魚類통조림에 의한 食中毒을 일으킨 例로서는 日本에서의 고등어調味통조림에 의한 中毒(Kawabata등, 1955)과 美國에서의 다랑어통조림에 의한 中毒(Edmunds와 Eitenmiller, 1975)등을 들 수 있으며, 赤色肉魚類통조림의 histamine含量에 대하여는 Mietz와 Kamas(1977), Kim과 Bjeldanes(1979), Yamanaka(1980)등이 있는데, 우리나라에서는 赤色肉魚類통조림의 製造와 貯藏중의 histamine含量의 動態에 대하여는 研究報告된 것이 거의 없으므로, 이에 대한 研究는 食品衛生的인 면에서도 극히 중요한 것이라 생각된다. 따라서 本 研究는 통조림食品으로 因한 알레르기性 食中毒의 原因규명에 필요한 基礎資料를 얻기 위하여 고등어 및 정어리를 試料로 하여 鮮度別 貯藏條件別에 따른 histamine含量變化를 檢討하였고, 아울러 市販되고 있는 赤色肉魚類통조림의 histamine含量에 대하여도 比較檢討하였다.

## 材料 및 實驗方法

### 1. 試料

#### 1. 生試料와 市販통조림試料

實驗에 쓴 고등어(*Scomber japonicus*, 體長; 34~41cm, 體重; 420~760g)와 정어리(*Sardinops melanosticta*, 體長; 20~23cm, 體重; 65~95g)은 1981

年 7月 8日과 1981年 7月 15日에 釜山共同魚市場에서 鮮도가 良好한 것을 各々 購入하여 試料로 하였다.

試料로 쓴 고등어는 통조림原料魚의 鮮度限界點인 VBN含量 20mg/100g을 基準로 하여 17.9mg/100g과 27.6mg/100g의 것을 택하였고, 정어리일 때는 VBN含量이 18.8mg/100g이었다.

그리고 통조림試料는 고등어, 정어리 및 콩치 보일드통조림으로 고등어통조림은 4개 회사에서 만든 市販品, 정어리통조림은 2개 회사에서 만든 市販品, 콩치통조림은 4개 회사에서 만든 市販品을 各々 2罐씩 購入하여 試料로 하였다.

## 2. 보일드통조림의 제조

보일드통조림은 各 生試料를 사용하여 日本缶詰協會(1969)에 따라 만들었다. 즉, 試料魚는 비늘, 頭, 內臟 및 지느러미 부분을 除去한 後에 流水로 씻은 다음 10.5cm크기의 토막으로 잘랐다. 그리고 열음으로 10°C以下로 유지시킨 Bé 18°의 鹽水에 20分間 浸漬시켰다. 다음에 淡水로 가볍게 씻은 後에 고등어는 430g씩 그리고 정어리는 440g씩을 4호관 容器에 넣고 眞空密封機(5M-A)로써 密封하였다. 密封된 罐은 고등어는 116.4°C에서 100分間, 정어리는 113°C에서 90分間 各々 殺菌한 後에 冷水로써 冷却시켜 10°C와 28°C에서 貯藏하면서 實驗에 使用하였다.

## 2. 分析方法

### 1. 分析用試料의 處理

生試料는 氷藏하여 運搬된 것을 背肉部를 切取하여 細切한 다음 막자사발에서 충분히 磨碎하여 分析에 使用하였다.

그리고 통조림試料는 試料種類別로 2개 통조림을 開罐하여 均質化한 다음 分析用試料로 하였다.

### 2. 一般成分의 分析

水分, 粗蛋白質, 粗脂肪, 灰分 등은 常法으로 測定하였다. 그리고, pH는 Fisher model 630 pH-meter로, 揮發性鹼基窒素(Volatile basic nitrogen, VBN)는 Conway unit를 사용하는 微量擴散法(日本厚生省, 1960)으로, 그리고 아미노態窒素는 Spies와 Chamber(1951)의 方法에 따라 各々 測定하였다.

