放射線照射에 依한 고등어 貯藏

金在河 · 河璡桓

Preservation of Mackerel by Irradiation

Jai-Ha Kim and Jin-Hwan Ha

Summary

Salted and partly dried mackerel were irradiated at different levels of 0, 1, 2, and 3 kGy using ^{60}Co source and stored at different temperature of room storage (10±2 ℃), and cold storage (2℃).

During storage, determinations of shelf life, weight loss, aerobic bacterial cell count, VBN and histamine content were carried out. By irradiation of 2 kGy shelf life was extended one week longer than unirradiated group in ordinary room storage. In cold storage as well, approximately one month difference could be observed between 2 kGy irradiated and unirradiated group. Weight loss showed significant difference between room and cold storage, but no differences could be observed between irradiated and unirradiated and between different doses. With the microbiological examination, it was observed that under the temperature of 2℃, 2 months and 50 days storage were possible by the irradiations of 3 kGy and 2 kGy respectively. Chemical analyses such as VBN and histamine content also showed that 3 kGy was a little safer than 2 kGy. However, overall results of organoleptic and marketability test together with anticipated economic feasibility showed 2 kGy more suitable irradiation dose than 3 kGy.

序　論

각종 식품중에서도 수산식품은 高蛋白, 高脂肪식품인 관계로 각종미생물의 증식 및 산화작용에 의해서 다른 식품에 비하여 쉽게 변패되는 성질을 가지고 있다. 수산식품을 저장하는데는 냉동, 냉장, 건조 및 염장법등의 물리적 방법이 주로 이용되고 있는데 근래에 와서 일종의 물리적 방법인 放射線을 照射하는 방법이 많이 연구되어 왔으며 다른 식품과 더불어 점

차 전세계적으로 실용화의 방향으로 나아가고 있다. 생선을 포함한 대부분의 수산식품은 어획된 후 소비자에 이르기까지에는 항상 일정한 기간이 경과하기 마련이며 따라서 放射線照射는 대개 線虫을 사멸시키거나 Salmonella와 같은 有毒性 혹은 각종 腐敗性 세균을 살균시킴으로서 신선도를 보다 오랜 기간 연장시키는 데에 그 목적이 있다(崔·李, 1978).

魚貝類의 放射線照射는 아직까지도 우리나라를 포함한 대부분의 국가에서는 법적으로 허용이 되고 있지 않으나 1984年 현재로 생선류에 있어서는 Chile, Netherlands 및 W.H.O에서 허용하고 있는데(Farkas, 1984) 현재의 세계적인 추세로 보아 魚貝類에 대한 국가적 허용(clearance) 품목은 점차 늘어날 것으로 전망되어지고 우리 나라도 언젠가는 허용되어질 것으로 보여진다.

魚貝類의 放射線照射에 대해서는 그동안 상당한 관심을 불러 일으키고 있어 특히 60년대 이후 지금까지 수많은 연구가 이루어 졌는데 연구결과 照射生鮮의 健全性에 있어서는 아무런 문제가 없으나 高線量 照射에서 香味 및 外觀變化 등의 逆効果가 문제되고 있음을 알 수 있다(Hannan 1955, Niven 1958). 이러한 逆効果를 방지하고 경제성을 꾀하기 위해서는 가능한한 低線量으로 照射한 후 저온저장함이 바람직스러울 것으로 보여진다. 따라서 다른 食品照射에서와 마찬가지로 魚貝類의 放射線照射에 있어서도 適正線量을 결정하는 것이 가장 중요한 문제가 된다. 著者의 옥돔을 이용한 방사선조사 실험에서도 5kGy 이상의 高線量은 저장온도와 관계없이 장기저장에 부적합하다는 사실이 발견되었다(金等, 1984). 미국에서의 실험결과도 대구와 연어에 있어서 2.2 kGy를 適正線量으로 발표한바 있고(Rowley & Brynjolfsson, 1980) FAO, IAEA 및 WHO 공동전문위원회에서도 건조생선의 곤충방제를 위하여서는 1 kGy를, 미생물 번식방지를 위하여서는 2.2 kGy를 추천하고 있다(I.A.E.A, 1980).

