

魚肉乾燥中 變色에 미치는 相對濕度の 影響

최수일 · 김병삼 · 한봉호

동원공업전문대학 식품공업과 · 부산수산대학 식품공학과

Influence of Relative Air Humidity on the Color Change of Fish Meat during Drying

Soo Il CHOI

Department of Food Technology, Dongwon Technical Junior College
Namgu, Pusan, 608 Korea

Byeong Sam KIM and Bong Ho HAN

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

A study on the color changes of fish meat during drying was conducted using fishes with different lipid contents, such as Alaska pollack as lean fish, conger eel as white fleshed fatty fish, and sardine as dark fleshed fatty fish. The fish meat was dried in a forced air dryer for 20 hours at 40, 55 and 70°C. The air velocity was 0.4 m/sec and the relative humidity of air was controlled to a constant value in the range of 10 to 50%. The color changes were evaluated with the brown color densities developed by lipid oxidation and Maillard reaction.

The predominant reaction for the brown color developed during drying was lipid oxidation. The more the lipid content of fish and the higher the drying temperature were, the more violent the oxidative reaction of lipid was.

The rate of lipid oxidation during drying at 40 and 55°C was affected by the relative humidity of air and was the slowest around 30%. But no remarkable influence of relative humidity on the rate of lipid oxidation could be confirmed during drying at 70°C. It seemed that the rate of lipid oxidation at higher temperature was more sensitive to the temperature than the relative humidity of air.

Maillard reaction showed not so significant influence on the color changes of fish meat during drying. The rate of reaction was increased with increasing relative humidity of air in the range of 10 to 50%.

緒 言

食品의 乾燥는 蒸氣壓差를 이용하여 水分을 除去, 食品의 水分活性을 낮춤으로서 貯藏性을 부여하는 加工方法이다. 蒸氣壓差를 크게, 즉 乾燥速度를 높이기 위하여서는 乾燥溫度를 높이는 方法이 있으나, 溫度가 높아질수록 食品成分의 파괴 또는 成分間의 反應速度가 빨라지며 그 결과 바람직하지 못한 品質變化를 초래할 수 있다.

魚肉의 乾燥와 乾製品의 品質에 관한 研究로는 乾燥中의 核酸關聯物質^{1,2)} 및 Amine類³⁾의 變化, 有效性 lysine의 變化와 脂肪酸化⁴⁾ 등이 있으며, 乾魚肉貯藏中의 變色의 主된 原因은 脂肪酸化와 非酵素的 褐變⁵⁾으로 알려져 있다.

魚肉乾燥中의 變色에 관한 研究로는 乾燥前後의 有效性 lysine 含量과 脂肪酸化를 比較한 Byun et al.⁴⁾의 報告와, 乾燥過程中의 褐變色素量을 測定한 Han et al.⁷⁾의 報告의에는 찾아보기 힘들다. 따라

서 本 研究에서는 乾燥速度를 빠르게하기 위하여 乾燥溫度를 높이거나 空氣의 相對濕度를 낮추는 등의 方法이 乾燥過程中的 魚肉의 變色程度에 미치는 影響을 小脂 白色肉魚, 多脂 白色肉魚 및 多脂 赤色肉魚를 試料魚로하여 檢討하였다.

材料 및 方法

試料魚: 小脂 白色肉魚인 명태, *Theragra chalcogramma*, 多脂 白色肉魚인 붕장어, *Astroconger myriaster*, 多脂 赤色肉魚인 정어리, *Sardinops melanosticta* 를 釜山市 忠武洞 所在 眞榮水産(株)에서 冷凍된 채로 구입, 실험실로 옮겨 비닐로 二重包裝하여 -30°C 의 凍結庫에 저장하여 두고 실험에 사용하였다.

乾燥: 解凍한 後의 試料魚肉 fillet를 $5 \times 10 \times 0.4 \text{ cm}^3$ 의 평판형으로 만들고, Han *et al.*⁸⁾의 方法과 같이 空氣의 溫度, 風速 및 相對濕度가 조절되는 強制送風式 乾燥裝置를 써서 乾燥하였다.

