

放射線 照射에 의한 수세된 水蔘의 貯藏

趙漢玉 · 邊明宇 · 權重浩 · 李在嫻

한국에너지연구소 식품照射연구실
(1986년 5월 28일 수리)

Preservation of Washed Fresh Ginsengs by Gamma Irradiation

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

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

Abstract

The washed fresh ginsengs packed with air, vaccum and nitrogen gas were irradiated at the levels of 1, 2 and 3kGy gamma radiation and then stored at 4~5°C for 90 days to investigate the effects of gamma radiation on microbial inactivation, eelworm disinfection and physicochemical changes. After a 90 day storage, 2~3kGy irradiated groups showed 20% of weight loss and 10% of rot while non-irradiated group 100% and 20% or more, respectively. Also the irradiated groups showed somewhat lower values of specific gravity, color density and hardness immediately after irradiation, thereafter higher value of them with storage time than those of non-irradiated group. The irradiation increased the yields of ginseng extract and crude saponins but no effects on the proximate composition and TLC and HPLC patterns of saponin. The food-borne microorganisms decreased in viable cell counts by 2~3 log cycles with 2~3kGy radiation and the eelworms were completely disinfested with 1 kGy radiation.

서 론

水蔘은 채취한 그대로의 新鮮한 것을 말하며 일반적으로 모래와 함께 묻거나 이끼로 싸서 저장하는데 저장성이 弱하여 2個月 정도의 저장도 곤란하다고 한다.¹⁾ 水蔘의 貯藏에 관한 연구는 거의 없는 편으로 李 등²⁾과 吳 등³⁾의 C.A. 저장법을 이용한 보고가 있다. 일반적으로 水蔘을 水洗하면 저장성이 떨어지는 것은 사실이나 水蔘을 이용한 음료 가공의 위생적 측면과 국내외의 水蔘自體의 商品의 價値를 향상시킬 목적으로 水蔘을 水洗하고 그 貯藏性 연장을 위해 국제적으로 새로운 식

품보장법의 하나인 放射線 照射 기술을 이용하였다. 과채류의 放射線 照射 기술의 적용은 속도 지연, 기생충 살충 미생물 살균 등 저장성 연장 및 위생적 식품가공을 위해 널리 이용되고 있으며⁴⁾ 또한 진진성 문제에 있어서도 이미 국제기관(FDA, FAO/IAEA/WHO 등)에 의해 안전한 가공법이라고 공인되었다.⁵⁾ 따라서 水蔘의 위생적인 저장성 연장의 가능성 검토로서 포장방법을 달리하고 1, 2, 3 kGy의 放射線을 照射하여 저온에 저장하면서 水蔘의 理化學的 特性變化와 微生物殺菌 및 기생충 殺虫실험을 수행하였기에 報告한다.

재료 및 방법

1. 시 료

水蓼는 8月中旬에 경기도 김포에서 수확된 4年 根으로 우량품을 선별하여 시료로 사용하였다.

2. 시료의 포장, 放射線照射 및 貯藏

시료를 流水에서 수세후 外皮의 수분을 건조한 다음 20 μ nylon 6/60 μ polyethylene으로 결합된 주머니를 사용하여 각 포장당 8本씩 10반복으로 공기포장, 진공포장 및 질소포장을 행하여, 한국 에너지연구소內 線源 10,000Ci Co-60 감마線 照射 施設을 이용 1, 2, 3 kGy를 각각 照射시킨 후 非照射區와 함께 4~5°C에 냉장하면서 實驗에 사용하였다.

3. 이화학적 특성 조사

저장된 시료의 이화학적 특성 실험은 1개월 간격으로 수행하였다.

1) 物理的 變化: 부패율은 외부 및 내부의 肉質 관찰로 商品的 가치가 인정되지 않는 것을 백분율로 표시하였고, 重量變化는 저장 직후의 중량에 대한 저장 기간중의 減量을 백분율로 하였으며 肉質의 色度는 眞部 등의 方法⁹⁾에 따라 ethyl alcohol로 파쇄, 진탕추출하여 여액을 spectrophotometer를 이용 425nm에서 흡광도를 측정하였다. 水

蓼의 硬度는 Rheometer(日本 I & T Co., LTD)를 이용 최대 하중을 1kg으로 하여 進入度 probe(Rheometer probe #4)를 사용 table speed 1.3mm/sec, chart speed 120mm/min으로 進入試驗을 行하였다. 이 때 시료는 各 區當 일정크기로 10本씩 선별하여, 個體 상단부에서 10~20mm 부위를 절단하고 다시 그 중앙부를 반쪽으로 잘라, 外部硬度는 外皮에서 內部로 4mm, 內部硬度는 다른 한쪽 切片으로 內部肉質 부위에서 外部쪽으로 4mm 進入시켜 측정하였다. 水蓼의 비중 측정은 시료 몸통만으로 상법에 따라 실험하였다.

