Kor. J. Food Hygiene 8 (3), 135-140(1993)

건어물 저장 중 미생물 증식상태에 관한 연구

이현자 · 김종군* · 이수정** · 조한옥**
국립 안성농업전문대학 *세종대학교 가정대학 **한국원자력연구소

Microbial Growth in Dried Fishes during Preservation

Hyun-Ja Lee, Jon-Kun Kim*, Soo-Jeong Lee and Han-Ok Cho****
National Ansung Agricultural Junior College,
**King Sejong University, **Korea Atomic Energy Research Institute*

ABSTRACT—**Dried fishes such as dried pollack, dried sliced squid, dried white bait, dried anchovy and dried cod used to cook Korean traditional foods were airpacked in polyethylene tube and irradiated with 7 kGy of gamma-ray source. The effect of gamma irradiation on microbial growth in dried fishes was investigated during storage at ambient temperature for 12 months. The total aerobic bacteria in the control group were contaminated by 3.9×10^3 cells/g in dried pollack, 5.6×10^5 cells/g in dried sliced squid, 1.2×10^5 cells/g in dried white bait, 1.2×10^4 cells/g in dried anchovy and 1.2×10^4 cells/g in dried cod and 7 kGy irradiation could eliminate the bacteria and also reduce aerobic bacterial load to 1~3 log cycle and no apparent growth of microorganisms occurred during storage. Molds in the control group were contaminated by 4.0×10^2 cells/g in dried pollack, 1.3×10^2 cells/g in dried sliced squid, 2.5×10^2 cells/g in dried white bait, 90 cells/g in dried anchovy and 2.0×10^2 cells/g in dried cod, respectively. 7 kGy irradiation could sterilize the molds and the growth of molds of nonirradiated samples were slightly decreased during storage. Yeasts in the control group were contaminated by 1.4×10^3 cells/g in dried pollack, 75 cells/g in dried sliced squid, 1.1×10^3 cells/g in dried white bait, 50 cells/g in dried anchovy, 1.6×10^2 cells/g in dried cod, respectively and irradiation could sterilize the yeasts and growth of yeasts was slightly decreased in dried pollack and dried white bait but increased in order of dried anchovy, dried cod and dried sliced squid. Coliforms in all sample were sterilized by irradiation and its growth was decreased during storage except dried anchovy.**

우리나라는 삼면이 바다로 둘러싸여 계절에 따라서 여러가지 종류의 어패류를 획득할 수 있었다. 그러므로 농경 이전부터 어패류가 주요 식량이 되었고 젓갈, 건어물 등의 가공법은 옛부터 개발되어 오늘날까지 동물성 단백질 급원식품으로 중요한 구실을 하고 있다. 우리 선조들은 돌상을 차릴 때 자반으로 건대구나 오징어채나 북어무침을 사용한 예[1,2]가 있으며 어른 생신상 차림에도 건대구나 오징어채를 사용하였다는 기록이 있다.[3] 우리나라에서는 동물성 단백질의 공급실적중 수산물의 단백질 공급도가 81%이며 명태, 멸치, 오징어 등의 건어물은 수산물 중 중요한 위치를 차지하고 있다.[4] 이와 같은 현상은 우리나라 국민의 식성이 수산물 기초 경향으로 변화됨에 따라서 그 공급도가 높아진 것이며 따라서 수산물의 저장, 가공기술 여하에 따라서 그 수요는 증가될 것으로 예상된다.

일반적으로 식품저장 중 해충, 미생물, 효소 등에 의한 손실은 지역과 그 종류에 따라서 차이는 있으나 20~50%에 이르므로[5,6] 그 저장법을 개선 또는 대치하여 저장 중 발생되는 손실을 감소시켜 10~20%의 간접증산을 가져오고 위생적이며 경제적인 방법으로 식량을 대량저장하여 생산자와 소비자를 보호하고 국민영양 향상에 기여하여야 할 것이다. 건어물의 재래적 저장법은 건조, 냉장, 냉동, 화학약품처리(식품보존제 및 훈증제) 및 열처리 등이 있으나 비위생적, 신선도저하, 저장 energy의 과다소비, 약

Received for publication 10 February 1993
Reprint request: H.-O. Cho at the above address

