

香辛料의 Ethylene Oxide 處理와 감마線 照射와의 殺菌效果 비교

조한옥 · 변명우 · 권중호 · 이재원 · 양재승

한국에너지연구소 식품照射연구실

Comparison of Ethylene Oxide (E.O.) and Irradiation Treatment on the Sterilization of Spices

Han-Ok Cho, Myung-Woo Byun, Joong-Ho Kwon, Jae-Won Lee and Jae-Seung Yang

Division of Food Irradiation, Korea Advanced Energy Research Institute, Seoul

Abstract

E.O. and gamma irradiation treatment on the sterilization of ground samples of 5 different types of spices (red and black pepper, onion, garlic and ginger) were investigated. Populations of mesophilic bacteria, mesophilic spores, acid tolerant bacteria and fungi in various samples were 10^4 - $10^6/g$, 10^3 - $10^5/g$, 10^3 - $10^5/g$ and 10^3 - $10^4/g$, respectively. Coliforms and osmophilic molds were found only in red and black pepper as 10^3 - $10^4/g$. A radiation dose of 5 to 7 kGy proved sufficient to reduce the viable cell count of the total bacteria and fungi to the level of $10^3/g$ and they were sterilized completely by radiation dose of 10 kGy or more. Coliforms, mesophilic spores and acid tolerant bacteria were sterilized at 5, 7 and 10 kGy, respectively. In the mean time D_{10} values of each spices ranged from 1.38 to 2.88 kGy. Comparison of E.O. and gamma irradiation treatment showed that E.O. treatment was less effective than radiation in controlling microbial contamination in spices.

序 論

前報⁽¹⁾에서 언급했듯이 국내에서 香辛料는 그 사용량이 매년 증가되고 있고, 이들의 높은 微生物 汚染은 식품위생적 측면에서나 식품공업에서 많은 문제점을 야기시킨다. 국내의 現行 香辛料 殺菌은 ethylene oxide 에 의한 훈증처리와 加熱殺菌이 이용되고 있으나, 특히 有毒性 物質의 生成 및 殘留와 品質의 低下 등 많은 불합리성을 내포하고 있어 국제적으로 그 사용이 점차 금지되고 있으며, FDA, FAO/IAEA/WHO 등의 국제기관의 健全性 公認⁽²⁾(1985년 12월 미국 FDA는 신선 과채류의 生長 및 속도지연과 해충구제를 위해 1kGy, 香辛料의 殺菌을 위해 30kGy까지의 放射線 照射와 照射표시로 "picowaved"처리 라고 표시함을 승인하였다⁽³⁾)과 선진제국에서 이미 실용화되고 있는 香辛料의 放射線 照射 殺菌法의 국내 개발을 위하여 몇가지 주요 향신료의 ethylene oxide 에 의한 훈증처리와 放射線 照射와의 殺菌效果를 비교 검토하였다.

材料 및 方法

試料

試料中 양파, 마늘, 생강粉未과 고추가루는 S 사(주)로부터, 후추가루는 미국 Griffith Co.에서 분말상태로 加工된 것을 1985년 6월에 각각 20kg씩 구입하였다.

試料의 殺菌處理 및 貯藏

放射線 照射는 각 시료를 20 μ nylon/60 μ polyethylene 으로 接合된 주머니에 100g씩 小包裝하여 한국에너지연구소내 線源 10,000ci의 Co-60 감마선 照射施設을 利用하여 3, 5, 7, 10kGy를 照射시켰다(線量率: 300/hr)

燻蒸處理는 專業體(T gas 化學(株))에 의뢰하여 처리하였는데 처리조건은 ethylene oxide를 이용, ethylene oxide:CO₂가 30%:70%(W/W)의 비율로 50~55°C의 溫度와 30~50%의 相對濕度, 0.6~1.0kg/cm²G의 압력과 1.77kg/m³ gas 밀도의 chamber內에서 8시간 處理하고 脫氣하여 无菌실에서 소포장한 후 非處理區 및 放射線 照射區와 함께 실온에 저장하면서 實驗에 使用하였다.

