J. Fd Hyg. Safety 10(2), 97 - 102(1995)

저장온도 및 포장조건이 건멸치의 이화학적 품질에 미치는 영향

권중호 · 정형욱 · 변명우* · 김정숙**

*경북대학교 식품공학과, *한국원자력연구소, **계명전문대학*

Effects of Storage Temperature and Packaging Methods on the Physicochemicl Quality of Boiled-Dried Anchovies

Joong-Ho Kwon, Hyung-Wook Jung, Myung-Woo Byun* and Jeong-Sook Kim**

Department of Food Science and Technology, Kyungpook National University, Taegu 702-701, Korea

**Korea Atomic Energy Research Institute, Taejon 305-600, Korea*

***Keimyung Junior College, Taegu 705-701, Korea*

ABSTRACT—For improved preservation of boiled-dried anchovies, the current preservation method of corrugated-cardboard box packaging and freezing below −18°C was compared to the nylon/polyethylene(NY/PE) packaging along with cooling temperature ranging from 5°C to 10°C as well as ambient condition for eight months by determining physicochemical quality of stored samples. Lipid oxidation of stored anchovies and their browning increased with storage time. The phenomenon was delayed under the conditions of lower temperature and air-tight packaging. As quality-indicative criteria of stored anchovies, carbonyl value(r=−0.989), browning (r=−0.949) and color a value(r=−0.989), browning(r=−0.965), Hunter's color b value (r=−0.949) and color a value(r=−0.940) showed a highly-negative correlations with organoleptic qualities of the samples. Based on the above results, air-tight packaging in a laminated film and subsequent storage at cooling temperature was found to be a possible alternative to the current freezing-storage of boiled-dried anchovies from the physicochemical point of view.

Keywords □ Boiled-dried anchovy, Preservation, Temperature, Packaging and quality criteria

멸치는 사철식품으로서 동물성 단백질과 칼슘 등 무기질이 풍부하여 우리나라 식단에서는 매우 중요한 위치를 차지하고 있다. 건멸치용 원료멸치는 어획시기가 대부분 8~10월 전후로 편중되어 있어 연중공급을 위해서는 장기저장이 불가피하다. 지금까지 멸치에 대해서는 정미성분,[6] 지방질 성분,[2] 위생상태[3] 등 맛 및 품질에 관련된 연구가 다수 수행되었으며, 특히 품질안전성에 대하여 수분활성과 갈변,[4] 항산화제 효과,[5] 크기별 저장성[6] 등이 연구되어 상온, 저온 및 냉동조건에서의 품질보존 특성이 밝혀져 있다. 그러나 본 연구는 전보[7]에 이어 현행 상업적 저장법인 −18°C 이하의 동결조건과 상온 및 저온조건에서의 포장방법에 따른 이화학적 특성변화를 검토함으로써 보다 실용적이고 위생적인 품질보존 방안을 마련하는데 필요한 자료를 얻고자 하였다.

재료 및 방법

시료의 포장 및 저장

본 실험에 사용된 시료는 전보[7]와 동일한 건멸치로서, 1992년 3월 서울 중부시장에서 구입한 도매용 중멸치였으며, 수분함량은 21±1% 수준이었다. 시료의 포장방법은 현행 상업적 방법인 골판지상자(40×20×15 cmH)와 투습성과 기체투과성을 고려한 접합포장재(nylon 15 μm/PE 100 μm; 투습도, 4.79 g/m^2·24 hrs; 산소투과도, 22.5 cc/m^2·24

hrs)를 비교함으로써 현행 포장법의 문제점 확인과 개선방안을 찾고자 하였다. 이상과 같이 각각 3 kg 단위로 포장된 시료를 '92년 4월 10일부터 8개월간 실온(15~33°C, RH 50~95%), 저온(cooling, 5~10°C) 및 상업적인 조건인 동결(freezing, -18°C 이하)조건에 각각 저장하면서 실험에 사용하였다.

중량측정

포장법 및 저장온도별로 저장된 시료의 중량변화는 주기적으로 무게를 6반복 측정하여 초기 중량과의 변화량을 평균값과 표준편차를 나타내었다.

지질의 산화도 측정

저장중 멸치의 지질성분 변화를 알아보기 위하여 carbonyl value는 Henick 등[8]의 방법, thiobarbituric acid (TBA) value는 Turner 등[9]의 방법에 의하여 측정하였다.