제 성분의 잔유 및 유해물질의 생성, 영양소 손실, 살균과 살충의 불충분, 처리방법의 복잡 및 용량부족 등의 문제점이 있다.[4] 이와 같은 문제점을 해결하거나 보완하기 위하여 방사선에 의한 식품저장 연구가 과거 40여년간 국내외적으로 수행되었고 FAO, IAEA, WHO 공동전문위원회에서는 그 결과를 평가하여 향신료를 비롯한 분말식품과 건조 야채 등의 살균, 살충 목적으로 10 kGy까지의 감마선조사는 안전하다고 발표하였다.[7,8,9] 또한 조사식품의 건전성(안전성)과 경제적 타당성이 공인됨에 따라서 1992년 10월 현재 36개국에서 73개 식품군, 200여종의 식품이 산업적으로 조사되거나 특수목적에 실용되고 있으며, 국내에서도 건조식육 및 어패류의 살균, 살충 위생화를 위해 7 kGy까지의 감마선 조사를 보건사회부가 1991년 12월 14일 허가하였다.

따라서 본 연구는 옛부터 현재까지의 한국인의 식생활에 널리 이용되고 중요한 위치를 차지하고 있는 건명태, 건오징어, 뱅어포, 건멸치와 건대구에 대하여 공인된 적정선량인 7 kGy의 감마선을 조사하고 비조사 시료와 함께 실온에서 장기간 저장하면서 미생물의 증식상태를 실험하였기에 그 결과를 보고한다.

재료 및 방법

시료

본 실험에 사용된 시료는 서울시내 중부시장에서 1991년 2월 1일에 구입한 후 일정량씩 20 μ nylon/60 μ polyethylene의 접합봉지에 함기포장한 뒤 비조사 및 방사선 조사시료로 사용하였다.

방사선에 의한 살균처리 및 저장

완전포장한 각 시료를 한국원자력연구소내 선원 10,000 Ci의 ^{60}Co gamma선 조사시설을 이용하여 시간당 400 Gy의 선량률로 건어물의 최적정선량인 7 kGy를 조사한 뒤 실온에서 비조사구와 함께 12개월간 저장하면서 실험에 사용하였다.

미생물 생육시험

모든 미생물 실험은 2개월 간격으로 각 시료에 대하여 3회 반복으로 실시하였다.

전 호기성 세균은 APHA Standard method[10]에 따라 TGY agar (Difco Lab)[11]를 사용하여 30℃에서 1~2일간 배양한 뒤 집락을 계수하였다. 곰팡이 및 효모는 potato dextrose agar (Difco Lab)[11]를 사용하여 살균된 10% tartaric acid로 pH를 3.5로 보정한 뒤 pour plate method로 25℃에서 7~10일간 배양한 뒤 계수하였다.[12] 대장균군은 Desoxycholate agar(Difco Lab)[11]를 이용하여 pour plate method로 37℃에서 1~2일간 배양한 뒤 적색의 집락을 계수하였다.[13]

결과 및 고찰

미생물 생육실험

건어물은 건조가공, 저장하는 동안 대부분이 공기중에 노출되기 때문에 세균, 효모 및 곰팡이의 오염으로 변질, 변패되어 위생상 많은 문제점으로 대두되고 있다. 본 실험에서 전호기성 세균의 g당 오염도는 다음 Table 1과 같다.

저장초기에 비조사 시료에서는 건명태 3.9×10^3, 건오징어채 5.6×10^5, 뱅어포 1.2×10^5, 건멸치 1.2×10^4, 건대구에서 1.2×10^4 마리가 검출되었으나 7 kGy의 방사선조사로 멸균되었거나 1~3 log cycle 감소되었다. 저장기간의 경과에 따른 영향은 비조사구와 7 kGy 조사구에서 다소의 감소를 보였으며 방사선 조사구에서는 실온에서 2개월간 저장후부터는 호기성 세균이 전혀 검출되지 않았다. 비조사구에서 저장기간의 경과에 따라 호기성 세균의 생육이 감소된 것은 Table 2에서와 같이 저장기간의 경과로 각 건어물의 수분함량의 감소에 따른 수분활성도의 저하가 그 원인으로 생각된다. 이것은 조[14-16]와 이[17,18]의 연구보고와도 일치하였다.

