KOREAN J. FOOD SCI. TECHNOL.
Vol. 32, No. 5, pp. 1102~1106(2000)

꽁치과메기의 위생적 품질개선 및 저장기간 연장을 위한 감마선 조사

조경환 · 이주운 · 김재훈 · 류기형* · 육홍선 · 변명우
한국원자력연구소 방사선식품 · 생명공학기술개발팀, *공주대학교 식품공학과

Improvement of the Hygienic Quality and Shelf-life of *Kwamegi* from *Cololabis seira* by Gamma Irradiation

Kyung-Hwan Cho, Ju-Woon Lee, Jae-Hun Kim,
Gi-Hyung Ryu*, Hong-Sun Yook and Myung-Woo Byun
Team for Radiation Food Science and Biotechnology, Korea Atomic Energy Research Institute,
**Department of Food Science and Technology, Kongju National University*

Abstract

This study was carried out to investigate the effects of gamma irradiation for the improvement of hygienic quality and the extension of shelf-life of *Kwamegi*(semi-dried *colobabis seira*). Kwamegi was stored at 5°C and 15°C after gamma irradiation with doses of 0, 3, 5, 7 and 10 kGy. In microbiological aspects, non-irradiated *Kwamegi* was rapidly deteriorated during storage, and some harmful bacteria were detected in a microbial analysis using a selective medium. However, the total viable cells and presumptive pathogens were reduced with the increase of irradiation dose, and dose level of 7 to 10 kGy was considered to be optimum and effective dose for the preservation of *Kwamegi*.

Key words : Gamma irradiation, *Cololabis seira*, *Kwamegi*, hygienic quality.

서 론

과메기는 동절기에 포항을 중심으로 동해안 일대에서 꽁치(*Cololabis seira*)를 그늘진 곳에 걸어두고 통풍이 잘 되도록 하여 15일 이상 건조시킨 전통수산식품 중 하나로 독특한 풍미를 지니며, 수분함량은 약 40% 정도로 반 건조 식품에 속한다[1]. 꽁치과메기의 소비는 포항지역을 중심으로 소비가 이루어지고 있었으나 최근 전국적으로 시장이 확대되고 있는 실정이다. 그러나, 꽁치과메기는 겨울철(12월-익년 2월)에만 생산되어 판매되므로 대량 생산 및 소비에 한계가 있으며, 더욱이 과메기의 생산이 재래식 방법으로 생산되기 때문에 병원성 미생물의 오염으로 인한 식중독 유발 가능성이 높아 꽁치과메기의 위생적 안전성을 위한 기술이 요구되고 있다. 현재 국내에 보고된 꽁치과메기에 관한 연구는 꽁치과메기의 품질 균일화를 위한 자연건조방법과 인공건조방법[1]을 비교하거나 꽁치과메기의 저장을 위한 포장재료의 개발[2]정도에만 국한되고 있다. 한편, 감마선 조사기술은 제품의 품질특성 유지가 가능한 비열처리 살균기술로서 수산물을 비롯한 식품 및 의료기구 등 산업전반에 걸쳐 국제적으로 이용되고 있다[3-5].

따라서, 본 연구는 꽁치과메기의 위생상태 및 품질을 미생물학적 측면에서 평가하는 동시에 감마선 조사기술을 이용하여 꽁치과메기의 위생적 안전성 확보와 저장기간을 연장하는데 그 목적이 있다.

Corresponding author : Dr. Myung-Woo Byun is now in Team for Radiation Food Science and Biotechnology, Korea Atomic Energy Research Institute, P.O. Box 105, Yusong, Taejon, 305-600, Korea
Tel : 82-42-868-8065
Fax : 82-42-868-8043
E-mail : mwbyun@nanum.kaeri.re.kr

재료 및 방법

시료 및 감마선 조사

시험에 사용한 꽁치과메기는 2000년 1월에 포항지역의 과메기 건조덕장으로부터 자연건조된 것을 구입하였다. 껍질, 머리, 내장, 뼈, 꼬리 부위를 제거한 시료는 감마선 조사를 위하여 10마리씩 PE/Nylon 6 접

합포장재를 이용 진공포장하여 감마선을 조사하였다. 감마선 조사는 선원 10만 Ci의 Co-60 감마선 조사시설을 이용하여 실온에서 분당 70 Gy의 선량율로 각각 3, 5, 7, 10 kGy의 총 흡수선량을 얻도록 하였으며, 흡수선량의 확인은 Fricke dosimetry(ceric/cerous dosimeter)[6]를 사용하였고 총 흡수선량의 오차는 ±0.2 kGy였다. 감마선을 조사한 시료는 비조사 대조시료와 함께 각각 5°C와 15°C에 저장하면서 분석에 이용하였다.