본 연구에서는 濟州道에서 어획되는 魚貝類 중 그의 어획량이 1천톤 가량이나 되는 중요한 어종중 하나인 고등어를 선택하여 放射線照射 실험을 하였는데 市中에서 많이 판매되고 있는 鹽乾 고등어를 사용하여 0,1,2,3 kGy로 照射하여 이의 適正線量 결정 및 저장기간 연장 가능성에 관한 연구를 실시하여 저장기간 연장에 의한 경제성 증대 및 실용화 가능성을 시도해 보았다.

材料 및 方法

1. 供試材料

市中에서 판매되고 있는 鹽乾고등어를 구입하여 試料로 사용하였다. 鹽乾고등어는 어획후 수일이내의 신선한 것으로 아가미와 내장을 제거한 후 물로 세척하고 소금을 뿌려 6~7시간 동안 天日鹽藏法으로 건조처리한 것을 다시 물로 세척하여 하루동안 건조시킨 것이다.

2. 放射線照射

韓國 에너지 研究所의 10,000Ci, ^{60}Co 감마線原을 이용하여 시간을 같게하고 線原으로부터 거리를 달리하여 0 kGy, 1 kGy, 2 kGy 및 3 kGy 水準으로 照射하였다.

3. 試料의 貯藏

照射가 완료된 試料는 濟州로 운반하여 濟州大學校 放射能利用研究所 內에서 약 2개월간 저장 실험하였다. 一般室內貯藏과 冷凍室

에서의 저장으로 구분하여 室內貯藏은 10℃ 內外로서 온도조절을 하지 않은 상태였고 冷藏은 2℃로 유지하였다.

4. 調査項目

저장도중 5~7일 간격으로 貯藏壽命(shelf life), 重量減少率, 一般細菌數, 揮發性鹽基窒素(VBN) 및 histamine함량 등을 조사하였다.

貯藏壽命(shelf life) : 官能檢査에 의해서 냄새, 색깔변화, 組織軟化狀態 및 곰팡이 발생여부 등을 肉眼檢査하였고 魚肉의 일부를 oven에 넣고 구어서 맛을 보아 可食與否를 판별하여 shelf life를 결정하였다.

重量減少率 : 5마리씩 無作爲抽出한 試料를 1주일 간격으로 秤量하여 저장시작전의 중량과의 차이를 내고 이것을 percentage로 환산한 후 5마리의 평균치를 계산하였다.

一般細菌數(aerobic plate count) : standard plate count agar를 사용하여 30℃에서 48시간 培養한 후 計數하였다(A.P.H.A. 1962).

揮發性 鹽基窒素(volatile basic nitrogen) : Conway unit를 사용하는 微量擴散法(日本厚生省, 1960)에 의하였다.

Histamine含量 : 河端(1974)의 방법에 따라 Amberlite CG-50 수지를 이용하는 이온교환 크로마토그라피법에 의하여 定量하였다.

結果 및 考察

1. 貯藏壽命(shelf life)

약 2개월간 저장한 고등어試料를 5일~1주일 간격으로 可食性與否를 調査하여 shelf life를 결정하였다. 室內貯藏한 것과 冷藏한 것과를 비교할 때 실내저장한 照射한 고등어가 최고 약 1개월정도 저장할 수 있는데 반하여 冷藏한 것에 있어서는 適正線量을 照射한 경우 약 2개월까지도 저장이 가능하다는 것을 알 수 있었다. 室內貯藏에 있어 線量別 차이를 볼 때 1 kGy의 비교적 낮은 線量의 照射에 있어서는 照射한 것이나 하지 않은 것이나 共히 약 3주정도의 可食性을 유지할 수 있었고 照射의 효과는 2 kGy 이상에서부터 나타남을 알 수 있었다. 그러나 2 kGy와 3 kGy간에는 그다지 큰 차이를 발견할 수 없이 약 1개월 정도 저장이 가능함을 알 수 있었다. 따라서 一般 室內貯藏에 있어서는 2 kGy 照射로 照射하지 않는 것보다 1주일정도 貯藏壽命을 연장할 수 있었다. 冷藏의 경우에 있어서는 照射하지 않은 경우에서도 1개월 이상 저장이 가능하였는데 1 kGy 照射한 것과는 2~3주간의 차이를 나타내었다. 室內貯藏에서와 마찬가지로 冷藏의 경우에 있어서도 2 kGy가 가장 효과가 좋았는데 이 경우 약 2개월까지 저장이 가능하다는 것을 발견하였고 2 kGy와 3 kGy간에는 별차이를 발견할 수 없었다. 따라서 冷藏의 경우 適正線量을 照射한 것과 照射하지 않은 것과는 약 1개월의 貯藏壽命의 차이가 생긴다는 것을 알 수 있었다.

