

放射線照射에 의한 濟州產 鹽乾옥돔의 貯藏性向上에 관한 研究

金在河, 金洙賢, 鄭昌朝, 趙漢玉**

A Study on Food Preservation by Irradiation of Agricultural
and Marine Products from Cheju Island

I. Preservation of Salted Dry Yellow Sea Bream

Jai-Ha Kim, Soo-Hyun Kim, Chang-Cho Choung, and Han-Ok Cho**

Summary

Salted dry yellow sea bream were vacuum packed in a plastic bags and irradiated at different levels (0, 0.5, 1.0, 1.5 and 2.0 Mrad) using ^{60}Co source. The irradiated samples were stored at room temperature and 5°C. Physical and chemical properties were examined during storage.

The total bacterial count was depressed according to level of irradiation applied. It was noted that cold storage after irradiation was more effective than room temperature. TMA contents slowly increased with higher dosage rates up to 1.5 Mrad but there was a gradual decrease of TMA at the 2.0 Mrad level. It was observed that there was a rapid decrease of TMAO 20 days after irradiation irrespective of storage temperature.

The reduction of total nitrogen content was highest in the control but to a lesser degree when irradiation was applied. VBN content increased in all treatments 30 days after irradiation but it was also noted that there was a tendency toward depression of VBN by irradiation.

The shelf life of salted dry sea bream was extended by 20 days with irradiation plus room temperature, and by 40 days with irradiation plus cold storage. To extend shelf life of salted dry sea bream, the most effective dosage rate was 1.0 Mrad based on tenderness, bacterial count and rancidity.

序 論

濟州道 近海는 우리나라의 黃金魚場으로 年間 漁獲高는 海藻類를 포함하여 약 29,713%에 달하고 있다. (제주도, 1982). 漁獲되고 있는 魚種은 약 10種에 달하며 멸치(3,821%), 貝類(3,448%), 갈치(1,954%)

, 고등어(839%) 등이 主魚種으로 高級魚種으로서 도미류는 漁獲量이 839%에 이르고 있다. 이들 漁獲量中 멸치, 고등어 등은 乾燥, 또는 鹽漬하여 陸地部 魚市場에서 消費되고 있다. 옥돔의 漁獲時期는 11월부터 翌年 4월까지로 鮮魚 또는 鹽乾製品으로 消費되고 있는 實情이다. 鹽乾옥돔의 貯藏時間은 處理鹽分 含量에 따라 多少의 차이는 있으나 乾燥後

*이 論文은 1982년도 文敎部學術研究 助成費에 依하여 研究되었음. **한국 에너지研究所

* 제주대학교 논문집 제18집에 게재됨.

平均 7~10日 정도로서 高級魚種임에도 불구하고 貯藏上의 問題點이 介在되고 있다.

食品의 品質保存과 新鮮度維持를 위한 放射線 照射에 관한 研究는 歐美, 아시아地域에서 감자(Lewis *et al.* 1963), 양파 및 바나나(Nair *et al.* 1973), 마늘(Khan *et al.* 1978), 딸기(Tamminga *et al.* 1978), 마늘(Nair *et al.* 1973), 닭고기(Kahan *et al.* 1978), 소시지(Ito *et al.* 1973), 버섯(Staden. 1967), 새우(Kumta *et al.* 1970), 어묵(Sasayama *et al.* 1976) 등 多樣한 研究가 遂行되어 왔으며, 1976年 이후 부터 베델란드, 캐나다 등 20여 국가와 FAO/IAEA/WHO 專門委員會가 農産食品(穀類, 果實類, 肉類)에 對한 放射線照射의 效果를 認定하게 되어 이들에 對한 健全性(Wholesomeness)의 研究와 함께 各種食品의 放射線 照射線量을 規定, 장려하고 있다. 國內食品의 放射線照射에 관한 研究는 감자, 양파, 밤(趙 등, 1982) 등의 發芽抑制과 민어, 참조기, 물가자미(鄭 등, 1976), 貝類(鄭 등, 1976) 등의 新鮮度維持와 貯藏性向上에 관한 研究가 遂行되었다. 現在까지 FAO/IAEA/WHO가 認定한 安全線量은 發芽抑制 0.1~0.5KGy, 肉類 7KGy, 魚類 1.5KGy로 規定되어 있다.