각 시료의 곰팡이 오염도는 Table 3과 같이 건명태가 g당 4.0×10^2, 건오징어채 1.3×10^2, 뱅어포 2.5×10^2, 건멸치 90, 건대구가 2.0×10^2 마리였으며 7 kGy의 조사로 각 시료가 멸균되었다. 저장기간 중 비조사 시료의 곰팡이 생육도는 저장기간이 경과됨에 따라서 모든 시료에서 감소하는 경향이며 이것도 또한 전술한 바와 같이 수분활성도의 저하에 기인한 것으로 생각된다.

각 시료의 효모 오염도는 다음 Table 4와 같다.

건명태가 g당 1.4×10^3, 건오징채 7.5×10^2, 뱅어포 1.1×10^3, 건멸치 50, 건대구 1.6×10^2 마리였으며 7

Table 1. Effect of gamma irradiation on the total aerobic bacteria of dried fishes during storage at room temperature

(colony forming units/g)

Samples	Irradiation dose (kGy)	Storage period (months)						
		0	2	4	6	8	10	12
Dried pollack	0	3.9×10^3	2.7×10^3	2.3×10^3	2.9×10^3	2.4×10^3	2.0×10^3	1.6×10^3
	7	1.6×10^3	–	–	–	–	–	–
Dried sliced squid	0	5.6×10^5	6.9×10^5	1.7×10^7	1.2×10^8	2.7×10^7	4.8×10^6	5.3×10^5
	7	1.5×10^2	–	–	–	–	–	–
Dried white bait	0	1.2×10^5	1.0×10^4	1.3×10^4	3.9×10^4	2.0×10^3	1.1×10^3	4.5×10^2
	7	5.7×10^2	1.2×10^2	–	–	–	–	–
Dried anchovy	0	1.2×10^4	1.2×10^7	1.3×10^8	1.5×10^8	4.0×10^7	3.7×10^7	6.8×10^6
	7	–	–	–	–	–	–	–
Dried cod	0	1.2×10^4	1.5×10^4	4.1×10^4	1.5×10^5	7.3×10^3	1.0×10^3	1.7×10^2
	7	7.0×10^2	1.0×10^2	–	–	–	–	–

Table 2. Effect of gamma irradiation on the moisture content of dried fishes during storage at room temperature

(unit: %)

Samples	Irradiation dose (kGy)	Storage period (months)						
		0	2	4	6	8	10	12
Dried pollack	0	15.5	16.0	16.2	16.4	16.1	15.7	15.1
	7	15.4	15.1	14.2	14.0	13.9	13.8	13.3
Dried sliced squid	0	29.7	29.8	30.6	32.0	34.0	26.3	20.3
	7	29.8	28.3	27.1	27.9	26.6	25.0	24.7
Dried white bait	0	18.9	18.6	18.1	18.7	18.2	17.9	17.7
	7	18.9	18.3	16.2	16.9	15.7	15.5	15.6
Dried anchovy	0	36.3	36.0	36.2	36.9	36.1	35.4	35.2
	7	36.1	36.0	34.8	34.4	33.8	33.8	33.0
Dried cod	0	19.8	19.4	19.2	19.2	18.2	18.1	17.8
	7	19.7	19.0	18.9	18.7	18.4	18.0	17.4

Table 3. Effect of gamma irradiation on the molds of dried fishes during storage at room temperature

(colony forming units/g)

Samples	Irradiation dose (kGy)	Storage period (months)						
		0	2	4	6	8	10	12
Dried pollack	0	4.0×10^2	2.5×10^2	1.4×10^3	2.3×10^3	5.0×10^2	6.5×10^2	4.1×10^2
	7	–	–	–	–	–	–	–
Dried sliced squid	0	1.3×10^2	3.5×10^2	4.2×10^5	9.5×10^6	2.6×10^5	5.0×10^4	7.0×10^4
	7	–	–	–	–	–	–	–
Dried white bait	0	2.5×10^2	1.5×10^2	5.0×10^2	6.5×10^2	1.3×10^2	8.0×10^1	5.0×10^1
	7	–	–	–	–	–	–	–
Dried anchovy	0	9.0×10^1	3.4×10^2	3.3×10^5	1.6×10^7	1.7×10^6	2.3×10^5	2.7×10^5
	7	–	–	–	–	–	–	–
Dried cod	0	2.0×10^2	5.0×10^2	4.5×10^2	1.8×10^3	3.0×10^2	1.0×10^2	7.6×10^1
	7	–	–	–	–	–	–	–