褐變色素量의 測定: Toyomizu와 chung⁹⁾의 方法에 따라 잘 마쇄한 試料 2g을 마개있는 50ml 삼각플라스크에 담고 n-Hexane 30ml를 가하여 暗所에서 24時間 추출한 후 여과지(Whatman No. 41)로써 여과 하였다. 잔사에 Chloroform-methanol(2:1 v/v) 溶液 30 ml 를 가하여 30分間 교반, 추출한 다음 여과하였으며, 여액의 460 nm 에서의 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 50 ml 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.*¹⁰⁾의 水蒸氣蒸溜法으로 행하였다. 잘 마쇄된 試料 2g을 500ml kjeldahl flask 에 담고 蒸溜水 97.5ml, 염산溶液(conc. HCl:H₂O=1:2 v/v) 2.5ml, silicone oil 한방울을 가하였다. Kjeldahl flask 에 냉각기를 연결시키고 蒸溜하여 蒸溜液을 正確하게 50 ml 취하여 여과시켰으며, 여액 5ml 를 공전시험관에 받아서 0.02 M TBA 90% 초산溶液 5ml 를 가하고 混合한 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 測定, 乾物基準量으로 환산하여 TBA 價로 나타내었다.

結果 및 考察

溫度 55°C , 風速 0.4 m/sec 의 條件으로 試料魚를 乾燥하되, 空氣의 相對濕度를 달리하였을 때의 乾燥時間에 따른 褐變色素量의 變化를 Fig. 1, Fig. 2 및 Fig. 3에 나타내었다. 명태, 붕장어 및 정어리의 水溶性 褐變色素量은 그리 큰 變化를 보이지 않았으나, 脂溶性褐變色素量의 變化程度는 脂肪含量이 높은 試料魚일수록 增加가 뚜렷하였다.

脂肪酸化에 미치는 空氣의 相對濕度의 影響을 보면, 乾燥時間이 길어질수록, 脂肪含量이 많은 魚肉일수록 影響이 뚜렷하였다. 명태 및 붕장어肉의 경우는 空氣의 相對濕도가 50%일 때 脂肪酸化가 가장 심하였으나, 相對濕도가 10%, 20%, 30% 및 40% 일 때는 그 差異가 확실하지 않았다. 그러나, 정어리肉의 경우에는 空氣의 相對濕도가 30%일 때 脂肪酸化가 가장 늦었으며, 相對濕도가 30%보다 낮거나 높을수록 脂肪酸化가 촉진되었다. 55°C 에서의 붕장어 乾燥中의 TBA 價의 變化를 Fig. 4에서 보면, 역시 相對濕도 30% 基準으로 相對濕도가 낮아지거나

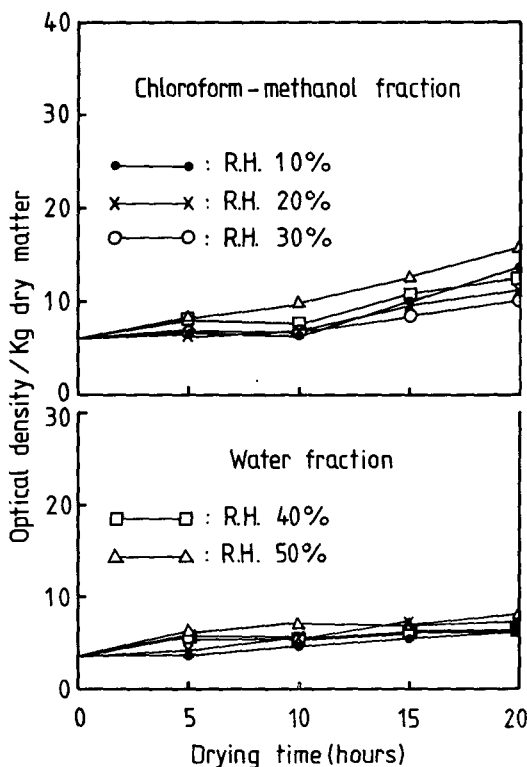


Fig. 1. Brown color densities developed during drying of Alaska pollack meat at 55°C with a air velocity of 0.4 m/sec .