本研究는 濟州近海에서 漁獲되는 옥돔의 貯藏性向上을 위하여 放射線 照射의 效果를 究明하고 適正線量의 決定과 이에 따른 品質의 理化學的 變化를 調査하기 위하여 遂行하였다.

材料 및 方法

1. 供試材料

市中 魚市場에서 販賣되고 있는 新鮮한 鹽乾옥돔(水分 50~60%, 食鹽濃度 3%)을 구입, 서울市 所材 三養食品에서 試料를 個體別로 眞空包裝用 Vinyl로 包裝하였다. 眞空包裝된 試料는 處理에 따라 放射線照射를 行하였다.

2. 放射線 照射線量 및 貯藏條件

韓國에너지 研究所 ^{60}Co 線源을 利用하여 0, 0.5, 1.0, 1.5 및 2.0Mrad 水準으로 照射하였다. 照射된

試料는 室溫(12~23℃)과 冷蔵(5℃)에서 2개월간 貯藏하였다.

3. 處理區

試驗區는 照射水準을 主區로 하고, 貯藏條件을 細區로 아래와 같이 配置하였다.

放射線照射水準	室溫貯藏	冷蔵(5℃)
0 Mrad	T ₀ -R	T ₀ -C
0.5 Mrad	T ₁ -R	T ₁ -C
1.0 Mrad	T ₂ -R	T ₂ -C
1.5 Mrad	T ₃ -R	T ₃ -C
2.0 Mrad	T ₄ -R	T ₄ -C
None packing	T ₀ -NP	

4. 調査項目

放射線을 照射한 옥돔을 照射後 10日 間격으로 總菌數, 化學的成分調査 및 官能檢査 등을 行하였다.

가. 總菌數(Total bacterial count): Standard method agar를 使用 35℃에서 48時間 培養한 후 計數하였다.

나. TMA(Trimethyl amine) 및 TMAO(Trimethyl amine oxide): Dyer法을 개량한 橋本과 岡市法(1953).

다. VBN(Volatile base nitrogen): Conway unit 微量擴散法(日本厚生省編, 1973).

라. TN(Total nitrogen): Micro-kjeldahl法.

마. 水分: 室溫貯藏試料와 冷蔵試料의 水分을 調査하였다.

기타 貯藏期間中 試料의 냄새, 색깔의 變化, 組織軟化狀態, 곰팡이發生有無 등에 따라 食用可能與否를 判別하기 위한 官能檢査를 行하였다.

結果 및 考察

1. 水分

貯藏期間中 水分의 變化는 Table 1과 같다.

Table 1. Moisture content of salted dry sea bream (%).

Treatments	Days after irradiation(days)					
	D1	D 13	D 31	D 41	D 52	D 62
T ₀ - R	56.5	61.0	57.0	-	-	-
T ₀ - C		50.0	66.0	54.0	63.5	65.0
T ₁ - R	64.0	65.5	65.0	64.5	-	-
T ₁ - C		51.0	63.0	59.0	66.0	65.5
T ₂ - R	62.5	63.0	62.5	63.0	63.5	-
T ₂ - C		63.0	65.0	52.0	64.0	67.5
T ₃ - R	68.5	57.5	65.0	60.5	-	-
T ₃ - C		55.0	66.0	65.5	65.0	66.0
T ₄ - R	56.5	58.0	67.0	62.5	-	-
T ₄ - C		63.0	65.0	60.0	63.5	66.5
T ₀ - NP	50.5	24.5	21.5	22.0	-	-

T₀: Control. T₁: 0.5Mrad. T₂: 1.0Mrad.
 T₃: 1.5Mrad. T₄: 2.0Mrad. T₀-NP: None packing control.
 R: Room temp. C: Cold storage. -: not estimated.

