

# 赤色肉 魚類의 貯藏 및 加工中の Amine類의 變化

(I) 고등어·전어·정어리鹽藏 및 乾製品의  
DMA와 TMA含量

安哲佑\* · 崔守安\*\* · 朴榮浩\*\*\*

## CHANGES IN CONTENTS OF AMINES IN THE DARK-FLESHED FISH MEAT DURING PROCESSING AND STORAGE

(I) Formation of Dimethylamine and Trimethylamine in Salted and Dried Common Mackerel, Gizzard-Shad and Sardine

Chcol-Woo AHN\*, Su-An CHOI\*\* and Yeung-Ilo PARK\*\*\*

Trimethylamine and dimethylamine contents of salted, hot-air dried, sun dried and boiled-dried samples of three commercial fishes, common mackerel, gizzard-shad and sardine, were analyzed and quantitatively compared at two different temperature conditions.

The formation of both secondary amines was more rapid at 25°C than at 10°C. And the content of dimethylamine in small sardine was comparatively higher than that in the other samples at both temperatures.

Residual amounts of trimethylamine oxide of salted common mackerel, gizzard-shad and boiled-dried small sardine were relatively higher than those of the other samples.

Trimethylamine contents of sun dried samples were relatively higher than in the other samples, while those of boiled-dried small sardine was comparatively lower than those of the others.

Dimethylamine content of sun dried samples were higher than those of the other samples, whereas those of boiled-dried small sardine and salted common mackerel were comparatively lower than those of the other samples.

### 緒 論

Dimethylamine(DAM)을 비롯한 低級아민類는 一般의으로 암코니아 보다 그 毒性이 弱하지만 DMA가 共存하는 鱈산염이나 아질산염 等과의 相互反

應으로 生成하는 dimethylnitrosoamine은 強力한 發癌性物質의 하나라는 것이 알려져 있다. 生鮮魚類 및 이들 加工品에 있어서 DMA 및 TMA(trimethylamine)의 生成動態 및 그 變化를 밝히는 것은 生化學的인 面에서 뿐만 아니고 食品衛生的인 面에서

\*盛智工專大學, Sungji Institute of Tehnology

\*\*釜山教育大學, Busan Teacher's College

\*\*\*釜山水產大學, National Fisheries University of Busan

도 극히 重要な 課題라고 할 수 있다.

그러나 DMA 및 TMA의 生成母體가 trimethyl-amine oxide(TMAO)와 Cysteine이고 이것이 酵素 및 化學反應에 의하여 DMA 및 TMA 등으로 分解 生成된다는 것이 밝혀져 있다[天野 등(1963-a, b; 1964); Yamada 등(1965-a, b; 1969)]. 그 후 原田(1975) 등 많은 사람들의 研究에 의하여 酵素 및 化學反應의 機構도 漸次 解明되어 가고 있다.

그러나 우리 나라 水産食品中の 아민類에 對한 研究은 적다. 林 등(1973)은 食品中の 2級아민類와 亞硝酸鹽의 分布에 對하여, Kim 등(1973)은 魚類中の 2級아민類의 分布에 對하여, 卞 등(1976)이 먼치젓갈 숙성중의 DMA의 生成에 對하여, 그리고 安 등(1978)이 말뚝肉 乾燥中の formaldehyde 및 amine類의 變化에 對하여 報告한 바 있다.

本 研究에서는 우리들이 즐겨 먹는 고등어, 전어 및 정어리를 試料로 하여 10°C와 25°C에서 5日間 貯藏하였을때의 肉中の TMAO, TMA 및 DMA含量의 經時的인 變化와 아울러 이들 魚肉을 鹽藏, 熱風乾燥, 日乾 및 蒸乾하였을때의 變化에 對하여 實驗하였다.

## 材料 및 方法

### 1. 試料

本 實驗에 供試한 魚種은 고등어(*Scomber japonicus*), 전어(*Konosirus punctatus*) 및 정어리(*Sardinops melanosticta*)이다.

고등어는 1979년 7월 21일 부산수산센타에서 揚陸直後의 鮮度良好한 것을, 정어리는 同年 8월 13일 해운대에서, 전어는 同 22일에 광안리에서 各各 活魚狀態의 것을 구입하였다.

供試고등어는 體長 30~37cm, 體重 235~480g 였고, 供試전어는 體長 17~21cm, 體重 40~67g 였으며, 供試정어리는 體長 9~13cm, 體重 6~18g 였다.

魚體크기가 비슷한 것을 供試고등어는 各 4尾씩, 供試전어는 各 7尾씩, 供試정어리는 各 40尾씩 골라 生試料, 貯藏試料, 鹽藏試料, 熱風乾燥試料, 日乾試料 및 蒸乾試料別로 나누어 고등어와 전어는 內臟을 除去하고 정어리는 原形 그대로 다음과 같이 處理하였다.

#### (1) 生試料

各 試料의 一定한 部位의 背肉部를 같은 크기, 길이로 切取하여 臍筋을 除去하고 細切하여 잘 混合한

것을 10g 씩 取하여 供試하였다.

#### (2) 貯藏試料

貯藏溫度를 10°C와 25°C로 하여 1日 간격으로 5日間 貯藏하면서 生試料 때와 같은 方法으로 하였다.

