

## 백삼분말의 살균 및 저장조건에 따른 관능적 품질 특성

권중호 · 변명우\* · 조한옥\* · 김정숙\*\* · 이기동

경북대학교 식품공학과, \*한국원자력연구소, \*\*계명전문대학

### Organoleptic Quality of White Ginseng Powder as Influenced by Different Conditions of Decontamination and Storage

Joong-Ho Kwon, Myung-Woo Byun\*, Han-Ok Cho\*,  
Jeong-Sook Kim\*\*, Gee-Dong Lee

*Department of Food Science and Technology, Kyungpook National University*

*\*Korea Atomic Energy Research Institute, \*\*Keimyung Junior College*

#### Abstract

Organoleptic qualities were evaluated putting emphasis on flavor and color of white ginseng powders which were treated with ethylene oxide(EO) and gamma radiation(5, 10kGy) for microbial decontaminations. Immediately after treatments, there was no significant changes in the overall flavor and color of the samples between the nontreated control and both treatments. The color of even airtight-packaged samples, however, was changed( $p < 0.05$ ) after 7 months of storage at  $30 \pm 2^\circ\text{C}$  when treated with EO and 10 kGy. These changes in color were confirmed by the instrumental determinations for the stored samples. Thus, it can be proposed that gamma irradiation below 10kGy combined with airtight packaging is required for keeping the organoleptic quality of white ginseng powders for more than 6 months of storage.

**Key words** : white ginseng powder, decontamination, ethylene oxide, gamma irradiation, organoleptic quality.

#### 서 론

식품산업에서의 연구개발은 우수한 품질의 식품공급과 섭취식품의 안전성을 확보하는데 그 목적이 있다. 식품의 안전성을 위협하는 요인은 크게 미생물과 화학약품으로 대별할 수 있다. 특히 가공식품의 경우에는 미생물학적 품질개선을 위하여 화학보존제나 훈증제가 대부분 사용되어 왔으나 화학물질의 잔류성에 의한 건강장해와 환경공해에 대한 우려 때문에

세계적으로 사용이 금지되고 있는 추세에 있으므로 이에 대한 대체기술의 개발이 시급히 요구되고 있다[1, 2].

최근 식품에 대한 방사선의 이용 기술은 식품의 살균, 살충, 저장기간 연장, 병원성 미생물 제거방법 등으로 각국 정부와 식품산업계로부터 관심이 높아지고 있다[3]. 주요 국가들은 40여년간 세계적으로 수행된 조사식품의 건전성 연구결과를 바탕으로 자국의 실정에 알맞는 기술개발을 추진하고 있으며, 1994년 현재 37

개국에서 한 품목 또는 여러 품목(총 50여 식품군)에 대하여 방사선 조사가 허가되었고, 이들 나라 중 26개국에서 상업적인 실용화가 본격화되고 있다[4-5].

국내에서는 1987년 상업적 감마선 조사시설이 건설된 이후 '87, '88, '91년 3차에 걸쳐 최저 0.15kGy, 최고 10kGy의 감마선 조사가 18개 품목에 대하여 허가되어 상업적 처리가 이루어지고 있다[5]. 특히 식품의 효과적인 살균, 살충제로 널리 이용되어 오던 ethylene oxide(EO)의 사용이 1991년 전면 금지됨에 따라 이에 대한 대체기술의 확보에 큰 어려움을 겪어오고 있다[3].

본 연구는 이상과 같은 국내·외적인 상황을 감안하여 인삼제품의 품질관리에 사용되었던 EO 가스훈증법의 효과적인 대체기술 개발연구의 일환으로 살균방법 및 저장조건에 따른 백삼분말의 관능적 품질안정성을 평가하였다.