갈변색소 측정

멸치 시료 중의 갈변색소 측정은 한 등[4]의 방법에 준하였다. 지질의 산화에 의한 갈변색소 획분(lipophilic brown pigment)은 chloroform-methanol(2:1) 용매로서, Maillard 반응에 의한 갈변획분(hydrophilic brown pigment)은 H_2O-MeOH(1:1) 용매로서 각각 추출하여 430 nm에서의 최대 흡광치(O.D./g) 단위로 나타내었다.

색도측정

건멸치의 색도측정은 분쇄후 마쇄하여 30 mesh체를 통과한 것을 시료로 color & color difference meter(ND-1001 DP, Nippon Denshoku Kogyo Co., Japan)를 사용하여 a(적색도) 및 b(황색도) 값을 3회 반복 측정하고 그 평균값으로 나타내었다. 이 때 사용된 표준 백판(standard plate)은 L값 90.6 a값 0.4, b값 3.3이었다.

품질유효지표 성분 측정

건멸치 저장중 품질유효 지표성분을 밝히고자 NY/PE 포장된 시료를 대상으로 실시한 전보[7]에서의 관능검사 결과와 이화학적 측정치를 이용하여 상관계수와 회귀방정식[10]을 도출하였다.

결과 및 고찰

중량변화

저장온 및 포장법을 달리하여 8개월간 저장된 3 kg 단위

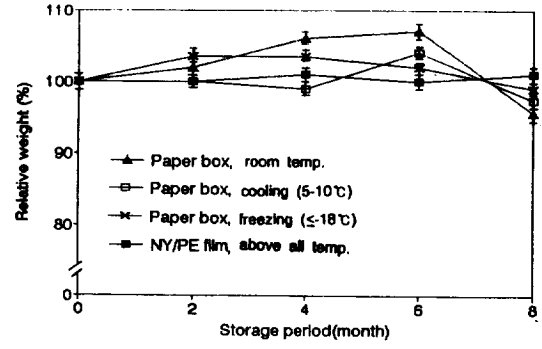

Fig. 1. Effect of packaging methods on weight changes of boiled-dried anchovies during storage at different conditions.

의 건멸치에 있어서 중량변화를 보면 저장 초기의 중량을 지수 100으로 하였을 때 현행방법이 골판지 포장군은 저장조건(실온, 저온 및 동결)에 따라 차이는 있으나 중량의 증감현상이 ±5% 범위 이상으로 상당히 큰 것을 알 수 있었으며, 이에 따라 품질변화도 쉽게 예상할 수 있었다. 그러나 투습성과 가스 투과성을 고려한 접합포장군(NY/PE)은 저장 8개월까지 모든 저장조건에서 ±1% 내외의 안정된 중량을 유지할 수 있었는데(Fig. 1), Lee 등[11]과 Cho 등[6]은 건멸치의 저장 중 품질변화를 줄이기 위해서는 현행 방법인 골판지 상자 포장법은 개선되어야 한다고 밝힌 바 있다 이와 같이 저장중 흡습 및 탈습에 의한 수분함량의 변화는 특히 지방질 산화에 의한 갈변 및 산패취가 문제시 되고 있는 건멸치의 품질변화에 결정적인 영향을 미칠 것으로 예상된다.

지방질 안전성

건멸치는 저장, 유통 중에 특히 지질산화와 갈변 등이 제품의 품질을 결정하는 것으로 보고되고 있어 본 실험에서는 포장 및 저장온도에 따른 지방질 성분의 경시적 안정성을 검토하였다. 유지 품질의 화학적 측정법으로서는 TBA value 및 carbonyl value가 이용되었는데, 먼저 본 실험에 사용된 건멸치는 어획, 제조후 냉동저장고에서 약 5개월이 경과된 제품이므로 지방질의 산패가 어느정도 진행된 시료라고 볼 수 있다. 따라서 신선한 건멸치에 비해 TBA value 및 carbonyl value가 다소 높은 수준이라 하겠다. 포장법 및 저장온도 별 시료의 지방질 성분 변화를 측정해 본 결과, Fig. 2 및 3에서와 같이 저장기간의 경과로 점차 산패도가 증가

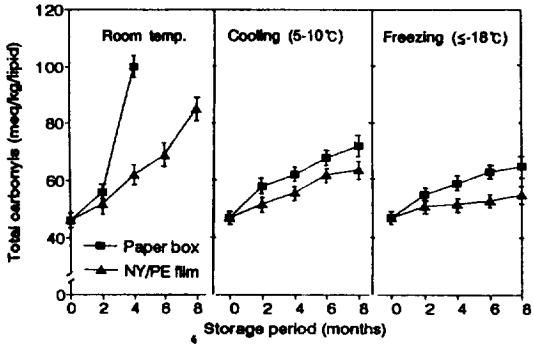

Fig. 2. Changes in carbonyl value of boiled-dried anchovies during storage as influenced by packaging methods and temperaturs.

