Kor. J. Food Hygiene 6(1), 49-56(1991)

인삼엽록차의 살균처리에 따른 이화학적 특성 변화

권중호 · 변명우 · 김영회* · 이수정 · 조한옥

*한국인삼연초연구소 한국원자력연구소 식품조사연구실

Physico-Chemical Properties of Ginseng Leaf Tea As Affected by Decontamination Treatment

Joong-Ho Kwon, Myung-Woo Byun, Young-Hoi Kim*, Soo-Jeong Lee and Han-Ok Cho

Food Irradiation Department, Korea Atomic Energy Research Institute, Seoul

**Korea Ginseng & Tobacco Research Institute, Taejon*

ABSTRACT—Physico-chemical properties were investigated on ginseng leaf tea which was decontaminated by the current ethylene oxide fumigation and gamma irradiation, respectively. Chemical components such as soluble matter, saponin and polyphenols were found to be stable to both treatments, while ascorbic acid and chlorophylls were relatively labile to fumigation and irradiation more than 5 kGy. Instrumental analysis has shown that EO fumigation causes apparent changes in pH and color of extracts and volatile profile of the sample, as compared to negligible changes in the irradiated sample at a decontaminating dose, 5 kGy.

Keywords□Ginseng leaf tea, Physico-chemical properties, Ethylene oxide, Gamma irradiation

인삼엽은 인삼근에 비하여 saponin 함량이 높고, 그 구성 ginsenoside도 서로 유사하다는 사실이 확인되면서 인삼 부산물로서 엽에 대한 이용연구가 수행되고 있다. 지금까지 인삼엽에 대한 이용은 대부분 엽차개발에 치중되어 왔으며,[1,2] 엽단백질의 영양평가에 대한 보고도 있다.[3]

본 연구는 위생적 품질의 인삼엽록차 개발을 목표로 제조공정 중 살균기술을 개선하고자 시도되었다. 즉, 엽록차 원료로 이용되는 인삼엽은 산지에서 채취 후 세척, 건조, 마쇄 등의 과정을 거치면서 대장균군을 포함한 높은 미생물 오염을 가져오므로[4] 제품화된 후 대부분 살균초리를 하게된다. 현재 국내에서 생산되고 있는 제품은 거의 수출되고 있으므로 수입국의 품질규격에 부합되기 위해서는 위생적인 제품생산이 필수적이다.

Received for publication 22, Feburary 1991
Reprint request; Dr. J.H. Kwon at the above address

본 보에서는 현행 살균법인 ethylene oxide(EO) 훈증과 건조식품에 효과적인 살균법으로 점차 이용되고 있는 감마선 조사가 엽록차의 몇 가지 이화학적 특성에 미치는 영향을 검토하였다.

재료 및 방법

재료—본 실험에서 사용된 고려인삼 엽록차는 '88년산 4년근 인삼엽을 산지에서 채취하여 전보[4]와 동일한 방법으로 제조하였으며, AOAC법[5]으로 측정된 시료의 일반성분 조성은 수분 9.83%, 전당 40.0%, 조단백질 15.1%, 조지방 3.80% 및 조회분 7.90%였다.

살균처리—不紙包를 사용하여 1 g 단위로 포장된 시료의 훈증처리는 전보[4]와 같이 ethylene oxide 가스를 사용하여 상업적인 방법으로 실시하였고, 시료의 감마선 조사는 Co-60 선원을 이용하여 실온에서 시간당 51.7 kGy의 선량율로서 2.5, 5 및 10 kGy의 총 흡수선량을 얻도록 하였다.

가용성분 측정－일상 음용시와 비슷한 조건을 주기 위하여 시료 3 g에 증류수 50 ml를 가하여 자비 추출하였으며(30분간, 5회), 추출액의 일정량을 증발 건조시켜 함량을 구한 뒤 가용분으로 계산하였다.

Saponin 정량－각 시료 10 g씩을 둥근 플라스킥에 취하고 10배량의 80% ethyl alcohol을 가하여 75～80℃의 water bath에서 4시간씩 4회 반복 추출하였다. 상기 추출액은 최[6]의 방법에 준하여 n-butanol 층에 이행된 saponin 획분을 분리하여 감압농축한 뒤 각 처리구 별로 조사포닌 함량과 HPLC(Water Associate)에 의한 주요 ginsenoside 별 함량을 분석하였다. 이 때 사용된 기기조건은 다음과 같다. Column, carbohydrate ; detector, RI ; attenuation, 8X ; flow rate, 1.5 ml/min ; mobile phase, acetonitrile : H_2O : BuOH(80 : 20 : 15, v/v/v).