## 재료 및 방법

### 시 료

본 실험에 사용된 백삼분말은 인삼제품 제조업체인 K사의 수출용 제품으로서 전보[6]와 동일한 방법으로 EO 훈증처리와 감마선 조사(5kGy, 10kGy)를 각각 실시한 다음 처리직후와 7개월 저장후에 각각 실험에 사용하였다. 살균된 시료의 포장은 무포장, PE/Nylon 접합 필름(75 $\mu$ m/15 $\mu$ m, 산소투과도 68cc/m<sup>2</sup>, 24hrs. atm, 투습도 7.45 g/m<sup>2</sup>, 24hrs) 및 PE(polyethylene)통 포장으로 구분하여 25 $^{\circ}$ C, 상대습도 65% 및 90%에 각각 7개월간 저장하였다. 또한 온도의 영향을 확인하기 위하여 PE통에 기밀포장된 시료를 30 $\pm$ 2 $^{\circ}$ C에 7개월간 저장하였다.

### 관능적 품질 시험

EO 훈증제와 감마선이 처리된 백삼분말 시료(무처리군, 5kGy 조사군, 10kGy 조사군, EO 처리군)의 관능적 품질검사[7]는 전반적인 풍미와 색깔로 구분하여 처리직후에는 2점 대비

법(paired comparison difference test)으로, 저장 7개월후에는 6점 채점시험(scoring difference test : 6, 가장 좋다; 5, 대단히 좋다; 4, 약간 좋다; 3, 보통이다; 2, 약간 나쁘다; 1, 대단히 나쁘다)에 의해 실시하였다. 관능시험은 3점 시험법에 의해 선발된 8명(남 4, 여 4)의 검사요원에 의해 평가하게 하였으며, 검사결과는 분산분석과 Duncan의 다범위 검정에 의해 유의성을 검정하였다[7]. 이 때 분말의 색깔은 분말 자체를 그대로 관능시험에 사용하였고, 전반적인 풍미시험에서는 인삼분말 4g을 2g의 설탕과 함께 100ml의 온수(60 $^{\circ}$ C)에 넣고 검사시료를 조제하여 사용하였다[8].

또한 백삼분말의 기계적 색도 측정은 color & color difference meter(model ND-1001 NP)를 이용하여 Hunter 색차계의 백색도(L, whiteness), 적색도(a, redness), 황색도(b, yellowness) 및 전반적인 색차( $\Delta E$ , overall color difference)를 각각 5회 반복 측정하고 평균값으로 나타내었다. 이 때 사용된 표준백판(standard plate)은 L 90.6, a 0.4 및 b 3.3이었다.

## 결과 및 고찰

### 백삼분말의 관능적 품질

백삼분말의 살균법 개발과 관련된 일련의 연구에서 상업적 조건의 EO 훈증과 5kGy 이상의 감마선 조사는 백삼분말 제품에 오염된 미생물의 농도를 제품의 검사규격 이하로 감소시킬 수 있었다[8]. 그러나 훈증법의 경우 살균처리시의 환경조건을 감안하여 분 때 시료의 선택이나 풍미의 변화가 예상되므로 관능적 품질평가를 실시해 보았다. Table 1과 2는 백삼분말의 미생물학적 품질개선을 위한 감마선 조사와 화학훈증제(EO)처리가 시료의 고유한 풍미와 색깔에 미치는 영향을 2점대비법에 의해 평가해 본 결과로서 처리직후에는 처리기간에 유의적인 차이가 없는 것으로 나타났다.

이와 같은 결과는 감마선과 EO 훈증처리된 당근분말[9]에 대한 관능검사 결과와 일치하였

**Table 1. Results of the scoring for paired comparison difference test on the overall flavor of white ginseng powders treated with gamma radiation and ethylene oxide(E0)<sup>1)</sup>**