微生物 檢査

미생물 검사는 각 시료를 3반복으로 실시하였다.

中溫性 全細菌은 APHA 표준방법⁽⁴⁾에 따라 plate count agar(Difco Lab.)를 사용, 30°C에서 1~2일 배양

후 계수하였고, 中溫好氣性 胞子菌은 각 시료현탁액 10ml를 살균시험관에 옮겨 80°C 수욕조에서 10분간 가열처리하고 냉각수로 냉각시킨 후 中溫性 全細菌과 동일한 방법으로 접종하여 30°C에서 2-3日間 배양후 계수하였다⁽⁶⁾.

곰팡이류는 MYG-chloramphenicol(malt extract 10g, yeast extract 4g, glucose 4g, chloramphenicol 20mg, agar 20g/l, pH6.0)를 사용하여 30°C에 3-5日間 배양한 후 계수하였으며⁽⁶⁾, 내삼투압성 곰팡이는 15%-NaCl-malt agar(malt extract 50g, NaCl 150g, agar 20g, pH6.0)를 사용하여 30°C에서 5-7日間 배양한 후 계수하였다⁽⁶⁾.

結果 및 考察

香辛料의 微生物 汚染

향신료의 미생물 오염은 產地에서 수확, 건조, 저장, 가공도중에 주로 오염되며 향신료의 종류가 동일 품목이라도 產地에 따라 많은 차이가 있다.⁽¹⁾ Table 1은 향신료의 미생물 오염정도를 나타낸 것으로서 中溫好氣性 胞子菌 즉 耐熱性菌과 내산성菌이 10³~10⁵/g 정도로 높게 오염되어 있어서 통조림이나 肉製品工業에서 많은 문제점을 야기시킬 수 있다. 곰팡이의 오염은 10²~10⁴/g 정도였고, 후추가루에서는 내삼투압성 곰팡이가 10³/g 정도 검출되었다. 특히 고추 및 후추가루가 높은 미생물 오염을 보인것은 수확, 건조시기가 雨期에서 높은 온습도 조건이 미생물 오염의 好條件이며, 곰팡이류의 發生이 빈번하다. 향신료에서의 *Asp. flavus*, *Asp. glaucus*, *Asp. ochraceus* 등 毒素을 生成하는 곰팡이의 존재는 식품공업에서 병원학적으로 주요하게 취급되고 있으며⁽⁸⁻¹⁰⁾ 한편 고추가루에서는 10⁴/g 정도의 大腸菌群도 검출되어 衛生的인 加工處理가 요구된다.

香辛料의 放射線照射와 燻蒸處理와의 殺菌效果 比較

Fig. 1~5는 5가지 향신료에 혼입된 미생물의 放射線照射 및 gas處理에 의한 殺菌效果를 비교한 것이며, Fig. 6은 이들 향신료의 全生菌의 방사선 감수성을 D₁₀ 값(미생물을 90% 사멸시키는데 필요한 照射線量)으로 나타낸 것이다. 먼저 고추가루에서 全生菌, 耐熱性菌, 내산성菌이 각각 3.43×10⁶/g, 8.10×10⁵/g, 7.6×10⁵/g인 것이 5~7kGy 照射로 2~4log cycles, 곰팡이는 5.5×10⁴/g인 것이 5kGy 照射로서 3 log cycles 정도 감소되었고 10kGy 照射로서 全微生物이 거의 完全 殺菌되었으며, 大腸菌群은 1.6×10⁴/g 정도 오염되었으나