### 3. Histamine含量의 測定

河端(1974)의 方法에 따라 測定하였다. 곧 細切한 魚肉 10g을 精碎하여 막자사발에서 少量의 石英砂와 함께 磨碎한 다음 蒸留水 20ml를 加하여 잘 攪拌하였다. 이어서 10% TCA溶液 20ml를 加하여 攪拌하

고 10分間 放置하였다. 다음에 濾過(Toyo No. 5A)하여 濃液을 50ml로 定容하고 10ml를 取하여 10% NaOH를 써서 pH 4.5~4.7로 調整하였다. 여기에 0.4N 酢酸緩衝液·pH4.6을 10ml 加하여 混合하고 Amberlite CG-50 樹脂 Column(100~200mesh, φ 8mm×55mm)을 통과시켜 80ml의 0.2N 酢酸緩衝液으로 洗淨하였다. 樹脂에 吸着된 histamine은 8ml의 0.2N 鹽酸으로 溶出시켜 그 溶離液은 1.5N Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>로써 pH7로 調整하여 10ml로 定容하였다. 이액 2ml를 미리 1.1N Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 5ml를 加한 試驗管에 diazo 試液 2ml를 注加하여 1分이 경과한 시험관에 加하고 격렬히 혼든다음 5分 後에 分光光度計(Shimadzu UV-140-02)를 사용하여 510nm에서 吸光度를 測定하고 그 檢量曲線으로부터 histamine量을 算量하였다.

## 結果 및 考察

고등어 및 정어리를 試料로 한 生試料의 一般成分은 Table 1과 같다. 고등어 및 정어리통조림의 貯藏溫度 및 貯藏期間에 따른 各成分의 變化에 있어 pH는 Fig. 1에 아미노態窒素는 Fig. 2에 VBN은 Fig. 3에 histamine은 Fig. 4에 各々 나타내었다.

pH는 고등어 및 정어리통조림 모두 貯藏期間 및 溫度에 따라 變化가 없고, 鮮度別에 따른 差異도 거의 없었다. 통조림 製造 前後에 있어서 고등어의 경우 試料魚의 VBN이 17.9mg/100g에서는 pH가 6.05에서 6.25로 增加하였고, 試料魚의 VBN이 27.6mg/100g에서는 pH가 6.07에서 6.25로 增加하였으며, 정어리의 경우 6.08에서 6.20으로 增加하였다.

아미노態窒素量의 變化를 보면, 고등어통조림의 경우 貯藏期間에 따라 試料魚의 VBN이 17.9mg/100g인 쪽은 製造直後보다 약간 높은 값을 나타내고 있는 반면, 試料魚의 VBN이 27.6mg/100g인 쪽은 낮아지는 傾向을 보이고 있으나 溫度別에 따른 差異는 거의 없다. 정어리통조림에서는 製造直後와 貯藏

Table 1. Chemical composition of raw samples of common mackerel and sardine

	Common mackerel	Sardine
Moisture(%)	73.3	72.3
Crude protein(%)	21.7	21.3
Crude fat(%)	3.2	4.5
Crude ash(%)	1.8	1.9

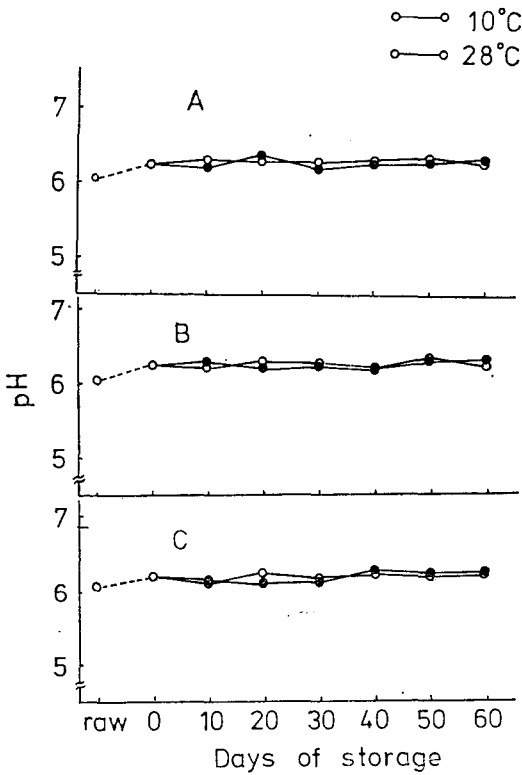


Fig. 1. Change in pH values during processing and storage of canned common mackerel(A & B) and sardine (C).  
 VBN content of raw muscle, A: 17.9 mg/100g B: 27.6mg/100g C: 18.8mg/100g

期間에 따른變化는 거의 없고, 溫度別에 따른變化도 거의 볼 수 없었다.