2) 化學成分 分析: 水分, 粗脂肪, 粗蛋白, 粗灰分은 AOAC 公定法⁷⁾, 全糖과 환원糖은 Somogyi 變法⁸⁾으로 定量하였으며, 人蔘精은 ethanol추출법에 따랐고, 粗 saponin의 定量은 梁⁹⁾, 難波¹⁰⁾ 등의 方法에 따라 분리하고 증량법으로 정량하였다. 또한 saponin의 分획別 pattern 비교는 趙¹¹⁾, 洪 등¹²⁾의 方法에 따라 TLC와 HPLC로 그 pattern을 비교 분석하였다.

4. 微生物 殺菌 및 線蟲 殺蟲시험

일반세균은 APHA의 표준방법¹³⁾, 곰팡이 및 효모는 potato dextrose agar (Difco Lab.), 대장균군은 desoxycholate agar(Difco Lab.)을 이용한 평판법¹⁴⁾에 따랐으며, 線蟲은 국립보전원 기생충 검사 方法에 따라 실험하였다.

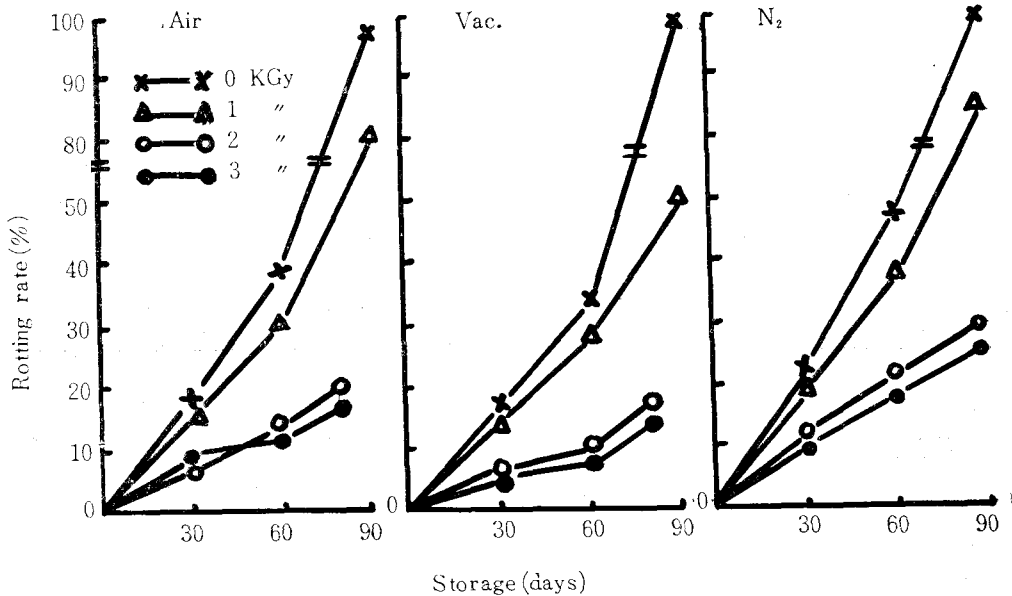


Fig. 1. Rotting rate of irradiated fresh ginsengs during storage at 4~5°C under air, vacuum and nitrogen gas

