

食品保藏과 水分活性에 關한 研究<sup>\*1)</sup>

## 3. 魚肉의 乾燥 및 貯藏中의 品質

한 봉 호·이 중 갑<sup>\*2)</sup>·배 태 진부산수산대학 식품공학과, 동원공업전문대학 식품공학과<sup>\*2)</sup>

## Studies on Food Preservation by Controlling Water Activity

## Ⅲ. Quality Changes of Fish Meat during Drying and Storage

Bong-Ho HAN, Jong-Gab LEE<sup>\*2)</sup> and Tae-Jin BAEDepartment of Food Science and Technology, National Fisheries University of Pusan  
Pusan, 608 Korea

A study on the quality changes of fish meat during drying and storage has been carried out with filefish meat. Filefish meat was dried in a forced air dryer at 40 and 55°C for 20 hours with an air velocity of 0.4 m/sec under different conditions of relative air humidities in the range of 10 to 50%. The dried fish meat was stored at 30°C in chambers with constant relative humidities controlled by the use of conditioned air stream passing through the saturated salt solutions. The quality of filefish meat was evaluated with the brown color densities developed by lipid oxidation and Maillard reaction. Changes of viable cell count during drying and storage were also discussed.

The predominant reaction for the brown color developed during the study period was the lipid oxidation. The lipid oxidation rate during drying at constant temperature was appreciably affected by water activities at the drying surfaces of filefish meat during the falling drying rate period. The lipid oxidation rate was the slowest under the condition of the relative air humidity of around 30%.

In samples stored at water activity of 0.33, the lipid oxidation rate was retarded remarkably in comparison with the samples with lower or higher water activities. The addition of 1% table salt, 1.5% D-sorbitol and 6% sucrose slightly lowered the water activity with the slowest lipid oxidation rate. Such additives resulted the increase of the water soluble brown color densities, which seemed due to the increase of mobility of the water soluble substances by the result of the increase of equilibrium water content.

Microflora of the samples immediately after drying consisted of ca. 30% of coccus types, ca. 65% of rod types and ca. 5% of molds and yeasts. During the storage of the samples with a water activity of 0.76, the ratio of the coccus types to the total microflora was increased remarkably while that of the Gram negative non-spore rod types was decreased. The ratios of the Gram positive rod types, molds and yeasts during the storage were nearly constant.

\*1) 本 研究는 1982年度 文敎部 學術研究助成費로 이루어진 것임.

\*2) Department of Food Technology, Dongwon Technical Junior College, Pusan, 608 Korea

緒 言

魚肉의 乾燥는 貯藏期間의 연장이 주된 목적으로서, 貯藏中의 品質變化의 방지를 위하여 여러가지 乾燥方法이 利用되고 있다. 近年 우리나라 沿岸에서 많이 漁獲되고 있는 말뚝치는 小型魚의 경우 주로 天日乾燥法에 의하여 乾製品으로 加工되고 있다. 그러나 食味 또는 食品衛生的인 면으로 보아 品質을 改善해야 할 문제점이 많이 있다<sup>1)</sup>.

말뚝치肉의 乾燥와 관련된 研究는 모두가 乾製品 貯藏中의 品質變化要因에 관한 것들이며<sup>2,3)</sup>, 天日乾燥中 또는 그외 方法에 의한 乾燥過程中的 品質變化要因과 乾燥條件에 관한 研究는 전혀 없다. 따라서 本 研究에서는 強制送風式 乾燥中의 品質變化를 乾燥條件에 따라 檢討하고, 가장 좋은 條件에서 乾燥한 乾製말뚝치肉을 다시 水分活性을 달리하여 貯藏하면서 品質變化를 檢討하였다.

材料 및 方法

試料魚 : 말뚝치, *Navodon modestus*, 를 釜山共同魚市場에서 구입, 氷藏한 채로 실험실로 옮겨 즉시 비닐로 이중 포장하여  $-30^{\circ}\text{C}$ 의 凍結庫에 저장하여 두고 실험에 사용하였다.

乾燥 : 解凍한 말뚝치의 普通用을 fillet로 한 후 이를 stainless 容器를 써서  $5 \times 10 \times 0.4 \text{ cm}^3$ 의 평판형으로 만들어 乾燥用試料로 하였다. 試料 여섯 조각(약 150 g)을 일정한 간격으로 stainless 그물 tray에 얹어 乾燥機 중앙에 설치하고 0.4m/sec의 공기가 tray 면에 대하여 수평으로 흐르도록하여 乾燥를 행하였다. 乾燥機로는 前報<sup>4)</sup>에서와 같이, 공기의 溫度, 風速 및 相對濕度가 조절되도록 고안한 強制送風式 乾燥裝置를 이용하였다.

貯藏 : 乾製品 貯藏中의 水分活性과 품질의 관계를 檢討하기 위하여, 飽和鹽溶液으로 一定相對濕度を 유지시키는 Fig. 1과 같은 貯藏庫를 만들어 실험에 사용하였으며, 이용한 飽和鹽溶液은 Table 1과 같다. 말뚝치 乾製品의 표면을 둘러싼 空氣層의 物質傳達에 대한 저항력을 낮추어서 平衡에 이르는 시간을 짧게하기 위하여<sup>5,6)</sup>, 乾製品과 접촉하는 공기는 순환되도록 하였다.