#### (3) 鹽藏試料

切開한 魚體에 30% 重量의 食鹽을 첨가하여 96時間 다른 간을 한후 가법계 水洗하여 表面의 食鹽을 除去한 다음, 鹽藏試料 5尾에서 生試料 때와 같은 方法으로 10g을 取하여 供試하였다.

#### (4) 熱風乾燥試料

魚體를 箱型熱風乾燥機內에 매달아 熱風溫度 50°C, 風速 3m/sec로 고등어는 42時間, 전어는 16時間, 정어리는 12時間 乾燥하였다. 乾燥試料 5尾에서 生試料 때와 같은 方法으로 3g을 取하여 供試하였다.

#### (5) 日乾試料

魚體를 28~30°C의 室外에서 3日間 日乾을 하였다. 日乾試料 5尾에서 生試料 때와 같은 方法으로 1g을 取하여 供試하였다.

#### (6) 蒸乾試料

10%의 끓는 鹽水에 정어리를 5時間 蒸熟한 후 28~30°C의 室外에서 3日間 日乾하였다. 蒸乾試料 20尾에서 生試料 때와 같은 方法으로 3g을 取하여 供試하였다.

## 2. TMAO, TMA, DMA 및 VBN의 定量

### (1) 試料抽出液의 調製

生試料와 鹽藏試料는 10g, 乾燥試料는 3g에다 물 5ml를 첨가하여 막자사발에서 充分히 마쇄한 후 35ml의 물로서 濾紙管에 깃어 넣고 교반하면서 30時間 放置한 다음 20% trichloroacetic acid(TCA) 10ml를 加하여 다시 10時間 放置한 後 遠沈(3000rpm, 20分) 하였다. 殘渣에 2% TCA 20ml를 加하여 교반하고 10時間 放置한 후 遠沈하였다. 上層液을 吮 처 물로서 100ml로 하여 TMAO, TMA, VBN 및 DMA 定量의 供試液으로 하였다.

### (2) TMAO, TMA 및 VBN의 定量

山形(1974)의 改良微量擴散法에 依하였다.

### (3) DMA의 定量

河端 등(1973)의 改良 Cu-dithiocarbamate法에 따라 處理하여 435nm에서의 吸光度를 分光光度計(Shimadzu, UV-140-2)로 測定하여 DMA量을 求하였다.

(4) 一般成分 및 아미노窒素의 定量

水分, 粗蛋白質, 粗脂肪 및 粗灰分은 各各 常法에 의하였다. 그리고 아미노窒素의 定量은 Spies 등 (1951)의 方法에 의하였다.

結果 및 考察

(1) 一般成分

고등어, 전어 및 정어리의 生試料, 鹽藏試料, 熱風乾燥試料, 日乾試料 및 蒸乾試料의 一般成分은

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

	Raw	Salted	Sun dried	Hot-air dried
Moisture (%)	73.3	53.3	22.7	27.9
Crude protein (%)	21.9	24.2	52.8	48.4
Crude fat (%)	3.3	11.8	20.8	20.7
Crude ash (%)	1.5	12.3	3.7	3.0
V B N (mg/100g)	16.7	74.7	799.4	124.7
Amino-N (mg/100g)	134.0	332.4	2215.7	411.4
pH	5.8	5.9	6.7	6.1
Salinity (%)	—	14.0	—	—

Table 2. Chemical composition of raw, salted, sun dried and hot-air dried gizzard-shad

	Raw	Salted	Sun dried	Hot-air dried
Moisture (%)	73.2	54.5	20.5	21.5
Crude protein (%)	21.1	19.8	60.0	55.2
Crude fat (%)	4.3	4.9	14.3	18.2
Crude ash (%)	1.4	17.5	5.2	5.3
V B N (mg/100g)	18.9	64.7	108.4	64.5
Amino-N (mg/100g)	66.8	95.5	162.3	217.4
pH	6.2	6.6	6.4	6.5
Salinity (%)	—	20.8	—	—

Table 3. Chemical composition of raw, salted, sun dried, hot-air dried and boiled dried small sardine

	Raw	Salted	Sun dried	Hot-air dried	Boiled dried
Moisture (%)	74.6	53.6	21.1	22.9	17.3
Crude protein (%)	20.0	24.6	62.9	59.6	62.2
Crude fat (%)	3.5	5.0	10.4	12.4	4.1
Crude ash (%)	1.9	16.6	5.6	5.1	9.4
V B N (mg/100g)	20.6	19.6	294.6	84.1	32.6
Amino-N (mg/100g)	119.2	203.6	908.5	710.2	268.4
pH	5.7	5.7	6.3	6.2	6.2
Salinity (%)	—	16.8	—	—	—

Table 1~3과 같다.

(2) 貯藏中の pH, 遊離아미노窒素 및 VBN의 變化

貯藏溫度, 貯藏期間에 따른 各 試料의 pH의 變化는 Fig.1에서 볼 수 있는 바와 같이 大體的으로 貯藏期間에 따라 10°C에서는 완만한 增加를 보였으나 25°C에서는 10°C에서 보다 增加率이 커서 鮮度가 급격히 低下된다는 것을 알 수 있다.