VBN含量變化는 고등어나 정어리통조림 모두 貯藏期間에 따라 增加하는 傾向을 나타내고 있는데 대체로 1個月後는 安定된 값을 나타내고 있다. 고등어 통조림에서 試料魚의 VBN이 17.9mg/100g에서는 製造直後 40mg/100g으로 增加하였으며, 試料魚의 VBN含量이 27.6mg/100g인 경우는 製造直後 53mg/100g으로 增加하였는데, 鮮度別에 따른 VBN含量變

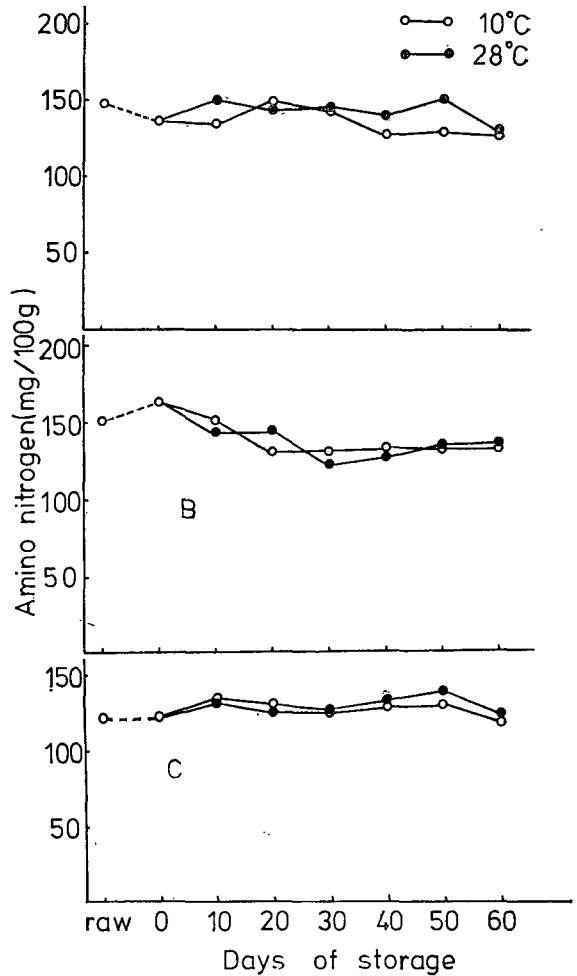


Fig. 2. Changes in free amino nitrogen contents during processing and storage of canned common mackerel (A & B) and sardine (C).  
 VBN content of raw muscle, A: 17.9 mg/100g B: 27.6mg/100g C: 18.8mg/100g

化는 거의 유사함을 볼 수 있으며, 貯藏溫度 28°C쪽이 10°C쪽보다 약간 높은 傾向을 나타내고 있다. 정어리통조림에서는 試料魚의 VBN含量이 18.8mg/100g에서 製造直後 33.6mg/100g으로 增加하였는데, 고등어통조림만큼 增加하지 않음을 볼 수 있다. 이는 통조림製造工程上의 加熱條件의 差異에 따른 것이라 생각된다. 貯藏溫度別에 따른 差異는 거의 없으나 28°C쪽이 높은 傾向을 나타내고 있다.

따라서, VBN含量이나 pH價는 加熱處理에 의하

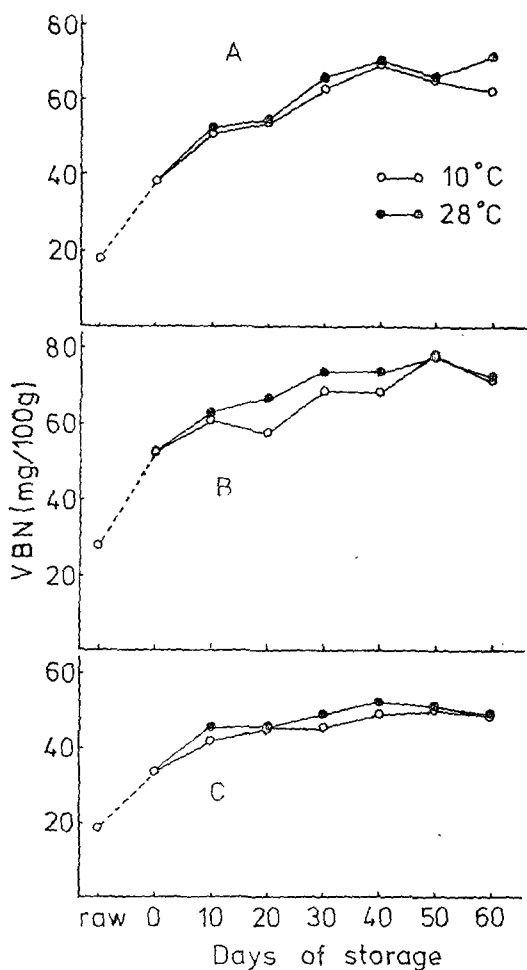


Fig. 3. Changes in VBN contents during processing and storage of canned common mackerel (A & B) and sardine (C).

