

## 감마선과 Phosphine 처리된 백삼의 저장 중 사포닌, 당 및 아미노산 함량의 변화

권중호 · 김경태 · 권 훈 · 박난영 · 정형욱 · 이정은 · 노미정 · 변명우\*  
경북대학교 식품공학과, \*한국원자력연구소

### Changes in Saponins Sugars and Amino Acids of White Ginseng during Storage Following Gamma Irradiation and Phosphine Fumigation

Joong-Ho Kwon, Kyung-Tae Kim, Hoon Kwon, Nan-Young Park, Hyung-Wook Chung,  
Jung-Eun Lee, Mi-jung Noh and Myung-Woo Byun\*

Department of Food Science and Technology, Kyungpook National University  
\*Korea Atomic Energy Research Institute

#### Abstract

To investigate an alternative technique to phosphine fumigation, being used for controlling storage insects of dried ginseng, comparative effects of gamma irradiation (5 kGy) and fumigation on the content of moisture, saponins, free sugars, and amino acids of commercially-packaged white ginseng were evaluated immediately after and at the 6th month of storage at 20°C and 70% RH after both treatments. The initial moisture content (8.44%) of the sample was not changed with the treatments, and maintained the 10% levels of moisture until 6 months of storage. Major ginsenosides were stable to both treatments, but they showed some reduced content in the control and fumigated samples at the 6th month of storage. Gamma irradiation caused some decrease in the content of free sugars and the subsequent storage of the sample resulted in a further reduction in their content in the order of irradiated, fumigated and control samples. Although irradiation and fumigation brought about a decrease in the content of free amino acids by about 5%, however the storage period for 6 months was shown more influential than the treatments used for the improvement of biological quality in stored white ginseng.

**Key words :** white ginseng, irradiation, phosphine, saponins, sugars, amino acids

#### 서 론

최근 식품의 안전성에 대한 관심이 크게 높아짐에 따라 미생물학적 품질 개선과 품질안정성 유지를 위해 사용되어온 여러 가지 살균·살충법의 안전성 평

가와 사용금지 추세를 면밀히 검토해 볼 필요가 있다(1,2). 농산물의 저장·유통 및 교역과 관련하여 해충의 방제를 위하여 지금까지는 가스훈증법 (methyl bromide, ethylene dibromide, ethylene oxide, phosphine 등), 물리적 방법 (저온처리, 열처리, 환경기체조성 조절 등), 생물학적 방법 (host susceptibility, inspection 등) 등이 연구개발 되고 있으며(3-7), 용도에 따라 선택적으로 활용되고 있다. 그러나 이상의 방법 중 ethylene dibromide와 ethylene oxide는 그 안전성의 문

Corresponding author : Joong-Ho Kwon, Department of Food Science and Technology, Kyungpook National University, Taegu 702-701, Korea

제로 사용이 금지되었고, methyl bromide도 환경공해성 물질로 판명되어 국제적으로 대체방안 마련을 위한 노력이 활발히 진행되고 있다(8).

국내 인삼제품의 검사기준은 분말의 경우 수분함량 9.0% 이하, 세균수  $5 \times 10^4/g$  이하, 대장균군 음성 등으로 규정되어 있다(9). 백삼의 경우에는 (미)생물학적 기준은 없이 수분함량 13% 이하와 외관이 양호하면 검사품으로서 상품화되고 있다(10). 그러나 원료 인삼은 수확 후 박피, 수세, 건조 등의 과정을 거치면서 미생물이나 해충에 오염될 가능성이 높으므로 살균 또는 살충 처리가 요구된다(11). 현재 건삼제품의 해충발생을 방지하기 위하여 대부분 aluminum phosphide(상품명: Epifume, AIP, MW 57.96)가 사용되고 있다(12). 이때 aluminum phosphide는 대기중의 수분과 반응하여 독성이 뛰어난 hydrogen phosphide ( $PH_3$ , phosphine gas, MW 34.04)를 생성하게 되는데, 이 인화수소 혼증체는 사람이 7 ppm 농도의 기체를 6시간 정도 흡입하면 중독증상을 일으킬 수 있다고 보고되고 있다(13,14). 그리고 혼증법은 작업이 복잡하고 처리용량, 작업자의 안전, 환경공해 등의 측면에서 한계를 지니고 있는 방법이라 할 수 있다(8). 특히 농산물의 시장개방화와 더불어 국가간 교역에 있어서는 품질규격이 더욱 엄격해 지고 있으므로 국내에서 사용되고 있는 혼증체의 대체방안을 마련하기 위한 노력이 필요하다 하겠다.