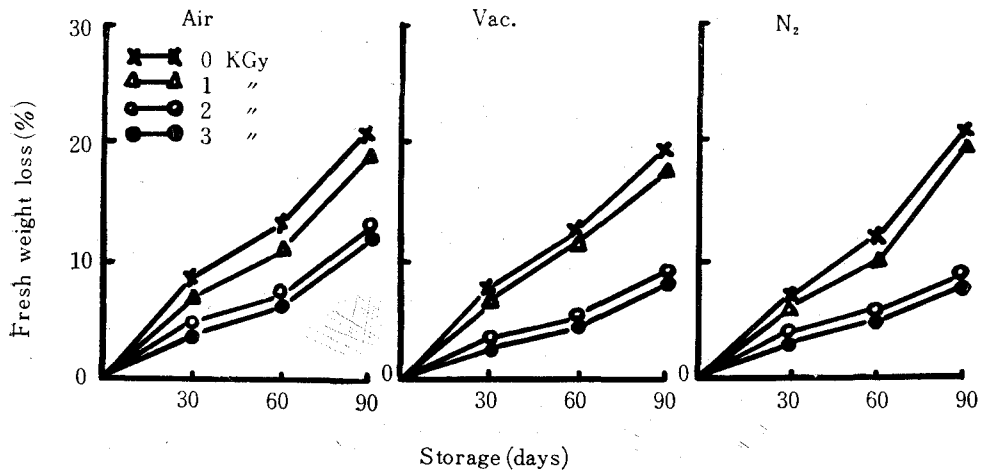


Fig. 2. Changes in fresh weight loss of irradiated fresh ginsengs during storage at 4~5°C under air, vacuum and nitrogen gas

결과 및 고찰

1. 이화학적 특성 변화

1) 부패율: 放射線 照射 및 포장방법에 따른 水蓼의 부패율은 Fig. 1과 같다. 非照射區는 포장방법에 무관하게 저장초기부터 부패가 진행되어 저장 60일에 약 40% 부패되었고 저장 90일 경에는 100% 부패되었다. 또한 低線量인 1 kGy 照射區는 非照射區와 거의 유사한 경향을 나타내었으나 2, 3 kGy 照射區에서는 저장 60일에 10%, 저장 90일에 20% 内外의 낮은 부패율을 보였다. 이는 Table 5에서 水蓼의 방사선 照射에 의한 미생물의 殺菌效果의 결과와 일치한다. 포장방법별 실험에서는 질

소포장에 비해 진공 및 공기포장 실험구가 다소 부패율이 낮았다. 또한 水蓼을 6年根으로 水洗하지 않고 방사선을 照射하면 부패율을 본 실험의 결과보다 더 줄일 수 있을 것으로 생각된다.

2) 重量變化: 방사선 照射後 저장에 따른 水蓼의 重量變化는 Fig. 2와 같다. 전반적으로 저장기간의 경과에 따라 重量감소율이 증가되었으며, 非照射區와 1 kGy 照射區는 저장 90일에 20% 정도의 重量감소를 보인 반면 2, 3 kGy 照射區에서는 같은 시기에 10% 内外의 비교적 낮은 重量감소를 보였고, 포장방법에 따른 차이에서는 上記 부패율과 유사한 경향을 나타내었다.

3) 비중변화: Table 1과 같이 방사선 照射區는 非照射區에 비해 水蓼의 비중이 다소 低下되었으

Table 1. Changes in specific gravity of irradiated fresh ginsengs during storage at 4~5°C under air, vacuum and nitrogen gas (unit: %)

Storage period (days)	Radiation dose (kGy)											
	0			1			2			3		
	Air	Vac.	N ₂	Air	Vac.	N ₂	Air	Vac.	N ₂	Air	Vac.	N ₂
0	1.39	1.39	1.39	1.30	1.30	1.30	1.31	1.31	1.31	1.29	1.29	1.29
30	1.12	1.17	1.17	1.13	1.15	1.14	1.12	1.13	1.11	1.07	1.09	1.08
60	1.03	1.05	1.03	1.07	1.09	1.09	1.07	1.08	1.07	1.04	1.07	1.05
90	—	—	—	1.03	1.04	1.03	1.03	1.05	1.04	1.03	1.05	1.03

Table 2. Changes in color density of irradiated fresh ginsengs during storage at 4~5°C under air, vacuum and nitrogen gas (unit : O.D at 425nm)

Storage period (days)	Radiation dose (kGy)											
	0			1			2			3		
	Air	Vac.	N ₂	Air	Vac.	N ₂	Air	Vac.	N ₂	Air	Vac.	N ₂
0	0.073	0.072	0.072	0.096	0.095	0.095	0.096	0.095	0.094	0.098	0.096	0.097
30	0.087	0.081	0.083	0.099	0.101	0.101	0.098	0.102	0.101	0.103	0.102	0.102
60	0.109	0.100	0.101	0.110	0.103	0.104	0.111	0.105	0.106	0.114	0.108	0.109
90	—	—	—	0.121	0.114	0.116	0.123	0.113	0.115	0.127	0.115	0.117