VBN content of raw muscle, A: 17.9 mg/100g B: 27.6mg/100g C: 18.8mg/100g

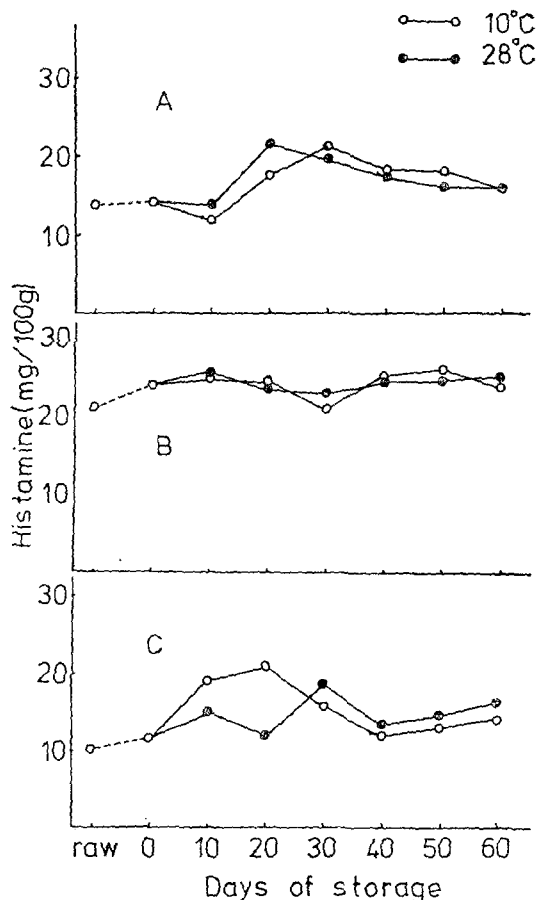


Fig. 4. Changes in histamine contents during processing and storage of canned common mackerel (A & B) and sardine (C).

VBN content of raw muscle, A: 17.9 mg/100g B: 27.6mg/100g C: 18.8mg/100g

여 크게 변화하여 原料魚의 鮮度와는 일치하지 않으므로, 통조림의 化學的인 質的 判定基準으로 不適當함을 알 수 있다.

Histamine含量變化는 고등어통조림에 있어, 貯藏溫度 및 貯藏期間에 따른 含量變化는 거의 없는데, 原料魚의 VBN含量이 17.9mg/100g인 통조림에서 보면 貯藏期間중 含量이 10~20mg/100g의 範圍에 있으며 VBN含量이 27.6mg/100g인 경우 histamine含量은 20~30mg/100g의 範圍에 있다. 이는 통조림肉

質이 낮아짐에 따라 histamine含量이 높다고 Yamana 등(1980)이 報告하는 것과 비슷한 경향을 나타내고 있다. 貯藏溫度에 따른 含量變化는 거의 나타나지 않았다.

정어리에 있어서도 마찬가지로 貯藏溫度에 따른 含量은 10~20mg/100g範圍에 있다. 통조림製造前後의 histamine含量變化가 거의 없는 것은 histamine이 加熱處理에 의해 增減되지 않았기 때문이라고 생각된다. 貯藏溫度 및 貯藏期間에 따라 histamine含

量變化가 거의 없는 것은 통조림製造時 殺菌處理되기 때문에 肉内の histidine decarboxylase는 不活性化되고, histamine生成微生物은 거의 死滅되었기 때문인 것으로 생각된다. 이들 histamine含量은 Arnold와 Brown(1978)과 Simidu와 Hibiki(1954, 1955b)가 報告하는 histamine 中毒限界點인 100mg/100g에 훨씬 미치지 못하고 있다.

赤色肉魚類에 있어서 histamine은 新鮮한 魚肉中에는 거의 含有되어 있지 않고, 그 生成은 주로 細菌에 의하여 鮮度低下와 더불어 增加하는데, VBN이나 pH는 통조림食品의 경우 加熱處理에 따라 크게 變化하여 原料魚의 鮮도와 일치하지 않지만, histamine은 加熱에 의하여 增減되지 않고, VBN상으로 初期腐敗에 達할 때, 즉  $\text{NH}_3\text{-N}$ 이나 TMA-N은 正常值의 範圍에 있을 때 histamine은 中毒量인 100mg/100mg에 達하는 傾向을 나타내고 있어 (Park 등, 1980), 外觀上으로는 鮮도가 良好하게 보더라도 食中毒의 原因이 되므로, 통조림肉에서 食中毒을 일으킬 수 있는지의 興否는 통조림의 製造前原料魚의 新鮮도에 따른 histamine含量에 크게 左右되어 진다.

