

## 살균처리가 인삼엽록차의 화학성분에 미치는 영향

권중호 · 변명우 · 최강주\* · 권대원\*\* · 조한옥

한국원자력연구소, \*한국인삼연구소, \*\*한국식품연구소

### Effects of Decontamination Treatments on Chemical Components of *Panax Ginseng*-Leaf Tea

Joong-Ho Kwon, Myung-Woo Byun, Kang-Ju Choi\*, Dae-Won Kwon\*\* and Han-Ok Cho

Korea Atomic Energy Research Institute, \*Korea Ginseng & Tobacco Research Institute and \*\*Korea Advanced Food Research Institute

#### Abstract

The comparative effects of ethylene oxide(EO) fumigation and gamma irradiation (5 kGy) were determined on the chemical components of exportable ginseng-leaf tea which is required for improving the hygienic quality. Saponins and fatty acids detected in the samples were found to be resistant to both treatments at the practical levels. In an experiment on free sugar and amino acids, however, quantitative analysis has shown that glucose, lysine and histidine in the samples are significantly decreased by EO fumigation ( $p<0.05$ ) and that negligible changes were observed in gamma-irradiated samples.

Key words: ginseng-leaf tea, decontamination methods, chemical components

## 서 론

인삼부산물물의 활용방안을 검토하기 위한 기초연구로서는 인삼엽 성분에 대한 약리 효능적 검색<sup>1) 3)</sup>, 인삼 근과의 구성성분 비교<sup>4) 6)</sup>, 엽차제조<sup>7,8)</sup> 등이 시도되면서 인삼엽은 인삼근과 유사한 특성의 주요 사포닌 자원으로서 뿐 아니라 우수한 품질특성을 지닌 엽차제조 원료로서 그 이용가치가 확인된 바 있다.

엽차의 제조에는 여러가지 방법이 이용되고 있으나 인삼엽록차의 경우에는 일반적으로 증자법이 많이 활용되고 있으며, 그 이유의 하나로서는 원료엽에 오염된 미생물 등의 농도를 감소시키기 위한 것으로 볼 수 있다. 국내에서 생산되고 있는 인삼엽록차의 대부분은 해외시장에 수출되고 있으며, 현행 제품검사 규격<sup>9)</sup>에는 미생물 농도에 대한 기준이 없으나 날이 높아가고 있는 수입국의 품질 검사기준을 고려한다면 위생적 제품생산은 수출증진에 필수적인 과제가 될 것이다.

따라서 저자 등<sup>10,11)</sup>은 인삼엽록차의 위생적 살균방법 개발을 목적으로 감마선 에너지의 처리효과를 현재까지 이용되어온 화학혼증제인 ethylene oxide와 비교하면서 제품의 살균효과, 관능적 품질변화, 유효성분의 추출특성 등을 검토한 바 있으며, 이어서 본 보에서는 살균처리가

인삼엽록차의 성분 중 사포닌, 당, 지방산 및 아미노산에 미치는 영향을 평가해 보았다.

## 재료 및 방법

### 시료

인삼엽록차 시료는 김포지역에서 재배된 4년근 인삼의 생엽을 사용하여 인삼제품 제조공장에서 수출용 제품에 대하여 일반적으로 사용하고 있는 방법(생엽-유수세척·선별-음건-열탕처리, 60~80°C, 30분-건조, 자연-열풍, 약 50°C-마쇄-포장-완제품)에 따라 제조하였다.

### 살균처리

부지포를 사용하여 1g 단위로 포장된 시료의 ethylene oxide(EO) 혼증처리는 전보<sup>10)</sup>와 같이 상업적인 방법으로 실시하였다. 시료의 감마선 조사는 Co-60 선원을 이용하여 실온에서 시간당 51.7 Gy의 선량률로서 필요한 흡수선량을 얻도록 하였으며, 본 선량은 인삼엽록차에 오염된 미생물을 효과적으로 감소시킬 수 있는 범위의 에너지로 확인된 바 있다<sup>10)</sup>.