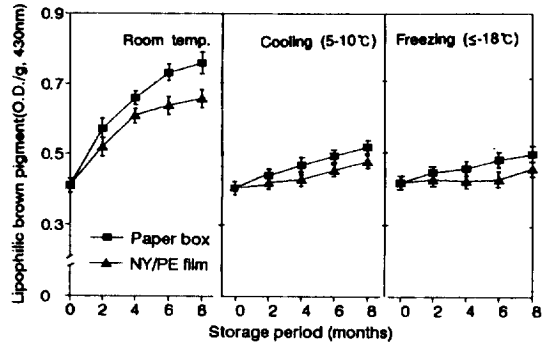

Fig. 4. Changes in lipophilic brown pigment of boiled-dried anchovies during storage as influenced by packaging methods and temperatures.

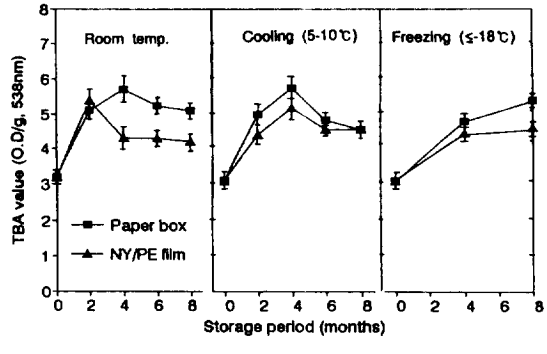

Fig. 3. Changes in thiobarbituric acid value of boiled-dried anchovies during storage as influenced by packaging methods and temperatures.

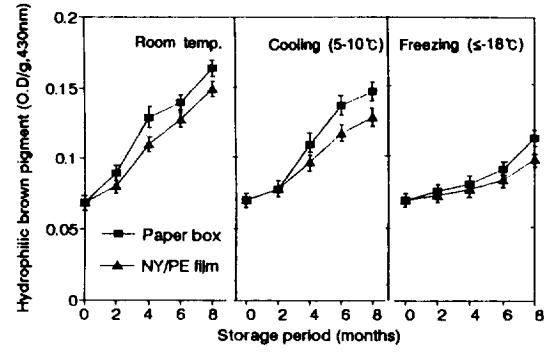

Fig. 5. Changes in hydrophilic brown pigment of boiled-dried anchovies during storage as influenced by packaging methods and temperatures.

하는 경향이었고, 이 같은 경향은 저장온도의 증가에 대체로 비례하였다. 그러나 carbonyl value에 반해 TBA value는 저장기간 중 다시 감소하는 현상을 나타내었는데, 이는 지방질 산패로 생성되었던 malonaldehyde가 저장중 시료의 이화학적 상태 및 환경조건에 따라 변화되었다고 여겨진다.[12] 따라서 건멸치의 저장중 지방질 성분의 산패도를 알아보는 방법으로서는 TBA value의 측정보다는 carbonyl value의 측정이 보다 적합한 것으로 나타났다. 그리고 포장방법별 비교에서 NY/PE film 포장은 종이포장에 비해 저장온도가 낮을 수록 지방질의 안정성 유지에 효과적이었으며, 저장기간의 경과로 시료에 오염된 미생물 유래의 효소가 지방질의 산패에 작용하고 있음을 시사해 주었다. 식품 중 지방질의 산화는 특히 수분활성의 변화로 심하게 일어나며,[4] 이 같은 현상은 본 실험에서도 저장 온 · 습도의 변화가 심했던 실온저장군과 종이상자 포장군에서 잘 입증되었다. 그러므로 건멸치의 저장중 산패현상을 줄이기 위해서는 탈기 또는 치환포장에 의한 포장내부의 O_2 제거와 습기 및 가스투과를 막을 수 있는 포장재의 사용이 요구되며, 오염 미생물에 의한 산패를 막기 위해서는 저온저장 및 효과적인 살균법의 이용도 요망된다.