遊離아미노窒素의 變化는 Fig.2와 같이 모든 試料가 10°C에 比하여 25°C에서 상당히 높은 값을 나타내었다.

VBN의 變化는 Fig3에서 볼 수 있는 바와 같이 10°C의 貯藏에서 모든 試料가 완만한 增加를 나타내어 고등어는 貯藏 3일에 35.3mg/100g, 전어는 32.9mg/100g, 정어리는 72.9mg/100g 였고 25°C에서는 급격한 增加를 보여 고등어는 貯藏 1일에 35.8

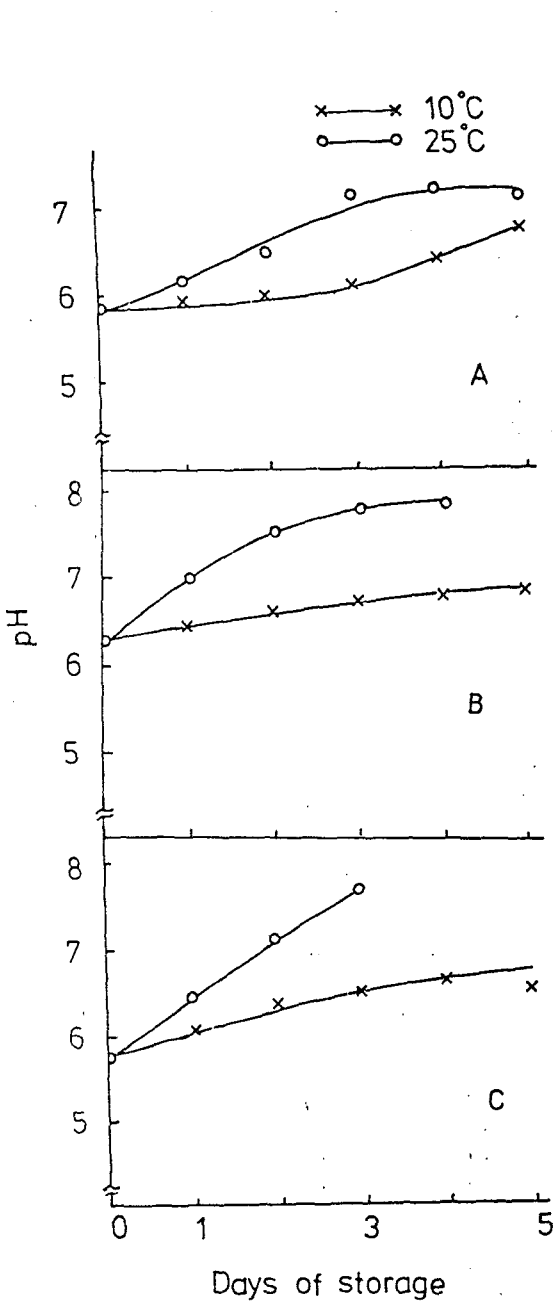


Fig. 1. Changes in pH value during the storage of common mackerel (A), gizzard-shad (B), and small sardine (C).

mg/100g, 貯藏 2日에 189mg/100g 있고, 진어는 貯藏 1日에 62.8mg/100g, 貯藏 2日에 318.5mg/100g 있으며, 정어리는 貯藏 1日에 138.0mg/100g, 貯藏

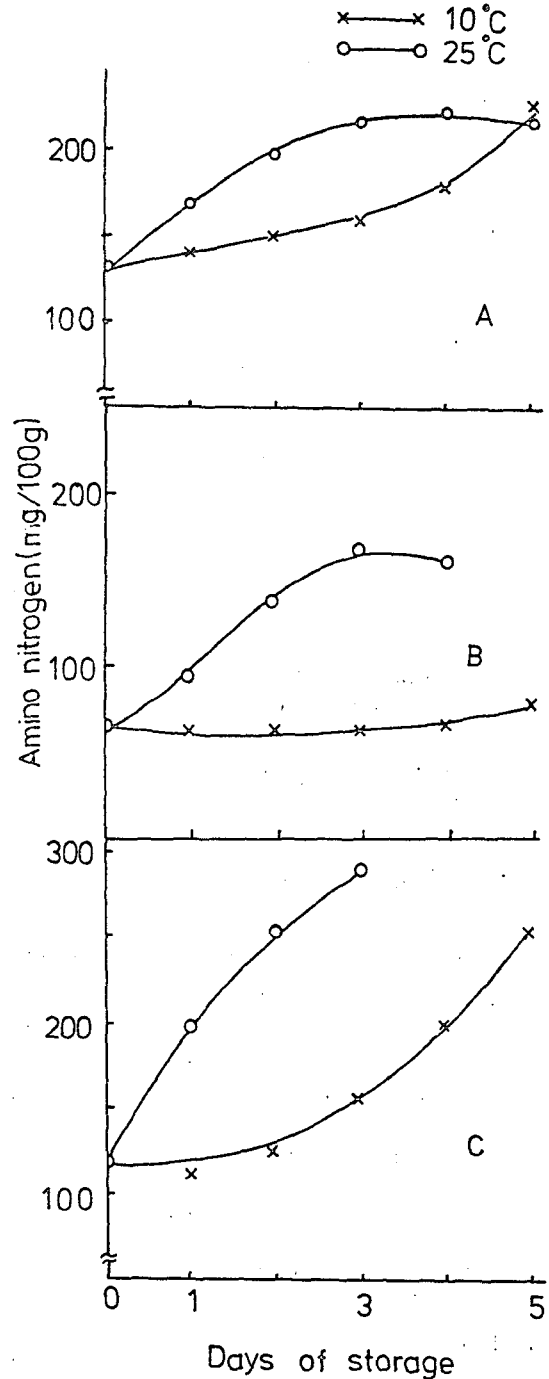


Fig. 2. Changes in free amino nitrogen during the storage of common mackerel (A), gizzard-shad (B), and small sardine (C).