Order of presentation	Frequency of scores equal to							Total scores	mean	Average preference
	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3			
Cont. 5kGy	1			2	1			-2	-0.50	-0.25
5kGy Cont.			2		2			0	0	-0.25
Cont. 10kGy			2	1	1			-1	-0.25	-0.13
10kGy Cont.		1	1	1			1	0	0	-0.13
Cont. E0		1		1	2			0	0	-0.13
E0 Cont.			2	1			1	1	0.25	-0.13
5 kGy 10kGy		1		2	1			-1	-0.25	-0.50
10kGy 5 kGy				2	1	1		3	0.75	0.50
5kGy E0	1			2	1			-4	1.00	1.00
E0 5kGy			2		1	1		-4	-1.00	-1.00
10kGy E0	1			2	1					-0.38
E0 10kGy			2		1	1				0.38
Total	2	4	11	14	12	3	2			

<sup>1)</sup>Sensory evaluation was conducted by a panel of 8 members immediately after treatments.

**Analysis of variance**

Variables	Degree of freedom	Sum of squares	Mean of squares	F value
				Computation
Main effects	3	2.2496	0.7499	0.39
Order effects	1	0.0192	0.0192	
Error	44	84.7312	1.9257	
Total	48	87.0000		

Table 2. Results of the scoring for paired comparison difference test on the overall color of white ginseng powders treated with gamma radiation and ethylene oxide(E0)<sup>1)</sup>

Order of presentation	Frequency of scores equal to							Total scores	Average mean	Average preference
	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3			
Cont. 5kGy	1		2	1				-5	-1.25	-0.88
5kGy Cont.			1	1	1	1		2	0.50	0.88
Cont. 10kGy	1		2		1			-1	-0.25	-0.38
10kGy Cont.				2	2			2	0.50	0.38
Cont. E0	1	1		1	1			0	0	0
E0 Cont.		2		2				0	0	0
5 kGy 10kGy	1		1	2				-4	-1.00	-0.50
10kGy 5 kGy				4				0	0	0.50
5kGy E0		1			1	2		2	0.50	0.13
E0 5kGy			2		2	1		1	0.25	-0.13
10kGy E0		1		2				1	0.25	0
E0 10kGy		2		2	1			1	0.25	0
Total	6	0	14	10	12	5	12			

<sup>1)</sup>Sensory evaluation was conducted by a panel of 8 members immediately after treatments.

#### Analysis of variance

Variables	Degree of freedom	Sum of squares	Mean of squares	F value
				Computation
Main effects	3	5.0914	1.7301	0.76
Order effects	1	3.0000	3.000	
Error	44	100.8096	2.2911	
Total	48	109.0000		

으나, 마늘 양파분말 등 건조항신료[10, 11] 및 인삼엽록차[12]에 대한 E0 훈증의 영향에 관한 보고와는 다소 다른 경향을 보였다.

또한 시료의 포장방법을 달리하고 저장온도에 따라 7개월간 저장한 다음 6점 채점시험으로 풍미와 색깔에 대한 기호도를 평가해 보았다. 먼저 저장중 백삼분말의 관능적 품질에 대한 포

장방법의 영향을 알아보기 위하여 저장온도 25℃, 상대습도 65% 및 90%에서 무포장, PE/Nylon 접합필름 및 PE통으로 각각 포장된 시료의 저장 7개월 이후의 풍미와 색깔에 대한 관능검사를 실시해 본 결과, PE/Nylon과 PE통에 포장된 시료는 무포장 시료보다 1% 수준에서 우수한 관능적 기호도를 나타내었다(Table 3).

Table 3. F value and sample mean by the analysis of variance and Duncan's multiple range test for white ginseng powders stored for 7 months with different packaging conditions<sup>1)</sup>

Sensory parameters	RH 65%, 25℃			F value <sup>2)</sup>	RH 90%, 25℃			F value <sup>2)</sup>
	Cont.	PE/NY	PE pail		Cont.	PE/NY	PE pail	
Flavor	3.45 <sup>a</sup>	1.88 <sup>b</sup>	1.75 <sup>b</sup>	112	6.00 <sup>a</sup>	3.00 <sup>b</sup>	2.63 <sup>b</sup>	197
Color	3.88 <sup>a</sup>	1.75 <sup>b</sup>	1.75 <sup>b</sup>	37.7	6.00 <sup>a</sup>	3.25 <sup>b</sup>	3.00 <sup>b</sup>	299

<sup>1)</sup>Sensory evaluation was conducted by eight members of panel using scoring difference test and sensory scores were 6, excellent; 5, very good; 4, good; 3, fair; 2, poor; 1, very poor.