본 연구에서는 전보(15-17)에 이어 백삼의 혼증체로 사용되고 있는 phosphine gas의 효과적인 대체방안을 연구할 목적으로, 생물학적 품질개선이 가능한 phosphine 혼증과 적정선량의 감마선 조사가 백삼 저장 중 품질에 관련된 몇 가지 성분에 미치는 영향을 검토하였다.

## 재료 및 방법

### 재료

본 실험에 사용된 백삼시료는 전보(17)와 동일한 제품으로서 살균이나 살충 과정을 거치지 않고 비교적 외관이 양호한 것만을 선별하여 사용하였다. 시료는 시중에 유통되고 있는 제품과 동일하게 탈산소재 [태풍겔(社)]를 넣어서 비닐백 (nylon 15  $\mu m$ /polyethylene 75  $\mu m$  접합포장재, NY/PE)에 200g 단위로 포장하였다. 이 때 사용된 포장재의 특성은 두께 0.094 mm, 산소투과도  $68 \text{ cc/m}^2 \cdot 24 \text{ hr}$ 였다.

### 전처리 및 저장

백삼시료의 phosphine gas 처리는 aluminum phosphide

를 상법(11,12)에 준하여 처리하고 무균적으로 재포장하였다. 포장된 백삼시료의 감마선 조사는 한국원자력연구소에 소재하는 Co-60 감마선원을 이용하여 실온조건에서 살충 및 미생물학적 품질개선이 가능한 5 kGy 이하(15)의 총 흡수선량 ( $\pm 4.5\%$ )을 얻도록 하였다. 이때 흡수선량의 확인은 free radical dosimeter와 ceric cerous dosimeter를 사용하였다. 이상과 같이 처리된 시료는 20°C, 70% RH에 각각 6개월 간 저장하면서 실험에 사용하였다.

### 수분 측정

저장 중 백삼의 수분 함량은 시료분말을 사용하여 105°C 상압건조법(18)에 의하여 3회 반복 측정하였다

### 사포닌 및 유리당 분석

백삼시료를 분말화하여 일정량을 등근 플라스크에 취하고 10배 량의 80% 에탄올을 가하여 75-80°C의 수욕조에서 4시간씩 4회 반복 추출하였다. 추출 여액은 n-부탄올 층과 수용성 회분으로 나눈 다음 high performance liquid chromatograph (HPLC)에 의해 아래와 같은 조건으로 주요 ginsenoside와 유리당 함량을 분석하였다(19). 이때 사용된 분석조건은 HPLC/ALC-244 (Water Associates Inc.), packaging & column [Lichrosorb-NH<sub>2</sub> (10  $\mu m$ )/Hibar pre-packed column RT 250-4 (Merk)], mobile phase [acetonitrile/water (80/20, v/v, ginsenoside); (78/22, v/v, sugar)], flow rate (1.2 ml/min, ginsenoside; 1.6 ml/min, sugar), detector (RI, attenuation 8X) 등이었다.

### 아미노산 분석

시료의 총아미노산 분석은 6N HCl 가수분해법으로, 유리아미노산은 75% 에탄올 추출법에 의해 시료액을 조제한 다음 아미노산 자동분석기 (Hitachi model 835)에 의해 측정하였다(20). 이상의 모든 실험은 3회 반복으로 실시하였고 평균값으로 나타내었다.