색도 측정－인삼엽록차 추출액의 색도측정은 color and color difference meter(Model ND-1001 NP)에 의해 시료의 명도(L, lightness), 적색도(a, redness), 황색도(b, yellowness) 및 색차(ΔE, color difference)를 각각 측정하였다. 이 때 사용된 표준 백판(standard plate)은 L 90.6, a 0.4 및 b 3.3 이었다.

Polyphenol 성분측정－인삼엽록차의 떫은 맛과 관련된 polyphenol성 화합물의 함량은 Folin-Denis 시약을 이용한 비색법[7]으로 정량하여 tannic acid의 양으로 나타내었다.

Ascorbic acid 정량－인삼엽록차의 총 ascorbic acid 함량은 2, 4-dinitrophenyl hydrazine colorimtry[8]에 의하여 측정하였다.

색소측정－인삼엽록차 중의 chlorophyll과 pheophytin의 함량은 Vernon[9]의 방법에 따라 시료 일정량을 80% acetone 추출용매와 포화 oxalic acid 용액으로 전처리한 다음 spectrophotometer(Bausch and Lomb, spectronic 710)를 이용하여 total chlorophylls은 649 nm와 665 nm, total pheophytins은 655 nm와 666 nm에서의 각각 흡광도를 측정하여 다음 계산식에 의해서 그 함량을 산출하였다.

Total chlorophylls(mg/1 kg)
$= 6.45(A\ 665) + 17.72(A\ 649)$
Total pheophytins(mg/1 kg)
$= 6.75(A\ 666) - + 26.03(A\ 655)$

pH 및 산도측정－인삼엽록차 5 g에 탈이온수 50 ml를 가해 30분간 진탕 추출하고 원심분리(5000 rpm, 20 min)하여 얻은 상징액을 pH meter(Corning model 120)를 사용하여 3회 반복 측정하였고, 적정산도는 상징액을중화하는데소비되는0.05 N NaOH의 ml 수로서 환산하였다.

휘발성 성분측정－인삼엽록차의 휘발성 성분은 Schultz 등 [10]에 의해서 변형된 Likens and Nickerson type simultaneous steam distillation-extraction 장치를 이용하여 상압에서 추출하였다. 엽차시료 86 g과 증류수 1.5 l를 둥근바닥 플라스크에 넣고, 내부표준물로서 l-nonanol 509.3 μg과 ethyl laurate 503.0 μg을 각각 가하여 2시간 동안 추출하였으며, 추출용매로서는 n-pentane : diethyl ether(1 : 1)를 70 ml 사용하였다. 이 때 얻어진 추출액은 무수황산나트륨으로 탈수한 뒤 질소가스 blowing으로 농축하여 Hewlett-Packard 5880A gas chromatograph에 주입하였다. 분석조건은 Supelcowax 10 fused silica capillary column(30 m×0.25 mm i.d.)과 FID detector를 사용하였고, column 온도는 50℃(5 min)에서 220℃(30 min)까지 3℃/min로 programming 하였다. Carrier gas는 1.2 ml/min의 N_2gas를 사용하였고, split ratio는 30 : 1로 주입하였다. 본 보에서는 GC에서 분리된 각 성분의 동정에 앞서 살균방법에 따른 영향을 비교해 보고자 내부 표준물질의 peak를 기준으로 하여 총 peak 수와 상대적 peak 면적을 구하였다.

결과 및 고찰

일반성분－인삼엽록차의 품질에 관련된 몇 가지 화학성분에 대하여 살균처리에 따른 영향을 조사해 보았다. 실험대상으로 한 살균처리군은 미생물의 농도가 낮은 시료의 경우 위생적 품질을 개선할 수 있는 2.5 kGy 조사군과 예비실험에서 살균선량으로 확인된 5 kGy군,[4] 건조식품에 대한 국제적 허용선량인 10 kGy 조사군 및 재래적 살균법인 EO 훈증처리군에 대하여 이화학적 특성에 대한 영향을 비교평가하였다.