褐變色素量의 測定 : Toyomizu와 Chung<sup>7)</sup>의 방법에 따라 試料 2g을 마개있는 50 ml 삼각플라스크에 넣고 n-Hexane 30 ml를 가하여 24時間 暗所에

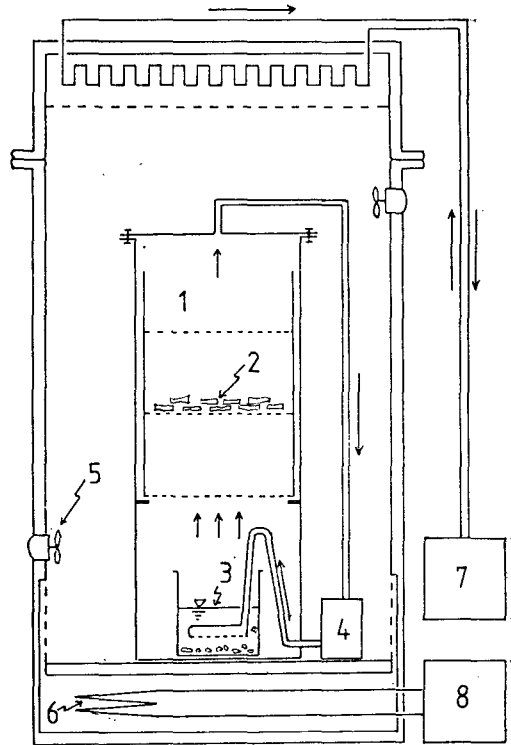


Fig. 1. Schematic illustration of storage chamber with regulation of temperature and relative humidity. 1, sample chamber; 2, sample; 3, saturated salt solution; 4, air circulator; 5, ventilator; 6, electrical heater; 7, circulation cryothermostat; 8, temperature control box.

Table 1. Saturated salt solutions to control water activities

water activity	salt solution
0.12	LiCl
0.20	CH <sub>3</sub> COOK
0.33	MgCl <sub>2</sub>
0.47	KCNS
0.54	Mg(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>
0.66	NaNO <sub>2</sub>
0.76	NaCl

서 추출한 후 여과지(whatman No. 41)로써 여과하였다. 잔사에 chloroform-methanol(2 : 1 v/v) 溶液 30 ml를 가하여 30分間 교반, 추출한 다음 여과하였으며, 여액의 460 nm에서의 吸光度를 乾物基準量으로 환산, 脂溶性褐變色素量으로 하였다. 다시

그 잔사에 蒸溜水 50ml 를 가하여 5°C 에서 48 時間 추출, 여과하고 여액의 460 nm 에서의 吸光度를 乾物基準量으로 환산하여 水溶性褐變色素量으로 하였다.

TBA 價의 測定: Tarladgis et al.<sup>8)</sup>의 水蒸氣蒸溜法으로 행하였다. 試料 2g 을 500 ml kjeldahl flask 에 담고 蒸溜水 97.5 ml, 염산溶液(conc. HCl: H<sub>2</sub>O = 1: 2 v/v) 2.5 ml, silicone oil 한방울을 가하였다. Kjeldahl flask 에 냉각기를 연결시키고 증류하여 蒸溜液을 정확하게 50 ml 취하여 여과시켰으며, 여액 5 ml 를 공전시린판에 반아서 0.02 M TBA 90 % 초산溶液 5 ml 를 가하고 혼합한 후, 끓는 水槽中에서 30 分間 加熱하였다. 室溫에서 20 分間 냉각시키고 531 nm 에서 吸光度를 측정, 乾物基準量으로 환산하여 TBA 價로 나타내었다.

Carbonyl 價의 測定: Henick et al.<sup>9)</sup>의 方法에 따라 시료 5g 에 벤젠 10 ml 를 가하여 24 時間 暗所에 방치, 脂肪을 抽出한 뒤 원심분리(3600 r. p. m., 15 min)한 상정액 5 ml 를 취하였다. 여기에 0.05 % 2,4-dinitrophenyl hydrazine 벤젠溶液 5 ml 와 4.3 % trichloro acetic acid 벤젠溶液 3 ml 씩을 정확히

가한 후 60°C 水槽에서 30 分間 加溫하고 이어서 室溫에서 방냉시켰다. 이 溶液에 4 % KOH ethanol 溶液 10 ml 를 가하여 發色시킨 다음 440 nm 에서 吸光度를 測定하여 carbonyl 價를 계산하였다.

微生物의 濃度測定 및 分類: 試料 일정량을 無菌의으로 取하여 生理食鹽水로써 均質化시켜 源液으로 하였고, 標準寒天平板法<sup>10)</sup>에 따라 20 °C<sup>11)</sup>에서 72 時間, 35 °C에서 48 時間 培養한 후 微生物의 濃度を 測定하였다. 分類는 Harrigan and McCane<sup>12)</sup>의 方法에 따라 행하였으며, 孢子形成如否는 試料를 80°C 에서 10 分間 加熱處理한 다음 Nutrient agar 에서 培養하여 判定하였다.

### 結果 및 考察

乾燥中の 褐變과 相對濕度: 溫도와 風速이 일정하고, 乾燥表面과 접촉하는 공기의 相對濕도가 다를 때의 말리지肉의 褐變色素量의 乾燥時間에 따른 變化를 Fig. 2 와 Fig. 3 에 나타내었다. 吸光度로 보아 명확한 차이를 밝히기는 어려우나, 脂溶性褐變色素量의 增加를 脂溶性和 水溶性의 전체 褐變色素量의