갈변도

건멸치의 저장에서는 지방질 산화와 갈변이 가장 주요한 품질요소가 된다고 보고[4]에 따라, 본 항에서는 지질의 산화

에 기인된 갈변(지용성 색소)와 비효소적 Maillard 반응에 의한 갈변(수용성 색소)로 구분하여 포장및 저장조건별로 그 변화를 측정해 보았다(Fig. 4, 5). 저장기간의 경과에 따른 모든 시험군의 색소 함량은 서서히 증가되었는데 저장온도가 높을 수록 변화가 심하였고, 골판지 포장군에 비해 NY/PE film 포장군의 색소함량이 유의적으로 낮음을 알 수 있었다. 이 같은 결과는 기계적으로 측정된 Hunter's color a 및 b값 즉, 적색도 및 황색도의 변화와 일치하는 경향으로서, 조 등[13]이 보고한 포장재 및 저장 온·습도에 따른 연구내용과도 서로 유사한 결과였다. 한 등[4]은 마른멸치의 수분활성과 비효소적 갈변에 관한 연구에서 지질산화에 의한 갈변은 시료의 수분활성이 낮을 경우 갈변반응의 주축을 이루며, Maillard 반응은 수분활성이 높을 수록 높게 일어난다고 하였다. 또한 골판지에 포장된 건멸치의 갈변에서는 저장초기 비효소적 갈변 반응이 우선적으로 일어나지만 저장기간의 경과로 시료의 수분이 감소하게 되면 지질산화에 의한 갈변이 주도적으로 일어난다고 보고한 바 있다. 그러나 본 실험에서 NY/PE film 포장의 경우에는 시료의 수분활성을 안정되게 유지할 수 있으므로 갈변반응은 주로 저장온도, 기체환경 및 식품성분간의 상호작용에 의해서 주로 일어날 것으로 예상할 수 있겠다.

한편 본 실험에서 NY/PE film 포장된 시료의 지방질 산화도(carbonyl value)와 지용성 색소 함량과의 상관관계를 보면 실온(r=0.932), 저온(r=0.935) 및 동결(r=0.982) 저장에서 각각 높은 정(正)의 상관을 나타내어 시료의 지방질 산화는 갈변현상과 직접적으로 관련이 있음을 보여 주었다. 또한 건멸치 시료에 대한 갈변색소의 함량변화는 기계적으로 측정된 적색도(a값) 및 황색도(b값)와도 높은 정의 상관에 있음을 알 수 있어 건멸치의 품질 평가시 상호 보완적 지표가 될 수 있음을 확인하였다. 이상의 결과는 마른병태[14]에 있어서 자장온도와 수분활성도의 증가는 지방산화를 촉진하여 나아가 갈변도를 증가시킨다는 보고와 유사한 결과였으며, 건멸치의 갈변에 의한 품질변화를 줄이기 위해서는 시료의 지방질 산화와 수분활성의 변화를 줄일 수 있는 포장법 및 저장온도의 선택이 요구되었다.

기계적 색도

색차계를 이용한 저장온도 및 포장방법에 따른 시료의 색도변화에서 실온저장은 물론 저온 및 동결저장에서도 모든 포장군이 저장기간의 경과와 더불어 다소 증가하는 경향이었으나 종이상자 포장군이 NY/PE film 포장군보다 높은 색도의 변화를 나타내었다(Fig. 6. 7). 갈변과 직접 관련된 적색도(a값)에 있어서는 저장온도에 따라 실온, 저온, 동결저장의 순으로 높은 값을 나타냈으며, 특히 실온저장의 경우 저장초기 그 값이 0.7 정도였던 것이 저장 4개월에 3.1~3.2, 8개월에 3.4~3.8로 약 5배 이상의 높은 증가를 보였다. 저온 및 동결저장은 저장 4개월에 0.7~1.6, 8개월 후에 1.0~1.9로 낮은 값을 나타내었다. 포장방법 간에는 종이상자 포장이 NY/PE film 포장보다 모든 시험군에서 더 높은 적색도를 보였다(Fig. 6). 또한 건멸치의 갈변과 관련된 황색도(b값)의 포장, 저장온도 및 기간에 따른 변화는 앞에서 언급된 적색도의 변화와 매우 유사한 경향을 보였다. 실온저장에서는 모든 시험군이 저장기간의 경과와 더불어 현저히 증가를 보였으며, 낮은 온도에 저장할 수록 황색도의 변화가 낮았다. 즉, 실온저장의 경우 초기의 황색도 값이 9 정도였으나 저장 4개월에 13.5~14.5, 저장 8개월에는