원래 고등어는 다른 魚種에 비하여 지방함량이 높아 약 30%나 되는 赤色肉인 관계로 (Hobbs, 1983) shelf life가 짧아 신선한 고등어의 경우 4~10℃정도로 冷藏한 상태에서도 어획후 1주일이면 組織의 軟化와 變色이 시작된다. 따라서 장기저장을 위하여서는 내장 및 아가미의 제거, 저온 저장 및 適正線量의 放射線照射가 무엇보다도 중요하다. 그러나 放射線照射에 있어서는 만일 適正線量以上을 照射

Table 1. Shelf life of irradiated and unirradiated mackerel

Storage type (temp.)	Dose (kGy)	Shelf life (days)
Room storage (10±2℃)	0	17-21
	1	17-21
	2	26-29
	3	31-35
Cold storage (2℃)	0	31-35
	1	45-55
	2	52-62
	3	52-62

하는 경우에는 향미와 외관등 원치않는 변화를 초래하게 된다(Coleby & Shewan, 1965).

필리핀에서의 연구결과는 말린 고등어에 있어 2.25 kGy를 가장 적절한 線量으로 보고한 바 있고(Pablo, 1978) 인도에서 생고등어를 가지고 실험한 결과에 의하면 1.5 kGy 照射가 원치않는 觀能檢査上의 변화를 줌이없이 shelf life를 10~12일에서 25~28일로 연장시킬만치 적절한 線量으로 나타났음을 보고한 바 있다(Ghadi et al, 1979).

또한 Thailand에서 煮熟시켜 가공한 고등어를 가지고 실험한 결과에 의하면 1.2 및 3 kGy의 照射에서 照射하지 않은 고등어 보다 각각 7, 12 및 14일간의 저장기간연장효과를 보았다고 보고한 바 있다(Loaharanu, 1973). 이상의 실험보고 등에서도 나타난 바와 같이 1.5~3 kGy가 전반적인 적절한 線量으로 간주되고 鹽藏해서 건조시킨 고등어의 경우 본실험에서도 나타난 바와 같이 고선량으로 갈수록 저장후기 즉 1개월 반 이후부터 어육표면에 반점이 생기는 것을 고려할 때 2 kGy 정도가 가장 적합한 線量으로 생각된다.

2. 重量減少率

各區當 5마리씩의 고등어를 따로 준비해서 저장개시일로부터 약 1주일 간격으로 각개체별 중량을 달아 그의 감소추세를 백분율로 환산한 수치는 Table 2에 표시된 바와 같다.

Table 2. Weekly change of weight on irradiated and unirradiated mackerel during storage.

Storage type (temp.)	Dose (kGy)	Weekly weight loss (%)						
		Jan.23	Jan.31	Feb.10	Feb.16	Feb.23	Mar.3	Mar.17
Room storage (10±2℃)	0	0.55	0.63	0.84	0.58			
	1	0.61	0.70	0.83	0.60			
	2	0.66	0.39	0.53	0.41			
	3	0.42	0.64	0.92	0.58			
Cold storage (2℃)	0	0.16	0.22	0.45	0.17	0.41	0.37	0.41
	1	0.33	0.29	0.38	0.21	0.42	0.45	0.47
	2	0.27	0.13	0.18	0.22	0.26	0.29	0.64
	3	0.14	0.16	0.19	0.15	0.26	0.33	0.38

예상했던 바와 같이 一般 室內貯藏과 冷藏과는 상당한 차이를 보여 室內貯藏에서는 0.4~0.9%의 비교적 높은 중량감소율을 보이는데 반하여 冷藏의 경우에 있어서는 0.1~0.6%의 낮은 중량감소를 나타내고 있다. 또한 저장초기에 있어서나 저장후기에 있어서나 별다른 차이를 나타내지 않고 있으며 照射한 것과 안한 것 및 各線量間에 있어서도 현저한 중량감소의 차이를 발견할 수 없었다. 원래 중량감소에 있어 各區別 차이가 나타나는 것은 채소나 과실의 경우와 같이 發芽에 의한 급격한 중량의 변화나 부패 등에 의한 중량변화의 차이는 크게 나타날 수 있지만 생선과 같은 魚肉類의 경우에 있어서는 미생물번식 등에 의한 肉質의 변화가 비교적 서서히 진행되기 때문에 처리한 것과 안한 것에 있어서도 큰 차이를 나타내지 않는 것으로 생각된다.