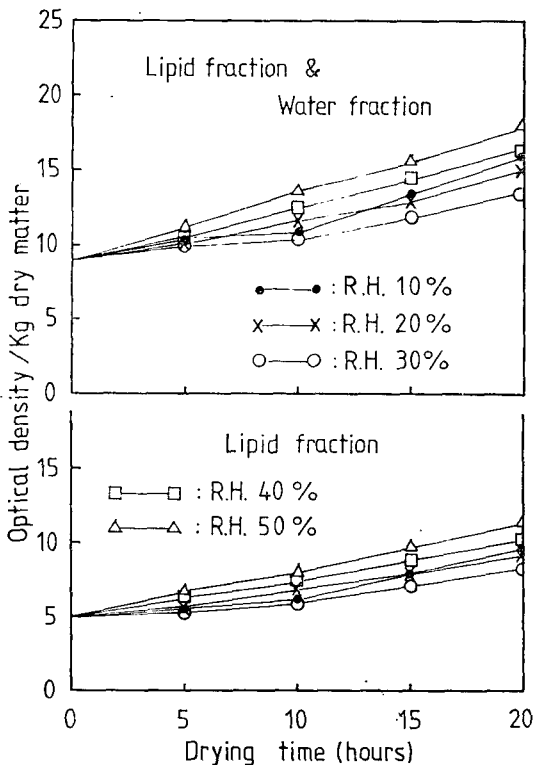


Fig. 2. Brown color densities developed during the drying of filefish meat at 40°C.

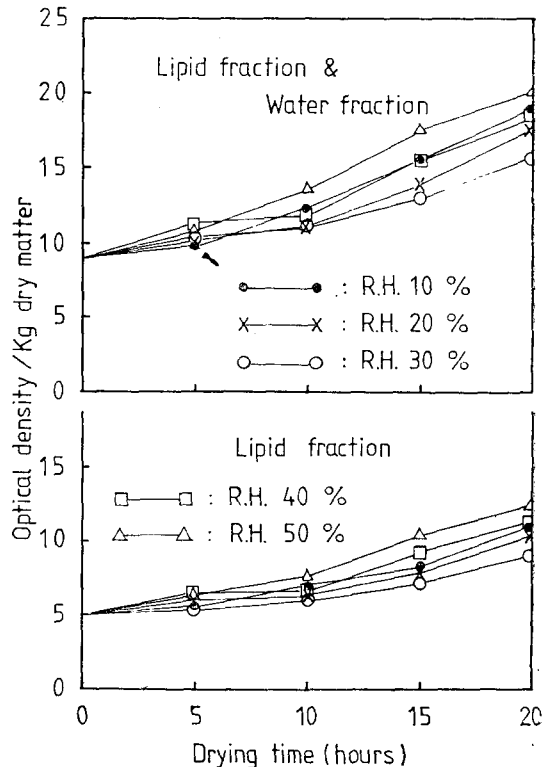


Fig. 3. Brown color densities developed during the drying of filefish meat at 55°C.

증가와 비교하였을 때, 증가폭에 큰 차이가 없었다.

따라서 乾燥中에는 脂肪酸化와 Maillard 反應이 同時에 일어나지만, 褐變色素量의 增加에는 脂肪酸化가 더 깊이 관여하는 듯 하였다. 이는 말퀴치肉의 年平均 脂肪含量이 0.53%, 糖含量이 0.46%라는 報告<sup>13)</sup>로도 미루어 짐작되는 결과 였다.

乾燥時間과 相對濕度の 關係를 보면, 乾燥時間이 길어짐에 따라서 空氣의 相對濕度가 褐變에 영향을 크게 미침을 확인할 수 있었다. 前報<sup>4)</sup>에서는 말퀴치肉의 乾燥過程을 乾燥表面이 水分活性 1.0을 유지하는 동안의 定速乾燥期, 空氣의 相對濕度の 영향을 받는 第1減速乾燥期(不飽和表面乾燥期), 그리고 최종 단계를 空氣의 相對濕도와는 無關係한 第2減速乾燥期로 구분하였다. 第2減速乾燥期는 全體乾燥過程의 대부분을 차지하며, 이 때의 乾燥速度는 말퀴치肉 內部水分의 擴散速度에 의해서만 지배되며 그 擴散速度는 溫度에 의해서만 좌우된다. 그러나 褐變의 경우는 乾燥速度와는 달라서, 말퀴치肉 내부에서의 褐變은 溫度가 일정하면 同一한 速度로 反應이 진행 되겠으나, 乾燥表面에서는 접촉하는 空氣의 相對濕

度에 따라 서로 다른 褐變反應速度를 나타낼 것으로 생각할 수 있다. 이는 水分活性이 서로 다를 때의 脂肪酸化速度의 차이를 지적한 Labuza<sup>14)</sup> 및 Rockland and Nishi<sup>15)</sup>의 報告에서도 확신할 수 있었다. 따라서 Fig.2 및 Fig.3에서와 같이 溫度가 일정하더라도 乾燥時間이 길어짐에 따라서 褐變程度에 차이가 생기는 것은 第2減速乾燥期 동안의 말퀴치肉 乾燥表面에서의 脂肪酸化速度差異가 주된 원인이며, 乾燥表面에서의 脂肪酸化速度가 空氣의 相對濕度の 영향을 받기 때문으로 생각되었다.