魚肉乾燥中 變色에 미치는 相對濕度의 影響

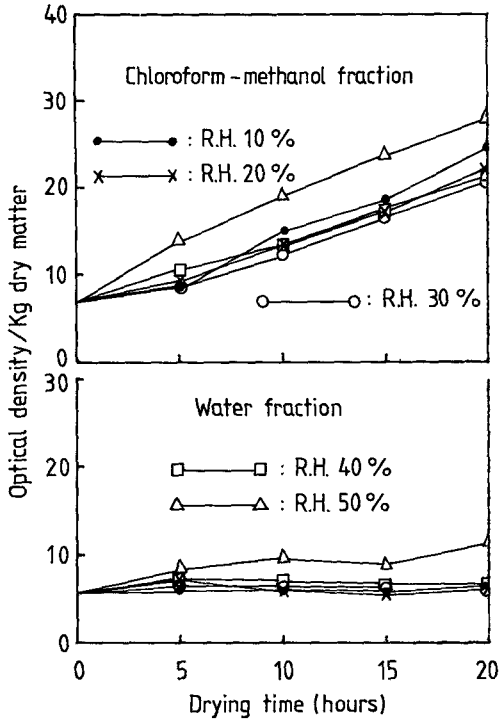


Fig. 2. Brown color densities developed during drying of conger eel meat at 55°C with a air velocity of 0.4 m/sec.

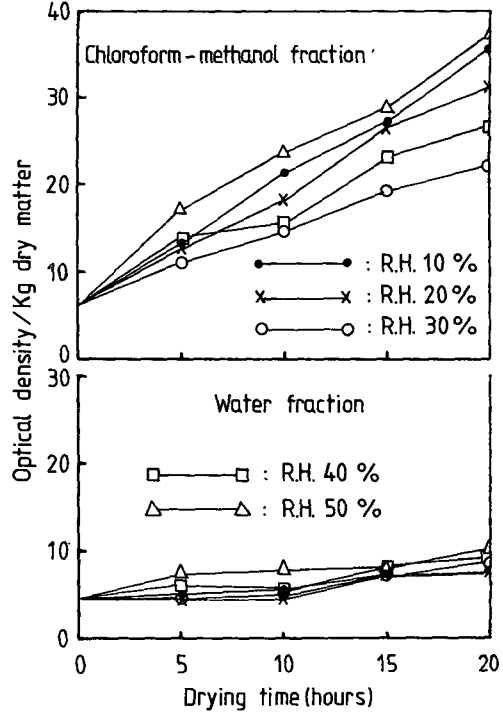


Fig. 3. Brown color densities developed during drying of sardine meat at 55°C with a air velocity of 0.4 m/sec.

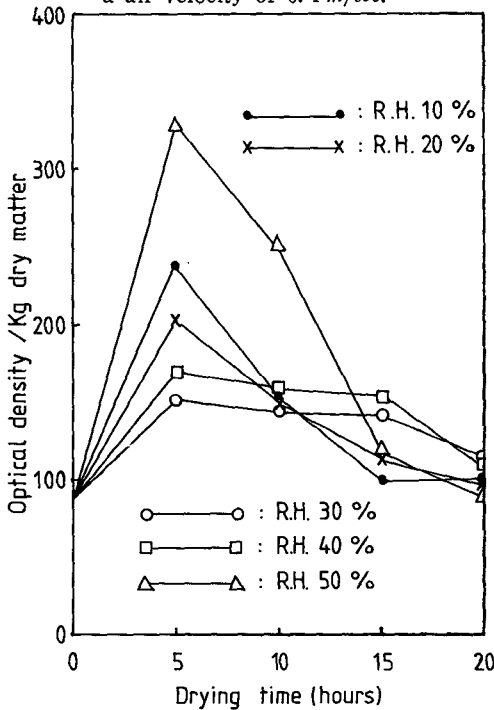


Fig. 4. Brown color densities developed during drying of sardine meat at 70°C with a air velocity of 0.4 m/sec.

높아질수록 脂肪酸化가 심하였으며, 30% 및 40%일 때 脂肪酸化가 지연되었고 30%일 때 가장 늦었다. 이는 平衡相對濕度 30% 程度에서 脂肪酸化가 늦다는 Loncin¹¹⁾의 지적, 水分活性 0.2~0.4의 범위에서 脂肪酸化가 지연된다는 Rockland and Nishi¹²⁾의 지적과 一致하는 結果였다. 또한 Han *et al.*⁷⁾의 報告와 같이, 第2減速乾燥期 동안에 魚肉乾燥表面이 空氣의 相對濕度와 平衡을 維持하려 함으로 結果的으로 水分活性의 差異에 따른 脂肪酸化程度의 差異가 그 原因으로 생각되었다.