Table 3. Changes in hardness of irradiated fresh ginsengs during storage at 4~5°C under air, vacuum and nitrogen gas (unit : kg)

Storage period (days)	Radiation dose (kGy)											
	0			1			2			3		
	Air	Vac.	N ₂	Air	Vac.	N ₂	Air	Vac.	N ₂	Air	Vac.	N ₂
External tissue												
0	0.70	0.76	0.74	0.68	0.76	0.68	0.62	0.75	0.67	0.60	0.73	0.66
30	0.68	0.75	0.72	0.62	0.69	0.65	0.60	0.69	0.64	0.58	0.67	0.62
60	0.49	0.53	0.52	0.59	0.62	0.60	0.58	0.61	0.61	0.54	0.59	0.57
90	—	—	—	0.53	0.58	0.56	0.51	0.57	0.55	0.49	0.54	0.52
Internal tissue												
0	0.61	0.66	0.64	0.55	0.60	0.57	0.53	0.59	0.56	0.44	0.51	0.47
45	0.45	0.48	0.47	0.44	0.48	0.46	0.42	0.45	0.44	0.39	0.42	0.41
90	—	—	—	0.40	0.44	0.42	0.40	0.43	0.41	0.35	0.39	0.37

Table 4. Proximate composition of irradiated fresh ginsengs (unit : %)

Radiation dose (kGy)	Moisture	Crude protein	Crude lipid	Total sugar	Reducing sugar	Crude ash	Ext. yield	Saponin yield/ext. yield
0	71.51	4.17	0.28	20.47	0.21	1.07	3.78	4.44
1	71.84	4.38	0.27	19.81	0.30	1.08	4.12	5.48
2	72.93	4.38	0.26	18.89	0.50	0.99	4.18	5.65
3	72.88	4.68	0.29	18.59	0.39	1.08	4.53	5.70

나 저장기간이 경과함에 따라 照射區가 非照射區보다 더 높은 비중을 보였는데 이는 저장동안 방사선 照射가 水蓼의 生理活性의 억제에 기인된 것으로 생각된다. 또한 포장區 間에는 진공포장區가 다소 效果의이었다.

4) 肉質의 色度變化 : 저장 중 수삼의 유기용매 추출색소를 측정해 본 결과는 Table 2와 같다. 모

는 시험구에서 방사선 照射직후 線量의 증가에 따라 약간의 갈변현상을 인정할 수 있었으며, 照射區나 非照射區 모두 저장기간의 경과에 따라 흡광도가 높은 수치를 나타내었다. 포장區 別로는 진공포장이 질소 및 공기포장에 비해 변화가 다소 적음을 알 수 있었다. 한편 2,3 kGy 照射區의 90日 저장후 용매추출에 의한 갈변은 인정되었으나

Table 5. Effects of gamma irradiation on the growth of microorganism in fresh ginsengs during storage at 4~5°C*

Radiation dose (kGy)	Total bacteria		Mold & Yeast		Coliforms	
	0 days	90 days	0 days	90 days	0 days	90 days
0	4.6×10 ⁵	9.5×10 ⁷	1.2×10 ⁴	9.0×10 ⁵	9.0×10 ⁸	8.9×10 ⁵
1	2.4×10 ⁴	8.5×10 ⁵	2.3×10 ³	4.2×10 ⁴	6.6×10 ²	1.1×10 ⁴
2	7.7×10 ²	1.9×10 ⁴	1.0×10 ²	6.3×10 ²	1.1×10 ¹	2.1×10 ²
3	1.0×10 ²	1.4×10 ³	1.0×10 ¹	1.0×10 ²	—	—

* The air-packed samples were investigated.

肉眼的 식별은 불가능하였다.

5) 肉質의 硬度變化: 과채류의 저장동안에 일어나는 현저한 특징은 조직의 軟化이다. 이러한 변화는 일반적으로 세포벽에 조직의 변화 뿐만 아니라 세포의 크기 및 膨脹의 감소에도 관계가 있다고 보고되고 있다.¹⁵⁾ 放射線 照射와 저장동안 水蓼의 조직을 內部와 外部로 구분하여 측정해본 결과는 Table 3과 같다. 放射線 照射 직후에는 非照射區에 비해 照射區가 線量の 증가와 더불어 경도가 저하됨을 알 수 있었으나 저장기간이 경과됨에 따라서 그 차이는 점차 감소되어 저장말기에는 照射區가 더 높은 경도를 보였으며, 포장방법에서는 진공포장이 타 포장에 비해 양호한 것으로 나타났다. 이러한 결과는 방사선 照射가 과채류의 조직의 軟化를 다소 가져온다는 결과¹⁶⁾와 일치하며 특히 非照射 水蓼은 저장기간의 경과와 함께 효소활성 등 왕성한 생리작용으로 더 큰 변화를 가져온 것으로 생각된다.