## 결과 및 고찰

### 수분 함량 변화

본 실험에 사용된 백삼의 수분 함량은 8.4% 내외로 상당히 건조된 상태였다. 저장 시료의 수분함량 변화는 Table 1과 같이 20°C, 70% RH 조건에서 저장 6개월 까지도 10% 수준을 유지하였으며, 감마선이나 혼증처리 구에서도 거의 차이를 보이지 않았다. 국내 인삼제품의 검사기준에서 수분 함량은 인삼분말이 9% 이하, 백삼은 13% 이하로 규정되어 있어서 본 포

장 방법에 의해서도 흡습은 문제가 되지 않는 것으로 나타났다.

Table 1. Changes in moisture content of white ginseng during storage under the conditions of 20°C and 70% RH and NY/PE-laminated film packaging after gamma irradiation and PH<sub>3</sub> fumigation

Storage period (month)	Treatment		
	Control	5 kGy	PH <sub>3</sub>
0	8.44 <sup>1)</sup>	8.44	8.44
1	8.71	8.69	8.77
2	8.92	8.88	9.09
3	9.21	9.12	9.37
4	9.45	9.33	9.64
5	9.75	9.59	9.98
6	10.08	9.89	10.33

<sup>1)</sup> Mean(%) of triplicate determinations.

사포닌 함량 변화

백삼의 생물학적 품질개선과 품질안정성 향상을 위한 감마선 조사 (5 kGy)와 phosphine gas 처리가 백삼의 품질에 관련된 몇 가지 화학성분에 미치는 영향을 검토해 보았다. 인삼의 유효성분으로 알려진 saponin의 주요 구성 ginsenoside를 처리 직후와 저장 6개월 후에 HPLC에 의해 분석해 본 결과, Table 2와 같이 ginsenoside Rb<sub>1</sub>과 Rg<sub>1</sub>이 높은 함량을 보였고 그 다음이 Re, Rc, Rb<sub>2</sub> 등의 순이었다. 처리구 간에는 함량에 큰 변화가 없이 총 함량이 8.92~9.16 mg/g 범위로 나타났다. 저장 6개월 이후에는 대조구와 감마선 조사구는 유의적인 변화가 없었으나 혼중처리구에서는 다소 감소된 값을 보였다. 인삼의 saponin은 4 환식 triterpenoid의 dammarane 구조를 가진 중성 배당체로서 당이 C-3 위치 및 C-20 위치 (diol saponin)와 C-6 위치 및 C-20 위치 (triol saponin)에 glycoside linkage를 하고 있는 bisdesmosides 이므로 수용액 상태에서는 열이나 산에 의해 불안정한 것으로 알려져 있다(21,22). 그러나 혼중제 ethylene oxide(11)나 10 kGy 이하의 감마선(23-25) 처리는 인삼 saponin에 영향을 미치지 않는 것으로 보고되어 본 실험의 결과와 일치하였다. 또한 백삼저장 중 saponin의 안정성에 관한 연구에서 최 등(26)은 실온 저장된 백삼은 1년 후에 약 15%의 saponin 함량이 감소되었다고 하였고, 노 등(27)은 30°C, 상대습도 11~57% 범위에서는 저장 2개월까지 saponin의 변화가 거의 없었으나 상대습도가 높고 저장기간이 길수록 saponin의 분해율이

증가되고 그 중에서 ginsenoside Rb<sub>1</sub>, Rc, Re 및 Rg<sub>1</sub>의 변화가 심하였다고 보고된 바 있다. 본 연구에서는 저장 기간이 6개월이었으므로 이상의 보고 내용과 정확한 비교는 어려우나, 저장조건이 20°C와 상대습도 70%였으므로 saponin 함량의 감소가 저장에 따라 크게 변화되리라고는 예상하지 않았다. 그리고 생물학적 품질개선을 위한 phosphine 처리나 5 kGy의 감마선 조사도 백삼의 사포닌 성분에는 비교적 영향이 작은 것을 알 수 있었다.