Vinyl 眞空包裝 試料의 水分含量은 冷蔵, 室溫 및 放射線 照査水準에 따라 5~10% 内外의 水分의 増減을 보이고 있었다. 한편, 非包裝處理區는 試驗開始 15日에 이미 50%의 自然水分減少가 있었으며 그 후 水分減少는 서서히 이루어져 41日에는 22.0%로 完全 變質될 때까지 水分은 더이상 減少되지 않고 있었다. 冷蔵과 室溫에 따른 差異는 나타내지 않고

있었으나 放射線無處理와 處理間에는 放射線照査區의 水分含量이 多少 높은 傾向을 보이고 있었다.

2. 總菌數(Total bacterial count)

放射線照射後, 各處理區의 貯藏期間中 總菌數는 Figure 1.2와 같다.

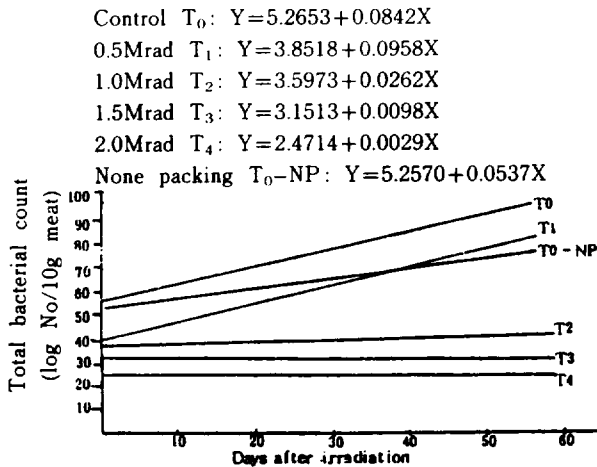


Figure 1. Correlation between total bacterial counts of salted dry sea bream and days after irradiation stored at room temperature.

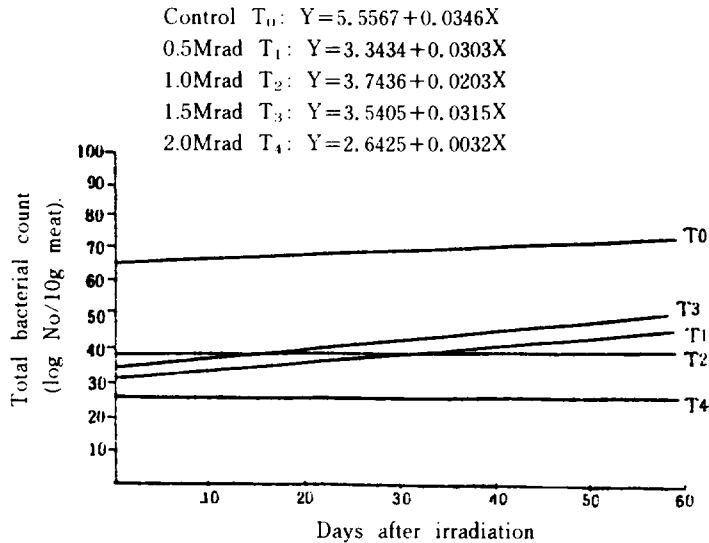


Figure 2. Correlation between total bacterial counts of salted dry sea bream and days after irradiation stored at 5°C.

室溫貯藏에서 對照區인 無處理, Vinyl包裝區(T_0 -R)와 無照射非包裝區(T_0 -NP)의 總菌數는 照射區에 비해 越等히 높았으며 T_0 -R이 오히려 T_0 -NP에 비해 높은 細菌數를 나타내고 있었다. 放射線 照射는 細菌數의 抑制에 큰 效果를 가져오고 있었으며 照射水準이 높아짐에 따라 그 效果는 더욱 크게 나타나고 있었다. 다만, 0.5 Mrad(T_1 -R)의 總菌數는 DI(照射後 1日)부터 增加하여 D40에 이르러서는 T_0 -NP의 細菌數와 같은 數值를 나타내었다.