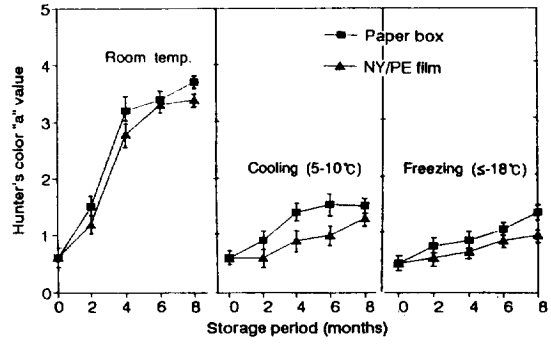

Fig. 6. Changes in Hunter's color "a" value of boiled-dried anchovies during storage at different

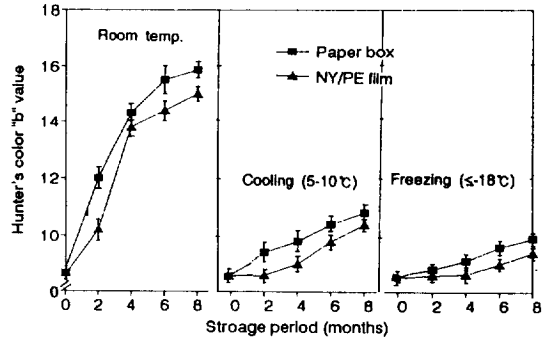

Fig. 7. Changes in Hunter's color "b" value of boiled-dried anchovies during storage at different

Table 1. Correlationship of organoleptic qualities with variables in boiled-dried anchovies packaged in laminated(NY/PE) film during room-temperature storage for eight months

Quality parameter	Regression equation[a]	Correlation coefficient(r)	Critical level[b]
Carbonyl value (meq/kg)	Y=−9.683X+78.661	−0.989	74.00
Lipid oxidative browing (O.D./g)	Y=−0.081X+0.901	−0.965	−
Hunter's color a value (redness)	Y=−0.768X+5.105	−0.940	3.19
Hunter's color b value (yellowness)	Y=−1.719X+18.805	−0.949	14.51

[a] Y=variables, X=organoleptic quality.

[b] Values calculated from the data on organoleptic acceptability.

15~16 범위로 높은 변화를 보였으나, 동결 및 저온저장의 경우에는 약간의 증가만 보였다. 포장방법 간에는 모든 시험군에서 NY/PE film 포장이 종이상자 포장보다 황색도가 낮았다(Fig. 7).

이상의 색도 변화는 건어류에 대한 연구결과와 잘 일치하며,[6,15,16] 일반적으로 저장온도가 낮을 수록, 또한 외부 공기와의 접촉이 없도록 포장된 것이 색도변화를 최대한 줄일 수 있었다. 이는 건멸치 시료의 지질 안전성에 관련된 영향으로 생각되며, 조 등[6]은 건멸치의 크기가 저장성에 미치는 영향 연구에서 색도의 변화는 지질을 다량 함유한 시료일 수록 색도변화가 빨랐고, 소량의 지질을 함유한 시료일 수록 색도변화가 완만하게 진행되었다고 하였다. 특히 본 실험에서 NY/PE film으로 건멸치를 완포장한 후 5°C 정도의 저온에 저장했을 때 색도변화는 −18°C의 동결저장시나 별 차이가 나타나지 않아 저장경비나 용량면을 고려해 본다면 실용가능성이 있음을 시사하였다.

품질 유효지표 성분

건멸치 저장에 있어서 품질 유효지표 성분을 규명하기 위하여 NY/PE film으로 포장된 시료를 실온에 8개월간 저장하면서 시료의 관능검사 평점을 X로 하고 carbonyl value, 지질산화 갈변도 및 Hunter's color(a, b)값을 각각 Y로 하였을 때 이들 간의 상관계수(r)와 회귀방정식을 도출하였다(Table 1). 시료의 지방질 산화에 관련된 carbonyl value 및 −0.965로서 유의성이 매우 높은 부(−)의 상관관계를 보였고, 이 중 특히 carbonyl value와 갈변도의 측정은 시료의 품질평가에 좋은 지표성분이 될 것으로 사료되었다. 그리고 건멸치 육질의 색도를 기계적으로 측정하였을 때 그 상관계수를 보면 적색도(a) −0.940, 황색도(b) −0.949로 고도의 부의 상관이 인정되어 유효한 품질지표성분이 될 수 있음을 시사하였고, 그 한계치는 색차계의 standard plate 값을 L: 90.6, a: 0.4 및 b: 3.3으로 기준하였을 때 a값은 14.51로 나타났다.