Table 4. Effect of gamma irradiation on the yeast of dried fishes during storage at room temperature

(colony forming units/g)

Samples	Irradiation dose (kGy)	Storage period (months)						
		0	2	4	6	8	10	12
Dried pollack	0	1.4×10^3	1.1×10^3	7.5×10^2	9.7×10^2	4.5×10^2	2.3×10^2	2.8×10^2
	7	–	–	–	–	–	–	–
Dried sliced squid	0	7.5×10^1	1.1×10^2	1.6×10^4	2.2×10^6	8.5×10^5	4.1×10^5	2.8×10^5
	7	–	–	–	–	–	–	–
Dried white bait	0	1.1×10^3	1.7×10^3	2.0×10^3	4.5×10^3	1.7×10^2	1.0×10^2	5.6×10^1
	7	–	–	–	–	–	–	–
Dried anchovy	0	5.0×10^1	3.5×10^2	2.5×10^3	1.2×10^6	4.2×10^5	3.8×10^4	5.0×10^3
	7	–	–	–	–	–	–	–
Dried cod	0	1.6×10^2	2.3×10^2	2.8×10^2	1.4×10^3	1.5×10^3	6.7×10^2	3.5×10^2
	7	–	–	–	–	–	–	–

Table 5. Effect of gamma irradiation on the coliforms of dried fishes storage at room temperature

(colony forming units/g)

Samples	Irradiation dose (kGy)	Storage period (months)						
		0	2	4	6	8	10	12
Dried pollack	0	–	–	–	–	–	–	–
	7	–	–	–	–	–	–	–
Dried sliced squid	0	+	+	++	2.1×10^2	1.6×10^2	++	+
	7	–	–	–	–	–	–	–
Dried white bait	0	1.0×10^4	4.4×10^3	4.0×10^2	6.1×10^3	3.1×10^3	1.1×10^2	++
	7	–	–	–	–	–	–	–
Dried anchovy	0	+	+	++	2.1×10^5	1.6×10^5	1.4×10^5	1.6×10^4
	7	–	–	–	–	–	–	–
Dried cod	0	+	+	5.0×10^1	2.4×10^2	++	+	+
	7	–	–	–	–	–	–	–

kGy의 조사로 각 시료의 효모는 멸균되었다. 저장기간 중 비조사구 효모의 증식상태에 있어서 건명태와 뱅어포는 감소하는 경향이었으나 건오징어채에서는 저장기간이 경과함에 따라서 현저하게 증식하였다.

식품위생 지표세균인 대장균군에 있어서는 Table 5와 같다.

방사선 조사구에서는 멸균되었고 12개월 저장 후에도 증식되지 않았으며 비조사구에서 건멸치는 현저한 증가를 보였는데 이는 시료의 수분함량이 많았기 때문이라고 생각되며 기타 시료는 저장 중 감소하는 경향이므로 대장균군의 오염은 크게 문제가 되지 않을 것으로 생각된다.

일반세균에 대한 방사선의 살균작용은 세균의 종류 및 농도, 매개체의 화학적 조성 및 물리적 상태, 조사후 저장조건 등의 영향을 받으며 살균에 필요한 선량이 달라질 수 있다.[19] Vibulsreth[20]에 의하면 3~4 kGy의 방사선 조사에서도 곰팡이와 효모를 살균시킬수 있으므로 건어물의 가장 경제적이며 효과적인 장기저장법은 일광건조후 방사선 조사라고 보고하였다.

국문요약

전통조리식품에 널리 이용되어 왔고 현재에도 한국인의 식생활에 있어서 중요한 건어물로 알려진 건명태, 건오징어, 뱅어포, 건멸치와 건대구에 대한 저장성 향상을 위하여 각 시료를 접합 polyethylene 주머니로 함기 포장하고 그동안 많은 연구 결과 공인된 적정선량인 7 kGy의 감마선을 조사한 뒤 비조사 시료와 함께 12개월간 저장하면서 미생물의 증식상태를 실험하였다.