脂肪酸化에 미치는 相對濕度 및 溫度의 影響을 同時에 比較하기 위하여, 40°C 및 70°C에서의 붕장어 肉의 乾燥中의 結果를 Fig. 5와 Fig. 6에 나타내었다. 40°C의 경우, 相對濕度 30%일 때가 脂肪酸化가 가장 늦었고, 그보다 낮거나 높은 相對濕度에서 脂肪酸化가 촉진되어서, 55°C에서의 乾燥中의 結果(Fig. 2)와 同一한 結果를 나타내었다. 그러나 70°C에서는 相對濕度에 따른 脂肪酸化程度의 差異를 구분하기가 어려웠으며, 高溫에서의 魚肉의 脂肪酸化는 오히려 溫度에 심한 影響을 받는 것으로 생각되어 주목을 끌었다. 脂肪含量이 가장 많은 정어리肉의 乾

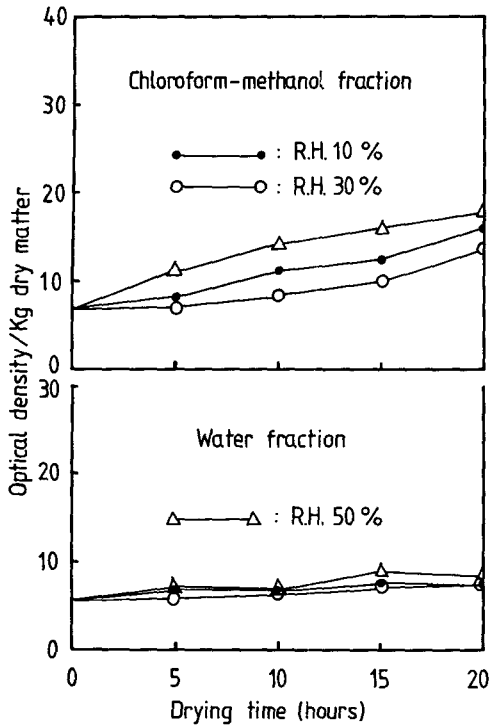


Fig. 5. Brown color densities developed during drying of conger eel meat at 40°C with a air velocity of 0.4 m/sec.

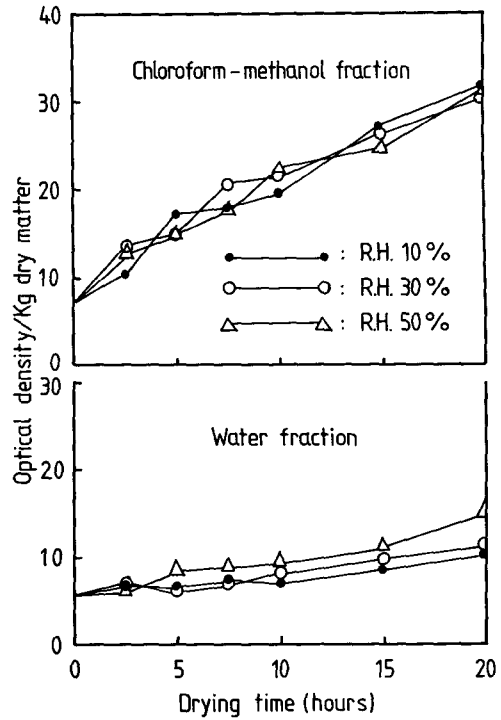


Fig. 6. Brown color densities developed during drying of conger eel meat at 70°C with a air velocity of 0.4 m/sec.