### Saponin 분석

시료 5g씩을 둥근 플라스크에 취하고 10배량의 80% ethanol을 가하여 75~80°C의 water bath에서 4시간씩 4회 반복 추출하였다. 상기 추출액은 최와 오<sup>12)</sup>의 방법에 준하여 n-butanol층에 이행된 saponin 획분을 분리하여

Corresponding author: Joong-Ho Kwon, Food Irradiation Department, KAERI, P.O. Box 7, Cheongryang, Seoul 130-650, Korea

감압농축한 뒤 각 처리구별로 HPLC(Waters Associate)에 의해 주요 ginsenoside별 함량을 분석하였다. 이때 사용된 기기조건은 column, carbohydrate; detector, RI; attenuation, 8X; flow rate, 1.5 ml/min; mobile phase, acetonitrile : H<sub>2</sub>O : BuOH(80 : 20 : 15, v/v/v)이었다.

한편 인삼엽 구성 saponin 중 그 함량이 높은 ginsenoside-Re의 감마선 조사시 infrared spectrum상의 작용기를 비조사 대조군과 비교해 보았다. 본 실험에서는 순수하게 분리된 ginsenoside-Re를 25°C에서 10 kGy 조사하여 KBr pellets을 제조한 다음 Bruker FT-IR IFS 45 spectrometer에 의해 spectrum을 작성하였다.

#### 유리당 분석

Saponin 분석용 시료추출액에서 최와 오<sup>12)</sup>의 방법에 따라 n-butan올층을 제외한 수용성 획분을 분리하여 HPLC에 의해 fructose, glucose 및 sucrose의 함량을 정량하였다. 이때 분석조건은 mobile phase(acetonitrile : H<sub>2</sub>O, 85 : 15, v/v)를 제외하고는 saponin 분석시와 동일하였다.

#### 지방산 분석

Soxhlet 방법으로 추출한 조지방질을 Metcalf 등<sup>13)</sup>의 방법으로 가수분해시킨 후 BF<sub>3</sub>-methanol을 사용하여 methyl ester화시킨 다음 petroleum ether에 용해시켜 GLC(Varian aerograph model 3700)로 분석하였으며, 이때 사용된 분석조건은 다음과 같다. Column, fused silica capillary coated with SP-2340(30m×0.32 mm i.d., 0.2 μm film thickness); detector, FID; column temp., 150°C(5 min) 4°C/min >200°C(15 min); carrier gas, nitrogen(1.0 ml/min); injection/detector temp., 240°C.

#### 아미노산 분석

시료의 전 아미노산 분석은 6 N HCl 가수분해법으로, 유리 아미노산 함량은 75% ethanol 추출법을 이용하여 시료액을 조제한 뒤 아미노산 자동분석기(Hitachi model 835)를 사용하여 측정하였다<sup>14)</sup>.

### 결과 및 고찰

#### Saponins에 대한 영향

인삼의 유효성분으로 알려진 saponin은 4환식 triterpenoid의 dammarane 구조를 가진 중성배당체로서 수용액 상태에서는 산이나 열에 불안정한 것으로 알려져 있다<sup>15,16)</sup>. 본 실험에서는 인삼엽록차의 위생적 품질개선을 위한 살균처리가 saponin 성분에 미치는 영향을 알아보기 위하여 HPLC와 IR을 이용하여 구성 ginsenoside의 함량과 작용기의 특성변화를 확인하였다.