6) 化學成分 變化: 시료의 화학성분을 측정해본 결과는 Table 4와 같다. 非照射區나 照射區의 線量에 따라 일반성분은 거의 변화가 없었으며, 人蓼精 抽出率과 粗 saponin抽出 含量은 放射線 照射區가 線量の 증가에 따라 높은 함량을 보였다. 이러한 결과는 放射線 照射에 의해 水蓼의 세포벽의 침투성 증가등 物性的 變化에 기인된 것으로 즉, 放射線 照射의 物理的 作用에 의해 식품의 品質을 개선할 수 있다는 것으로서 Kiss 등¹⁷⁾의 포도에 4~5 kGy의 放射線 照射로 汁液의 수율을 10~12% 향상시켰다는 보고와 趙 등¹⁸⁾의 放射線 照射에 의한 인삼잎의 saponin 추출법 개발에서 10~15 kGy의 감마線 照射는 saponin의 品質에 변화없이 非照射區에 비해 20% 이상 수율을 증가시켰다는 결과와 일치한다.

7) Saponin의 分割別 pattern 비교: 放射線 照

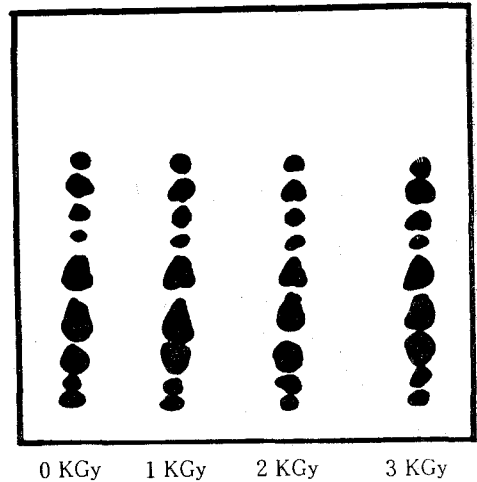


Fig. 3. Thin layer chromatographic patterns of saponin of fresh ginsengs immediately after irradiation

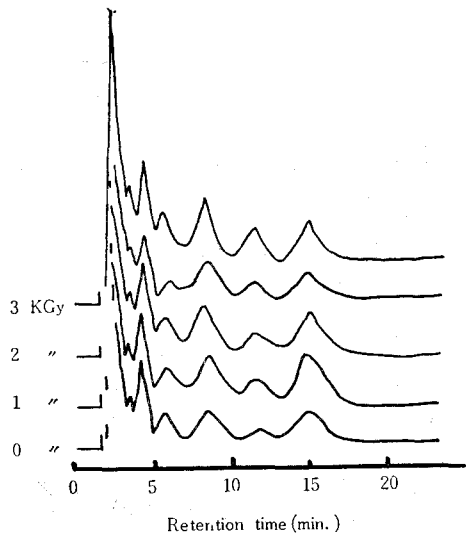


Fig. 4. High performance liquid chromatographic patterns of saponin of fresh ginsengs immediately after irradiation

射에 의한 saponin의 분획별 pattern 변화를 비교한 결과는 Fig. 3, 4와 같다. TLC chromatograms 과 HPLC chromatograms 상에서 非照射區나 照射區間에 전혀 pattern의 변화가 없었다. 따라서 放射線 照射는 水蓼의 saponin 분획별 pattern에 아무런 영향을 주지 않음을 알 수 있다. 이러한 결과는 趙 등¹⁸⁾과 成 등¹⁹⁾의 보고와 일치한다.