<sup>2)</sup>The same letters in each row indicate no significant difference at the 1% level using Duncan's multiple range test.

한편 감마선과 훈증제에 의해 살균처리된 시료를 PE/Nylon 포장지와 PE통으로 포장하여 25℃, 상대습도 65%와 90% 7개월간 저장한 후 관능시험을 실시한 결과, 각 포장방법에서

살균처리군 간에는 유의성이 없는 것으로 나타났다으나, E0 훈증처리된 시료는 흡습이 진행됨에 따라 응결현상(유동성)이 현저하였다 (Table 4, 5)

Table 4. Mean sensory score and F value for white ginseng powders stored for 7 months at RH 65%, 25℃ with different packaging conditions.<sup>1)</sup>

Packaging conditions	Flavor				F value <sup>2)</sup>	Color				F value <sup>2)</sup>
	Cont.	5kGy	10kGy	E0		Cont.	5kGy	10kGy	E0	
Control	3.25	3.75	3.63	3.50	1.40	3.13	3.63	3.25	8.13	1.22
RE/Nylon	5.13	5.25	4.88	4.75	2.33	5.25	5.13	4.88	4.75	2.78
PE pail	5.25	5.13	4.88	4.88	2.08	5.25	5.38	5.13	5.13	0.78

<sup>1)</sup>Sensory evaluation was conducted by eight members of panel using scoring difference test and sensory scores were 6, excellent; 5, very good; 4, good; 3, fair; 2, poor; 1, very poor.

<sup>2)</sup>F value must exceed 3.07 to be significant at the 5% level and it must exceed 4.87 to be significant at the 1% level.

Table 5. Mean sensory score and F value for white ginseng powders stored for 7 months at RH 90%, 25℃ with different packaging conditions.<sup>1)</sup>

Packaging conditions	Flavor				F value <sup>2)</sup>	Color				F value <sup>2)</sup>
	Cont.	5kGy	10kGy	E0		Cont.	5kGy	10kGy	E0	
Control	1.00	1.00	1.00	1.00	0	1.00	1.00	1.00	1.00	0
RE/Nylon	4.00	4.25	3.88	3.88	1.67	3.75	3.88	3.50	3.63	0.75
PE pail	4.38	4.63	4.00	3.88	2.73	4.00	4.13	3.88	3.63	1.46

<sup>1)</sup>Sensory evaluation was conducted by eight members of panel using scoring difference test and sensory scores were 6, excellent; 5, very good; 4, good; 3, fair; 2, poor; 1, very poor.

<sup>2)</sup>F-value must exceed 3.07 to be significant at the 5% level and it must exceed 4.87 to be significant at the 1% level.

그리고 살균처리된 시료를 PE통에 넣고 30±2°C의 항온기에 7개월간 저장하였을 경우 시료의 풍미는 처리군간에 유의적인 차이가 없었으

나 10kGy 조사군과 E0 처리군은 대조시료 및 5kGy 조사 시료보다 색깔에 대한 기호도가 낮게 나타났다(P<0.05, Table 6).

Table 6. Mean sensory score and F value for white ginseng powders stored for 7 months at RH 30±2°C in a PE pail<sup>1)</sup>

Sensory parameters	Flavor				Color				F value <sup>2)</sup>
	Cont.	5kGy	10kGy	E0	Cont.	5kGy	10kGy	E0	
Color	5.13	5.13	4.63	4.63	1.88 <sup>a</sup>	1.88 <sup>a</sup>	2.38 <sup>b</sup>	2.38 <sup>b</sup>	4.69

<sup>1)</sup>Sensory evaluation was conducted by eight members of panel using scoring difference test and sensory scores were 6, excellent; 5, very good; 4, good; 3, fair; 2, poor; 1, very poor.