2日에 370mg/100g 였다.

(3) 貯藏中の amine 類의 變化

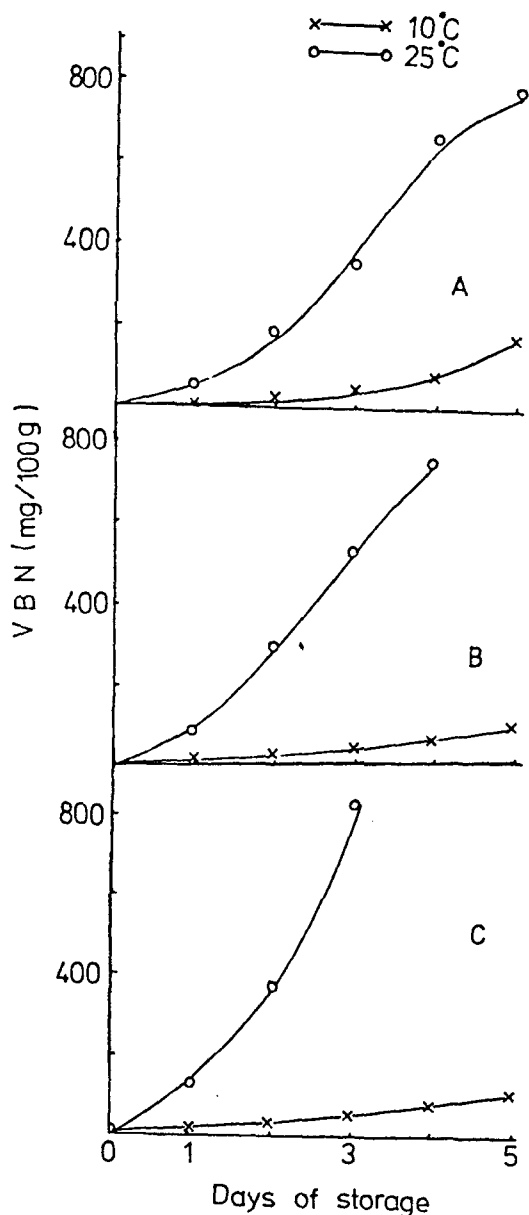


Fig. 3. Changes in volatile basic nitrogen content during the storage of common mackerel (A), gizzard-shad (B), and small sardine (C).

고등어, 전어 및 정어리를 試料로 하여 이것은 10°C와 25°C로 貯藏하였을 때의 肉中の TMAO, TMA 및 DMA의 含量變化를 調査한 結果는 Fig. 4와 같다.

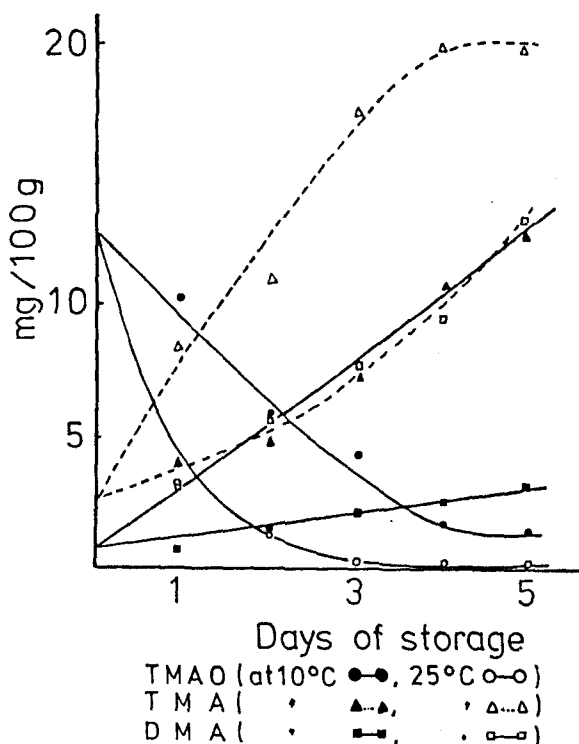


Fig. 4. Changes in trimethylamine oxide, trimethylamine and dimethylamine contents during the storage of common mackerel.

먼저 고등어肉의 TMAO-N의 含量을 보면 Fig. 4와 같이 10°C의 貯藏에서는 生試料때 12.8mg/100g이던 것이 貯藏 1日에는 10.7mg/100g, 2日에는 6.25mg/100g, 3日에는 4.9mg/100g, 5日에는 1.9mg/100g로서 서서히 減少하는 傾向을 보였다. 한편 25°C의 貯藏에서는 1日에 3.8mg/100g, 2日에 1.47mg/100g, 3日에 0.95mg/100g, 4日에 0.16mg/100g, 5日에 0.11mg/100g로서 1日以内に 71%가 減少하는 급격한 變化를 나타 내었다.