일반성분, pH, 염도 및 Aw

일반성분은 AOAC 법[7]에 따라 정량하였고, pH는 시료 10 g에 증류수 100 mL를 넣고 homogenizer(Diax 900, Heidolgh, Germany)로 마쇄한 후 pH meter (Orion 520A, USA)로 측정하였다. 염도는 Mohr법[8]으로 염소량을 측정한 후 NaCl량으로 환산하였고, 수분활성도는 Thermoconstanter(Novasina RA/KA, Switzerland)를 이용하여 측정하였다.

미생물 시험

꽁치과메기에 존재하는 총균수 및 미생물의 분포를 확인하였고, 저장기간 중 감마선 조사가 꽁치과메기의 미생물변화에 미치는 영향을 시험하였다. 꽁치과메기 시료 10 g에 90 mL의 멸균증류수를 가하여 Stomacher Lab Blender(Model 400, Tekmar Co., USA)로 균질화시킨 뒤 다시 10배씩 단계별로 희석한 용액을 다음의 배지에 도말하였다. 총균수는 plate count agar(PCA, Difco, USA)를 이용하였으며, 그램양성 산생성 구균(acid producing cocci)의 검출에는 phenyl ethanol sucrose agar(PES-agar, Difco, USA)를 이용하였다. 대장균군의 추정시험은 eosin methylene blue agar(EMB-agar, Difco, USA)에 배양 후 녹색형광 집락을 계수하여 나타냈으며, *Salmonella*와 *Shigella*의 추정시험은 *Salmonella Shigella* agar(SS-agar, Difco, USA)에서 검정색 집락을 계수하여 나타냈다. 또한, *Pseudomonas*의 추정시험은 *Pseudomonas Aeromonas* selective agar (GSP-agar, Merck, Germany)에서 선홍색 집락을 계수하였다. 상기 배지는 37°C에서 72시간 배양 후 집락을 계수하고 시료 1 g당 colony forming unit(CFU)로 나타냈으며, 검출을 위한 최소 계수 한계치는 10^1 CFU/g 이었다.

결과 및 고찰

꽁치과메기의 일반성분, 수분활성도, 염도 및 pH

본 시험에 사용한 꽁치과메기의 일반성분, 수분활성도, NaCl 함량 및 pH는 Table 1과 같다. 오 등[1]은 건조 전 꽁치의 수분함량은 약 67% 정도로 건조기간 중 계속 감소하여 15일째 약 38.8% 정도로 감소한다고 하였다. 본 실험의 경우 수분 함량은 34.5% 정도로 낮게 나타났으며, 상대적으로 조단백질, 조지방 및 회분 함량은 조금씩 증가하여 각각 19.12%, 29.85% 및 2.23%로 나타났다. 또한, 꽁치과메기의 수분활성도는 0.94이었으며, NaCl 함량과 pH는 각각 2.1%와 6.3으로 반 건조식품 특성상 건조식품에 비해 미생물이 생육하기에 좋은 조건인 것으로 나타났다. 한편, 감마선 조사직후 일반성분, 수분활성도, NaCl 함량 및 pH는 감마선 조사선량에 따라 유의적인 차이를 나타내지 않았다.

꽁치과메기의 미생물 오염도

시료로 사용된 꽁치과메기의 미생물 오염정도는 총균수가 약 2.8×10^4 CFU/g이었으며(Fig. 1), 선택배지를 이용한 실험에서 *Staphylococcus*, *Streptococcus* 및 *Leuconostoc* 속과 같은 그람양성 산생성 구균들(Fig. 2)과 *Pseudomonas* 속으로 추정되는 미생물(Table 2)이 각각 5.8×10^3과 8.0×10^3 CFU/g으로 과메기에 존재하는 주요 미생물로 나타났다. 대장균군은 4.2×10^2 CFU/g으로 꽁치과메기의 제조가 작업 환경이 청결한 상태에서 이루어지지 못한 것으로 나타났으며, *Salmonella*와 *Shigella* 속으로 추정되는 미생물 또한 2.8×10^2 CFU/g으로 과메기의 제조 및 취급이 부적절할 경우 과메기의 섭취로 인한 식중독 유발 가능성을 내포하고 있는 것으로 나타났다(Table 2). 한편, *Listeria* 및 *Vibrio* 속으로 추정되는 균들은 검출되지 않았다.