乾燥表面에서의 褐變程度差異를 보면, 空氣의 相對濕도가 10%, 40%, 50%일 때가 20%, 30%일 때 보다 褐變이 심하였다. 말퀴치肉의 單分子層 水分活性이 0.2 부근이라는 Han *et al.*<sup>6)</sup>의 報告, 單分子層과 多分子層水分含量의 경계 水分活性에서 脂肪酸化速度가 가장 늦다는 Labuza<sup>14)</sup>의 報告 및 水分活性 0.2~0.4 부근에서 脂肪酸化速度가 늦다는 Rockland and Nishi<sup>15)</sup>의 지적 등으로 미루어 보아서, 말퀴치肉 乾燥中의 주된 褐變原因인 脂肪酸化가 空氣의 相對濕도가 20~30%일 때 가장 적게 일어난 것은 당

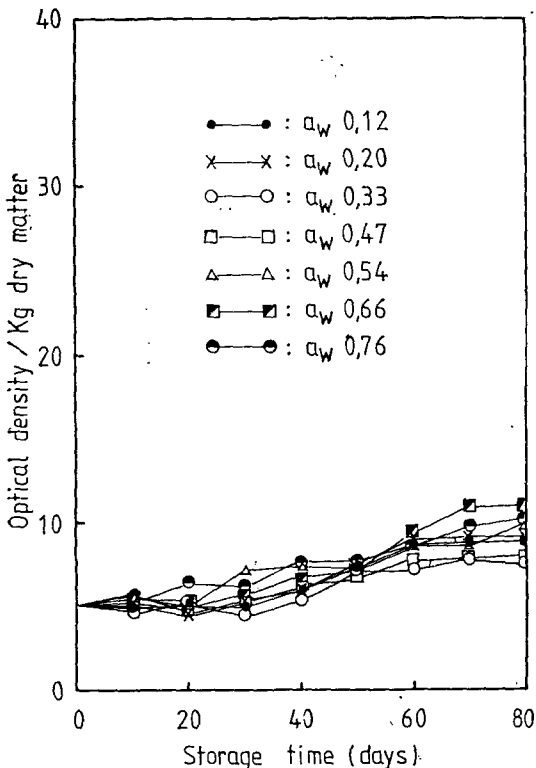


Fig. 4. Brown color densities developed by Maillard reaction during the storage of dried filefish meat at 30°C.

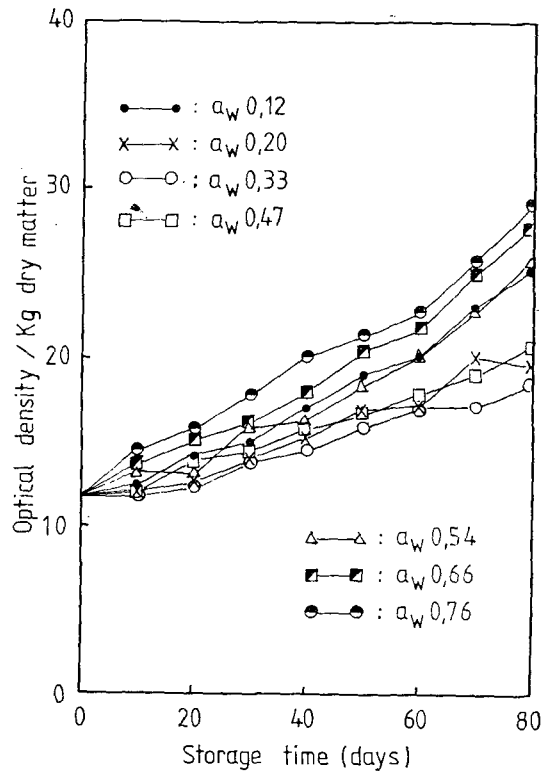


Fig. 5. Brown color densities developed by lipid oxidation during the storage of dried filefish meat at 30°C.

연하였다. 그러나 Loncin<sup>16)</sup>의 지적과 같이 相對濕度 30%일 때가 다소 褐變이 늦은 것 같았다.

貯藏中の 褐變과 水分活性: 溫度 55°C, 空氣의 相對濕度 30%의 條件에서 20時間 乾燥한 말쥐치肉을 30°C에서 Fig. 1의 裝置에 貯藏하였을 때의 水分活性和 褐變의 關係를 Fig. 4와 Fig. 5에 나타내었다. 장기간 貯藏中에도 水溶性褐變色素量의 變化는 적으나, 脂溶性褐變色素量의 增加가 심한 것은 역시 Maillard 反應보다는 脂肪酸化가 貯藏中の 말쥐치肉의 褐變의 주된 原因임을 의미하였다. Byun et al.<sup>17)</sup>이 갯장어를 55°C에서 熱風乾燥하였을 때 相當量의 아미노酸이 乾燥中에 不用化하였다고한 報告에 미루어 보아서도 同一한 結果를 생각할 수 있었다. 또 水産加工品の 褐變은 주로 脂肪酸化에 그 原因이 있다는 Fujimoto et al.<sup>18)</sup>의 報告와도 一致하는 結果였다.

貯藏中の 水分活性和 脂肪酸化의 關係를 보면, 水分活性 0.12에서 보다는 0.20에서 脂肪酸化가 적었고 0.33에서 가장 적었다. 水分活性 0.47이상에서는 水分活性이 높을 수록 脂肪酸化가 심하였다. You

and Lee<sup>2)</sup>도 乾魚肉을 일정한 溫度에서 貯藏하였을 때 水分活性 0.44~0.75의 범위에서는 水分活性的 높을수록 脂肪酸化가 심해짐을 報告한 바 있다.

Fig. 6과 Fig. 7에는 말쥐치肉 貯藏中の TBA 및 carbonyl價의 變化를 나타내었다.

TBA 價의 變化를 보면 貯藏初期의 脂肪酸化가 水分活性 0.33에서 다소 지연되는 듯 하였으나, 貯藏期間이 길어짐에 따라 水分活性 0.20, 0.33 및 0.47에서 거의 비슷한 程度의 脂肪酸化를 확인할 수 있었다. Carbonyl 價의 變化에서는 TBA 價와는 다소 양상이 달랐으나, 水分活性 0.33을 基準으로 그보다 水分活性이 낮아지거나, 높아질수록 脂肪酸化가 심함을 알 수 있었다. 따라서 脂肪酸化는 水分活性이 單分子層水分含量의 水分活性보다는 다소 높은 0.3 부근에서 가장 느린 것으로 생각되었다.