국문요약

건멸치의 저장법 개선을 목적으로 현행 상업적 방법인 골판지 상자포장과 −18°C 이하의 돌결조건을 접합포장재(NY/PE)를 사용한 실온 및 저온조건(5~10°C)과 비교하면서 8개월간 이화학적 품질을 평가하였다. 저장중 건멸치의 지방질 산화는 낮은 저장온도와 기밀포장군에서 지연되었고 시료의 갈변도와 정비려하였다. 저장건멸치의 관능적품질을 기준으로 한 이화학적 품질지표 인자로서는 carbonyl value(r=−0.989). browning(r=−0.965), Hunter's color b value(r=−0.949), Hunter's color a value(r=−0.940) 등이 확인되었고, 이를 바탕으로 실험한 결과에서 NY/PE 접합포장재에 의한 기밀포장과 5~10°C의 저온 조건의 저장은 이화학적 품질면에서 현행 동결저장의 대체 가능성을 보여주었다.

참고문헌

1. Lee, E.H., Kim, S.K., Jeon, J.K., Cha, Y.J. and Chung, S. H.: The taste compounds in boiled-dried anchovy. *Bull. Korean Fish. Soc.*, **14**, 194 (1981).
2. Roldan, H.A., Barassi, C.A. and Trucco, R.E.: Increase on free fatty acids during ripening of anchovies (*Engraulis anchoita*). *J. Food Technol.*, **20**, 581 (1985).
3. Chang, D.S. and Choe, W.K.: Bacteriological studies on market sea foods. 1. Sanitary indicative bacteria in sun-dried sea foods. *Bull. Korean Fish. Soc.*, **6**, 87 (1973).
4. Han, S.B., Lee, J.H. and Lee, K.H.: Non-enzymatic browning reactions in dried anchovy when stored at different water activities. *Bull. Korean Fish. Soc.*, **6**, 37 (1973).
5. Lee, E.H., Chang, H.U. and Chin, K.U.: On the effect of boiled-dried anchovy treated with BHA from deterioration due to the oxidation of oil. *J. Korean Agric. Chem. Soc.*, **6**, 25 (1965).
6. Jo, K.S., Kim, H.K., Kim, Y.M. and Kang, T.S.: Effect of sizes of boiled-dried anchovies on the storage stability. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **20**, 1 (1995).
7. Kwon, J.H., Lee, G.D., Byun, M.W. and Cho, H.O.: Effect of storage temperature and packaging methods on the microbiological and oranoleptic qualities of boiled-dried anchovies. *J. Fd. Hyg. Safety*, **10**, 103 (1995).
8. Henick, A.S., Benca, M.F. and Mitchell, J.H.: Estimating carbonyl compounds in rancid fat and foods. *J. Am. Oil Chem.*, **31**, 88 (1954).
9. Turner, E.W., Paynter, W.D., Montie, E.J., Bessert, M. W., Struck, G.M. and Olson, F.C.: Use of the 2-thiobarbituric acid reagent to measure rancidity in frozen pork. *Food Technol.*, **8**, 326 (1954).
10. Kwon, J.H., Cho, H.O., Byun, M.W., Kim, S.W. and Yang, J.S.: Application of irradiation techniques to foodstuffs. *KAERI/RR-976/99*, pp. 43 (1990).
11. Lee, K.H., Kim, C.Y., You, B.J. and Jea, Y.G.: Effect of packaging on the quality stability and shelf-life of dried anchovy. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, **14**, 229 (1985).
12. Kwon, T.W., Menzel, D.B. and Olcott, H.S.: Reactivity of malonaldehyde with food constituents. *J. Food Sci.*, **30**, 808 (1965).
13. Jo, K.S., Kim, Y.M., Kim, H.K. and Kang, T.S.: Effect of packaging method on the storage stability of boiled-dried anchovy. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, **2**, 41 (1973).
14. Kim, M.N., Choi, H.Y. and Lee, K.H.: Non-enzymatic browning reactions in the dried Alaska pollak stored at different water activities. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, **2**, 41 (1973).
15. Guevara, G.: Report on RCA workshop on food irradiation. Tokyo, Japan, 15-19 Oct. (1979).
16. Kumta, U.S.: Radiation preservation of Food(III). *IAEA-SM-166/10*, pp. 403 (1973).