Table 1. Proximate composition, NaCl content, water activity and pH of gamma-irradiated *Kwamegi*

Dose (kGy)	Moisture (%)	Crude Protein (%)	Crude Lipid (%)	Ash (%)	Aw	Salinity (%)	pH
0	34.52±1.33	19.12±0.92	29.85±1.05	2.23±0.11	0.94±0.02	2.15±0.25	6.33±0.15
3	35.31±1.84	18.98±1.33	30.15±1.54	2.19±0.23	0.96±0.02	2.05±0.16	6.47±0.14
5	34.96±1.45	19.05±0.88	29.74±0.94	2.34±0.09	0.94±0.01	2.08±0.19	6.49±0.11
7	34.13±1.66	19.79±1.52	28.88±1.12	2.11±0.16	0.94±0.02	2.11±0.17	6.25±0.08
10	35.04±1.94	19.59±1.11	30.31±1.27	2.45±0.21	0.95±0.02	1.94±0.20	6.31±0.19

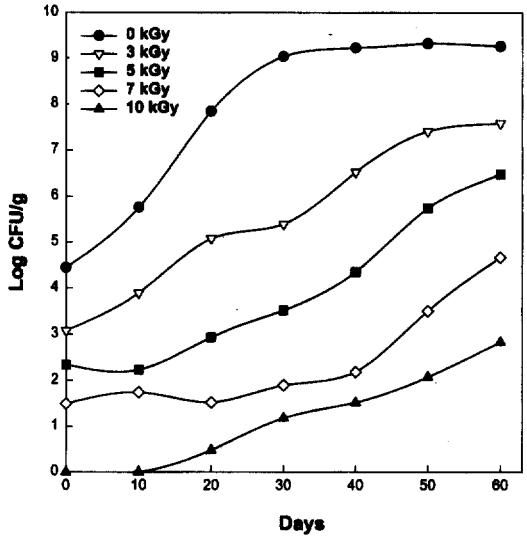

Fig. 1. Changes in total viable cells of Kwamegi during storage at 5°C.

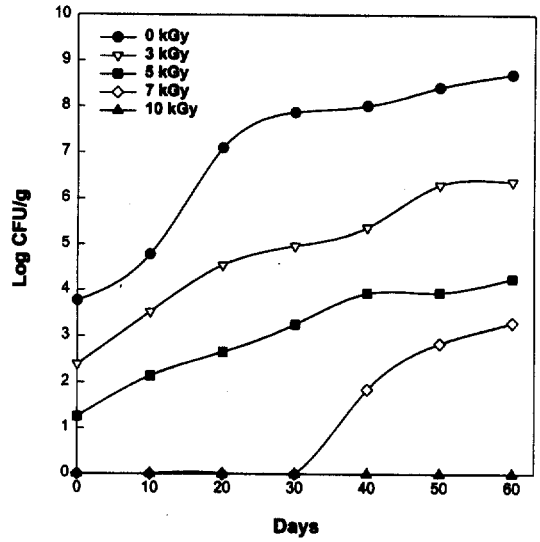

Fig. 2. Changes in gram positive acid producing bacteria of Kwamegi during storage at 5°C.

감마선 조사에 따른 꽁치과메기의 미생물 생육변화

감마선 조사 직후 오염 미생물은 감마선 조사선량이 증가할수록 감소하는 것으로 나타났다. 총균수는 Fig. 1과 같이 3, 5, 7 kGy로 조사된 시료에서 각각 1.2×10^3, 2.2×10^2 및 3.1×10^1 CFU/g으로 나타났으며, 10 kGy 조사선량에서는 검출되지 않았다($<10^1$ CFU/g). 그람양성 산생성 구균의 경우 3 kGy와 5 kGy로 조사된 시료가 각각 2.5×10^2과 1.8×10^1 CFU/g으로 감소하였으며, 7 kGy와 10 kGy 조사구에서는 검출되지 않았다(Fig. 2). 또한, *Pseudomonas* 속, 대장균군 및 *Salmonella*와 *Shigella* 속으로 추정되는 균주들은 3 kGy 감마선 조사시 각각 1.5×10^1, 1.3×10^2 및 1.7×10^1 CFU/g으로 감소하였으며, 이들은 5 kGy 이상의 감마선 조사에 의해서는 검출되지 않았다(Table 2, 3).