乾燥用 말쥐치肉 1kg當 食鹽 10g, monosodium glutamate 10g, sucrose 60g 및 D-sorbitol 15g을 混合한 후, 乾燥溫度 55°C, 相對濕度 30%의 條件에서 20時間 乾燥한 말쥐치肉을 30°C에서 貯藏하였을 때의 脂溶性 및 水溶性褐變色素量의 變化를 Fig.

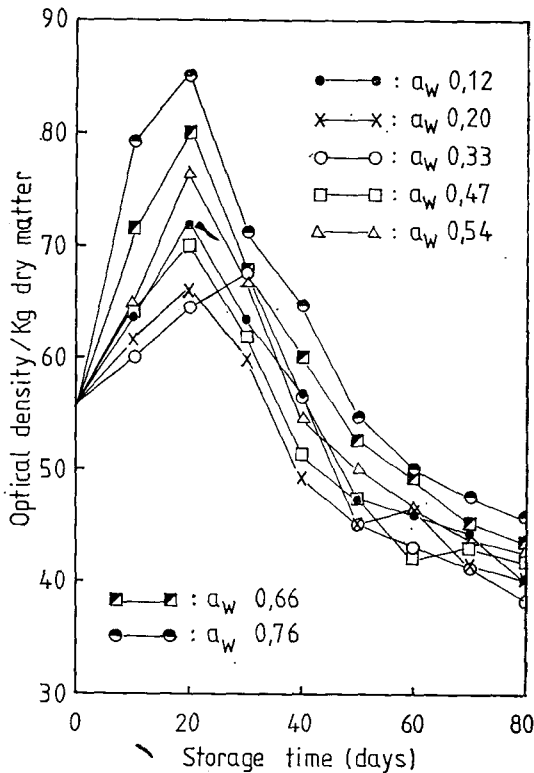


Fig. 6. Changes of thiobarbituric acid value of dried filefish meat stored at 30°C.

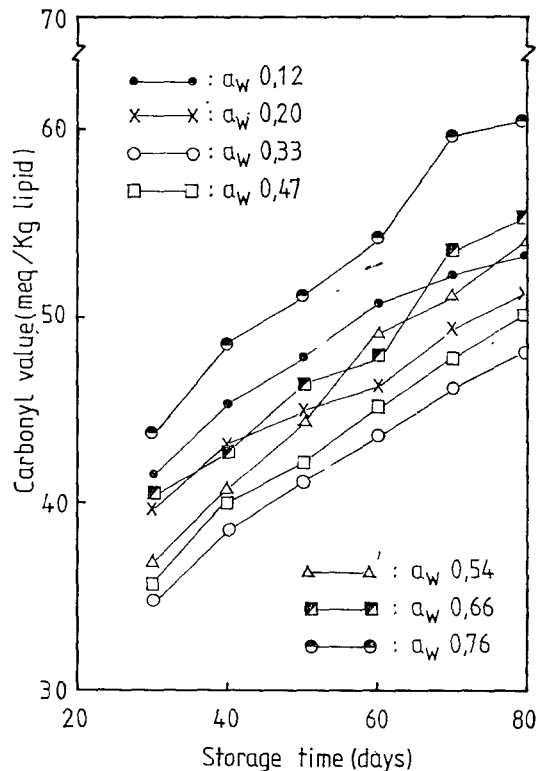


Fig. 7. Changes of carbonyl value of dried filefish meat stored at 30°C.

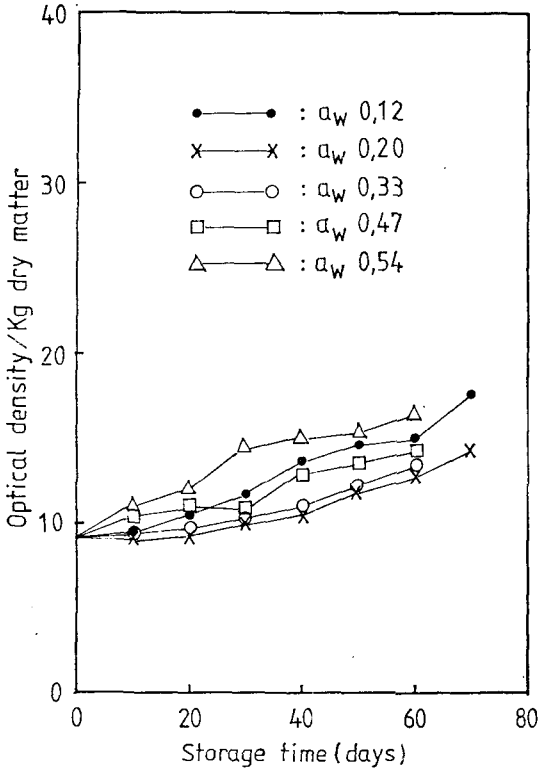


Fig. 8. Brown color densities developed by lipid oxidation of seasoned and dried filefish meat stored at 30°C.