시료의 crude saponin 함량은 13.85~14.02% 범위로 처리군간에 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 따라서

**Table 1. Comparative effects of gamma irradiation and ethylene oxide (EO) fumigation on major saponin components of ginseng-leaf tea<sup>1)</sup>**

Ginsenosides	Content (mg/g, dry basis)		
	Control	5 kGy	EO <sup>2)</sup>
Rb <sub>1</sub>	5.73	5.70	5.58
Rb <sub>2</sub>	3.68	3.66	4.04
Rc	1.23	1.15	1.18
Rd	10.32	10.43	10.18
Re	19.71	19.63	19.47
Rf	6.81	6.80	6.67
Rg <sub>1</sub>	20.95	21.19	20.98
Rg <sub>2</sub>	1.76	1.78	1.37
Total	70.19	70.34	69.47
PD/PT ratio <sup>3)</sup>	0.42	0.42	0.43

<sup>1)</sup>Ginsenosides were determined using HPLC and each value is the average of triplicate determinations

<sup>2)</sup>Treatment conditions are given in the text

<sup>3)</sup>Ratio of PD (panaxadiol ginsenoside -Rb<sub>1</sub>, -Rb<sub>2</sub>, -Rc, -Rd) to PT (panaxatriol ginsenoside -Re, -Rf, -Rg<sub>1</sub>, -Rg<sub>2</sub>)

구성 ginsenoside를 HPLC로 분석해 본 결과, Table 1과 같이 8종의 주요성분이 검출되었고, 이들 중 ginsenoside-Rg<sub>1</sub>, -Re, Rd 등이 높은 함량을 보였다. 인삼엽 시료에서의 이같은 ginsenoside pattern, 즉 protopanaxadiol에 비해 protopanaxatriol의 함량이 상대적으로 높게 나타난 것은 인삼 근의 saponin pattern과 상이한 것으로서 양 등<sup>7)</sup>, 김 등<sup>8)</sup>에 의해서도 보고된 바 있다.

한편 살균효과를 위해 처리된 5 kGy의 감마선과 EO 훈증제의 ginsenoside 함량에 대한 영향은 Table 1에 나타난 바와 같이 거의 확인되지 않았으며, 이와 같은 결과는 권 등<sup>17)</sup>, 도 등<sup>18)</sup>의 보고와 일치하는 것으로서 인삼의 saponin 성분은 살균선량의 감마선이나 EO 훈증처리에 안정한 것으로 나타났다. 또한 saponin의 작용기에 대한 감마선 조사(10 kGy)의 영향을 IR spectrum에 의하여 확인해 본 결과, Fig. 1에 나타난 바와 같이 1076 cm<sup>-1</sup>에서 C-O, 1640 cm<sup>-1</sup>에서 C=C, 3380 cm<sup>-1</sup>에서 OH의 흡수대가 각각 확인되었으며, 대조군과 감마선 조사군간에는 spectrum 상에 뚜렷한 차이가 나타나지 않았다. 이와 같은 결과는 ginsenoside-Rg<sub>1</sub>에 대한 연구에서도 확인된 바 있으며<sup>19)</sup> 성 등<sup>20)</sup>, 조 등<sup>21)</sup>은 20 kGy 까지의 감마선 조사는 인삼 saponin의 HPLC 및 TLC pattern에 변화를 초래하지 않았다고 보고하여 본 연구 결과와 잘 연관되었다.

#### 유리당에 대한 영향

인삼엽록차의 구성성분 중 가용성 무질소물의 함량은 40% 이상으로서 주성분을 이루고 있다<sup>22)</sup>. 본 시료의 유리당 조성은 건물량으로 fructose 10.8 mg/g, glucose 6.1 mg/g, sucrose 5.2 mg/g으로 나타났다. 이와 같은

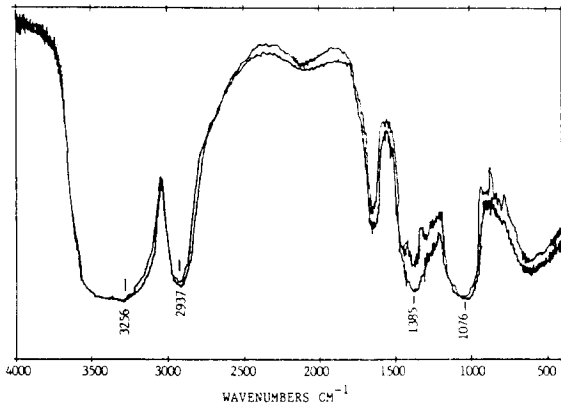


Fig. 1. FT-IR spectra of nonirradiated control ginsenoside-Re(bottom curve) and gamma-irradiated ginsenoside-Re with Co-60 in the presence of air at 25°C with a dose of 10 kGy (top curve)