감마선 조사후 5°C와 15°C 온도에서 저장동안 총균수 및 미생물의 생육변화는 일반적으로 감마선 조사선량이 증가하고 저장온도가 낮을수록 생육이 저해되었다. 5°C 저장의 경우 비조사구의 총균수는 저장 20일 경에 7 log까지 증가하여 저장 30일부터는 9 log cycle 이상을 유지하였다. 이러한 결과는 현재 제조·판매되고 있는 꽁치과메기의 위생적 품질기준을 미생물적인 측면에서 볼 때 냉장유통(5°C)에도 불구하고 30일 이상 품질유지가 어렵다는 것을 나타낸다. 감마선 조사된 꽁치과메기의 총균수는 조사선량이 증가할수록 비조사구에 비해 생육이 억제되는 것으로 나타났다(Fig. 1). 특히 7 kGy 조사구는 저장 60일까지 꽁치과메기의 초기 미생물수와 비슷한 4 log 정도 생육하였으며, 10 kGy 조사구는 저장 60일까지도 이보다 낮은 3 log 이하로 나타났다. 그램양성 산생성 구균은 비조사구의 경우 저장 30일 경부터 8 log cycle 이상 생육하여 꽁치과메기에 존재하는 주요 미생물들로 확인되었으며, 감마선 조사구에서도 감마선에 저항성이 있는 것으로 생각되는 균주들이 생육하였으나, 비조사구에 비해 생육이 억제되었다(Fig. 2). 또한, *Pseudo-*

Table 2. Growth of microorganisms irradiated and non-irradiated *Kwamegi* during storage at 5°C (CFU/g)

Microorganisms	Dose (kGy)	Storage periods(days)						
		0	10	20	30	40	50	60
Pseudomonas spp.	0	8.0×10^3	2.2×10^3	4.0×10^2	1.3×10^3	1.3×10^4	1.4×10^5	7.5×10^4
	3	1.5×10^1	3.8×10^1	5.5×10^1	4.2×10^2	1.7×10^2	3.5×10^2	2.6×10^3
Coliform group	0	4.2×10^2	2.3×10^2	4.0×10^2	5.0×10^2	7.6×10^3	9.6×10^4	1.1×10^5
	3	1.3×10^2	ND[1)]	ND	ND	ND	ND	ND
Salmonella and *Shigella* spp.	0	2.8×10^2	3.0×10^2	6.0×10^2	1.0×10^2	3.1×10^3	1.61×10^4	3.0×10^2
	3	1.7×10^1	ND	ND	ND	ND	ND	ND

[1)]ND indicates not-detected.

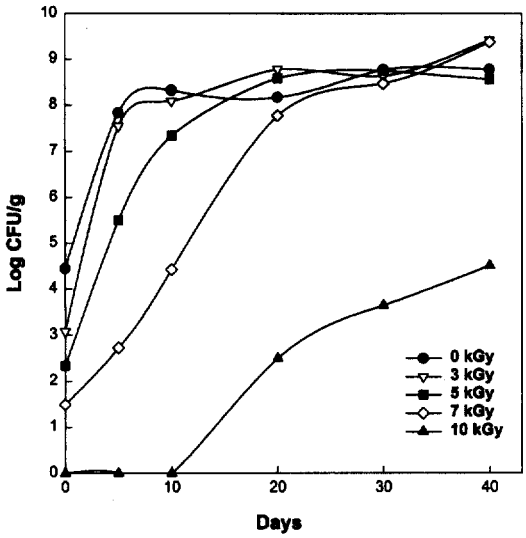

Fig. 3. Changes in total viable cells of Kwamegi during storage at 15°C.

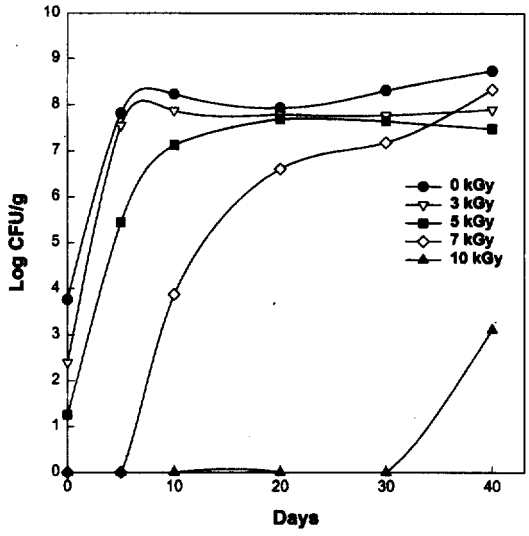

Fig. 4. Changes in gram positive acid producing bacteria of Kwamegi during storage at 15°C.