전어의 경우는 Fig. 5와 같이 10°C의 貯藏에서 生試料때 12.95mg/100g이던 것이 貯藏 1日에 10.25mg/100g, 2日에 9.76mg/100g, 3日에 7.08mg/100g, 4日에 4.11mg/100g, 5日에 2.79mg/100g과 같이 서서히 減少하였으며 25°C의 貯藏에서는 1日에 벌써 3.49mg/100g로서 거의 74%가 減少하는 급격한 變化를 보였다.

정어리에 있어서는 Fig. 6과 같이 10°C의 貯藏에서 生試料때 6.98mg/100g이던 것이 1日 貯藏에 4.11mg/100g, 2日에 3mg/100g, 3日에 1.41mg/100g, 4日에

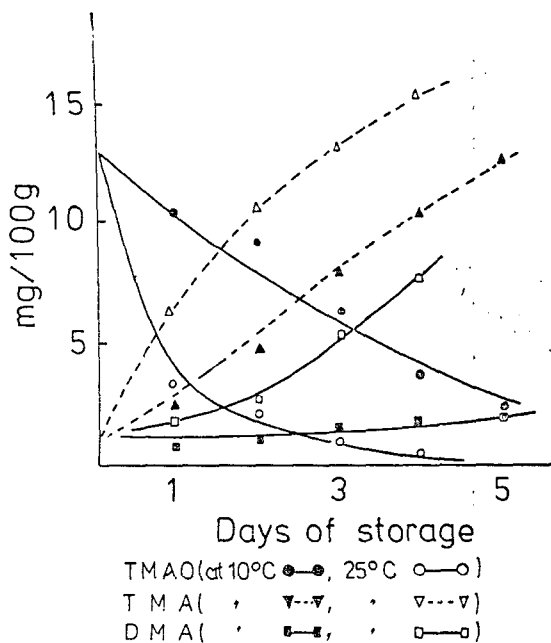


Fig. 5. Changes in trimethylamine oxide, trimethylamine and dimethylamine contents during the storage of gizzard-shad.

1.02mg/100g, 5일에 0.9mg/100g과 같이 고등어, 진어의 경우와 같은 傾向을 나타내었다. 25°C의 貯藏에서도 고등어, 진어의 경우와 같이 1日 以內에 生試料의 約 70%가 減少하는 變化를 나타 내었다. 이와 같이 모든 試料가 10°C에서 보다 25°C의 貯藏에서 TMAO가 급격히 減少하는 것은 TMAO환원 효소의 一般的인 最適作用溫度가 25~40°C이기 때문인 것으로 생각된다.

한편 TMA-N의 含量을 보면 먼지 고등어에 있어서 生試料가 3.03mg/100g이던 것이 10°C에서 5日 間 貯藏하므로써 12.3mg/100g로 生試料에 보다 4倍 量의 增加를 보였고 25°C에서는 18.3mg/100g로서 6倍 量의 增加를 보였다. 진어와 정어리의 경우는 生試料가 各各 0.5mg/100g, 0.96mg/100g으로 고등어 보다는 3~6倍 量程度 적은 含量이 있으나 5日이 경과함에 따라 生試料에의 20倍 量以上의 含量에 達하여 고등어의 경우와 거의 같은 含量을 나타 내었다. 이와같이 全試料가 25°C 貯藏의 경우가 10°C 貯藏에 比하여 TMA의 增加가 급격하였으므로 이것은 木田 등(1964)의 研究結果와 같은 傾向을 나타 내었다.

또 DMA-N의 變化를 보면 고등어의 경우 生試

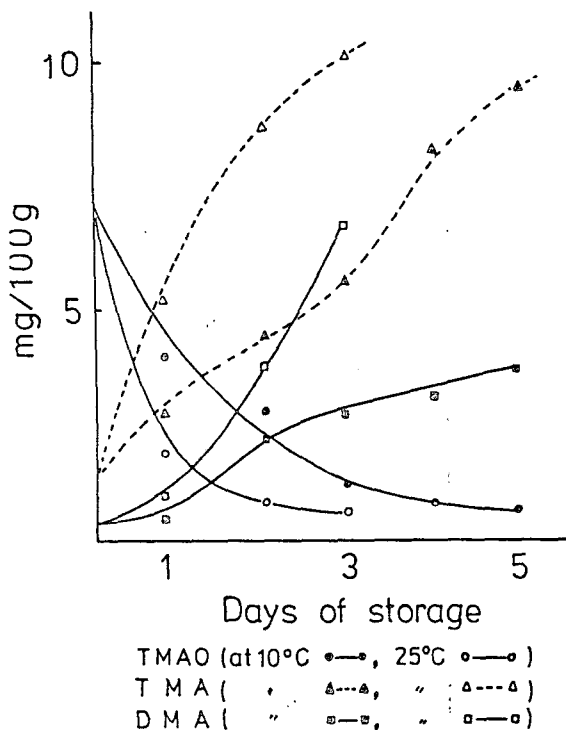


Fig. 6. Changes in trimethylamine oxide, trimethylamine and dimethylamine contents during the storage of small sardine.