3. 一般細菌數

放射線照射後 各處理區에 있어서 일반세균수의 변화는 Table 3과 같다.

전체적으로 볼 때 예상했던 바와 같이 冷藏에서 보다 一般室內貯藏에서 월등히 높은 일반세균수가 나타남을 알 수 있었다.

예를 들어 저장 1개월후의 세균수를 볼 때 室內貯藏에서는 log number 5~7을 보인반면 冷藏에서는 4~6으로 약 1 log cycle의 차이가 있음을 나타내고 있다. 또한 放射線照射區가 非照射區에 비하여 상당히 낮은 수치를 보이고 있는데 兩者의 차이는 저장기간이 경과될수록 점차 커지고 있음을 알 수 있다. 즉 저장시작 직후에는 전체적으로 볼 때 3.2~4.0 정도의 범위이던 것이 약 1개월 후에는 非照射區의 室內貯藏에 있어서는 7.0, 非照射區의 冷藏의 경우에는 약 6.4까지로 증가하여 可食性도 상실하고 있는 반면에 照射區에 있어서는 室內貯藏에서 조차도 3 kGy照射의 경우에는 5.3밖에 되지 않음을 보여주고 있고 冷藏의 경우에 있어서는 4.0~5.7 정도밖에 되지않아 照射의 효과가 뚜렷함을 알 수 있다. 觀能檢査에서도 나타난 바와 같이 1 kGy 照射에 있어서는 室內貯藏에 있어서나 冷藏에 있어서나 非照射區와 비교하여 현저한 차이를 보이지 않고 있으나 2 kGy 이상의 照射에 있어서는 뚜렷한 차이를 나타내고 있다. 일반적으로 log number 6~6.5 이상되면 食用이 불가능 하다는 것을 알 수 있었는데 觀能檢査 결과상으로는 2 kGy나 3 kGy나 별다른 차리를 보이지 않고 있다 할 수 있으나 나타나는 一般細菌數를 가지고 볼 때에는 2 kGy 보다는 3 kGy가 보다 안전한 線量으로 나타나 있다. 즉, 3 kGy 照射에서는 저장 26일 후에도 室內貯藏의 경우 5.3밖에 되지 않고 있으며 冷藏의 경우에는 저장 2개월 후에도 5.7밖에 되지 않는 비교적 낮은 수치를 보이고 있다. 非照射區에 있어서는 室內貯藏의 경우 저장 17일째부터 이미 6.0 이상의 수치를 보이고 食用에도 불확실성을 나타내기 시작하고 있다는 반면 冷藏의 경우에는 30일 가까이 되어서야 6.0 이상으로 증가되었고 1개월까지는 食用이 가능한 것으로 나타났다. 총괄적으로 보아 一般室內貯藏을 하려면 3 kGy 가까운 線量의 照射를 해야만 1개월 가량 저장할 수 있고 冷藏을 하는 경우에는 3 kGy 照射로서는 2개월 까지도 저장이 가능하고 2 kGy 정도로도 50일 정도까지는 저장이 가능한 것으로 나타났다. 따라서 고등어의 저장에 있어서는 他魚種도 마찬가지 이기만 장기저장과 Clostridium botulinum과 같은 有害細菌의 제거를 위해서는 適正線量과 적절한 온

도가 복합적으로 control된 상태에서 저장해야만 기대하는 목적을 달성할 수 있다(Shewan & Hobbs, 1970)는 것을 본 실험에서도 확인할 수 있다.

그러나 3 kGy 수준 이상의 照射는 低脂肪生鮮의 경우에는 가능할 지 모르나 고등어나 청어 등 高脂肪生鮮의 경우에는 적합치 않을 것으로 생각된다.