Table 2. Comparative effects of gamma irradiation and ethylene oxide (EO) fumigation on free sugars of ginseng-leaf tea<sup>1)</sup>

Sugars	Content (mg/g, dry basis)		
	Control	5 kGy	EO <sup>2)</sup>
Fructose	10.82	11.00	10.26
Glucose	6.10	6.30	5.54 <sup>3)</sup>
Sucrose	5.24	5.21	5.22
Total	22.16	22.51	21.02

<sup>1)</sup>Free sugars were determined using HPLC and each value is the average of triplicate determinations  
<sup>2)</sup>Treatment conditions are given in the text  
<sup>3)</sup>Significantly different from the other(p<0.05)

조성은 인삼근 및 줄기의 당 조성과 다른 결과로서<sup>(23)</sup> 인삼근에서는 sucrose의 함량이 가장 높고, 인삼줄기에서는 glucose의 함량이 가장 높은 것으로 밝혀져 인삼은 부위별로 당 조성이 상이함을 알 수 있다. 한편 살균처리에 따른 영향을 보면, 5 kGy의 감마선 조사는 당 함량에 유의적인 변화를 초래하지 않았으나 EO 훈증처리군에서는 glucose의 함량이 유의적으로 감소됨을 확인하였다(p<0.05).

EO 훈증처리된 식품의 물리적, 화학적 특성변화에 관한 보고는 많이 있다. Vajdi와 Pereira<sup>(24)</sup>은 EO 처리된 향신료는 oil의 함량이 유의적으로 감소되고 색택의 변화가 발생하였다고 보고하였고, 권 등<sup>(25)</sup>은 EO 훈증처리는 건조표고의 환원당 함량을 감소시켰다고 하였으며, 조 등<sup>(26)</sup>은 시금치 및 당근분말에 살균을 목적으로 EO를 처리하였을 때 ascorbic acid의 함량이 유의적으로 감소되었다고 하였다. 이와 같이 건조식품에 대한 EO 훈증제의 사용은 식품의 풍미나 성분의 변화를 초래하게 되며, 이는 처리조건인 55°C/45% RH 내외의 온습도와

Table 3. Comparative effects of gamma irradiation and ethylene oxide(EO) fumigation on fatty acids of ginseng-leaf tea<sup>1)</sup>

Fatty acids	Treatments		
	Control	5 kGy	EO
12 : 0	2.00	1.93	2.05
14 : 0	4.35	4.34	4.42
15 : 0	0.66	0.46	0.82
16 : 0	43.89	44.17	43.00
16 : 1	0.35	0.31	0.41
17 : 0	1.14	1.19	1.18
18 : 0	6.08	6.22	6.46
18 : 1	9.30	10.00	9.78
18 : 2	17.51	17.21	18.03
18 : 3	4.58	4.48	4.43
20 : 0	1.68	1.67	1.62
21 : 0	tr	tr	tr
22 : 0	3.39	3.07	3.03
23 : 0	1.52	1.53	1.47
24 : 0	3.55	3.42	3.30
TSFA <sup>2)</sup>	68.26	68.66	67.35
TUFA <sup>3)</sup>	31.74	31.34	32.65
PUFA <sup>4)</sup>	22.09	21.69	22.46

<sup>1)</sup>Percent composition of crude lipids extracted by Soxhlet method  
<sup>2)</sup>Total saturated fatty acids  
<sup>3)</sup>Total unsaturated fatty acids  
<sup>4)</sup>Polyunsaturated fatty acids (18 : 2+18 : 3)