2. 微生物 殺菌 및 線虫 殺虫效果

放射線 照射에 따른 미생물 살균효과는 Table 5와 같다. 포장구간에는 유의적인 차이가 없었으며, 照射線量의 증가와 함께 미생물 수는 상당히 격감되었는데 일반세균은 非照射區가 $4.6 \times 10^6/g$ 이었던 것이 2~3 kGy 照射로서 3 log cycles 정도 감소되었고, 저장 90일 후에도 3 kGy 照射區는 $10^2/g$ 정도였다. 효모 및 곰팡이도 저장초기 $10^4/g$ 이상이었던 것이 2~3 kGy 照射로 2~3 log cycles 감소시켰으며 대장균군은 3 kGy 照射로서 완전 사멸되었다. 또한 線虫 殺虫效果에 있어서 전책 시료의 약 10% 정도가 線虫이 기생되고 있었으며 1kGy 이상의 照射로서 완전 사멸되었다. 이러한 결과는 水蓼의 生食이나 水蓼汁 加工品 제조시 衛生的 측면에서 고려할 가치가 있는 것으로 사료된다.

요 약

위생적 가공을 고려하여 水洗한 水蓼의 장기 저장을 목적으로 포장방법을 달리하여 0, 1, 3 kGy의 감마선을 照射하고 4~5°C에 냉장하면서 理化學의 特性變化와 오염 微生物 殺菌 및 線虫 殺虫실험을 수행한 결과는 다음과 같다.

物理的 變化에 있어서 부패 및 증량감소율은 非照射區가 저장 90일에 100%의 부패와 20% 이상의 증량감소를 보인데 반해 2~3 kGy 照射區는 20% 및 10% 内外의 낮은 부패와 감량을 나타냈다. 또한 수삼의 비중, 육질의 색도 및 硬度는 照射직 후에는 照射區가 非照射區에 비해 다소 낮은 수치를 보였으나 저장 기간이 경과함에 따라 非照射區보다 높은 수치를 보였다.

화합성분 변화에 있어서 일반성분은 照射區나 非照射區間에 변화가 없었고 人蓼精 및 saponin의 수율은 照射區가 증가되었으며, TLC 및 HPLC에 의한 saponin의 pattern에는 변화가 없었다.

미생물은 2~3 kGy 照射로서 2~3 log cycles 이상 감균시켰고 1 kGy照射로 線虫은 완전 사멸되었다.

따라서 수세수습에 2~3 kGy 정도의 감마선을 照射함으로써 이화학적 특성에는 거의 영향을 미치지

않으면서 오염 미생물의 살균과 선충을 제거함에 따라 非照射區에 비해 위생적으로 2~3個月 이상 저장성을 효과적으로 연장시킬 수 있을 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

1. 이성우, 김광수 : 한국식품과학회지, 11 : 131 (1979).
2. 오훈일, 노해원, 도재호, 김상달, 홍순근 : 한국고려인삼학회지, 5 : 99(1981).
3. Josephson, E.S. and Peterson, M.S.: Preservation of Food by Ionizing Radiation, CRC Press, Inc., Florida, Vol. III, p.129 (1982).
4. WHO: Wholesomeness of Irradiated Food, WHO Technical Reports Series 659, Geneva (1981).
5. CRA: Committee on Radiation Applications, Info., December 1985.
6. 眞部孝明, 別所康守, 兒玉雅佳 : 日本食品工業學會誌, 18 : 563(1971).
7. AOAC: Official Method of Analysis, 8ed. p. 805(1955).
8. 小林, 田淵 : 日本農化學會誌, 28 : 171(1954)
9. 양재원, 유태종 : 고려인삼학회지, 3 : 113(1979).
10. 難波恒雄 : 日本藥學雜誌, 94 : 252(1974).
11. 조성환 : 서울대학교 농화학과 식품공학 전공 박사논문(1980).
12. 홍순근, 박은규, 이춘영, 김명운 : 藥學會誌, 23 : 283(1979).
13. APHA: Standard Method for the Examination of Dairy Products, 14th ed., New York (1978).
14. 서울특별시 보건연구소 : 병원미생물 검사요원 교재, p.18(1976).
15. Reeve, R.M.: Amer. J. Bot., 46 : 241(1959).
16. Somogi, L.P. and Romani, R.J.: J. Food Sci., 29 : 366(1964).
17. Kiss, I., Farkas, J., Ferenczi, S., Kalman, B. and Beczner, J.: Improvement of Food Quality by Irradiation, STI/PUB/370, IAEA, Vienna p.124(1974).
18. 조한옥, 권중호, 변명우 : 특허공보 제20185호 (1985).
19. 성현순, 박명한, 이광승, 조한옥 : 한국식품과학회지, 14 : 136(1982).