monas 속으로 추정되는 미생물들은 비조사구의 경우 저장기간 동안 2-5 log 정도 생육하였고, 3 kGy 감마선 조사구의 경우 1-3 log 정도로 나타났으며, 5 kGy이상의 감마선 조사구에서는 생육하지 않는 것으로 나타났다(Table 2). 한편, 대장균군 및 *Salmonella*와 *Shigella* 속의 균주로 추정되는 미생물들은 비조사구의 경우 저장 60일까지 각각 최고 5와 4 log까지 생육하였으나, 3 kGy 이상의 감마선 조사구에서는 저장기간 동안 검출되지 않아 이들 균주들은 방사선 저항성이 낮은 것으로 나타났다(Table 2).

꽁치과메기를 15°C에 저장한 경우도 감마선 조사선량에 의존하여 미생물의 생육정도가 저하되었으나, 5°C 저장에 비해 감마선 조사가 미생물의 생육억제에 미치는 영향은 감소하는 것으로 나타났다. 비조사구를 포함한 7 kGy 이하의 감마선 조사구의 총균수는 저장초기부터 급격히 증가하였는데, 비조사구와 3 kGy 조사구는 저장 5일부터 7 log 이상 증식하였으며, 5 kGy와 7 kGy 조사구는 각각 10과 20일부터 7 log 이상을 유지하였다. 그러나, 10 kGy 조사구의 경우 저장 10일까지 미생물이 검출되지 않다가 20일부터 증가하기 시작하여 저장 40일에 초기 꽁치과메기의 미생물수와 비슷한 4 log 정도 생육하였다(Fig. 3). 그람양성 산생성 구균은 15°C 저장 조건에서도 꽁치과메기의 주요한 미생물인 것으로 나타났으며, 10 kGy 조사구의 경우에도 저장 40일째에 생육이 확인되었다(Fig. 4). 한편, *Pseudomonas* 속으로 추정되는 미생물들은 비조사구와 3 kGy 감마선 조사구의 경우 저장기간 동안 계속 증가하여 40일째 각각 7과 3 log까지 생육하였고, 5 kGy 감마선 조사구도 저장 30일째 최고 4 log까지 생육하였으나, 7 kGy 이상의 감마선 조사구에서는 생육하지 않았다(Table 3). 또한, 대장균군도 비조사구를 포함한 5 kGy 이하의 감마선 조사구에서 저장동안 2-5 log 정

Table 3. Growth of microorganisms irradiated and non-irradiated *Kwamegi* during storage at 15°C (CFU/g)

Microorganisms	Dose (kGy)	Storage periods(days)					
		0	5	10	20	30	40
Pseudomonas spp.	0	8.0×10^3	1.2×10^6	4.0×10^5	9.3×10^4	2.3×10^6	3.8×10^7
	3	1.5×10^1	4.1×10^2	2.0×10^3	3.4×10^5	2.5×10^5	7.2×10^5
	5	ND[1)]	1.4×10^1	4.5×10^2	2.1×10^3	6.6×10^4	3.1×10^3
Coliform group	0	4.2×10^2	5.0×10^3	2.3×10^5	1.8×10^5	5.0×10^4	4.6×10^4
	3	1.3×10^2	5.3×10^3	6.9×10^3	1.2×10^5	3.8×10^5	2.2×10^5
	5	ND	7.0×10^2	8.1×10^2	1.9×10^4	3.2×10^5	2.4×10^4
Salmonella and Shigella spp.	0	2.8×10^2	2.5×10^3	1.4×10^4	2.9×10^4	4.0×10^4	2.3×10^4
	3	1.7×10^1	3.5×10^2	2.6×10^3	8.2×10^2	3.7×10^3	4.2×10^3

[1)]ND indicates not-detected.

도 생육하였으나, 7 kGy 이상의 감마선 조사구에서는 검출되지 않았으며, *Salmonella*와 *Shigella* 속의 균주로 추정되는 미생물들은 비조사구와 3 kGy 감마선 조사구에서 2-4 log 정도 생육하였으나, 5 kGy 이상의 감마선 조사구에서는 저장기간 동안 검출되지 않았다 (Table 3).