料에 0.49mg/100g이던 것이 10°C에서 5日 間 貯藏함으로써 生試料에의 7倍 量인 3.68mg/100g에 達하였고 25°C 貯藏에서는 1日 以內에 이미 生試料에의 7倍 量인 3.59mg/100g에 達하였으며 5日의 貯藏에서는 무려 26倍 量인 12.9mg/100g에 達하였다. 진어는 10°C에서 5日 間 貯藏하므로써 生試料(0.09mg/100g)에의 25倍 量인 2.32mg/100g에 達하였고 25°C에서는 1日 以內에 生試料에의 21倍 量인 1.9mg/100g였으며 5日의 貯藏에서는 거의 100倍 量에 達하였다. 정어리는 10°C, 5日 間의 貯藏에서 生試料에의 8倍 量인 3.61mg/100g 있고 25°C에서는 2日의 貯藏에서 8倍 量인 3.97mg/100g였으며 5日의 貯藏에서는 22倍 量에 達하여 고등어, 진어와 거의 같은 傾向이었다. 一般的으로 25°C에서 貯藏한 試料가 10°C 貯藏의 것 보다 고등어, 진어는 約 3倍 量, 정어리는 約 2倍 量 많았으며 이러한 結果는 田木 등(1964)의 研究結果와 비슷하였다. 또 3日 間의 貯藏을 基準으로 하여 문배 10°C 貯藏에서는 정어리(2.91mg/100g), 고등어(2.42mg/100g) 및 진어(1.65mg/100g)의 順으로 많았으며 25°C 貯藏에서는 고등어(7.75mg/100g), 정

赤色肉魚類의 貯藏 및 加工中의 Amine類의 變化

어리(6.63mg/100g) 및 진어(5.53mg/100g)의 順으로 많았다.

(4) 加工中의 amine類의 變化

고등어, 진어 및 정어리를 試料로 하여 이것을 鹽藏, 熱風乾燥, 日乾 및 蒸乾(고등어, 진어는 除外) 하였던 肉中의 TMAO-N, TMA-N 및 DMA-N의 含量變化를 調査한 結果는 Fig.7~9와 같다.

먼저 고등어試料의 乾物當 TMAO의 含量을 보면 生試料가 56.27mg/100g이 있고 다음이 鹽藏品 3.38

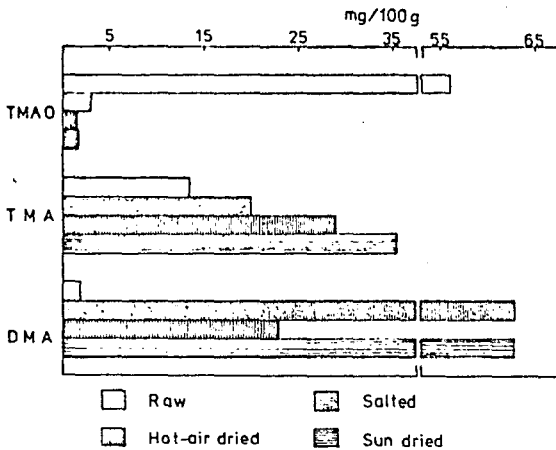


Fig. 7. Trimethylamine oxide, trimethylamine and dimethylamine contents in the muscle of raw, salted, hot-air dried and sun dried common mackerel.

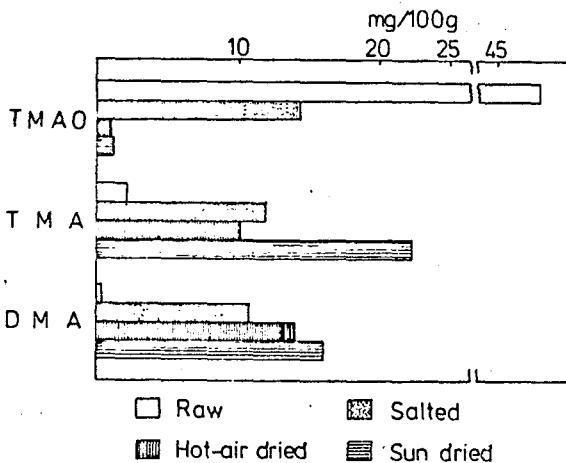


Fig. 8. Trimethylamine oxide, trimethylamine and dimethylamine contents in the muscle of raw, salted, hot-air dried and sun dried gizzard-shad.