<sup>2)</sup>The same letters indicate no significant difference at the 5% level using Duncan's multiple range test.

이와 같은 결과는 Kwon 등[8]의 연구에서 백삼분말에 10kGy의 감마선 조사는 시료의 색깔에 유의적인 변화를 초래하였다는 보고와 일치하며, 또한 E0 훈증처리가 분말식품의 색도, 풍미 등에 나쁜 영향을 초래하였다는 여러 보고[8-13]와 유사한 경향을 나타내었다.

#### 기계적 색도와와의 비교

살균처리된 백삼분말을 처리직후와 포장방법 및 저장온습도별로 기계적 색도를 측정하여 보았다(Table 7-9).

Table 7. Comparative effects of gamma irradiation and ethylene oxide(E0) fumigation on the color of white ginseng powders during storage at 25°C without packaging under different relative humidities<sup>1)</sup>

Storage period (months)	Color parameters	Treatments							
		Control		5kGy		10kGy		E0	
		RH 65%	RH 90%	RH 65%	RH 90%	RH 65%	RH 90%	RH 65%	RH 90%
0	L	84.6	84.6	84.3	84.3	84.2	84.2	83.4	83.4
	a	2.1	2.1	2.4	2.4	2.5	2.5	3.1	3.1
	b	13.2	13.2	13.7	13.7	13.9	13.9	14.2	14.2
	$\Delta E$	0.0	0.0	0.6	0.6	0.8	0.8	1.8	1.8
7	L	80.7	40.2	80.3	70.2	79.9	68.9	80.6	67.8
	a	3.9	9.3	3.9	6.6	4.3	7.2	4.2	7.4
	b	17.2	15.9	17.5	20.5	17.7	20.3	17.6	20.9
	$\Delta E$	5.9	45.1	6.3	16.8	6.9	17.9	6.3	18.9

<sup>1)</sup> L : Degree of whiteness(white+100↔0 black)

a : Degree of redness(red+100↔0↔-80 green)

b : Degree of yellowness(yellow+70↔0↔-80 blue)

$\Delta E$  : Overall color difference( $\sqrt{\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2}$ )

Table 8. Comparative effects of gamma irradiation and ethylene oxide(E0) fumigation on the color of white ginseng powders during storage at 25°C under the condition of different relative humidities and PE/Nylon film packaging<sup>1)</sup>

Storage period (months)	Color parameters	Treatments							
		Control		5kGy		10kGy		E0	
		RH 65%	RH 90%	RH 65%	RH 90%	RH 65%	RH 90%	RH 65%	RH 90%
0	L	84.6	84.6	84.3	84.3	84.2	84.2	83.4	83.4
	a	2.1	2.1	2.4	2.4	2.5	2.5	3.1	3.1
	b	13.2	13.2	13.7	13.7	13.9	13.9	14.2	14.2
	$\Delta E$	0.0	0.0	0.6	0.6	0.8	0.8	1.8	1.8
7	L	82.6	81.0	82.3	81.6	81.5	80.2	82.0	80.5
	a	3.4	3.9	3.4	3.5	3.8	4.3	3.7	3.9
	b	15.7	16.6	16.1	16.7	16.9	17.2	16.5	17.3
	$\Delta E$	2.9	5.3	3.9	4.8	5.1	6.5	4.5	6.1

<sup>1)</sup> L : Degree of whiteness(white+100↔0 black)  
 a : Degree of redness(red+100↔0↔-80 green)  
 b : Degree of yellowness(yellow+70↔0↔-80 blue)  
 $\Delta E$  : Overall color difference( $\sqrt{\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2}$ )