放射線照射는 T_4 -R, T_3 -R, T_2 -R의 順으로 細菌抑制의 效果를 나타내었으며, 高線量인 1.5, 2.0 Mrad 水準에서는 貯藏期間中 거의 細菌數가 增加되지 않았다. 다만 1.0Mrad 水準에서는 貯藏日數가 進行됨에 따라 總菌數는 多少 높아지고 있었으나 T_0 -R, T_0 -NP, T_1 -R에 비해 總菌數는 增加되지 않았다. 室溫貯藏에 있어서 各處理區는 貯藏期間中의 試料의 腐敗에 따라 各 各 다른 貯藏日數를 나타냈으며 T_0 -R, : 31日, T_0 -NP, T_3 -R, T_4 -R은 共히 41日 및 T_1 -R, T_2 -R은 51日로서 細菌數와는 關係없이 腐敗現象을 나타내고 있었다.

放射線處理後 冷蔵의 效果는 室溫貯藏에 비하여 細菌數의 增加를 減少시켜 高線量(T_4 -C)을 제외한

0.5, 1.0 및 1.5Mrad水準은 거의 같은 細菌數의 變化를 나타내고 있었으며 0.5Mrad의 低水準에서도 細菌數의 增加를 抑制시킬 수 있었다. 또한 冷蔵의 效果는 無照射에 있어서도 室溫에 비해 細菌數가 減少되고 있었으며 全處理를 通하여 60日間の 貯藏日數를 나타내고 있었다.

3. TMA (Trimethyl amine) 및 TMAO (Trimethyl amine oxide)

放射線照射後 室溫 및 冷蔵한 各處理區의 TMA와 TMAO의 含量變化는 Figure 3,4,5,6과 같다.

TMA蓄積은 放射線照射와 非照射에서 顯著한 差異를 나타내었다. 貯藏溫度에 따른 TMA의 變化는 T_0 -R이 33mg%에서 60日後에는 96mg%, T_0 -C는 88mg%로 增加되는 반면, T_3 -R을 제외한 放射線照射區에서는 TMA의 增加가 鈍化되고 있었다. 특히 高線量 冷蔵區인 T_3 -C와 T_4 -C의 경우는 증가폭이 적었던 반면 2.0Mrad의 경우는 오히려 初期에 비해 貯藏末期에 이르러 TMA의 含量이 急激히 減少되는 現象을 나타내고 있었다. 非包裝室溫處理區인 T_0 -NP의 경우 TMA蓄積의 變化가 적었던 것은 試料의

Food Preservation of Marine Products by Irradiation 5

Control T_0 : $Y=30.7852+0.0713X$
 0.5Mrad T_1 : $Y=33.0619+0.8425X$
 1.0Mrad T_2 : $Y=69.9124+0.1029X$
 2.0Mrad T_3 : $Y=19.2916+1.3284X$
 None packing T_0-NP : $Y=37.8190+0.1689X$

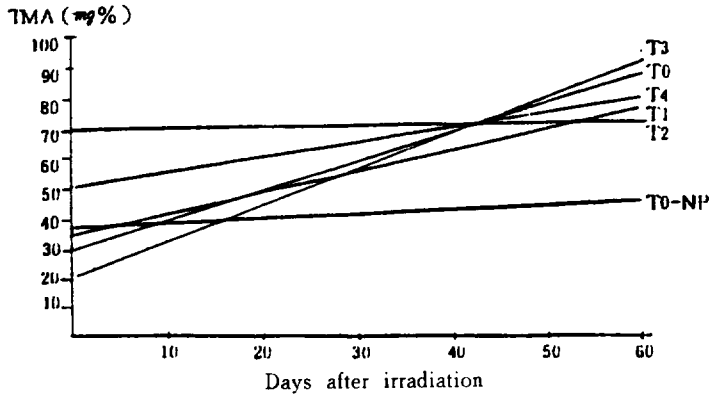


Figure 3. Correlation between TMA (trimethyl amine) contents of salted sea bream and days after irradiation stored at room temperature.