4. 揮發性 鹽基窒素(VBN)

Fig.1 및 FIg.2는 一般室內貯藏 및 冷藏中의 VBN 함량의 변화를 나타낸 것이다. 그림에서와 같이 放射線을 照射하지 않은 試料는 室內貯藏이나 冷藏의 경우 모두 貯藏 10日을 전후하여 급격하게 함량이 변화 하였으며 그 이후로도 계속 급속도로 증가하는 경향을 보였다. 그러나 照射한 試料에서는 室內貯藏이나 冷藏의 경우 모두 全貯藏期間을 통하여 완만하게 증가하였는데 특히 3 kGy의 線量을 照射한 室內貯藏 試料는 貯藏 34日째에 35.6㎎% 그리고 冷藏試料는 貯藏 57日째에도 그 함량이 23.3㎎%에 불과하였다. 즉 전반적으로 보아 放射線을 照射한 것이 하지 않은 것에 비하여 낮은 함량을 보여 放射線 照射는 鮮度유지에도 효과가 있음을 알 수 있었다.

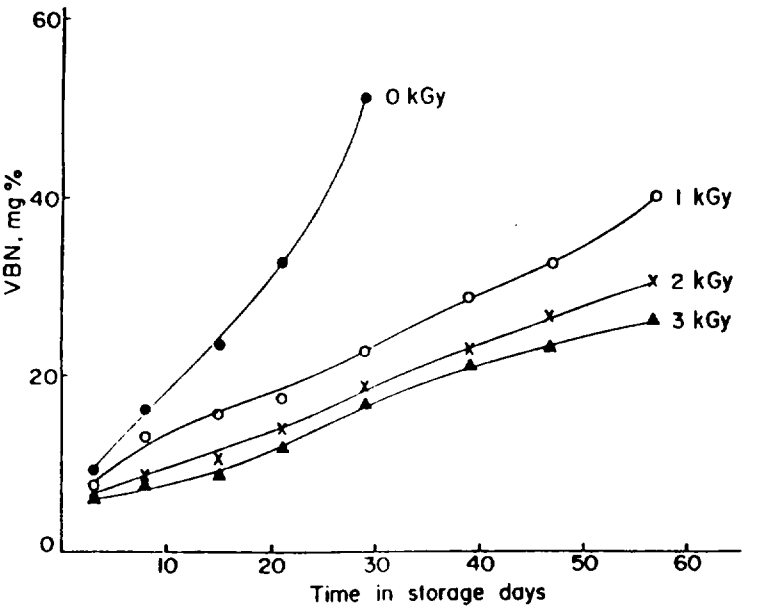

Fig. 1. Change of VBN on irradiated and unirradiated mackerel during storage at 10± 2℃

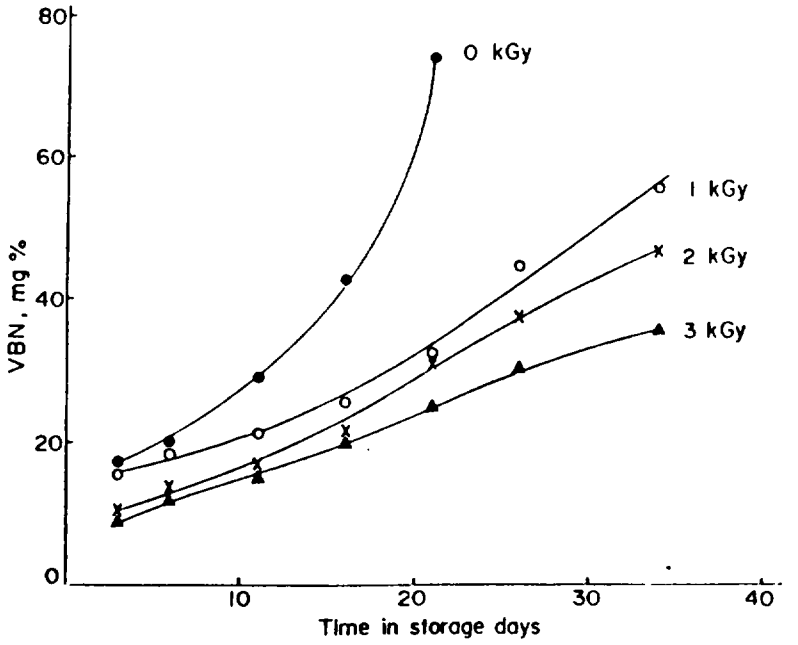

Fig. 2. Change of VBN on irradiated and unirradiated mackerel during storage at 2℃.