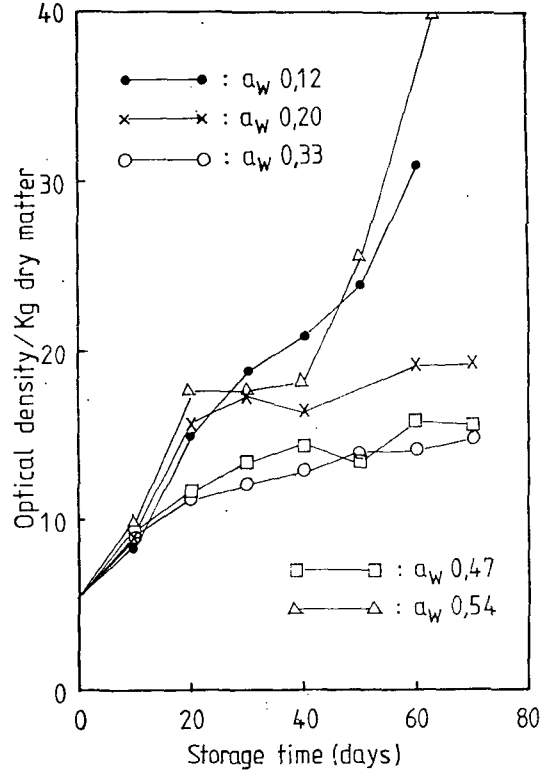


Fig. 9. Brown color densities developed by water soluble substances of seasoned and dried filefish meat stored at 30°C.

8과 Fig. 9에 나타내었다. 水分活性 0.12~0.54의 범위에서 전체적인 脂溶性褐變色素量의 增加程度는 食鹽, D-sorbitol 및 sucrose 등을 添加하지 않았을 때 (Fig. 5)와 比較하여 큰 差異가 없었다. 水分活性 0.20과 0.33에서 거의 같은 程度의 脂溶性褐變色素의 形成을 보이고 있으나 0.20에서 다소 그 量이 적은듯 한 것은 食鹽, D-sorbitol, sucrose와 같은 溶質의 吸濕性때문에 添加物을 添加하지 않은 것과 比較할 때 同一水分活性에서도 平衡水分含量이 다소 많아졌기 때문으로 생각되었다. 그리고 Fig. 10에서는 水分活性 0.33에서 初期脂肪酸化가 다소 지연됨을 확인할 수 있었다.

水溶性褐變色素量은 예상과는 달리 貯藏中에 상당한 增加를 보였다. 添加物中 D-sorbitol은 carbonyl基나 還元性 OH基를 가지고 있지 않으므로 직접 水溶性褐變色素의 形成에 關한 것으로 생각하기는 힘들다. 또한 말린 魚肉에 添加한 D-sorbitol이 aldose reductase 또는 L-iditol dehydrogenase의 작용하에 glucose 또는 fructose로 變하여서<sup>19)</sup> Maill-

ard 反應에 關여하였다고 추측하기도 어렵다. Sucrose도 非還元性糖으로서 직접 水溶性褐變色素의 形成에 關한 것으로 생각할 수는 없으나, Schoebel et al.<sup>20)</sup>, Troller and Christian<sup>21)</sup>의 지적과 같이 sucrose가 加水分解에 의하여 還元糖을 生成하고 이 還元糖이 褐變反應에 關여하였을 가능성은 생각할 수 있다. 그러나 55°C에서의 乾燥中 魚肉中の 相當量의 아미노酸이 不用化한다는 Byun et al.<sup>17)</sup>의 報告로 미루어 보아 Fig. 9에서와 같이 多量의 水溶性褐變色素가 Maillard 反應에 의하여서만 形成되었다고 생각하기는 어렵다. 食鹽, sucrose, D-sorbitol의 添加로 滲透壓이 上昇하고 그 結果 乾燥말린 魚肉의 水分活性이 낮아지지만, 一定相對濕度下에 貯藏하였으므로 添加物이 없을 때보다 平衡水分含量이 높아질 수는 있다. 그러므로 Fig. 9의 結果는 Maillard 反應에 關여할 수 있는 物質의 移動性 (mobility)增加에 基因한 것으로 추측되어 주목을 끌었다.

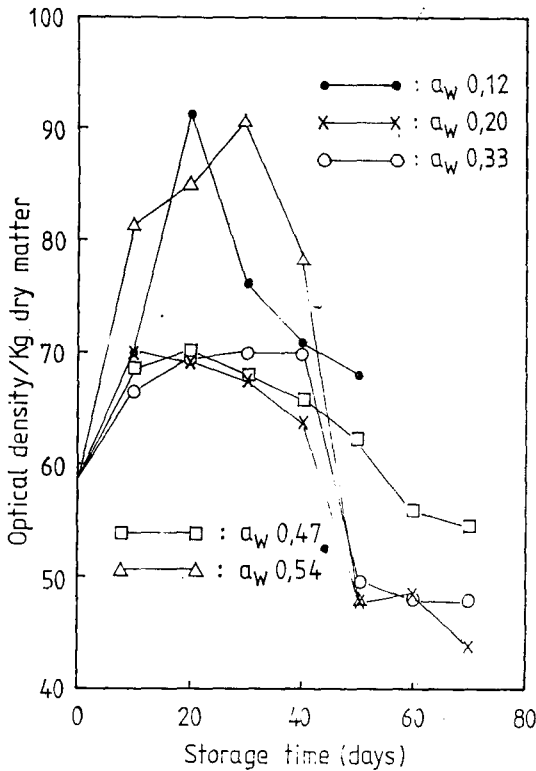


Fig. 10 Changes of thiobarbituric acid value of seasoned and dried filefish meat stored at 30°C