Control T_0 : $Y=28.1208+1.1292X$
 0.5Mrad T_1 : $Y=41.4882+0.7981X$
 1.0Mrad T_2 : $Y=57.9984+0.3468X$
 1.5Mrad T_3 : $Y=19.4161+0.7157X$
 2.0Mrad T_4 : $Y=58.0032+0.5036X$

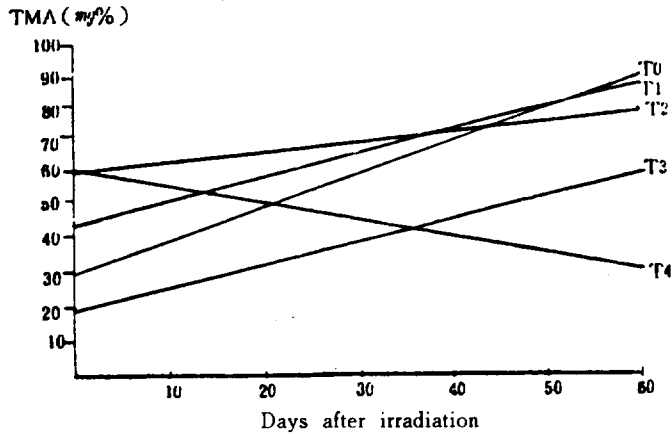


Figure 4. Correlation between TMA (trimethyl amine) contents of salted dry sea bream and days after irradiation stored at 5°C.

Control T_0 : $Y=30.2870-0.3471X$
 0.5Mrad T_1 : $Y=44.6213-0.8361X$
 1.0Mrad T_2 : $Y=33.4602-0.2351X$
 1.5Mrad T_3 : $Y=73.8505-1.0935X$
 2.0Mrad T_4 : $Y=69.7265-1.2169X$
 None packing T_0-NP : $Y=83.5064-0.6168X$

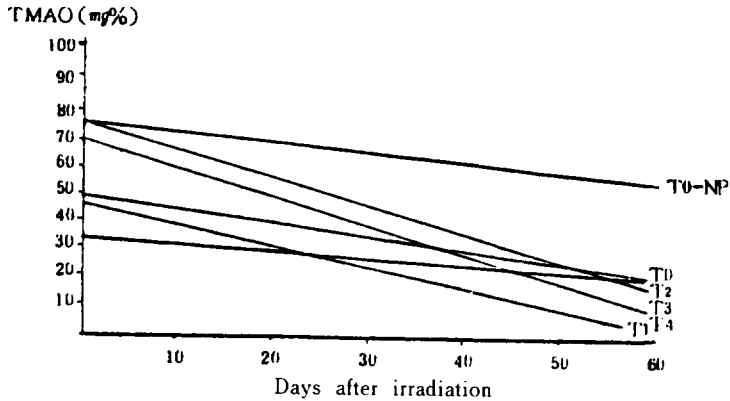


Figure 5. Correlation between TMAO(trimethyl amine oxide) contents of salted dry sea bream and days after irradiation stored at room temperature.

Control T_0 : $Y=46.3885-0.4179X$
 0.5Mrad T_1 : $Y=45.9690-0.8915X$
 1.0Mrad T_2 : $Y=56.0778-0.6535X$
 1.5Mrad T_3 : $Y=70.2245-1.0105X$
 2.0Mrad T_4 : $Y=66.0301-1.0488X$

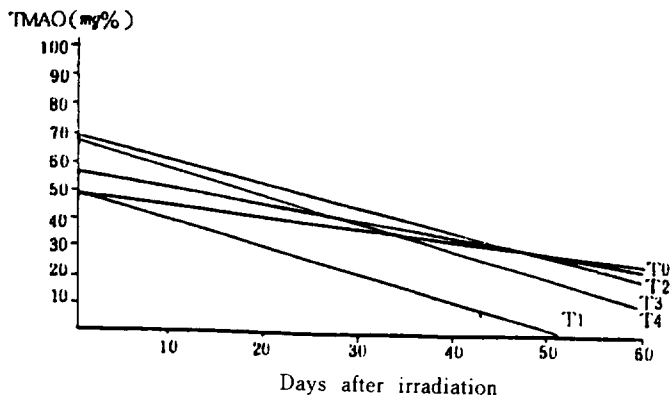


Figure 6. Correlation between TMAO (trimethyl amine oxide) contents of salted sea bream and days after irradiation stored at 5°C

室溫放置에 의한 水分의 증발(Table 1, 참조)과 鹽分含量的 增加에 따른 魚肉蛋白質分解가 減少된 原因으로 推定된다. 또한 各處理別 TMA의 含量(DI)의 差異는 市販 鹽乾魚의 貯藏期間과 乾燥後의 기간 差異에 따른 原因으로 思料된다.