Table 2. Ginsenoside content of white ginseng during storage after gamma irradiation and PH<sub>3</sub> fumigation<sup>1)</sup>

Storage condition	Sample	Storage month	Ginsenoside(mg/g)						Total	PD/PT ratio <sup>2)</sup>
			Rb <sub>1</sub>	Rb <sub>2</sub>	Rc	Rd	Re	Rg <sub>1</sub>		
Control		0	2.82	0.85	0.91	0.39	1.39	2.57	8.92 <sup>a</sup>	1.26
		6	2.93	0.91	0.98	0.35	1.49	2.25	8.94 <sup>a</sup>	1.39
20°C/70% RH	5 kGy	0	2.89	0.87	0.92	0.40	1.40	2.56	9.04 <sup>a</sup>	1.31
		6	3.78	1.02	1.19	0.43	1.41	2.86	10.69	1.50
PH <sub>3</sub>		0	2.90	0.94	0.98	0.51	1.36	2.48	9.16	1.39
		6	2.76	0.79	0.89	0.36	1.12	2.46	8.39	1.34

<sup>1)</sup> Sample was packaged with NY 15µm/PE 75µm-laminated film and each value was expressed on a dry basis.

<sup>2)</sup> Ratio of protopanaxadiol(ginsenoside Rb<sub>1</sub>, Rb<sub>2</sub>, Rc, Rd) to protopanaxatriol(Re, Rg<sub>1</sub>).

유리당 함량 변화

백삼의 유리당 함량을 HPLC로 분석해 본 결과, sucrose(약 16%), glucose(0.7%), fructose(0.48%) 등이 대부분을 차지하였고, 소량의 maltose가 검출되었다. 혼중제 및 감마선 조사시 유리당의 함량은 16.59~17.52% 범위로 거의 변화되지 않았으며, 저장 6개월 후에는 전반적으로 다소 감소되는 경향이었으나 처리구 간에는 뚜렷한 차이가 없었다. 그러나 당의 종류에 따라서는 서로 상이한 변화를 보이면서, 노 등(27)의 보고와 유사한 경향을 보였다. 이와 같이 백삼 저장에서 단당류의 변화는 백삼 내에 불활성화되어 있던 여러 가지 효소가 저장 조건에 따라 활성화됨으로써 다당류가 분해되거나 오염된 미생물의 증식에 의해 이당류 등의 감소가 일어날 수 있다고 추측된다. 그리고 본 실험의 결과에서 볼 때 백삼의 유리당 함량은 생물학적 품질개선을 위한 감마선 (5 kGy 이하)이나 phosphine gas 처리에 의해 저장 6개월까지도 영향을 받지 않는 것으로 나타났으며, 이는 권 등(23)의 보고와 일치하는 결과였다.

Table 3. Free sugar content of white ginseng during storage after gamma irradiation and PH<sub>3</sub> fumigation<sup>1)</sup>

Storage condition	Sample	Storage month	Sugar (% dry basis)			Total
			Fructose	Glucose	Sucrose	
20°C/70% RH	Control	0	0.48	0.70	16.34	17.52
		6	0.41	0.46	16.02	16.89
	5 kGy	0	0.43	0.51	15.65	16.59
		6	0.39	0.46	14.96	15.81
	PH <sub>3</sub>	0	0.41	0.51	16.18	17.09
		6	0.37	0.50	15.63	16.50

<sup>1)</sup> Sample was packaged with NY 15 $\mu$ m/PE 75 $\mu$ m-laminated film.