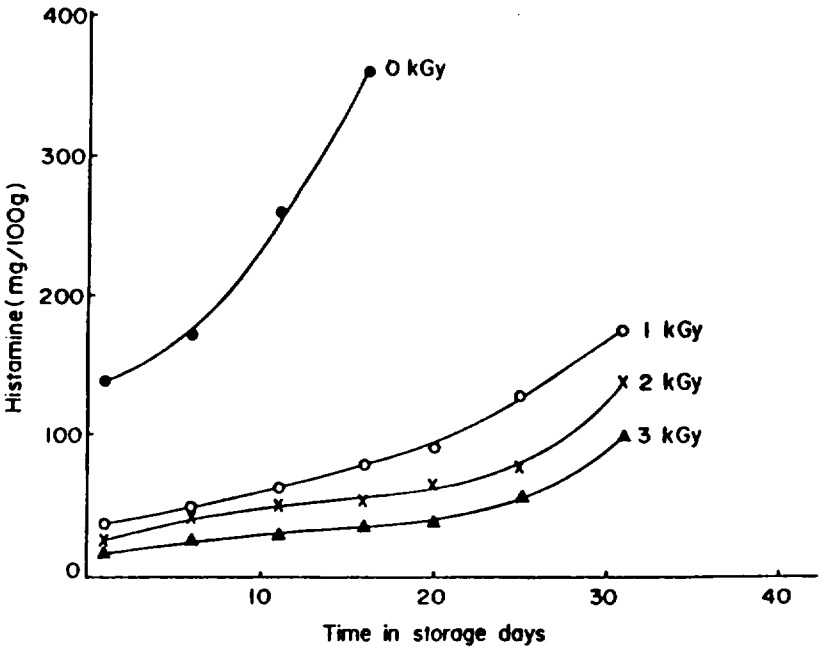

Fig. 3. Change of histamine content on irradiated and unirradiated mackerel during storage at 10±2℃

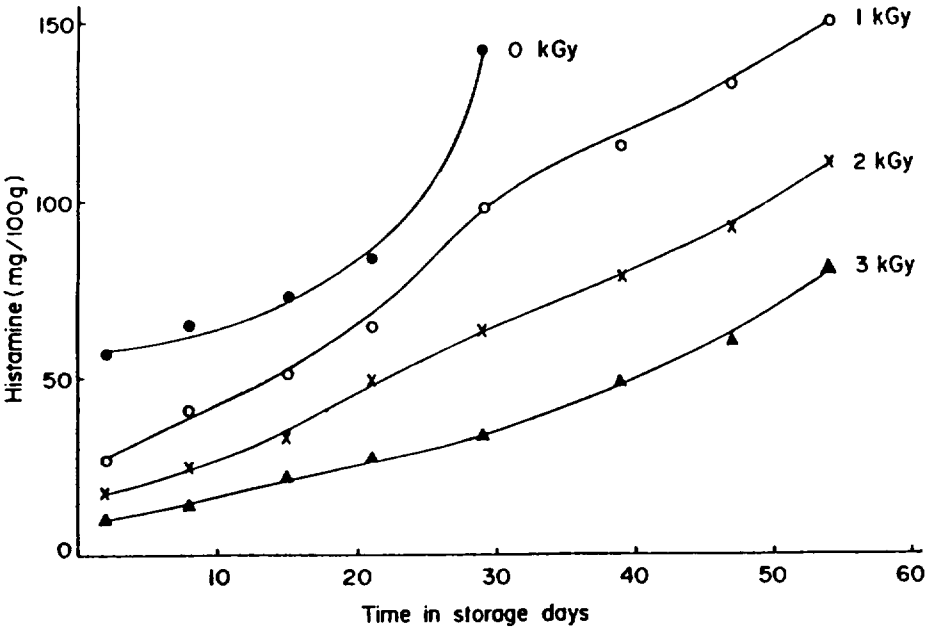

Fig. 4. Change of histamine content on irradiated and unirradiated mackerel during storage at 2℃.