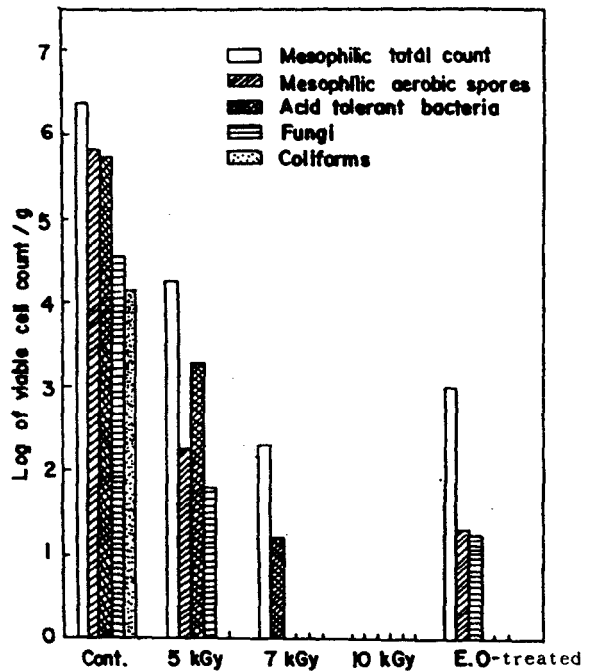


Fig. 1. The comparative effect of gamma irradiation and ethylene oxide (E.O) on the microflora of red pepper powder

Table 1. The contamination of microorganisms in spices

Spices	Cells/g sample					
	MTC*	MAS	ATB	FC	OSM	Coli
Red pepper	3.4×10 ⁶	8.1×10 ⁵	7.6×10 ⁵	5.5×10 ⁴	—	1.6×10 ⁴
Black pepper	3.3×10 ⁶	6.0×10 ⁵	5.8×10 ⁵	2.0×10 ⁴	1.2×10 ³	—
Onion powder	4.0×10 ⁴	1.1×10 ⁴	1.5×10 ³	8.0×10	—	—
Garlic powder	2.1×10 ⁶	1.3×10 ⁵	6.0×10 ⁵	1.0×10 ³	—	—
Ginger powder	1.0×10 ⁵	3.0×10 ³	1.7×10 ³	1.4×10 ³	—	—

*MTC : Mesophilic total count
 ATB : Acid tolerant bacteria
 OSM : Osmophilic mould

MAS : Mesophilic aerobic spores
 FC : Fungi
 Coli : Coliform group

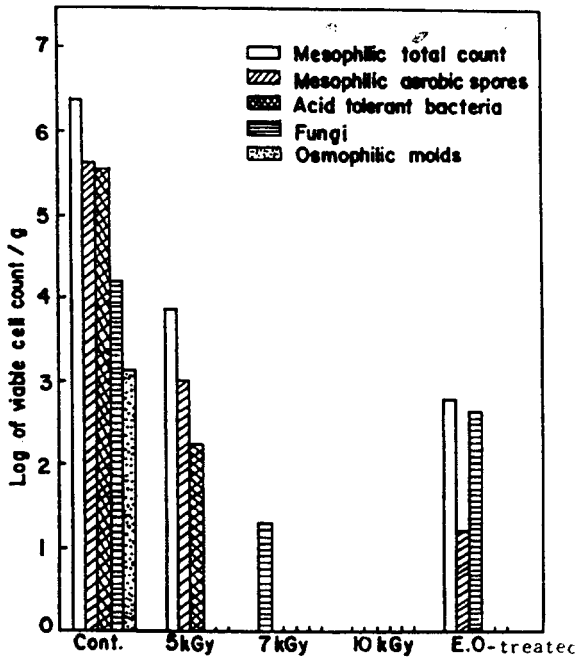


Fig. 2. The comparative effect of gamma irradiation and ethylene oxide (E.O) on the microflora of black pepper powder