#### 아미노산 함량의 변화

백삼의 아미노산 함량에 대한 phosphine gas 훈증과 감마선 조사의 영향을 처리 직후와 20°C, 상대습도 70%에서 6개월간 저장 후의 함량 변화를 조사해보았다. 전체 17종의 아미노산이 분석되었으며, 총아미노산의 경우 arginine(36.66 mg/g), glutamic acid(21.18 mg/g) 및 aspartic acid(8.83 mg/g) 등이 주요 아미노산으로 확인되었다. 훈증 및 감마선 조사 직후 총아미노산 함량은 거의 변화가 없었고, 저장 6개월 이후에는 5~12% 정도 감소되었는데 tyrosine, methionine 등은 검출되지 않는 수준으로 감소되었다. 처리구별로는 phosphine gas 처리구에서 함량 감소가 가장 컸으며, 5 kGy의 감마선 조사는 함량 아미노산의 함량에 영향을 미치는 것으로 나타났다(Table 4). 이 같은

Table 4. Changes in total amino acid content of white ginseng during storage under the conditions of 20°C and 70% RH and NY/PE-laminated film packaging after gamma irradiation and PH<sub>3</sub> fumigation<sup>1)</sup>

Storage month	Control		5 kGy		PH <sub>3</sub>	
	0	6	0	6	0	6
Amino acid						
Aspartic acid	8.83	8.76	8.40	8.62	8.16	8.33
Threonine	2.83	3.21	2.46	3.37	2.82	2.81
Serine	2.23	2.62	2.07	2.76	2.40	2.17
Glutamic acid	21.18	14.12	21.13	14.58	20.88	14.24
Glycine	2.53	2.65	2.29	2.64	2.36	2.30
Alanine	3.91	4.33	3.18	4.34	3.92	3.93
Cystine	0.93	0.96	0.95	0.93	1.03	0.81
Valine	1.72	2.32	1.68	2.59	2.08	1.79
Methionine	1.19	-	-	-	1.22	-
Isoleucine	1.32	2.03	1.71	1.67	1.87	1.56
Leucine	4.21	5.11	4.10	5.69	4.20	5.25
Tyrosine	1.89	-	1.89	-	1.78	-
Phenylalanine	3.74	4.19	3.83	4.21	3.55	3.59
Lysine	3.67	4.11	3.82	4.30	3.64	3.78
Histidine	1.52	1.49	1.79	1.58	2.01	1.44
Arginine	36.66	32.04	35.93	31.81	34.93	31.97
Proline	4.68	4.55	5.01	4.86	4.83	5.06
Total	103.04	92.49	100.24	93.92	101.68	89.03

<sup>1)</sup> Each value was expressed as mg per g of the sample on a dry basis.

결과는 권 등(23)의 인삼 아미노산에 대한 감마선 조사의 영향연구에서도 보고된 바 있다. 유리아미노산의 경우는 arginine(22.50 mg/g), threonine(3.88 mg/g) 등이 주 아미노산이었으며, 감마선(5 kGy)과 phosphine gas 처리로써 약 5% 정도 감소되었다. 또한 저장 6개월 이후에는 전반적으로 약 14~16% 정도의 함량이 감소되었는데, 처리구 간에는 차이가 없었다(Table 5). 이상의 결과에서 볼 때 백삼의 총아미노산 함량은 감마선이나 phosphine gas 처리에 비교적 안정하였으나 유리아미노산의 함량은 다소 민감하였고, 특히 저장조건에 따른 영향이 큰 것으로 나타났다.

Table 5. Changes in free amino acid content of white ginseng during storage under the conditions of 20°C and 70% RH and NY/PE-laminated film packaging after gamma irradiation and PH<sub>3</sub> fumigation<sup>1)</sup>