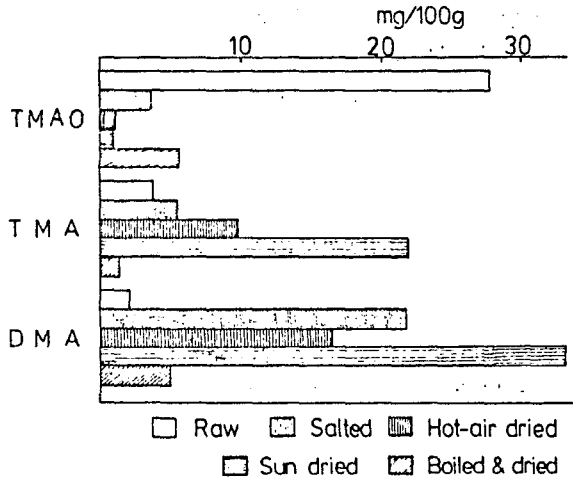


Fig. 9. Trimethylamine oxide, trimethylamine and dimethylamine contents in the muscle of raw, salted, hot-air dried, sun dried and boiled dried small sardine.

mg/100g이며 日乾品 1.37mg/100g의 順이 있다. 熱風乾燥品은 生試料에의 2.1%인 1.21mg/100g로서 가장 적었다. 이와 같이 熱風乾燥品이 減少率이 높은 것은 50°C 附近의 高溫에서 42時間 乾燥處理하므로서 TMAO의 分解가 促進된 것으로 推定된다. 反而 鹽藏品의 경우 모든 製品 가운데 그 含量이 比較的 많았는데 이것은 河端(1953)가 指摘하였던 것과 같이 食鹽에 의한 TMAO 환원효소 및 細菌의 作用이 抑制되어 TMAO의 分解가 鈍화된 것으로 생각된다. 또한 진어의 乾物當 TMAO의 含量을 보면 生試料가 47.9mg/100g 이었고 鹽藏品 7.9mg/100g, 日乾品 1.17mg/100g 및 熱風乾燥品 1.1mg/100g의 順으로 고등어와 같은 傾向을 보였다. 정어리에 있어서도 生試料가 27.9mg/100g 이었고 蒸乾品 5.4mg/100g, 鹽藏品 2.12mg/100g, 熱風乾燥品 1.2mg/100g, 및 日乾品 1.0mg/100g의 順으로, 고등어, 진어의 경우와 같았다. 그러나 蒸乾品의 경우 다른 製品에 비해 TMAO 含量이 가장 많은 것은 試料의 前處理 과정에서 10%의 濃인 鹽水에서 5分間 蒸熟하였기 때문에 TMAO 환원효소 및 細菌의 作用이 不活性化되었기 때문인 것으로 생각 된다.

한편, TMA의 含量을 보면 고등어의 生試料가 13.7mg/100g 이었고 다음이 鹽藏品 20mg/100g, 熱風乾燥品 29.9mg/100g의 順으로 많으며 日乾品은 生試料에의 2.5倍量인 35.6mg/100g에 達하여 다른 製品에 비하여 많았다. 鹽藏品에 있어서는 20mg/100g 으로서 製品中에서 그 含量이 가장 적었는데 이것은

食鹽의 첨가에 의한 TMAO 환원효소의 作用이 抑制되어 TMAO로 부터의 生成이 減少된 것으로 생각된다. 反面 日乾品の TMA 含量이 많은 것은 여름철의 알맞는 氣溫과 濕度로 酵素 및 細菌의 作用이 왕성하여 TMAO의 分解가 促進되어 蓄積된 것으로 생각된다. 또한 전어의 生試料은 2.2mg/100g 있고 熱風乾燥品 10.3mg/100g, 鹽藏品 13.0mg/100g 이며 日乾品은 生試料때의 10배量인 22.4mg/100g으로 고등어의 경우와 같은 傾向을 나타 내었다. 정어리에 있어서는 蒸乾品이 1.6mg/100g 있고 生試料 3.8mg/100g, 鹽藏品 5.88mg/100g, 熱風乾燥品 9.8mg/100g의 順으로 많으며 日乾品은 生試料때의 5.8배量인 22.2mg/100g로서 고등어, 전어와 같은 傾向이었다. 그런데 蒸乾品の 含量이 生試料보다 오히려 적은 特異한 結果를 나타 내었는데 이것은 끓는 鹽水에서 5分間 蒸熟함으로써 TMA의 生成이 減少한 反面 生成된 TMA의 一部가 揮散된 結果라고 생각된다.

또 DMA의 含量을 보면 고등어의 生試料가 2.2mg/100g 였는데 熱風乾燥品은 22.7mg/100g으로 10배量 增加하였으며 鹽藏品(63.3mg/100)과 日乾品(62.7mg/100g)의 경우는 約 29배量의 增加를 나타내었다. 이와 같이 製品中の DMA의 含量은 熱風乾燥品이 가장 적었는데 이것은 DMA의 沸點이 낮기 때문에 生成된 DMA가 50°C 附近의 強制送風으로 揮散되었기 때문이라고 推定된다(伊藤 등, 1971) 또 전어의 生試料은 0.3mg/100g였고 鹽藏品 11.6mg/100g, 熱風乾燥品 14.0mg/100g 및 日乾品 16.2mg/100g의 順으로, 그 含量에 있어서는 差異가 있으나 고등어의 경우와 같은 傾向을 나타 내었다. 정어리는 生試料가 2.24mg/100g였고 蒸乾品 5.0mg/100g, 鹽藏品 13.5mg/100g, 熱風乾燥品 16.65mg/100g의 順으로 많으며 日乾品이 生試料때의 15배量인 33.0mg/100g으로 가장 많았다. 製品中에서 蒸乾品이 DMA含量이 월등히 적은 것은끓는 鹽水處理로 인한 結果라고 생각된다.