민어, 참조기 등 新鮮魚類의 放射線照射에서 鄭等(1976)의 報告는 0.1~0.2Mrad 水準에서 TMA의 急激한 增加를 照射後 3~4日로 報告하였으나 鹽乾 魚들의 경우는 鮮魚와 달리 TMA의 增加는 放射線 照射에 의해 서서히 이루어지고 있었다. 新鮮한 새우 (Kunta *et al.*, 1970), 가재미, 게(Maurovsky *et al.*, 1963, Pelroy *et al.*, 1967)의 放射線照射에서 TMA의 蓄積量의 增加는 어느 魚種을 막론하고 共通的으로 認定되어 鹽乾魚들의 경우도 같은 傾向을 보이고

고 있었다.

4. TN(Total nitrogen) 및 VBN(Volatile base nitrogen)

TN 및 VBN의 變化는 Table 2, 3과 같다.

貯藏期間中 各處理區의 TN은 時期가 지남에 따라 그 含量은 減少되는 한편, VBN의 含量은 反對로 增加되고 있었다.

TN의 減少는 無照射區에서 가장 현저하게 이루어졌으며, 照射水準이 높을수록 變化의 폭은 적었다. 放射線照射處理區에서 冷蔵과 室溫에 따른 TN의 變化는 冷蔵이 室溫貯藏에 比하여 減少가 적었으며 無照射區에서 역시 冷蔵處理는 TN의 減少比率를 적게

Table 2. Total nitrogen of salted dry sea bream (%).

Treatments	Days after irradiation(days)				
	D 1	D 13	D 31	D 41	D 51
T ₀ - R	5.27	4.18	3.46	3.38	2.90
T ₀ - C		3.67	3.21	3.20	2.90
T ₁ - R	3.67	3.53	3.80	3.56	3.10
T ₁ - C		4.14	3.58	3.49	3.39
T ₂ - R	3.84	4.12	3.04	3.69	3.61
T ₂ - C		3.81	3.26	3.06	3.59
T ₃ - R	3.41	4.13	3.42	3.84	3.37
T ₃ - C		4.07	3.39	3.40	3.08
T ₄ - R	2.82	3.98	3.77	3.55	3.13
T ₄ - C		2.77	3.12	3.11	3.44
T ₀ - NP	4.19	5.07	3.98	3.38	-

-: not estimated

있었다.

TMAO의 減少率은 貯藏初期를 基點으로 各處理區 모두 減少現象을 나타내고 있었으며, TMA含量과 反比例되고 있었다. TMAO의 減少는 無照射區에서 冷蔵處理區(T₀-C)가 T₀-R에 比해, T₁에서는 冷蔵과 室溫이 같은 傾向値를 나타내고 있었다. 그러나 T₂, T₃, T₄에서는 冷蔵과 室溫에 區別없이 放射線照射後 20日(D20)부터 急激한 減少現象을 보이

고 있었다. T₀-NP는 T₀-R에 比해 變化가 적었으며 이는 水分含量的 減少(Table 1, 참조)에 따른 蛋白質의 增加에 基因된 것으로 推定된다.

VBN은 D30에서 各處理區 모두 현저한 增加를 보이고 있으며 放射線照射區보다는 對照區에서 다소 높게 나타나고 있었다. 冷蔵에 의한 VBN의 變化는 D10까지는 상당히 抑制되었으나 D30 이후부터는 室溫貯藏보다는 冷蔵이 도리어 높게 나타났다.

Table 3. Volatile base nitrogen of salted dry sea bream (mg%).