일정한 압력이 주어진 chamber 내에서 시료를 8시간 이상 보관하면서 반복된 탈기조작 등을 가함으로써 사용된 약품이 식품내부에 잔류하거나 잔류약품이 식품성분과의 상호작용에 의해 새로운 물질을 생성시키는데 기인된 것으로 사료된다. 본 실험에서 나타난 EO 처리군의 당함량 감소는 EO 처리조건을 고려해 볼 때 등<sup>(27)</sup>의 보고에서와 같이 백삼의 건조온도와 시간이 증가될수록 환원당 함량이 감소하였다는 내용과 일치하였다.

지방산에 대한 영향

인삼엽록차에 함유된 15종의 지방산을 GC에 의해 분석하여 각 처리군별로 그 조성을 비교해 보았다. 본 시료의 주요 지방산은 palmitic acid(43.89%), linoleic acid(17.51%), oleic acid(9.30%), stearic acid(6.08%) 등의 순으로 나타났으며, 이와 같은 결과는 최 등<sup>(28)</sup>의 인삼생엽에 대한 보고와 유사하나 전반적으로 불포화지방산의 함량이 49% 수준에서 32% 수준으로 상대적으로 감소되었다. 이와 같은 조성의 차이는 분명한 설명은 어려우나 두 실험에 사용된 인삼엽이 각각 6년생과 4년생으로 서로 상이하였고, 또한 본 실험에 사용된 시료는 엽차의 제조과정에서 증자 및 건조공정을 거치게 됨으로써 포화지방산에 비해 불포화지방산의 변화가 다소 많이 발생된 것에서 그 원인을 추측할 수 있겠다.

**Table 4. Comparative effects of gamma irradiation and ethylene oxide(EO) fumigation on selected amino acids of ginseng-leaf tea<sup>1)</sup>**

Amino acids	Treatments					
	Control		5 kGy		EO <sup>2)</sup>	
	Total	Free	Total	Free	Total	Free
Aspartic acid	16.19	1.58	16.08	1.75	15.40	1.48
Threonine	6.46	0.11	6.43	0.07	6.44	0.06
Serine	7.50	0.33	7.17	0.33	7.26	0.20
Glutamic acid	20.73	0.47	19.80	0.45	19.79	0.27
Glycine	11.23	0.08	10.85	0.09	10.59	0.07
Alanine	8.03	0.23	7.82	0.24	7.34	0.21
Cystine	4.02	0.24	3.98	0.23	3.98	0.21
Valine	8.50	0.33	8.56	0.35	8.45	0.29
Methionine	1.26	0.01	1.33	0.01	1.40	0.01
Isoleucine	5.48	0.30	5.84	0.27	5.84	0.28
Leucine	11.12	0.32	11.21	0.41	11.57	0.22
Tyrosine	4.08	-	4.08	-	3.98	-
Phenylalanine	8.63	0.36	8.35	0.29	8.20	0.28
Lysine	7.47	0.16	7.06	0.15	6.54 <sup>3)</sup>	0.12
NH <sub>3</sub>	4.90	0.68	3.83	0.66	3.70	0.52
Histidine	2.69	0.05	2.52	0.05	1.21 <sup>3)</sup>	0.05
Arginine	6.90	0.25	6.91	0.26	6.90	0.23
Proline	3.82	0.36	3.43	0.34	3.43	0.37
Total	139.00	5.86	135.10	5.95	132.00	4.87 <sup>4)</sup>

<sup>1)</sup>Each value is the average of triplicate determinations and expressed as mg per g on a dry basis

<sup>2)</sup>Treatment conditions are given in the text

<sup>3)</sup>Significantly different from control( $p < 0.05$ )

<sup>4)</sup>Significantly different from control( $p < 0.01$ )