一般的으로 製品中の TMA와 DMA의 含量을 比較하여 보면 TMA含量이 많은 試料에는 DMA含量도 많은 傾向을 나타 내었으며 고등어, 전어는 다른 製品에 비해 鹽藏品이 良好하였으며 정어리에 있어서는 蒸乾品이 좋았다.

## 要 約

고등어, 전어 및 정어리肉을 10°C와 25°C에서

貯藏하였을 때의 肉中の TMAO-N, TMA-N 및 DMA-N의 經時的인 變化와 아울러 이들 魚肉을 鹽藏, 熱風乾燥, 日乾 및 蒸乾하였을 때의 變化에 對하여 實驗하여 다음과 같은 結果를 얻었다.

1. TMAO의 變化에 있어서, 10°C, 5日 貯藏의 경우 고등어, 전어 및 정어리는 各各 生試料때의 15%, 20% 및 10%의 殘存率을 나타 내었고 25°C 1日 貯藏의 경우 各各 30%, 26% 및 30% 였다.

2. TMA의 變化는 10°, 5日 貯藏의 경우, 고등어, 전어 및 정어리가 各各 生試料때의 4.1배, 24배 및 9.5배의 增加를 보였고 25°C, 1日 貯藏의 경우는 各各 2.7배, 11배 및 5배였다.

3. DMA의 變化는 10°C, 5日 貯藏의 경우 고등어, 전어 및 정어리가 各各 生試料때의 7배, 25배 및 8배의 增加를 나타 내었고 25°C, 1日 貯藏의 경우는 各各 7배, 21배 및 2배였다.

4. 製品別 TMAO의 含量은 고등어, 전어의 경우 鹽藏品>日乾品>熱風乾燥品の 順이 였고 정어리의 경우는 蒸乾品>鹽藏品>熱風乾燥品>日乾品の 順이 였다.

5. 製品別 TMA의 含量은 고등어, 전어의 경우 日乾品>熱風乾燥品>鹽藏品の 順이 였고 정어리의 경우는 日乾品>熱風乾燥品>鹽藏品>蒸乾品の 順이 였다.

6. 製品中の DMA의 含量은 고등어, 전어의 경우 日乾品>鹽藏品>熱風乾燥品の 順이 였고 정어리의 경우는 日乾品>鹽藏品>熱風乾燥品>蒸乾品の 順이 였다.

本 研究의 實驗을 도와 준 孔洋淑, 吳玲先 嬢에게 감사를 드리는 바이다.

## 文 獻

- 天野慶之·山田金次郎·尾藤方通(1963-a): クラおよびスケトウにおけるホルムアルデヒド存在について. 日本誌 29, 695-701.
- 天野慶之·山田金次郎·尾藤方通(1963-b): クラ類の各組織におけるホルムアルデヒドとアミン類含量について. 日本誌 29, 860.
- 伊藤譽志男·作田廣子·高田廣美·谷材顯雄(1971): 食品中のニトロソアミンに関する研究(第7報). 食品の加工および熱處理による第2級アミンの増加について. 食衛誌 12, 404-407.



赤色肉魚類의 貯藏 및 加工中の Amine類의 變化

- 原田勝彦(1975): 魚介類におけるホルムアルデヒドとジメチルアミンを生成する酵素に関する研究. 水産大學校研究業績 第736號.
- 河端俊治(1953): トリメチルアミンオキシド還元酵素に関する研究. I. 迴游魚血合肉中におけるトリメチルアミン態窒素増加の特異性. 日水誌 19, 505—512.
- 河端俊治・石橋亨・中村昌道(1973): 食品中の第2級アミンに関する研究. I. 改良 Cu-ジチオカルバメート法による第2級アミンの比色定量法の検討. 食衛誌 14, 31—36.
- 木田健浩・田元肇(1964): スケトウグラ乾製品のアミン類の生成について. 北水試月報 31(12), 16—26.
- Kim, K. H. (1973): Studies on nitrosamine in foods. I. Distribution of secondary amines in raw marine fishes. Bull. Kyeong Hee Pharm Sci. 1, 31.
- 卞在亨・鄭甫泳・黃金小(1976): 멸치젓갈熟成中の dimethylamine의 生成. 韓水誌 9(4), 223—231.
- 安折佑・村榮浩(1978): 멍태肉 乾燥中の formaldehyde 및 amine類의 變化. 韓水誌 11(1), 13—18.
- Yamada, K. and K. Amano(1965): Studies on the biological formation of formaldehyde and dimethylamine in fish and shellfish—V. On the enzymatic formation in the pyloric caeca of Alaska pollack. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 31(1), 60—64.
- Yamada, K., K. Harada and K. Amano (1969): Biological formation of formaldehyde and dimethylamine in fish and shellfish—VIII. Requirement of cofactor in the enzyme system. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 35(2), 227—231.
- 山形誠(1974): 魚肉トリメチルアミンオキシド, テメチルアミンの微量檢法による定量. 水産生物化學・食品學實驗書, 281—286. 恒星社厚生閣, 東京.
- 任昌國・尹明熙(1973): 食品中の nitrosoamine에 關한 研究. I. 인삼식즙중의 제2級아민과 아질산염의 분포. 韓食利誌 5, 169—173.