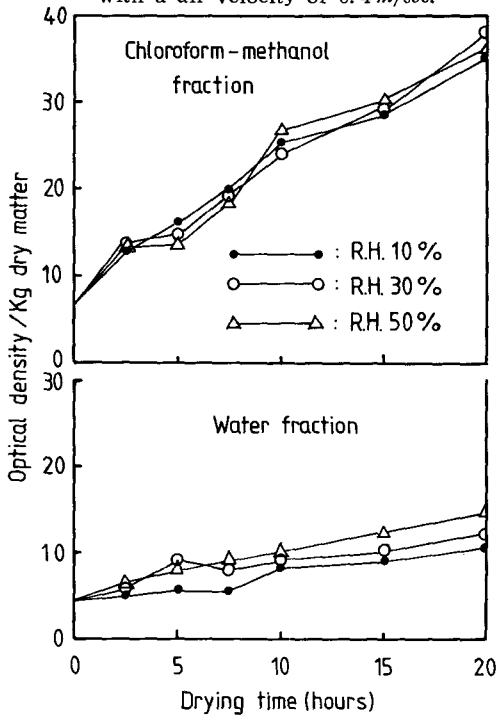


Fig. 7. Brown color densities developed during drying of sardine meat at 70°C with a air velocity of 0.4 m/sec.

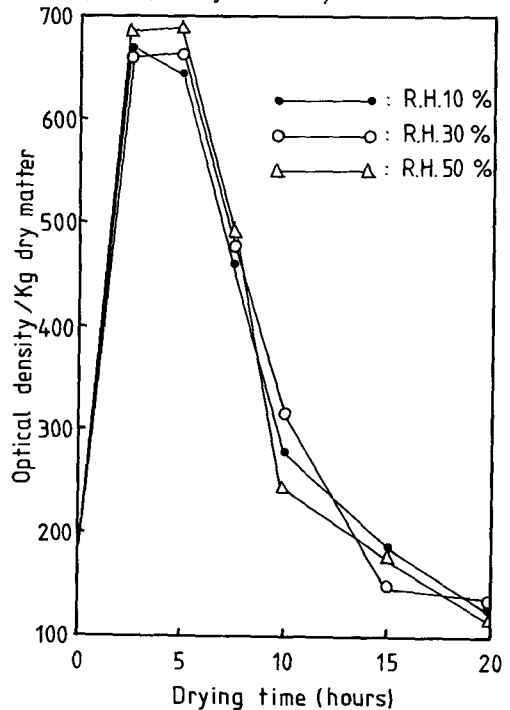


Fig. 8. Changes of tiobarbituric acid values of conger eel meat during drying at 70°C with a air velocity of 0.4 m/sec.

燥中에도 同一한 結果(Fig. 7)를 얻을 수 있었으며, 봉장어肉 乾燥中의 TBA價의 變化에서도 이를 확인할 수 있었다.

55°C에서의 水溶性褐變色素物質의 生成程度를 보면 명태(Fig. 1) 및 정어리(Fig. 3)에서는 큰 差異를 볼 수 없었지만, 봉장어(Fig. 2)에서는 相對濕度 50%일 때의 生成量이 相對濕度 10%, 20%, 30% 및 40%일 때보다 다소 많았다. 또한 40°C에서 봉장어肉을 乾燥한 경우(Fig. 5)에는 相對濕度の 影響을 구별하기 어려웠으나, 70°C에서의 乾燥의 경우 봉장어(Fig. 6) 및 정어리(Fig. 7) 모두가 相對濕度가 높아질수록 水溶性褐變色素量이 增加하는 경향을 보였다. 그러나, 脂溶性褐變色素量의 增加에 비하여 變化가 그리 심하지 않았다. Lee *et al.*⁶⁾은 水溶性의 褐變色素物質이 有効性 lysine과 trimethylamine oxide 등이 관여하는 Maillard 反應에 의하여 生成된다고 하였으며, 非遊離狀態의 有効性 lysine에 의한 褐變色素物質의 定量을 위하여 Toyomizu and chung⁹⁾의 方法보다 正確性이 높은 酵素分解法을 使用하였다. 따라서 酵素分解法에 의한다면 Fig. 6과 Fig. 7에서의 水溶性褐變色素量은 보다 많은 增加를 보일 것으로 確信되었다. 그러나 Labuza *et al.*¹³⁾은 Maillard 反應의 誘導期間이 水分含量의 影響을 받으며, skim milk를 54°C에 貯藏하였을 때 褐變反應의 誘導期間이 相對濕度 32%에서는 16日 50%에서는 2.5日 75%에서는 1日 程度라 하였다. 따라서 本研究에서 魚肉乾燥過程中에 水溶性褐變色素量의 增加가 脂溶性褐變色素量의 增加보다 적은 것은 Maillard 反應의 誘導期間이 길기 때문으로 생각되었다. 그리고 공기의 相對濕度가 높을수록 水溶性褐變色素量의 增加가 많은 것은, 相對濕度가 높을수록 魚肉의 乾燥速度가 늦어서 魚肉內에 多量의 水分이 存在하며 그 結果 Maillard 反應에 관여할 수 있는 水溶性成分의 移動性(mobility)이 높아지기 때문으로 생각되었다.