그리고 인삼엽록차의 위생적 품질개선을 위한 감마선 및 EO 훈증처리의 영향은 Table 3에 나타난 바와 같이 처리군간에 다소간의 변화는 있었으나 전반적으로 유의적인 차이가 확인되지 않았다. 특히 이중결합을 가지고 있는 총 불포화지방산(TUFA)이나 고도 불포화지방산(PUFA)의 조성에서도 처리군간에 유의적인 변화가 나타나지 않았는데, 이와 같은 결과는 감마선과 phosphine gas가 처리된 백삼에 대해서도 보고된 바 있다<sup>29)</sup>. 그러나 이용된 감마선 에너지나 훈증처리 조건 등을 고려할 때 어느정도 불포화 지방질의 변화가 예상되므로 보다 정확한 확인을 위해서는 각 지방산에 대한 정량적 검토가 요망된다.

#### 아미노산에 대한 영향

인삼엽록차의 위생적 품질개선을 위한 감마선 조사와 EO 처리가 17종의 아미노산 조성과 함량에 미치는 영향을 조사해 본 결과는 Table 4와 같다. 먼저 전 아미노산의 경우 glutamic acid, aspartic acid, glycine, leucine 등의 순으로 높은 함량을 나타내었고, 이와 같은 아미노산 조성은 인삼근에 대한 보고<sup>19)</sup>와 다소 상이한 결과였지만 차엽중의 조성과는 유사한 패턴을 나타내었다<sup>30)</sup>. 그리고 처리군 별로는 다소 증감현상이 확인되어

lysine과 histidine은 EO 처리에 따라 그 함량이 감소하였으나( $p < 0.05$ ) 그 밖의 각 아미노산이나 처리군별 전체 함량에는 유의적인 변화가 없었다(Table 4).

유리아미노산에 있어서는 그 함량이 비교적 낮아 아미노산 별 처리군간의 변화는 확인되지 않았다. 살균처리에 따른 전체 함량에 대한 영향에서 감마선 조사군은 유의적인 차이가 없었으나 EO 처리군에서는 유리아미노산의 총 함량이 대조시료 및 그 밖의 시료보다 감소됨( $p < 0.01$ )을 알 수 있었다(Table 4). 녹차의 유리아미노산은 threonine, glutamic acid, aspartic acid 및 arginine이 70~90%를 차지하며, 녹차 고유의 구수한 맛과 높은 상관성을 나타내는 것으로 보고된 바 있다<sup>31)</sup>. 본 실험에서 인삼엽록차에 있어서도 아미노산의 조성이 일반 차류와 비슷한 패턴임을 고려할 때 그 관능적 특성에 있어서도 유사한 점을 생각할 수 있겠다. 그리고 EO 처리는 시료의 미생물 오염을 제거시킬 수 있었으나 아미노산의 함량에 영향을 미치는 것으로 확인된 이와 같은 결과는 훈증처리시 식품 품온의 상승과 또한 epoxide가 식품의 수분이나 기타 화학성분과 반응하여 유해물질(ethylene glycol, ethylene chlorohydrin 등)을 생성하고 식품 고유의 풍미를 저하시킨다는 보고<sup>24,25)</sup>와 잘 일치하였다.

일련의 실험결과에서 확인된 바와 같이<sup>16)</sup> 인삼엽록차의 미생물적 품질관리를 위해 사용된 EO 훈증제나 감마선조사는 다같이 효과적이었다. 그러나 5 kGy 범위의 감마선 조사는 엽록차 시료의 몇 가지 성분에 영향을 미치지 않았지만 상업적 조건으로 처리된 EO 훈증제는 시료의 당 및 아미노산의 함량에 유의적인 변화를 초래하였다. 이와 같이 식품의 살균을 목적으로 사용되어온 ethylene oxide는 그 잔류독성과 처리식품에 대한 품질 열화 등의 문제점 때문에 국내외적으로 사용이 금지되는 추세이며<sup>32,33)</sup>, 이에 대한 효과적인 대체기술의 개발이 용이 시급히 요구되고 있다.