Table 2는 市販되고 있는 赤色肉魚類통조림인 정어리, 고등어 및 광치 보일드통조림의 histamine과 VBN含量을 나타낸 것이다. 各 試料에 따른 VBN含量은 대체로 비슷하나 고등어통조림에 있어서는 그 差가 크게 나타나는데, 이는 各 製造會社의 製造工程의 差異에 따른 것이라 생각된다. histamine含量은 정어리통조림인 경우 7.24mg/100g과 14mg/100g으로 試料魚의 VBN이 18.8mg/100g인 경우의 histamine含量變化를 나타낸 Fig. 4-C와 비교하여보

면 이와 일치하거나 낮은 값을 나타내고 있어 市販되고 있는 정어리통조림의 경우 原料魚는 통조림原料魚의 鮮度限界點보다 아주 낮은 즉, 鮮도가 아주 良好하다고 推定할 수 있겠다. 반면에 市販고등어통조림의 histamine含量을 試料魚의 VBN이 17.9mg/100g인 때의 histamine含量(Fig. 4-A) 및 VBN이 27.6mg/100g인 때의 histamine含量 (Fig. 4-B)과 비교하여 볼 때 試料 A, C의 histamine含量은 試料魚의 VBN含量이 17.9mg/100g인 때의 histamine含量과 비슷하여 原料魚의 鮮도가 良好한 것으로 推定할 수 있겠으나 試料 B, D의 histamine含量은 試料魚의 VBN含量이 27.6mg/100g인 때의 histamine含量(Fig. 4-B)과 비슷하여 통조림原料魚의 鮮度限界點인 VBN 20mg/100g을 초과한다고 추정할 수 있겠지만, histamine中毒限界點인 100mg/100g에는 못미치고 있다. Fig. 4를 근거로 하여 볼 때 市販되고 있는 광치통조림은 鮮度限界點인 VBN 20mg/100g 부근의 原料魚를 가지고 製品을 만든 것으로 推定된다.

따라서 本 研究에서 調査된 市販赤色肉魚類통조림의 原料魚의 鮮도는 아주 良好하다고 볼 수 있겠으나 고등어통조림이 좀 떨어진다고 할 수 있겠다. 그리고 histamine含量은 食中毒을 일으킬 수 있는 量보다 아주 작으며, 이들 통조림의 食品衛生的인 면에서도 安全하다고 할 수 있겠다.

### 要 約

赤色肉魚類인 고등어 및 정어리를 原料로 하여 原料의 鮮度別로 보일드통조림을 製造하였을 때 그 製

Table 2. Histamine and VBN contents in the canned dark-fleshed fishes on the processing factory

Sample		Histamine (mg/100g)	VBN (mg/100g)	Manufacturing date
Sardine	A	14.00	53.35	'81, 4, 14
	B	7.24	57.11	'81, 7, 6
Common mackerel	A	11.38	50.74	'81, 9, 22
	B	28.80	63.36	'81, 6, 28
	C	15.74	51.35	'81, 2, 24
	D	24.64	48.52	'81, 7, 1
Mackerel pike	A	19.69	49.40	'81, 6, 22
	B	13.88	55.89	'81, 7, 20
	C	21.00	55.12	'81, 5, 8
	D	18.83	46.88	'81, 7, 4

造過程 및 製品의 貯藏期間과 貯藏溫度別에 따른 histamine含量的 消長에 對하여 實驗·檢討하였으며, 아울러 現在 市販되고 있는 고등어, 정어리 및 콩치보인드통조림의 histamine含量에 對하여도 調査하여 比較檢討하였는데, 그 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 原料肉을 통조림으로 製造하였을 때 histamine의 含量은 製造期間중에 약간 增加하는 경향을 나타내었으나 큰 變化는 찾아 볼 수 없었다.

2. 통조림製品의 貯藏期間 및 貯藏溫度別에 따른 histamine의 含量은 거의 變化하지 않았다.

3. 市販赤色肉魚類 보인드통조림의 histamine含量은 정어리통조림이 7.24~14mg/100g, 고등어통조림이 11.38~28.8mg/100g, 콩치통조림이 13.83~21mg/100g으로 各各 中毒限界濃度以下를 나타내었다.