乾燥 및 貯藏中의 微生物: 水分活性 0.6이하의 乾燥食品에서는 微生物의 生育이 문제가 되지 않는다<sup>22)</sup>. 그러나 乾燥말퀴치肉의 경우, 非包裝 또는 非衛生的 包裝狀態로 유통, 貯藏되는 過程에서의 吸濕으로 인한 水分活性의 上昇은 製品表面에서의 微生物의 生育可能性을 의미한다. 따라서 乾燥말퀴치肉을 Fig. 1의 裝置에 貯藏하되 溫度를 30°C, 水分活性은 IMF(Intermediate moisture food)의 범위인 0.6~0.9<sup>22)</sup>, 0.7~0.9<sup>23)</sup>의 中間程度인 0.76으로하고 非包裝狀態로 空氣가 순환되는 조건에서 貯藏하였다. 그 때의 生菌數의 變化를 Table 2에, 微生物의 組成을 Table 3에 나타내었다. 生試料의 경우 食鹽, sucrose, D-sorbitol을 添加한 것이 添加하지 않은 것보다 微生物의 汚染이 심하였으며, 이는 添加物 混入過程의 差異로 생각되었다. 乾燥前에 비하여 乾燥後에 微生物의 濃度가 急増한 것은, 乾燥後의 試料의 무게가 乾燥前의 20.7%程度로 減少함으로서 微生物의 濃度가 g當 5倍程度로 濃縮되는 理由外에 乾燥方法이 強制送風式이었으므로 當然한 結果였다. 培養溫度 20°C와 35°C에서의 微生物의 濃度에 差異가 없는 것은 腐敗性 低溫微生物에 의한 汚染이 적었던 것으로 생각되었다. 食鹽, sucrose, D-sorbitol을 添加한 것과 그렇지 않은 것의 微生物濃度가 貯藏中에 큰 差異를 보이지 않는 것은, 添加物을 添加

Table 2. Viable cell count of dried filefish meat with a water activity of 0.76 stored at 33°C (count/g)

Incubation temperature	raw fish	after drying	storage time(days)		
			20	40	60
35°C					
without additives	6.7×10 <sup>4</sup>	8.6×10 <sup>7</sup>	1.5×10 <sup>8</sup>	2.1×10 <sup>8</sup>	5.9×10 <sup>7</sup>
with additives	1.0×10 <sup>6</sup>	1.2×10 <sup>8</sup>	1.4×10 <sup>8</sup>	2.4×10 <sup>8</sup>	2.5×10 <sup>6</sup>
20°C					
without additives	7.9×10 <sup>4</sup>	8.1×10 <sup>7</sup>	1.4×10 <sup>8</sup>	1.6×10 <sup>8</sup>	6.8×10 <sup>7</sup>
with additives	6.7×10 <sup>6</sup>	1.3×10 <sup>8</sup>	1.2×10 <sup>8</sup>	2.1×10 <sup>8</sup>	2.6×10 <sup>6</sup>

Additives : 1% table salt, 1.5%D-sorbitol, 6% sucrose and 1% monosodium glutamate

Table 3. Ratio of microflora of dried filefish meat with a water activity of 0.76 stored at 30°C (described in %)

Microflora	raw fish	after drying	storage time(days)			predominant strain
			20	40	60	
coccus type	11	32	60	57	65	<i>Micrococcus</i>
rod type						
Gram neg. non-spore	54	42	14	17	5	<i>Achromobacter</i>
Gram pos. non-spore	15	10	6	7	8	<i>Corynebacterium</i>
spore former	12	11	13	13	15	<i>Bacillus</i>
others	8	5	7	6	7	yeast & mold

하였더라도 乾製品을 水分活性 0.76에서 貯藏하였으므로 滲透壓의 增加에 따른 水分活性의 減少가 없었기 때문에 생각되었다.

貯藏中에는 40日째까지는 微生物의 濃도가 일정하였으나, 貯藏 60日째에 다소 減少하기 시작하였다. 이는 Shewan<sup>24, 25)</sup>이 熱風乾燥한 청어를 溫濕도가 調節되는 狀態로 貯藏하였을 때, 70日까지는 微生物濃도가 10<sup>8</sup>/g을 維持하다가 그 후 서서히 減少하였다는 報告와 비교하여 貯藏期間에는 差異가 있으나 유사한 경향을 보였다.

Sucrose, 食鹽, D-sorbitol을 添加하지 않은 말쥐치肉 乾製品을 貯藏하였을 때의 微生物群의 組成變化를 Table 3에 나타내었다. 乾燥前後와 貯藏中에 製品의 전체 微生物中의 濃도가 심한 變化를 보인 것은 球菌과 非孢子 Gram 陰性桿菌이었다. 球菌은 生試料에서 전체 微生物의 11%, 乾燥後에는 32%, 그리고 貯藏中에는 60~65%를 차지하였다. 이는 乾燥方法이 強制送風式이었고 乾製品을 공기가 순환되는 容器內에 貯藏하였기 때문으로서, 吸濕이 심할 경우 腐敗可能性이 있을 것으로 생각되었다. 非孢子 Gram 陰性桿菌의 전체에 대한 比重이 貯藏中에 減少하는 것은 주된 *Achromobacter* [屬이 공기중에 그리 많지 않기 때문에] 생각되었다.

## 要 約

말쥐치肉을 試料로하여, 乾燥中과 乾魚肉 貯藏中의 褐變과 微生物組成의 變化를 檢討한 結果를 要約하면 다음과 같다.

40°C, 50°C에서의 強制送風式乾燥中에는 脂肪酸化가 Maillard反應보다 褐變色素物質의 形成에 다소 깊어 관련하였다.

乾燥中의 脂肪酸化는 減速乾燥期에서의 말쥐치 乾燥表面의 水分活性에 영향을 받아서, 공기의 相對濕도가 30%일 때 脂肪酸化가 가장 늦었고, 相對濕도가 20%, 10%로 낮아지거나 40%, 50%로 높아질수록 脂肪酸化가 촉진되었다.

乾製品을 30°C에 貯藏하였을 때에도 褐變色素物質의 形成에는 脂肪酸化가 Maillard 反應보다 다소 깊어 관련하였다. 水分活性 0.12~0.76의 범위에서 脂肪酸化가 가장 늦었던 것은 水分活性 0.33부근이었다.