Storage month	Control		5 kGy		PH <sub>3</sub>	
	0	6	0	6	0	6
Amino acid						
Threonine	3.88	2.63	3.81	2.83	3.43	2.96
Serine	0.07	0.08	0.09	0.07	0.08	0.07
Glutamic acid	0.27	0.31	0.24	0.30	0.27	0.26
Glycine	0.09	0.08	0.08	0.08	0.08	0.09
Alanine	0.80	0.71	0.76	0.75	0.76	0.75
Valine	0.39	0.29	0.35	0.25	0.34	0.39
Methionine	0.11	0.02	0.04	0.02	0.04	0.02
Isoleucine	0.21	0.22	0.17	0.16	0.17	0.23
Leucine	0.27	0.22	0.27	0.21	0.23	0.23
Tyrosine	0.35	0.36	0.33	0.32	0.33	0.35
Phenylalanine	0.05	0.04	0.05	-	0.07	-
Lysine	0.54	0.53	0.54	0.53	0.53	0.51
Histidine	0.20	0.14	0.19	0.18	0.20	0.19
Arginine	22.50	18.29	21.12	18.25	21.39	18.18
Proline	0.65	0.71	0.68	0.61	0.74	0.62
Total	30.38	24.63	28.72	24.56	28.66	24.62

<sup>1)</sup> Each value was expressed as mg per g of the sample on a dry basis.

#### 요 약

백삼의 저장해충 방제를 위하여 사용되고 있는 phosphine gas 훈증법의 대체방안 연구의 일환으로, 살충 및 살균 효과를 지닌 5 kGy의 감마선 조사와 훈증처리가 상업적 조건으로 포장된 백삼의 수분, 사포닌, 당, 아미노산 등의 함량에 미치는 영향을 처리 직후와 20°C/70% RH 조건에서 6개월간 저장 후에 비교되었다. 백삼의 초기수분 함량은 8.44%로 살충처리에 따라 변화되지 않았으며, 6개월간 저장 후에도

10% 수준이 유지되어 비교적 안정한 것으로 나타났다. 주요 ginsenoside 함량은 처리 직후에는 안정하였으나 6개월 간 저장 후에는 혼증처리구와 대조구에서 다소 함량이 감소되었다. 유리당 함량은 감마선 조사에 의해 다소 감소되었고, 6개월 저장 후에는 감마선, 혼증 및 대조구의 순으로 낮은 값을 보였다. 유리아미노산 함량은 감마선과 혼증처리에 의해 약 5% 정도 감소되었으며, 6개월 저장 후에는 모든 시험구에서 15% 내외의 함량이 감소되어 생물학적 품질개선을 위한 감마선이나 혼증 처리보다는 저장조건의 영향이 큰 것으로 나타났다.

### 감사의 글

본 논문은 과학기술부 원자력연구개발과제의 일부이며 지원에 감사드립니다.