5. Histamine 含量

Fig.3 및 Fig.4에는 貯藏中의 histamine의 함량 변화를 나타내었다. histamine 함량도 VBN 함량의 변화에서와 같이 저장온도가 높을수록 그리고 저장기간이 길어질수록 증가하였는데 金(1983)도 10種의 魚類를 20℃에서 48시간 저장하면서 VBN, histamine 및 histidine 함량을 調査하여 VBN과 histamine의 함량변화는 正의 相關關係를 나타낸다고 보고한 바 있다. 또 Edmunds와 Eitenmiller(1975)는 고등어의 貯藏實驗에서 室温에서는 histidine decarboxylase의 活性이 커서 histamine의 生成이 용이하나 4℃에서는 효소의 活性이 낮아 유리 histidine을 쉽게 脱炭酸할 수 없다고 하였으며 Arnolds와 Brown(1978)도 10℃에서는 histamine의 生成이 느리고 4℃이하에서는 histamine이 거의 生成되지 않는다고 보고 한 바 있다. 전체적으로 볼 때 放射線을 照射한 試料는 照射하지 않는것에 비하여 histamine 함량이 낮았고 함량도 완만하게 증가하는 경향이었다. 특히 3 kGy의 線量을 照射한 試料는 10℃(一般室內貯藏)나 2℃(冷藏)에서 저장한 경우 모두 貯藏末期까지 Simidu와 Hibiki (1954) 그리고 Arnold와 Brown(1978)이 보고한 中毒量인 100㎎/100g에도 미치지 않았다. 그러나 放射線을 照射하지 않은 試料는 저장초기부터 높은 함량을 보여 冷藏한 試料의 경우 약 58㎎/100g, 그리고 室內貯藏의 것은 약 119㎎/100g이었다. Arnold와 Brown (1978)은 신선한 어육은 대개 pH 5.5~6.5 범위의 약산성이므로 이 pH 조건하에서 세균이 생산한 histidine decarboxylase의 活性이 최적이기 때문에 貯藏初期의 온도에 따라

histidine 生成이 좌우된다고 하였으며 朴등(1981)은 histidine 生成세균은 2~3% 食鹽濃度에서 histidine을 多量生産하므로 鹽藏初期에 많은 量의 histidine이 生成된다고 하였다. Omura등(1978)은 histamine은 鮮度低下와 더불어 魚肉中의 histidine이 Proteus morganii, Hafnia alvei, Klebsiella pneumonia와 같은 부패세균의 증식에 따라 生成된 histidine decarboxylase에 의하여 脫炭酸반응을 받아서 生成되며 histidine生成量은 腐敗세균의 histidine decarboxylase 活性과 肉中의 histidine 함량에 의하여 좌우된다고 하였는데 本實驗에서도 鮮度低下와 더불어 histamine은 증가하였으며 VBN 初期 腐敗點 부근에서 histamine은 100㎎/100g을 보여 朴등(1980) 및 朴등(1981)의 보고서와 비슷한 경향을 나타내었다.

摘 要

濟州産 鹽乾 고등어를 0, 1, 2 및 3 kGy 水準으로 放射線을 照射한 후 一般室內貯藏 및 冷藏으로 區分하여 약 2개월간 저장하면서 貯藏壽命, 重量減少率, 微生物檢査 및 化學成分 등을 조사하였다. 貯藏壽命에 있어 室溫貯藏의 경우는 2 kGy의 照射로서 非照射區보다 1주일 정도 貯藏壽命을 연장할 수 있었고 冷藏의 경우에 있어서도 2 kGy의 線量을 照射한 것과 非照射區 간에는 약 1개월의 차이를 발견할 수 있었다. 重量減少率에 있어서는 室內貯藏과 冷藏과는 상당한 차이를 보이나 照射區와 非照射區間 및 各線量間에 있어서는 별다른 重量減少率의 차이를 발견할 수 없었다.

一般細菌數의 검사결과를 보면 冷藏의 경우 3 kGy 照射로서 2개월까지도 貯藏 가능하고 2 kGy 照射로는 약 50일까지 貯藏이 가능한 것으로 나타났다. VBN 및 histamine 함량의 변화를 통해서 본 화학성분변화에 있어서도 3 kGy 照射가 2 kGy보다 안전한 線量으로 나타났다. 그러나 총괄적으로 보아 官能檢査결과 및 經濟性이란 면에서 3 kGy 보다는 2 kGy가 보다 적절한 線量으로 판단된다.