방사선 감수성이 높아 5kGy 照射로서 완전 사멸되었다. 한편 고추가루의 D₁₀값은 1.88kGy 이었다. 후추가

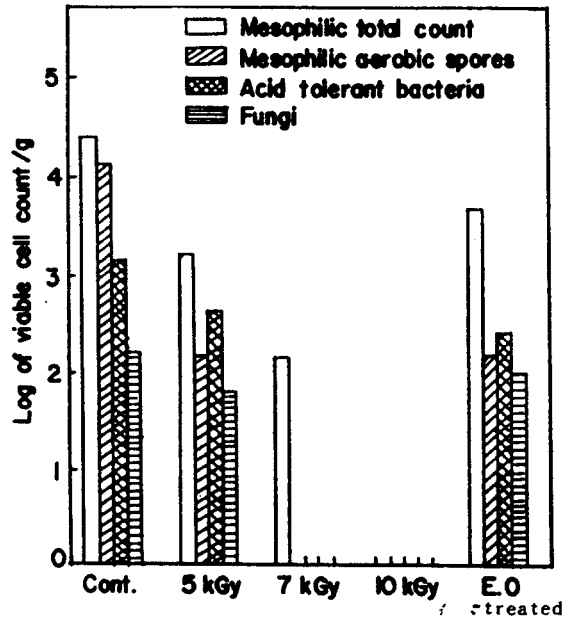


Fig. 4. The comparative effect of gamma irradiation and ethylene oxide (E.O) on the microflora of onion powder

루는 곰팡이와 내염성곰팡이가 $2.0 \times 10^4/g$, $1.2 \times 10^3/g$ 오염되었으나 7kGy 照射로서 완전 死滅되었고 다른 미생물은 고추가루와 비슷한 경향을 보였으며 D₁₀값은 1.38kGy 였다.

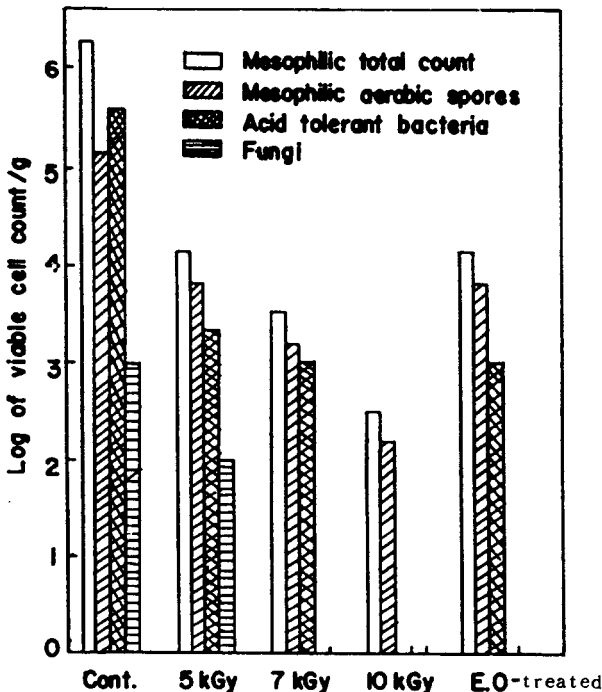


Fig. 3. The comparative effect of gamma irradiation and ethylene oxide (E.O) on the microflora of garlic powder