6%의 sucrose, 1.5%의 D-sorbitol을 添加하였던 乾魚肉을 30°C에 貯藏하였을 때 脂肪酸化가 가장 늦

은 水分活性은 0.33보다 다소 낮아졌으며, 平衡水分含量的 增加에 따른 移動性(mobility)의 增大로 인한 水溶性褐變色素物質의 增加를 초래하였다.

乾燥直後の 말쥐치肉의 微生物組成은 球菌 30%, 桿菌 65%, 곰팡이와 酵母가 5%程度였다. 貯藏中에는 전체 微生物中 球菌이 차지하는 比率이 增加하였고, 非孢子 Gram 陰性桿菌은 減少하였으며, 非孢子 Gram 陽性菌과 孢子形成菌 및 곰팡이, 酵母가 차지하는 比率은 거의 一定하였다.

## 參 考 文 獻

1. Lee, E.H., T. Ohshima, S. Wada and C. Koizumi. 1982. Preparation and keeping quality of vacuum-packed and seasoned-dried filefish products. Bull. Korean Fish. Soc., 15, 99-106.
2. You, B.J. and K.H. Lee. 1982. Kinetics of lipid oxidation in dried fish meat stored under different conditions of water activity and temperature. Bull. Korean Fish. Soc., 15, 83-93.
3. Lee, K.H., D.S. Song, B.J. You and M. N. Kim. 1982. Changes in available lysine and extractable nitrogen, and extent of browning during the storage of dried fish meat. Bull. Korean Fish. Soc., 15, 271-282.
4. Han, B.H., S.I. Choi, J.G. Lee, T.J. Bae and H.G. Park. 1982. Studies on food preservation by controlling water activity. II. Dehydration mechanism and water activity of filefish muscle. Korean J. Food Sci. & Technol., 14, 342-349.
5. Multon, J.L., B. Savet and H. Bizot. 1980. A fast method for measuring the activity of water in foods. Lebensm.-Wiss. u.-Technol., 13, 271-273.
6. Han, B.H. and S.I. Choi. 1981. Studies on food preservation by controlling water activity. I. Measurement of sorption isotherm of dried filefish muscle by equilibration in dynamic stream of conditioned air. Bull. Korean Fish. Soc., 14, 189-193.



7. Toyomizu, M. and C.Y. Chung. 1968. Studies on discoloration of fishery products. -V. Mechanism of rusting in amino acid-reducing sugar-lipid system. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish., 34, 857-862.
8. Tarladgis, B.G., B.M. Watts and M.J. Younathan. 1960. A distillation method for the quantitative determination of malonaldehyde in rancid food. J. Am. Oil Chem. Soc., 37, 44-48.
9. Henick, A.S., M.F. Benca and J.H. Mitchell Jr.. 1954. Estimating carbonyl compounds in rancid fats and foods. J. Am. Oil Chem. Soc., 31, 88.
10. A.P.H.A., 1976. Compendium of methods for the microbiological examination, p.568. Am. Pub. Health Assoc. Inc., New York.
11. Morita, R.Y. 1975. Psychrophilic bacteria. Bacteriol. Rev., 39, 144-167.
12. Harrigan, W.F. and M.E. McCane. 1976. Laboratory methods in food and dairy microbiology, p.11, 21 and 52. Academic Press. London·New York·San Francisco.
13. Kang, S.K. and W.J. Kim. 1981. Studies on biochemical characteristics of filefish, *Catherine modestus*. 1. Changes of general components for one year. Bull. Korean Fish. Soc., 14, 43-46.
14. Labuza, T.P. 1975. Oxidative changes in foods at low and intermediate moisture levels. In "Water relations of foods(ed. Duckworth, R.B.)", p.462. Academic Press. London·New York·San Francisco.
15. Rockland, L.B. and S.K. Nishi. 1980. Influence of water activity on food product quality and stability. Food Technol., 34, 42-51.
16. Loncin, M. 1968. Die Grundlagen der Verfahrenstechnik in der Lebensmittelindustrie, p.609. Verlag Sauerländer Aarau u. Frankfurt am Main.
17. Byun, D.S., Y.O. Song and J.H. Pyeun. 1978. Change in available lysine and lipid oxidized products during the storage of dried sea eel, *Muraesox cinereus*. Korean J. Food Sci. & Technol., 10, 387-393.
18. Fujimoto, K., M. Maruyama and T. Kaneda. 1968. Studies on the brown discoloration of fish products. I. Factors affecting the discoloration. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish., 34, 519-523.
19. 新村壽夫. 1979. 食品添加物の生化学と安全性. p.134. 地人書館. 東京
20. Schoebel, T., S.R. Tannenbaum and T.P. Labuza. 1969. Reaction at limited water concentration. 1. Sucrose hydrolysis. J. Food Sci., 34, 324-329.
21. Troller, J.A. and J.H.B. Christian. 1978. Water Activity and Food. p.61. Academic Press. New York·San Francisco·London.
22. Weisser, H., R. Bürkle and M. Loncin. 1978. Messen von Sorptionsisothermen bei höheren Temperaturen. Zeitschr. Lebensmittel. Technol. u. Verfahr. techn., 29, 310-314.
23. Karel, M., O.R. Fennema and D.B. Lund. 1975. Principles of food science. Part II. Physical principles of food preservation. p.350. Marcel Dekker. New York and Basel.
24. Shewan, J.M. 1945. The bacteriology of dehydrated fish. I. Qualitative and quantitative studies of the drying process. J. Hyg., Camb., 44, 193-209.
25. Shewan, J.M. 1953. The bacteriology of dehydrated fish. II. The effect of storage conditions on the bacterial flora. J. Hyg. Camb., 3 347-358.