수분함량은 일반적으로 방사선 조사에 의해 변화되지 않는 것으로 알려져 있으며,[11] 본 실험에서도 대조시료와 감마선 조사시료의 수분함량은 9.52～9.84

Table 1. Effects of gammu irradiation and ethylene oxide (EO) fumigation on chemical components ginseng leaf tea[a]

Components	Treatment				
	Control	2.5 kGy	5 kGy	10 kGy	EO[b]
Moisture(%)	9.83	9.52	9.75	9.84	8.83
Soluble matter (%)	31.82	31.86	31.90	31.95	31.98
Crude saponin (%)	14.29	14.42	14.85	15.15	13.86
Tannic acid (mg/g)	30.20	31.90	31.00	30.40	30.20
Ascorbic acid (mg/100 g)	36.39	33.58	32.23	28.25	29.34

[a]; Values are expressed on the basis of dry weight and are the average of triplicate determinations.
[b]; Treatment conditions: ethylene oxide/CO_2, 30 : 70(W/W); 55℃; 40~50% RH; 0.8 kg/cm^2 G; 1.77 kg/m^3; 10 hrs.

% 범위로 처리군간에 변화가 거의 없었으나 훈증처리된 시료의 수분함량은 8.83%로 약 1% 정도 감소되었다(Table 1). 훈증처리시 온·습도 등 여러 가지 조건은 처리식품의 수분함량이나 이화학적 특성에 영향을 미칠 수 있는 것으로 확인되었으며[12] 특히, 탈기과정에서의 반복된 조작은 식품의 물리적 특성에 변화를 초래할 것으로 생각된다.

인삼엽록차에서 가용성 물질의 양은 제품의 품질을 좌우하게 된다. 본 실험에서 5개 처리군의 가용성분 함량은 31.82~31.98%로 처리군 간에는 유의적인 차이가 없었으며(Table 1), 그 함량은 인삼엽차에 대한 양 등[1]의 결과보다는 낮은 값이었으나 김 등[2]의 보고와는 유사한 결과였다. 인삼엽록차의 이와 같은 가용성분양은 일반 엽차류의 함량보다 높다는 보고도 있으며,[1] 특히 가용성분 중 인삼 고유의 맛, 향기, 색깔 및 saponin과 같은 약효성분의 함유는 약용 녹차로서의 개발 전망을 더욱 밝게 해주고 있다.

인삼의 유효성분인 조 saponin의 함량에 대한 감마선 조사와 훈증제 처리의 영향을 비교해 보면 5 kGy 조사까지는 대조군과 차이가 없이 14.29~14.85 % 였으며, 고선량인 10 kGy 조사군과 EO 처리군에서는 함량이 다소 증감하였으나 유의적인 변화는 아니었다(Table 1).

Table 2. comparative effects of gamma irradiation and ethylene oxide (EO) fumigation on major saponin components of ginseng leaf tea[a]

Ginsenosides	Treatment			
	Control	5 kGy	10 kGy	EO[b]
Rb_1	5.46	5.43	5.51	5.32
Rb_2	3.51	3.49	3.43	3.85
Rc	1.18	1.10	1.10	1.13
Rd	9.83	9.94	9.92	9.70
Re	18.78	18.70	18.66	18.55
Rf	6.49	6.48	6.52	6.36
Rg_1	19.96	20.19	19.88	19.99
Rg_2	1.68	1.70	1.65	1.31
Total	66.89	67.03	66.67	66.21
PD/PT ratio[c]	0.43	0.42	0.43	0.43

[a]; Values were expressed as mg per g of the sample on a dry basis. HPLC operating conditions were as follows: column, carbohydrate; detector, RI; attenuation, 8X; flow rate, 1.5 ml/min; mobile phase, acetonitrile: H_2O:BuOH (80 : 20 : 15, v/v/v).
[b]; Treatment conditions are given in the foontnote of Table 1.
[c]; Ratio of PD (panaxadiol ginsenoside, -Rb_1, 2Rb_2, 2Rc,-Rd)toPT(panaxatriolginsenoside,-Re,-Rf,-Rg_1,-Rg_2).