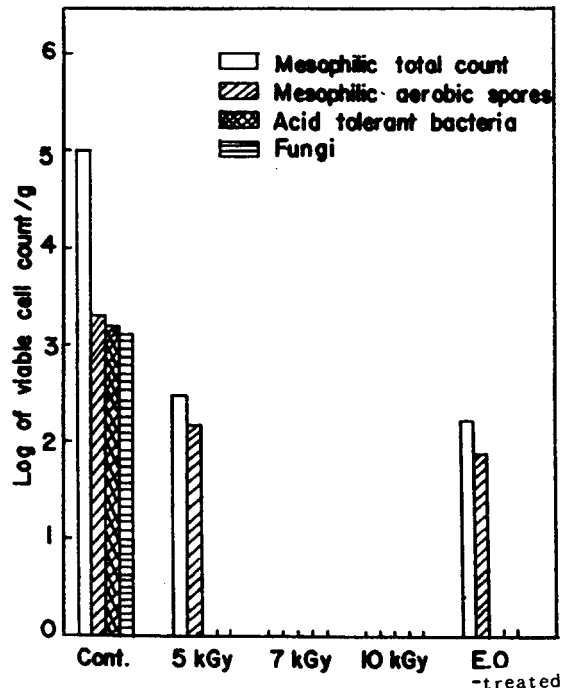


Fig. 5. The comparative effect of gamma irradiation and ethylene oxide (E.O) on the microflora of ginger powder

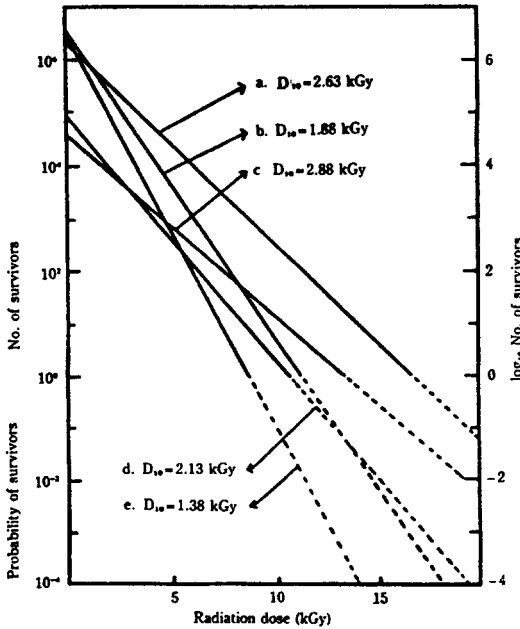


Fig. 6. Idealised dose/log survival curve for a population of micro-organisms of 5 different spices

- a: Garlic powder
- b: Red pepper powder
- c: Onion powder
- d: Ginger powder
- e: Black pepper powder

마늘 및 양파분말에 있어서는 양파나 마늘은 抗微生物成分이 있어 가끔 自然 抗生物質로 사용되고 있는데 대개 다른 향신료 보다 미생물의 오염도가 낮다⁽¹¹⁾. 마늘분말에서 全生菌이 각각 $2.08 \times 10^6/g$, $1.25 \times 10^5/g$, $6.0 \times 10^5/g$ 이든 것이 7kGy 照射로서 약 3 log cycles 정도 감소되었고, 10kGy 照射로서 $1.0 \times 10^2/g$ 으로 격감되었다. 곰팡이는 $1.0 \times 10^3/g$ 이었던 것이 7 kGy 照射로서 완전 사멸되었으며, D_{10} 값은 2.63kGy 로 높았다. 양파분말은 다른 향신료에 비해 가장 낮은 미생물 오염을 보여 전생균이 $4.0 \times 10^4/g$, 내열성균이 $1.1 \times 10^4/g$, $1.5 \times 10^3/g$ 및 곰팡이가 $8.00 \times 10^1/g$ 정도이었으며 全生菌에 대한 耐熱性細菌의 오염율이 25% 정도로 매우 높았으나, 7kGy 조사로서 全生菌은 $1.0 \times 10^2/g$ 으로 격감되었고 다른 미생물은 거의 사멸되었다.