Table 9. Comparative effects of gamma irradiation and ethylene oxide(E0) fumigation on the color of white ginseng powders during storage at 30±2°C under PE pail packaging<sup>1)</sup>

Storage period (months)	Color parameters	Treatments			
		Control	5kGy	10kGy	E0
0	L	84.6	84.3	84.2	83.4
	a	2.1	2.4	2.5	3.1
	b	13.2	13.7	13.9	14.2
	$\Delta E$	0.0	0.6	0.8	1.8
7	L	84.5	83.9	83.7	83.2
	a	2.5	3.1	2.9	3.3
	b	14.1	15.2	15.6	16.1
	$\Delta E$	1.0	2.3	2.7	3.4

<sup>1)</sup> L : Degree of whiteness(white+100↔0 black)  
 a : Degree of redness(red+100↔0↔-80 green)  
 b : Degree of yellowness(yellow+70↔0↔-80 blue)  
 $\Delta E$  : Overall color difference( $\sqrt{\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2}$ )

살균처리 직후 시료의 색도변화는 백색도의 감소와 적색도(a값) 및 황색도(b값)의 증가현상으로 나타났다. 처리군별 경향은 E0 처리군에서 전반적인 변색이 크게 나타났고( $\Delta E$  1.8, noticeable), 감마선 조사군에서는 그 보다 약한

변색이 확인되었다( $\Delta E$  0.6-0.8, slight). 포장방법에 따라 7개월간 여러 온도에 저장된 시료의 색도는 PE통에 밀봉한 시험군( $\Delta E$  1.0-3.4) > PE/Nylon 접합포장지 포장군(RH 65% :  $\Delta E$  2.9 ~ 5.1, RH 90% :  $\Delta E$  4.4~6.1)의 순으로 양호하

게 나타났으며, RH 90% 저장군이 RH 65% 저장군보다 심한 색도의 변화를 보였다. 또한 7개월 저장후 각 처리군의 색도변화에서 모든 시험군은 저장기간이 경과됨에 따라 백색도의 저하와 적색도 및 황색도의 증가를 보였으며, 5kGy 조사군이 비교적 양호한 color parameter를 나타내었다.

이상과 같이 살균처리 직후 시료의 외관을 나타내는 색택은 기계적 측정에서는 변화가 나타났으나 육안적 시험에서는 유의적인 차이가 인정되지 않았다. 저장중 시료의 포장방법은 관능적 품질에 영향을 미쳤으며, 30±2°C 저장군에서는 포장방법에 따라 색도의 차이가 확인되었다. 또한 살균방법에 있어서도 E0 혼증법은 5 및 10 kGy의 감마선 조사보다 저장시료의 외관적 품질에 큰 영향을 미치고 있음이 주관적 및 객관적 시험에 의해 확인되었다.

일반적으로 살균선량 범위인 10kGy 이하의 감마선 조사는 백삼분말의 색도에 거의 변화를 초래하지 않는 것으로 보고된 바도 있다[14]. 그러나 특히 E0 혼증처리하는 식품의 외관적 품질에 영향을 미치는 것으로 널리 보고되고 있다[10, 13].

이상의 관능시험 결과에서 백삼분말의 살균을 위한 10kGy까지의 감마선 조사와 E0 가스 혼증법은 처리후에는 시료의 풍미와 색깔에 유의적으로 영향을 미치지 않았으나, 30±2°C 조건의 기밀포장 용기에서 장기간(6개월 이상) 저장시에는 E0 처리 및 고선량 조사(10kGy)된 시료는 색깔에 대한 관능적 기호도가 점차 낮아지므로 백삼분말의 살균 및 장기 안전저장을 위해서는 10kGy 미만의 감마선 조사와 흡습을 방지할 수 있는 기밀포장을 함으로써 우수한 관능적 품질을 유지할 수 있을 것이다.