要 約

送風式乾燥에 의한 魚肉乾燥中의 變色에 미치는 공기의 相對濕度の 影響을 檢討한 結果를 要約하면 다음과 같다. 40°C, 55°C 및 70°C에서의 魚肉乾燥中 魚肉變色の 주된 原因은 脂肪酸化였다.

脂肪含量이 높은 魚肉일수록 脂肪酸化에 의한 變色이 심하였다.

40°C와 55°C에서의 乾燥中에는 공기의 相對濕度가 30% 程度일 때 脂肪酸化가 가장 늦었으며, 相對濕度가 30% 보다 낮아지거나 높아질수록 脂肪酸化가 촉진되었다.

70°C에서의 乾燥中에는 相對濕度の 脂肪酸化에 대한 뚜렷한 影響이 확인되지 않았으며, 高溫에서는 脂肪酸化가 乾燥溫度에 민감한 듯 하였다.

Maillard反應에 의한 褐變은 乾燥中의 變色에는 큰 影響을 미치지 않았고, 相對濕度 10%~50%의 범위에서는 相對濕度가 높을수록 反應速度가 빨랐다.

參 考 文 獻

- 1) Lee, E. H. and Y. H. Park. 1971. Degradation of acid soluble nucleotides and their related compounds in sea foods during processing and storage. 1. Changes of nucleotides during drying process of the anchovy, *Engraulis japonica*. Bull. Korean Fish. Soc., 4, 31~41.
- 2) Lee, E. H., B. H. Han, Y. G. Kim, S. T. Yang and Y. H. Park. 1972. Degradation of acid soluble nucleotides and their related compounds in sea foods during processing and storage. 2. Degradation of nucleotides and their related compounds in Alaska Pollack *Theragra chalcogramma* during hot-air dehydration. Korean J. Food Sci. and Technol., 4, 116~122.
- 3) Park, Y. H., S. A. Choi, C. W. Ahn and Y. K. Yang. 1981. Changes in contents in the dark-fleshed fish meat during processing and storage. 2. Formation of dimethylamine and trimethylamine in salted and dried mackerel pike and spanish mackerel. Bull. Korean Fish. Soc., 14, 7~14
- 4) Byun, D. S., Y. O. Song and J. H. Pye-un. 1978. Change in available lysine and lipid oxidized products during the storage of dried sea eel, *Muraesox cinereus*. Korean J. Food Sci. and Technol., 10, 387~393.
- 5) 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
6. 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.
 7. Han, B. H., J. G. Lee and T. J. Bae. 1983. Studies on food preservation by controlling water activity. Ⅲ. Quality changes of fish meat during drying and storage. *Bull. Korean Fish. Soc.*, **16**, 181~189.
 8. Han, B. H., S. I. Choi, J. G. Lee, T. J. Bae and H. G. Park. 1982. Studies on food preservation. Ⅱ. Dehydration mechanism and water activity of filefish muscle. *Korean J. Food Sci. and Technol.*, **14**, 342~349.
 9. Toyomizu, M. and C. Y. Chung. 1986. Studies on discoloration of fishery products. -V. Mechanism of rusting in amino acid-reducing sugar-lipid system. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.*, **34**, 867~862.
 10. 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.
 11. Loncin, M. 1968. Die Grundlagen der Verfahrenstechnik in der Lebensmittelindustrie. p.609. Verlag Sauerlander Aarau u. Frankfurt am Main.
 12. Rockland, L. B. and S. K. Nishi. 1980. Influence of water activity on food product quality and stability. *Food Technol.*, **34**, 42~51.
 13. Labuza, T. P., S. R. Tannenbaum and M. Karel. 1970. Water content and stability of low-moisture and intermediate-moisture foods. *Food Technol.*, **24**, 543~550.