## 요 약

수출용으로 제조되고 있는 인삼엽록차에 대하여 위생적 품질개선을 목적으로 처리된 ethylene oxide(EO) 훈증제와 적정선량의 감마선 조사가 시료의 몇 가지 화학성분에 미치는 영향을 검토하였다. 인삼엽록차에 함유된 사포닌과 지방산은 상업적 조건의 EO 처리나 적정선량의 감마선 조사(5 kGy 범위)에 의해 변화되지 않았다. 그러나 유리당과 아미노산에서 glucose, lysine 및 histidine은 EO 처리시 유의적으로 감소되어( $p < 0.05$ ) 살균방법 중 EO gas는 감마선조사에 비해 엽록차 성분에 미치는 영향이 큰 것으로 확인되었다.

## 문 헌

1. Komatsu, M., Tomimori, T. and Makiguchi, Y.: Studies

- on the constituent of the herb of *Panax ginseng* C.A. Meyer(II). *Yakugaku Zasshi*, **89**, 122(1969)
2. Saito, H., Morita, M. and Takagi, K.: Pharmacological studies of *Panax ginseng* leaves. *Japan. J. Pharmacol.*, **23**, 43(1973)
  3. Yahara, S., Tanaka, O. and Komori, T.: Saponins of the leaves of *Panax ginseng* C.A. Meyer. *Chem. Pharm. Bull.*, **24**, 2204(1976)
  4. Kim, H.J., Nam, S.H., Fukura, Y. and Lee, S.K.: Studies on the ginseng saponins. The patterns of ginseng saponin in the commercial ginseng teas and each parts of ginseng plant. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **9**, 24(1977)
  5. Cho, H.O., Cho, S.H. and Kim, S.J.: Quality control of ginseng products (part I). The saponins isolated from ginseng roots and leaves. *J. Korean Agric. Chem. Soc.*, **22**, 10(1979)
  6. Kim, S.C., Choi, K.J., Ko, S.R. and Joo, H.K.: Content comparison of proximate compositions, various solvent extracts and saponins in root, leaf and stem of *Panax ginseng*. *Korean J. Ginseng Sci.*, **11**, 118(1987)
  7. Yang, H.C. and Lee, S.Y.: A study on the preparation of ginseng leaf tea. *J. Korean Agric. Chem. Soc.*, **22**, 51(1979)
  8. Kim, S.D., Do, J.H., Oh, H.I. and Lee, S.J.: Effects of processing methods on the quality of ginseng leaf tea. *Korean J. Food. Sci. Technol.*, **13**, 267(1981)
  9. 한국식품공업협회: 식품공전, p.303(1989)
  10. Lee, Y.J., Kim, J.G., Kwon, J.H., Byun, M.W., Kim, S.W. and Cho, H.O.: Improvement of hygienic quality of *Panax ginseng* leaf tea. *Kor. J. Food Hygiene*, **5**, 13(1990)
  11. Kwon, J.H., Byun, M.W., Kim, S.W., Cho, H.O., Lee, Y.J. and Kim, J.G.: Extraction properties of constituents in ginseng leaf tea as influenced by decontamination methods. *Kor. J. Food Hygiene*, **5**, 1(1990)
  12. Choi, J.H. and Oh, S.K.: Studies on the antiaging action of Korean ginseng(I). Comparative study of red and white ginsengs on antiaging action. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, **12**, 323(1983)