Treatments	Days after irradiation(days)				
	D 1	D 13	D 31	D 41	D 51
T ₀ -R	29.10	15.49	259.67	280.30	398.11
T ₀ -C		48.05	240.70	315.51	370.54
T ₁ -R	30.34	61.15	434.72	315.10	218.82
T ₁ -C		86.36	233.41	452.22	463.90
T ₂ -R	75.86	174.72	306.35	323.99	353.03
T ₂ -C		161.91	198.40	244.42	332.61
T ₃ -R	30.93	64.94	230.49	280.67	178.78
T ₃ -C		43.76	166.30	180.23	466.82
T ₄ -R	29.18	40.77	364.70	243.62	215.90
T ₄ -C		30.64	166.30	125.46	314.52
T ₀ -NP	67.40	202.48	192.56	223.20	-

-: not estimated.

5. 官能檢査

貯藏期間 60日中 各處理區의 時期別 變色, 酸敗臭, 腐敗臭 및 곰팡이의 發生 등에 따라 鹽乾 魚들의 官能檢査를 시행하였다.

放射線照射와 非照射, 室溫 및 冷蔵 等の 諸般條件은 鹽乾魚들 品質保存에 영향을 주어, 變色 및 腐敗臭가 가장 빨랐던 것은 T₀-NP였으며 貯藏 10日 以內 T₀-R과 같이 食用不可能 狀態에 이르고 있었다. 室溫貯藏에서 T₁-R은 多少의 期間이 延長되었으나 D20에 이미 食用不可能 狀態에 이르렀고, T₂-R, T₃-R, T₄-R은 D20까지 食用可能한 狀態였다. 그러나 高線量 水準인 T₃-R, T₄-R 역시 T₀-R과 함께 D30에 이르러 곰팡이 發生이 認定되었다.

冷蔵의 效果는 品質保存에 영향을 주어 T₀-C와 T₁-C는 D30에 이미 食用不可能 狀態에 이르렀으나, T₂-C, T₃-C, T₄-C는 各各 食用可能期間을 40日까지 延長시킬 수가 있었다.

민어, 참조기, 물가자미 등의 鮮魚의 放射線 照射에서 官能檢査結果 0.1Mrad照射와 5℃의 貯藏에서 3~4주간 鮮度를 維持시킨 鄭等(1976)의 報告와 같이 鹽乾魚들의 경우도 放射線照射와 冷蔵(5℃)의 效果는 鮮度維持에 效果를 가져왔다.

細菌數의 增加, TMA와 TMAO의 變化 및 官能檢査結果를 基礎로 하여 볼때 1.0Mrad 水準이 鹽乾魚들의 貯藏性向上에 適正水準으로 看做되며, 放射線照射와 冷蔵에 의해 최대 40日까지 食用可能狀態를 維持시킬 수가 있었다.

摘 要

濟州産 鹽乾魚들(yellow sea bream; *Branchiostegus japonicus japonicus*)을 Vinyl 眞空包裝 0, 0.5, 1.0, 1.5 및 2.0Mrad 水準으로 放射線 照射후 室溫과 冷蔵으로 60日間 貯藏하여 鹽乾魚들의 理化學的 變化 및 官能檢査를 수행하였다. 貯藏期間中 總菌數는 放射線 照射水準이 높아짐에 따라 抑制되고 있었으며, 放射線照射와 冷蔵處理가 더욱 效果의이었다. TMA의 增加率은 高線量水準에서 적었으며 2.0Mrad水準은 도리어 貯藏初期에 비하여 末期에 이르러 TMA의 含量을 減少시켰다.

TMAO의 減少率은 貯藏條件에 관계없이 照射後 20日頃부터는 急激한 減少現象을 나타내었다.

Total nitrogen의 減少는 無照射區에서 가장 컸으며, 照射水準이 높아짐에 따라 變化的 폭은 적었다.

VBN含量은 各 處理區 모두 D30에서 顯著한 增加

를 보이고 있었으며, 放射線處理에 따라 多少 抑制 되었다. 放射線照査와 室溫貯藏區에서는 20日까지, 放射線照査 및 冷蔵處理區에서는 40日까지 鹽乾魚들의 鮮度를 유지시킬 수가 있었다.

組織變化, 總菌數, 腐敗 등 要因을 考慮할 때 鹽乾魚들의 貯藏性向上을 위해서는 1.0Mrad가 適正水準으로 推定되었다.