저장초기에 비조사 시료는 g당 전호기성 세균의 오염도가 건명태 3.9×10^3, 오징어채 5.6×10^5, 뱅어포 1.2×10^5, 건멸치 1.2×10^4, 건대구가 1.2×10^4 마리가 검출되었으나 7 kGy의 방사선 조사로서 멸균되었거나 1~3 log cycle 감소되었고 저장기간 중 증식되지 않았다.

비조사 시료의 곰팡이 오염도는 건명태가 g당 4.0×10^2, 건오징어채 1.3×10^2, 뱅어포 2.5×10^2, 건멸치 90, 건대구가 2.0×10^2 마리였으며 방사선 조사시료는 전부 멸균되었고, 비조사 시료의 저장기간 중 생육도는 모든 시료에서 감소하는 경향이었다.

비조사 시료에 있어서 효모 오염도는 건명태가 g당 1.4×10^3, 건오징어채 75, 뱅어포 1.1×10^3, 건멸치 50, 건대구 1.6×10^2 마리였으며 7 kGy 조사로 모든 시료의 효모는 멸균되었다.

저장기간 중 효모의 증식상태는 건명태와 뱅어포는 감소하는 경향이었으나 건오징어채, 건멸치, 건대구에서는 증가하였으며 특히 건오징어채에서는 현저하게 증식하였다.

방사선 조사로서 모든 시료의 대장균군은 저장기간 중 건멸치는 현저하게 증식되었으나 기타 시료는 저장 중 감소하는 경향이므로 대장균군의 오염은 크게 문제가 되지 않는 것으로 생각된다.

참고문헌

1. 고려대 민족문화연구소: 한국민속대관, 2, p. 455 (1980).
2. 강인희, 이경복: 한국식생활풍속, 삼영사, p. 189-197 (1987).
3. 조자호: 한국요리법, 京城家政女熟, p. 238-246 (1943).
4. 한국에너지연구소 식품조사실: 식품의 방사선조사 필요성과 산업화를 위한 연구현황, 한국에너지연구소, p. 32 (1985).
5. 김현욱: 과학과 기술, 15(10), p. 41 (1981).
6. IAEA: News features, Number 5, Vienna, Austria, December (1988).
7. Department of health and human services: FDA 22 CFR Part 179, Federal Register, 48, 306B, July 1986.
8. Ionizing Energy in Food Processing and Pest Control: 1. Wholesomeness of Food Treated with Ionizing Energy, Council for Agricultural Science and Technology, Report No. 109, July 1986.
9. World Health Organization, Wholesomeness of Irradiated Food, WHO Technical Report Series 659, Geneva, 1981.
10. APHA: Compendium of methods for the microbiological examination of foods. (M. Speck ed.), American Public Health Association, Washington, D. C. (1976).
11. Difco Laboratories: Difco Manual, Dehydrated culture media and reagents for microbiology, 10th Edition, Michigan 48232, U.S.A. (1984).
12. Harrigan, W. F. and McCame, M. E.: Laboratory methods in food and dairy microbiology, Academic Press, London (1976).
13. 서울특별시 보건연구소: 병원미생물 검사요원 교재, 18 (1976).
14. 조한옥, 변명우, 권중호, 양재승, 이재원: 방사선 조사 및 ethylene oxide 처리된 건조수산물(조개살, 홍합살)의 미생물 및 화학적 특성, 한국식품위생학회지, 1(1), pp. 36-46 (1986).
15. 조한옥, 변명우, 이재원, 권중호: 방사선 조사와 ethylene oxide 처리가 건조수산가공품(건새우, 건멸치)의 품질에 미치는 영향, 한국식품위생학회지, 2(1), pp. 21-27 (1987).
16. 조한옥, 변명우, 권중호: 방사선에 의한 식품저장 연구, KAERI/RR-523/86.
17. 이재원: 꿀화분의 평형수분함량과 화분곰팡이의 방사선 감수성. 서울여대 대학원 석사학위논문 (1986).
18. 이서래, 김영수, 최언호, 이정혜: 고추가루의 저장

성과 방사선 처리효과. 한국식품과학회지, **9**, p. 199 (1977).
19. Technical Reports Series No. 114: Training manual on food irradiation technology and techniques, IAEA, Vienna (1970).
20. Vibulsreth, P.: Report on RCA workshop on food irradiation. Japan, 15-19, Oct. (1979).