  13. Metcalf, L.D., Schmitz, A.A. and Pelka, J.R.: Rapid preparation of fatty acid sters from lipids for gas chromatographic analysis. *Anal. Chem.*, **38**, 514(1966)
  14. Hatachi Inc.: "Instrumental Manual of Amino Acid Analyzer (Model 835)" (1986)
  15. Han, B.H., Park, M.H., Han, Y.N., Woo, L.K., Sankawa, U., Yahara, S. and Tanaka, O.: Degradation of ginseng saponins under mild acidic conditions. *J. Med. Plant Res.*, **44**, 146(1982)
  16. 최진호, 김두하, 성현순, 김우정, 오성기: Ginsenosides의 처리온도 및 시간에 따른 반응속도론적 연구. *한국식품과학회지*, **14**, 197(1982)
  17. 권중호, 조한옥, 변명우, 김석원, 양재승, 유영수, 진준하, 이영근, 박순철: 인삼제품의 품질개선을 위한 방사선 이용기술 개발. 과학기술처 특정연구보고서, *KAERI/RR-905/90*, p.34(1990)
  18. Do, J.H., Jang, J.G., Lee, K.S. and Sung, H.S.: Effect on stability of ginseng saponins by various physical and chemical treatment. *Korean. J. Ginseng Sci.*, **10**, 193(1986)
  19. Kwon, J.H., Belanger, J.M.R., Sigouin, M., Lanthier, J., Willemot, C. and Pare, J.R.J.: Chemical Constituents of *Panax ginseng* exposed to  $\gamma$ -irradiation. *J. Agric. Food Chem.*, **38**, 830(1990)
  20. 성현순, 박명환, 이광승, 조한옥: 방사선조사에 의한 인삼저장에 관한 연구. *한국식품과학회지*, **14**, 136(1982)
  21. 조한옥, 권중호, 변명우: 인삼잎에서 사포닌 추출법. 대한민국 발명특허 제 20185호(1985)
  22. 권중호, 조한옥, 변명우, 김석원, 양재승: 식품에 대한 방사선의 이용 연구. 한국원자력연구소 연구보고서, *KAERI/RR-852/89*, p.37(1989)
  23. 김해중, 조재선, 남성희, 박세호, 민강찬: 인삼부위별 및 건조온도에 따른 유리당의 함량변화. *고려인삼학회지*, **7**, 44(1983)
  24. Vajdi, M. and Pereira, R.R.: Comparative effects of ethylene oxide,  $\gamma$ -irradiation and microwave treatments on selected spices. *J. Food Sci.*, **38**, 893(1973)
  25. 권중호, 변명우, 조한옥, 김영재, 김종균: 표고버섯의 이화학적 특성에 대한 훈증제와  $\gamma$ -Rays의 영향. *한국식품과학회지*, **19**, 273(1987)
  26. 조한옥, 권중호, 변명우, 김석원, 양재승, 김영재, 이재원, 박기범: 방사선에 의한 식품저장연구-농산건조가공품 및 동물사료의 안전저장법 개발. 한국에너지연구소 연구보고서, *KAERI/RR-523/86*, p.63(1986)
  27. 도재호, 김상당, 김경희, 석영선, 장진규: 백삼건조 조건이 품질에 미치는 영향. *고려인삼학회지*, **9**, 248(1985)
  28. 최강주, 김만옥, 김동훈: 인삼의 부위별 지방산 조성. *한국영양식량학회지*, **12**, 357(1983)
  29. 권중호, 조한옥, 변명우, 김석원, 양재승, 유영수, 진준하, 박순철, 이수정: 인삼제품의 품질개선을 위한 방사선 이용기술 개발. 과학기술처 특정연구보고서, *KAERI/RR-1018/90*, p.40(1991)
  30. 김 관: 차엽의 성분에 관한 연구. *한국식품과학회지*, **9**, 10(1977)
  31. 오상룡, 이상효, 신동화, 정동효, 손태화: 물리화학적 및 관능적 특성에 의한 국내외산 녹차의 품질평가. *한국농화학회지*, **31**, 284(1988)
  32. IAEA: FAO/IAEA/WHO/ITC-UNCTAD/GATT-international conference on the acceptance, control of and trade in irradiated food. *Food Irradiation Newsletter*, **11**, 35(1987)
  33. 대한민국 보건사회부: 식품첨가물 공전 주요개정 내용. 보사회 고시 제 91-25호 (1991. 5. 3)

(1991년 10월 7일 접수)