또한 D_{10} 값은 2.88kGy 로 가장 높았다. Fig.6에서와 같이 양파 및 마늘분말에 오염된 미생물은 높은 D_{10} 값을 보여 방사선에 대한 저항성이 큼을 알수있는데 이는 시료 自體가 抗微成分을 함유함과 상호 관계가 있을 것으로 생각된다⁽¹¹⁾. 생강분말을 전반적으로 미생물 오염도가 낮았으며 7kGy 照射로서 거의 살균되었고 D_{10} 값은 2.13kGy 였다. 한편 모든 시료에서 gas 處理의 殺菌効果는 全生菌, 耐熱性菌 및 곰팡이의 殺菌이 不充分함을 알수 있다. 또한 모든 시료에서 3個月 저장후

미생물의 생육정도는 照射直後와 별다른 차이가 없었는데 이는 향신료의 水分含量이 거의 10% 内外로 낮아 지기 때문이라 생각된다. 이상의 실험 결과는 Farkas 등⁽¹²⁾의 Paprika 나 혼합조미료에 3~4kGy 照射로 각종 미생물을 2~3 log cycles 정도 감소시킬 수 있었고, 15~20kGy 照射로서 完全살균시켰다는 것과 Ito 등⁽⁹⁾의 향신료의 혼입 미생물 불활성연구에서 全生菌은 5~15 kGy, 내열성균은 4~10kGy 로 $10^3/g$ 이하로 격감시킬 수 있었고, coliforms 은 10kGy 로 완전 제거되었다. 또한 polyethylene pouch 에 담아 80% R.H.와 30~35°C 의 고온습도에서 3개월 저장했을때 非照射區는 곰팡이가 상당수 증가하였으나 4kGy 照射區는 곰팡이의 發生이 없었다고 하였다. Took⁽¹³⁾등도 paprika 에 3~4kGy 照射로서 全生菌을 99~99.9%를 감소시켰는데 이는 주로 無孢子生成菌이고 生存細菌의 대부분은 孢子菌으로서 放射線 低抗性이 높아 完全살균을 위해서 16~20kGy 정도의 線量이 요구된다고 하였다. 또한 Vajdi⁽¹⁴⁾등의 6가지 향신료의 방사선照射와 gas 處理와의 살균효과 비교실험에서 15kGy 照射는 모든 미생물이 사멸되었으나 ethylene oxide 處理는 全生菌, 내열성균 및 곰팡이의 살균이 불충분 하였다고 한다. 이와 같이 여러 研究者들의 결과는 본 실험의 결과와 거의 유사하였으며, 본 실험에 사용된 5가지 향신료를 국제적 오염 허용 기준치인 $10^3/g$ 이하로 살균하기 위해서는 Table 2에서와 같이 7~10kGy 정도의 선량이 요구되었다. 또한 放射線照射時 향신료의 水分含量과 殺菌效果에 대한 실험에서 수분활성을 0.1~0.9범위로 조절하여 放射線照射하였을 때 살균효과에 미치는 영향은 없었으며⁽¹²⁾, Morgan⁽¹⁵⁾등에 의하면 放射線照射된 향신료의 미생물은 耐熱성과 耐鹽성이 低下된다는 것으로, 3kGy 照射한 혼합조미료를 80°C 에서 10分間 서서히 가열하면 非照射區는 미생물의 감소가 없었으나 照射區에서는 非照射區에 비해 약 80%의 감소를 보였고, 照射된 향신료의 염농도가 증가함에 따라서 열처리를 한 것과 열처리를 하지 않은 것 모두 감소되

Table 2. Minimum required doses (kGy) to reduce microorganisms below 10^3 per gram

Spices	Total aerobic bacteria	Spore forming bacteria
Red pepper	7	5
Black pepper	7	7
Onion powder	7	5
Garlic powder	10	10
Ginger powder	5	5

었으나, 非照射區의 미생물은 염농도의 영향을 받지 않았다. 따라서 이러한 결과등은 향신료의 放射線 照射時 高線量에 의한 미생물의 완전살균보다도, 照射後 식품가공 공정에서 사멸되기 쉬움을 고려하여 必要殺菌線量を 낮출 수 있어 照射費用의 절감과 에너지절약 등 상당한 長點이 있으리라 생각된다.