參 考 文 獻

A.P.H.A. 1962. Recommended procedures for the bacteriological examination of sea water and shellfish, 3rd edition; pp.22-27.

Arnold, H. and D. Brown. 1978. Histamine toxicity from fish products. Advan. Food Res. 24; pp.113-154. Academic Press, New York.

Choi, E. H., and S. R. Lee. 1978. Worldwide status and prospect of food irradiation. Korean J. Food Sci. Technol. 10(1); 92-101.

Coleby, B. and J. M. Shewan. 1965. The radiation preservation of fish. In Fish as food. 4(2); 419-435. G. Borgstrom(ed) 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.

Farkas, J. 1984. Clearance for food irradiation granted in different countries of the world. IFFIT training course handout material (unpublished).

Ghadi, S. V., M. D. Alur, V. Venugopal, S. N. Doke, S. K. Ghosh, N. F. Lewis, G. B. Nadkarni, 1978. Studies on the storage stability and feasibility of radurization of Indian mackerel (Ratrellinger kanagurta). LAEA-SM) 221/26; 305-320.

Hannan, R. A. 1955. Scientific and technical problems involved in using ionizing radiation for the preservation of food. D. S. I. R. Food Invest. G. B. Special Rep. No.61.

Hobbs, G. 1983. Microbial spoilage of fish. In Food Microbiology-advances and prospects. p.216 T. A. Roberts and F. A. Skinner(ed) Academic Press, N.Y.

河端俊治. 1974. ヒスタシンのイオン交換クロマトダラフイー. 水産生物化學. 食品學實驗書, pp.300-305. 厚生閣, 東京

Kim, J. H. S. H. Kim, C. C. Chung, H. O. Cho. 1984. A study on food preservation by irradiation of agricultural and marine products from Cheju Island. I. Preservation of salted dry yellow sea bream. Cheju National Univ. Bulletin No.18 pp.129-137.

金英明. 1983. 市販魚類의 貯藏 및 加熱調理中 histamine의 變化에 관한 硏究. 서울大學校 保健大學院 碩士學位論文.

Loaharanu, P., B. Srisara, K. Nouchpramul, and C. Prompubesara, K. Kraisorn. 1973. Preservation of fishery products by ionizing radiation with special reference to boiled chub mackerel. IAEA-SM-166/67; 427-440.

日本厚生省, 1960. 食品衛生檢查指針 I. pp.13-16 日本厚生省, 東京.

Niven, C. F. Jr. 1958. Microbiological aspects of radiation preservation of food. Ann Rev. Microbiol. 12; 507-524.

Omura, 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.

Pablo, I. 1978. Application of sundried striped mackerel(Rastrelliger chrysozonus). International Congress of Food Science and Techniology-abstracts p.140.

朴榮浩·金東洙·金順先·金善奉. 1980, 赤

色肉魚類의 貯藏 및 加工中의 histamine 含量의 變化, I, 고등어, 전어 및 정어리에 있어서의 變化, 韓水誌 13(1); 15-22.

朴榮浩·金善奉·鄭惠敬·高光倍·金東洙. 1981. 赤色肉魚類의 貯藏 및 加工中의 histamine 含量의 變化 — 꽁치에 있어서의 變化 — 韓水誌 14(3); 122-129.

Rowley, D. B., A. Brynjolfsson. 1980. Potential uses of irradiation in the processing of food. Food Technology Oct.; pp.75-77.

Shewan, J. M. and G. Hobbs. 1970. The botulism hazard in the proposed use of irradiation of fish and fishery products in the UK. In Preservation of Fish by Irradiation. IAEA Panel Proceedings Series, pp.117-124. London: HMSO.

Simidu, W. and S. Hibiki. 1954. Studies on putrifaction of aquatic products-12. On putrifaction of bloody muscle. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish. 20(3); 206-208.

Wholesomeness of Irradiated Food. 1980. Summaries of data considered by the Joint FAO/LAEA/WHO Expert Committee on the Wholesomeness of Irradiated Food. Geneva 27 Oct.-3 Nov. 1980. EHE/81. 24; pp.11.