## 요 약

백삼분말의 효과적인 살균법 개발을 위한 연구의 일환으로 ethylene oxide와 감마선(5, 10kGy)이 처리된 시료의 관능적 품질을 풍미와 색택으로 구분하여 처리직후와 저장 7개월 후에 평가하였다. 아울러 색도의 변화를 기계

적으로 측정하여 비교 확인하였다. 백삼분말의 미생물학적 품질개선이 가능한 E0 혼증과 감마선 조사는 처리직후 시료의 풍미와 색택에 유의적인 영향을 미치지 않았다. 그러나 기밀포장된 시료를 30±2°C에서 7개월간 저장하였을 시 분말의 색택은 E0와 10kGy 처리군에서 유의적인(P<0.05) 변화가 확인되었다. 이와같은 결과는 기계적인 색도측정에서도 확인되었다. 따라서 백삼분말의 살균 및 장기 저장에 있어서는 10kGy 미만의 감마선 조사와 기밀포장을 함으로써 6개월 이상 양호한 상태의 관능적 품질유지가 가능할 것으로 사료된다.

## 감사의 글

본 논문의 내용은 과학기술처 특정연구사업 과제에 일부이며 지원에 감사드립니다.

## 참 고 문 헌

1. Anon.(1993) Food safety. Food Irradiation Newsletter, 17(2), 4-10.
2. Ahmed, M.(1993) Up-to-date status of food irradiation. Presented at the Final FAO/IAEA RCM of RPHI-Phrase 3, Taejon, Korea, 20-24, September.
3. Kwon, J. H.(1993) Advances in food irradiation technology in Korea and its potential roles in the food industry. Presented at the International Symposium on Safety and Wholesomeness of Irradiated Foods, Seoul, Korea, 24-25 November.
4. Mckinley, B.(1993) Food irradiation, past, present & future. Presented at the International Symposium on Safety and Wholesomeness of Irradiated Foods, Seoul, Korea, 24-25, November.
5. 권중호(1994) 食品照射—국제적 동향과 산업화 전망, 식품공업, 127, 42-51.
6. 권중호, 변명우, 이수정(1994) 백삼분말의



- 흡습특성 및 미생물학적 품질안정성에 대한 감마선 및 에틸렌옥시드의 영향, 한국식품과학회지, 26(3), 272-277.
7. Larmond, E.(1973) Methods for sensory evaluation of food. Publication 1284, Canada Department of Agriculture, Ottawa.
8. Kwon, J. H., Belanger, J. M. R. and Pare, J. R. J.(1989) Effects of ionizing energy treatment on the quality of ginseng products. Radiat. Phys. Chem., 34, 963-967.
9. 권중호, 변명우, 조한옥, 김정숙, 최선택, 이기동, 최종욱(1994)  $\gamma$ -선 및 훈증제 처리가 당근분말의 품질에 미치는 영향, 농산물저장유통학회지, 1(1), 21-28.
10. Kwon, J. H., Byun, M. W. and Cho, H. O. (1987) Quality evaluation of ground garlic and onions treated with chemical fumigants and ionizing radiation, Korean J. Food Sci. Technol.; 19(2), 107-112.
11. 변명우, 권중호, 이재원, 조한옥(1986) Ethylene oxide 처리와 방사선 조사 살균 향신료의 관능적 품질 평가, 한국식품과학회지, 18(6), 427-430.
12. 이영주, 김종균, 권중호, 변명우, 김석원, 조한옥(1990) 고려인삼 엽록차의 위생적 품질 개선 연구, 한국식품위생학회지, 5, 13-20.
13. Vajdi, M, and Pereira, R. R.(1973) Comparatibe effects of ethylene oxide, gamma irradiation and microwave treatments on selected spices. J. Food Sci., 38, 893-895.
14. 성현순, 박명환, 이광승, 조한옥(1982) 방사선 조사에 의한 인삼저장에 관한 연구, 제1보 : 감마선 조사가 인삼분말제품의 이화학적 성질에 미치는 영향, 한국식품과학회지, 14, 136-140.