## 文 献

天野慶之, 菊地武昭, 山中英明, 1977. 食品衛生化學, pp5~12, 朝倉書店, 東京.

Arnold, H. and D. Brown. 1978. Histamine(?) toxicity from fish products. *Advan. Food Res.* 24, pp113~154, Academic press, New York.

Edmunds, W. J. 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. 1959 a. Studies on putrefaction of aquatic products-26. Spoilage of fish in the presence of carbohydrates. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.* 24(11), 913~915.

Hibiki, S. and W. Simidu. 1959 b. 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.

Inamasu, Y. 1966. Studies on quality improvement of salted fish-3. Inhibitory effect of some preservatives substances upon the formation of histamine in raw fish. Part-1. *Cont. Shimonoseki Univ. Fish.* 14(3), 185~191.

河端俊治. 1974. 히스타민의 이온크로마토그래피. *水産生物化學·食品學實驗書*(齋藤恒行·内山均·梅本滋·河端俊治編). pp300~305, 厚生閣, 東京.

Kawabata, T., K. Ishizaka and T. Miura. 1955. Studies on the food poisoning associated with putrefaction of marine products-1. Outbreaks of allergy-like food poisoning caused by "Samma Sakuraboshi" (Dried Seasoned Saury) and canned seasoned mackerel. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.* 21(5), 335~340.

Kawabata, T. and S. Suzuki. 1959 a. Studies on the food poisoning associated with putrefaction of marine products-3. 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.

Kawabata, T. and S. Suzuki. 1959 b. Studies on the food poisoning associated with putrefaction of marine products-4. Factors affecting the formation of *l*-(-)-histidine decarboxylase by *Proteus morgani*. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.* 25(6), 481~487.

Kim, I. S. and L. F. Bieldanes. 1979. Amine content of toxic and wholesome canned tuna fish. *J. Food Sci.* 44(3), 922~923.

Kimata, M. 1961. The histamine problem. *Fish as Food*(1), pp331~332, Academic press, New York.

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. 1954 a. 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. Tanaka. 1954 b. 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.
- Mietz, J. L. and E. Kamas. 1977. Chemical quality index of canned tuna at determined by high-pressure liquid chromatography. J. Food Sci. 42(1), 155~158.
- 日本缶詰協會. 1969. 缶詰製造講義 II. pp67~85, 日本缶詰協會, 東京.
- 日本厚生省. 1960. 食品衛生検査指針 I. pp13~16, 日本厚生省, 東京.
- 野中順三九, 橋本芳郎, 高橋豊雄, 須山三千三. 1976. 水産食品學. pp21~58, 恒星社厚生閣, 東京.
- Okitsu, T. 1960. Studies on food preservatives-2. A possibility to prevent the allergy-like food poisoning by the aid of food preservatives or antibiotics. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish. 26(8), 843~850.
- Omnra, 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. 1972. Inhibitory effect of added glucose on the amineformation in fish muscle. Mem. Fac. Fish., Kagoshima Univ. 21(1), 113~118.
- Ota, F. and K. Kaneko. 1958. 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.
- 大竹茂夫. 1979. サバの“生き腐れ”の生化学的機構. New Food Ind. 21(10), 54~61.
- 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 I. 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), 206~208.
- Simidu, W. and S. Hibiki. 1955 a. Studies on putrefaction on aquatic products-21. Consideration on difference in putrefaction on aquatic products-21. Consideration on difference in putrefaction for various kinds of fish(4). Bull. Japan. Soc. Sci. Fish. 21(5), 357~360.
- Simidu, W. and S. Hibiki. 1955 b. 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.
- 須山三千三. 1976. エキス成分・白身の魚と赤身の魚肉の特性(日本水産學會編), pp68~77, 恒星社厚生閣, 東京.
- Suzuki, U., C. Yoneyama and S. Okada. 1912. Composition of "bonito" salt past. J. Coll. Agr. Tokyo Imp. Univ. 5, 33~41.
- Takagi, M., A. 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.
- Taylor, S.L., L.S. Guthertz, M. Leatherwood and E. R. Lieber. 1979. Histamine production by *Klebsiella pneumoniae* an an incident of Scombroid fish poisoning. Appl. Environ. Microbiol. 37(2), 274~278.
- Yamanaka, H., K. Shiomi, M. Naito and T. Kikuchi. 1980. Histamine content in the canned red meat fish. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish. 46(7), 905~907.