이상의 결과들로 볼 때 국내에 유통되고 있는 꽁치과메기는 미생물학적인 측면을 고려할 때 저장성이 매우 낮은 것으로 판단되며, 현재 꽁치과메기의 위생화 및 저장성 확보를 위한 어떠한 방법도 마련되지 않은 시점에서 꽁치과메기의 위생화를 위한 기술이 반드시 필요함을 보여준다. 특히, 감마선 조사기술은 제품의 품질변화를 최소화하며 미생물의 살균이 가능한 방법으로 꽁치과메기를 포함한 건조·반건조 식품의 위생화에 아주 효과적이며 현재까지 연구된 결과들도[9-13] 이를 뒷받침하고 있다. 한편, 본 실험에서는 병원성 미생물로 추정되는 균주들도 검출되고 있어 부적절한 취급시 식중독 유발가능성도 배제할 수 없는 것으로 생각되며, 현재 이들 병원성 균주들을 포함한 꽁치과메기와 관련된 미생물의 동정을 위한 연구가 진행되고 있다.

요 약

본 연구는 과메기의 위생적 품질 및 저장기간을 연장하기 위한 감마선 조사의 효과를 조사하기 위해 실시하였다. 과메기를 0, 3, 5, 7, 10 kGy의 선량으로 감마선 조사하여 저장하면서 미생물 생육을 검사하였다. 미생물학적 관점에서 비조사구는 저장동안 빠르게 품질이 저하되었고, 선택배지를 이용한 시험에서 병원균으로 추정되는 균들의 생육이 관찰되었다. 그러나, 감마선 조사된 시료에서 총균수 및 병원균으로 추정되는 균들의 생육이 조사선량이 증가함에 따라 감소되었고, 7에서 10 kGy의 감마선 조사가 과메기의 저장에 적절하고 효과적인 선량으로 나타났다.

감사의 글

본 연구는 과학기술부의 원자력 연구개발사업의 일환으로 수행되었으며, 그 지원에 감사드립니다.

문 헌

1. Oh, S.H., Kim, D.J. and Choi, K.H. Changes in Compositions of Pacific Saury(*Cololabis seira*) Flesh during Drying for Production of *Kwamegi*. 1. Changes in General Composition and Lipid Components. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 27: 386-392 (1998)
2. Oh, S.H. and Kim, D.J. Study on the development of traditional food (*kwamegi*). Technical Report. Pohang, Kyungbuk, Korea (1998)
3. Thayer, D.W. Wholesomeness of irradiated foods. Food Technol. 48: 58-67 (1994)
4. Byun, M.W. Status on Food Irradiation in Korea. Food Sci. Industry 31: 19-24 (1998)
5. WHO. Wholesomeness of irradiated food. Report of joint FAO/IAEA/WHO Expert Committee. Technical Report Series-659, 34 (1981)
6. Holm, N.W. and Berry, R.J. Manual on Radiation Dosimetry. Marcel Dekker Inc., New York, USA (1970)
7. AOAC. Offical Methods of Analysis. 14th ed. Association of Official Analytical chemists, Washington, DC, USA (1984)
8. Chae, S.K. Analysis of sodium chloride. pp. 460-461. In: Standard Food Analysis. Ji-Gu Publishing Co. Seoul, Korea (1997)
9. EL-Mongy, T.M., EL-Fouly, M.Z., Hammad, A.A.I. and Matar, Z.A.I. Irradiation for shelf-life extension and improvement of the hygienic quality of fresh, semidried and dried *Tilapia nilotica* fish. Egypt. J. Food Sci. 24: 119-134 (1996)
10. Gore, M.S., Sawant, P.L., Kumta, U.S. and Sreenivassan, A. Dehydro-irradiation process for tropical Shrimp. Food Technol. 24: 1163-1169 (1970)
11. Maha, M.I., Sudarman, H., Chosdu, R., Siagian, E.G. and Nasran, S. Combination of potassium sorbate and irradiation treatments to extend the shelf-life of cured fish products. Combination Processes in Food Irradiation Proceeding of an International Symp., Nov., Colombo, Sri Lanka, IAEA, Vienna (1980)
12. Hammad, A.A. I. and EI-Bazza, Z.E. Molds contaminating smoked herrings and their control by gamma irradiation. Az. J. Microbiol. 4: 10-18 (1988)
13. Hammad, A.A.I., El-Fouly, M.Z. and Geggawy, A.H. Keeping quality of high dam lake bolti fish and elimination of food-poisoning bacteria contaminating it by gamma irradiation. Assiut J. Agric. Sci. 19: 171-180 (1988)

(2000년 6월 7일 접수)