參 考 文 獻

1. A.P.H.A. 1962. Recommended procedures for the bacteriological examination of sea water and shellfish. 3rd edition 22-27.
2. Chung, J. R. 1969. Radurization of packaged English sole fillets. *J. Korean Nucl. Soc.* 1; 17.
3. Ito, H., T. Sato. Changes in the microflora of Vienna sausages after irradiation with gamma-rays and storage at 10°C. *Agric. Biol. Chem.* 37; 233.
4. Khan, I., M. Wahid. 1978. Feasibility of radiation preservation of potatoes, onions and garlic in Pakistan. *Food preservation by irradiation Vol. 1 (Proc. Symp. Wageningen. 1977).* IAEA Vienna. 63-70.
5. Khan, R. S., J. T. Hower. 1977. Low-dose irradiation of fresh, nonfrozen chicken and other preservation methods for shelf-life extension and for improving its public-health quality. *Food preservation by irradiation Vol. II.* IAEA. Vienna. 221-242.
6. Kumta, U. S., A. Speenirasan. 1970. Preservation by gamma radiation of Bombay duck, shrimps and white pomfrets. *Preservation of fish by irradiation (Proc. Panel. Vienna. 1969)* IAEA. Vienna. 75-104.
7. Lewis, N. F., P. B. Mathur. 1963. Extension of storage life of potatoes and onion by cobalt-60 rays. *Int. J. Appl. Radiat. Isotopes.* 14; 443.
8. Masurosky, E. B., J. S. Voss and S. A. Goldblith. 1963. Changes in microflora of had-dock fillets and shucked softshell clams after irradiation with Co-60 gamma rays and storage at 0°C and 6°C. *Applied Microbiology.* 11; 229-254.
9. Nair, P.M.P., Thomas, K. K. Vssuf, K. K. Surendranathan, S. P. Limaye, 1973. Studies of sprout inhibition of onions and potatoes and delayed ripening of bannanas and mangoes by gamma irradiation. *Radiation preservation of food (Proc. Symp. Bombay. 1972)* IAEA. Vienna. 347.
10. Pelroy, G. A., J. P. Serman and M. W. Eklund. 1967. Changes in microflora of irradiation petral sole fillets stored aerobically at 0.5°C. *Applied Microbiology.* 15; 92.
11. Sasayama, S. 1976. Irradiation preservation of fish meat jelly products. II. Classification of bacteria isolated from irradiation Kamaboko. *Food Irradiation Inf.* 6; 7.
12. Staden, O. L. 1967. Radiation preservation of fresh mushroom. *Mushroom. Sci.* 6; 457.
13. Tamminga S. K, R. R. Beumer, E. H. Kampenacher. 1978. Detection of irradiation of strawberries by determining their microbial characteristics. *Food Preservation by irradiation Vol. II (Proc. Symp. Wageningen. 1977).* IAEA. Vienna. 171.
14. 稿本 芳郎, 剛市 友判, 1957, トリメチルアミン及 ビトリメチルアミンオキシドの定量法について *Dyer法の檢討* 日本誌. 23; 269-272.
15. Conway unit미량 확산법-日本厚生省編, 1973. 食品衛生 檢査指針(1). 揮發性 鹽基窒素. 30-31.

10 *Cheju App. Rad. Res. Inss. Ann. Report Vol. 1* (1985)

16. 정종락, 김수일, 이민철, 1976. 방사선 조사에 의한 한국산 어류의 품질보존에 관한 연구, *韓水誌*, 9(2): 129-142.
17. 趙漢玉, 權重浩, 梁好淑, 1982. 照射食品實用化에 대한 國際的 背景과 放射線에 의한 食品 貯藏實用化에 관한 연구. 韓國에너지 研究所.
18. _____, 照射食品實用化에 대한 國際的 背景과 放射線에 의한 감자 貯藏實用化에 관한 研究. 保健社會許可申請資料.
19. _____, 放射線에 의한 양과 貯藏實用化에 관한 연구. 保健社會部許可申請資料.
20. 제주도 통계연보 1982. 제주도.