文 獻

要 約

향신료의 現行 殺菌法인 ethylene oxide 에 의한 혼증처리는 많은 문제점을 내포하고 있어서 새로운 살균법 개발을 위해 放射線 照射와 ethylene oxide 처리와의 殺菌效果를 비교한 결과 다음과 같다.

향신료의 미생물 오염은 5가지 시료의 종류에 따라 차이는 있지만 中溫性 全生菌이 $10^4 \sim 10^6/g$ 이며, 특히 耐熱性菌과 내산성菌이 $10^3 \sim 10^5/g$ 정도 높게 오염되었고, 곰팡이의 오염도는 $10^3 \sim 10^4/g$ 이며, 후추가루에서는 耐삼투압성 곰팡이가 $10^3/g$ 정도나 검출되었다. 또한 고추가루에서는 大腸菌群이 $10^4/g$ 정도나 검출되어 위생적 가공처리가 요구되었다. 放射線 照射와 gas 處理와의 殺菌效果 비교실험에서는 全生菌과 곰팡이가 각각 $10^4 \sim 10^6/g$ 및 $10^3 \sim 10^4/g$ 인 것을 5~7kGy 照射로 2~3 log cycles 이상 격감시켰고, $10^3 \sim 10^5/g$ 정도의 耐熱性 및 내산성 細菌은 7~10kGy 照射로, $10^4/g$ 정도의 大腸菌群은 5kGy 照射로서 완전 사멸되었으며, 곰팡이 및 全生菌의 완전살균을 위해서는 10kGy 이상의 線량이 요구되었다. 또한 5가지 시료의 D_{10} 값은 1.38~2.63kGy 범위였다. 한편 ethylene oxide 處理의 殺菌效果는 모든 시료에서 全生菌, 耐熱性菌 및 곰팡이의 殺菌이 불충분함을 나타냈다. 따라서 방사선照射에 의한 殺菌이 혼증처리에 의한 方法보다 효과가 우수함을 알 수 있고 향신료의 종류에 따라 照射線량을 조절한다면 오염 미생물의 감균 및 살균에 있어서 효과적인 방법이 될 것이다.

1. 변명우 : 한국식품과학회지, 17, 311(1985)
2. WHO: *Wholesomeness of Irradiated Food*, WHO Technical Reports Series 659, Geneva (1981)
3. CRA: *Committee on Radiation Applications*, Info., December 1985
4. APHA: *Standard Methods for the Examination of Dairy Products*, 14th ed., (1978)
5. Frazier, W.C. and Foster, E.M.: *Laboratory Manual for Food Microbiology*, 3rd, ed., Burgess Publishing Company, U.S.A. (1961)
6. Ito, H., Watanabe, H., Bagiawati, S., Muhanad, L.J. and Tamura, N.: IAEA-SM-271, p. 110 (1985)
7. 서울특별시 보건연구소 : 병원미생물 검사요원 교재, P.18(1976)
8. Scott, P.M. and Kennedy, B.P.C.: *J. Assoc. Off. Agric. Chem.*, 56, 1452 (1975)
9. Scott, P.M. and Kennedy, B.P.C.: *Can. Inst. Food Technol. J.*, 8, 124 (1975)
10. Suzuki, J.I., Dainius, B. and Kilbuck, J.H.: *J. Food Sci.*, 38, 949 (1973)
11. Silberstein, O., Galetto, W. and Henzi, W.: *J. Food Sci.*, 44, 975 (1979)
12. Farkas, J., Beczner, J. and Incze, K.: *Radiation Preservation of Food*, IAEA-SM-166/66, p. 389 (1973)
13. Pruthi, J.S.: *Spices and Condiments*, Academic Press, Inc., New York, p. 309 (1980)
14. Vajdi, M. and Pereira, R.R.: *J. Food Sci.*, 38, 893 (1973)
15. Morgan, B.H. and Reed, J.M.: *Food Research*, 19, 357 (1954)

(1986년 5월 14일 접수)