### 참고문헌

- Vajdi, M. and Pereira, R. R. (1973) Comparative effects of ethylene oxide,  $\gamma$ -irradiation and microwave treatments on selected spices. *J. Food Sci.*, **38**, 893-895
- Kwon, J.H., Kim, S.W., Byun, M.W., Cho, H.O. and Lee, G.D. (1994) Determination of ethylene oxide residue and its secondary products in powdered food. *J. Fd. Hyg. Safety*, **9**(1), 43-48
- United States Environmental Protection Agency, Office of Pesticide Programs, Ethylene dibromide (1984) Amendment of notice to cancel registration of pesticide products containing ethylene dibromide. *Fed. Regist.*, **49**, 4182-4185
- Garry, V.F. (1989) Human genotoxicity-Pesticide applicators and phosphine. *Science*, **246**, 251-255
- Gould, W.P. and Sharp, J.L. (1990) Cold-storage quarantine treatment for carambolas infested with the Caribbean fruit fly(*Diptera: Tephritidae*). *J. Econ. Entomol.*, **83**, 458-460
- Delate, K.M., Brecht, J.K. and Coffelt, J.A. (1990) Controlled atmosphere treatments for control of sweet potato weevil(*Coleoptera Curculionidae*) in stored tropical sweet potatoes. *J. Econ. Entomol.*, **83**, 461-465
- Couey, M. (1989) Heat treatment for control of postharvest diseases and pest pests of fruits. *Hortiscience*, **24**, 198-202
- UNEP (1995) Montreal Protocol on Substances That Deplete the Ozone Layer. 1994 Report of the Methyl Bromide Technical Options Committee, p. 1-294
- The Ministry of Health and Welfare in Korea (1997) Food Standard Code, Seoul, p. 511
- 대한민국 인삼사업법 시행규칙 (1990) 재무부령 제 1834호 (1990. 9. 15)
- Kwon, J.H., Cho, H.O., Byun, M.W., Kim, S.W. and Yang, J.S. (1990) Development of irradiation techniques for quality improvement of ginseng products. *KAERI/RR- 905-90*, The Ministry of Science and Technology in Korea, p. 1-86
- 하재호 (1991) 건조제품에 있어 epifume(hydrogen phosphide)의 잔류량 분석과 품질에 미치는 영향에 관한 연구. *식품기술*, **4**(1), 30-34
- 原田農秋 (1962) 新くん 燻蒸劑. 「ホストキミン」(燻化水素)に關する研究. *東京食糧研究所研究報告*, **16**, 72-90
- Rangaswamy, J.R. (1984) Simple spectrophotometric method for determination of phosphine residues in wheat. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.*, **67**(1), 117-122
- Kwon, J.H., Chung, H.W., Byun, M.W. and Lee, S.J. (1999) Biological quality and storage characteristics of gamma-irradiated white ginseng. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **28**(1), 40-46
- Kwon, J.H., Chung, H.W., Byun, M.W., Yang, J.S., Lee, S.J. and Kim, H.K. (1999) Comparative effects of gamma irradiation and phosphine fumigation on color and organoleptic quality of white ginseng. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **28**(1), 47-52
- Kwon, J.H., Lee, J.E., Byun, M.W. and Choi, K.J. (1999) Comparative Effects of Gamma Irradiation and Phosphine Fumigation on Lipid-Related Components of White Ginseng During Post-Treatment Period. *Korean J. Food Sci. Technol.*, Submitted
- AOAC (1990) *Official Methods of Analysis*, 15th ed., The Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C., U.S.A.
- Ko, S.R. (1994) Comparative study on chemical components and biological activities of *Panax* species (in Korean). *Ph. D. Thesis*, Chonbuk National University, Korea, p. 10-14
- Hitachi Inc. (1986) Instrumental Manual of Amino Acid Analyzer (Model 835)
- Han, B.H., Park, M.H., Han, Y.N., Woo, L.K., Sankawa, U., Yahara, S., and Tanaka, O. (1982)

- Degradation of ginseng saponins under mild acidic conditions. *J. Med. Plant Res.*, **44**, 146
22. Choi, J.H., Kim, D.H., Sung, H.S., Kim, W.J. and Oh, S.K. (1982) Kinetic studies on the thermal degradation of ginsenosides in ginseng extract. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **14**(3), 197-202
23. Kwon, J.H., Belanger, J.M.R., Sigouin, M., Lanthier, J., Willemot, C., and Pare, J.R.J. (1990) Chemical constituents of panax ginseng exposed to  $\gamma$ -irradiation. *J. Agric. Food Chem.*, **38**(3), 830-834
24. Sung, H.S., Park, M.H., Lee, K.S. and Cho, H.O. (1982) Studies on the preservation of korean ginseng by irradiation. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **14**(2), 136-140
25. Do, J.H., Jang, J.G., Lee, K.S. and Sung, H.S. (1986) Effect on stability of ginseng saponins by various physical and chemical treatments. *Korean J. Ginseng Sci.*, **10**(2), 193
26. Choi, J.H., Byun, D.S. and Park, K.D. (1983) Study on stability of red and white ginseng by storage years. *Korean J. Food & Nutrition*, **12**(4), 350-356
27. Noh, H.W., Do, J.H., Kim, S.D. and Oh, H.I. (1983) Effect of relative humidities on the qualities of white ginseng during storage. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **15**(1), 32-36

---

(1999년 5월 29일 접수)