녹차의 주요 성분의 하나인 탄닌의 함량은 인삼엽록차에서도 30.2 mg/g 내외로 함유되어 있었으며, 감마선과 EO 훈증처리에 따른 영향은 없는 것으로 나타났다(Table 1). Ascorbic acid 함량에 있어서는 살균처리에 의해 전반적으로 감소되었는데 무처리 대조시료에 비해 5 kGy 조사군은 약 10%, 10 kGy 및 EO 처리군은 약 20% 정도가 감소되어 엽차의 여러 가지 성분 중 비타민 C가 가장 살균처리에 민감한 것으로 나타났다(Table 1). 높은 선량의 감마선과 살균목적의 훈증제 처리가 ascorbic acid 함량에 미치는 영향은 시금치와 당근분말에 대해서도 연구된 바가 있다.[13] 그 실험결과에서는 살균선량의 감마선에 비해 EO 훈증처리가 비타민 C의 함량에 더 큰 영향을 미치는 것으로 밝혀진 바 있으며, 특히 처리된 식품을 저장했을 경우에는 그 차이가 더욱 커지는 것으로 확인되었다.

Saponin－인삼의 유효성분으로 알려진 saponin에 대한 이들 살균처리의 영향을 좀 더 정확히 확인하기

Table 3. Color profiles of extracts of ginseng leaf tea treated by gamma irradiation and ethylene oxide (EO)

Fractions	Color Parameters[a]	Treatment				
		Control	2.5 kGy	5.0 kGy	10.0 kGy	EO[b]
80%-EtOH extracts	L	10.0	10.0	10.0	10.0	9.3
	a	−0.2	−0.2	−0.2	−0.2	2.5
	b	0.1	0.1	0.1	0.1	−0.9
	ΔE	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0
Water saturated -BuOH layer	L	9.3	9.3	9.3	10.7	11.4
	a	−0.1	−0.1	−0.2	−2.5	−0.2
	b	0.9	0.9	0.1	1.0	0.3
	ΔE	0.0	0.0	1.0	2.7	2.1
Aqueous layer	L	9.3	9.3	10.1	10.7	10.1
	a	2.5	2.5	−0.2	−0.2	−0.2
	b	0.9	0.9	1.8	2.6	1.8
	ΔE	0.0	0.0	2.9	3.5	2.9

[a]L ; Degree of lightness (white+100 ↔ 0 black)
[a] ; Degree of redness (red+100 ↔ 0 ↔ −80 green)
[b] ; Degree of yellowness (yellow+70 ↔ 0 ↔ −80 blue
ΔE; Overall color difference
[b] ; Treatment conditions are given in the footnote of Table 1.

위해서 HPLC에 의한 ginsenoside 별 정량실험을 실시해 본 결과, 본 실험에서 사용된 인삼엽록차의 주요 ginsenoside로는 Rg_1, Re, Rd, Rf, Rb_1, Rb_2 였으며 이들의 총 함량은 6.7%(건물량)정도였다. 본 인삼엽록차의 saponin 함량은 panaxatriol계가 높게 함유되어 있었고 ginsenoside Rg_1과 Re의 함량이 가장 많았는데(Table 2) 이같은 결과는 김 등,[2] 양 등[1]의 보고와 유사하였다. 살균방법 별 함량 비교 실험에서는 감마선 조사군이나 EO 처리군 모두 대조군과 유의적인 차이를 보이지 않았으며, diol계 saponin과 triol계 saponin의 비에 있어서도 변화가 나타나지 않았다(Table 2). 지금까지 인삼의 saponin 성분에 대한 방사선의 영향은 어느 정도 검토된 바 있으며, 그 결과 10 kGy 이하의 감마선 조사는 saponin의 전반적인 pattern과 주요 ginsenoside 함량에는 변화를 일으키지 않는 것으로 보고되고 있다.[1,4]

추출액 색도－시료의 saponin 성분 추출시 얻어지는 추출액의 색도를 살균처리군 별로 비교해 보았다. 추출용매로 사용된 80% ethyl alcohol 추출액의 경우 대조시료와 10 kGy 까지 조사된 시료에서는 명도(L값), 적색도(a값) 및 황색도(b값) 에서 서로 차이가 없었다. 그러나 ethylene oxide 처리시료는 명도의 감소, 적색도의 증가 등 시료의 전반적 색차(ΔE)가 3.0으로 대조시료와 차이가 뚜렷하였다. 또한 추출액 중 saponin 층인 수포화 butanol 추출액에 있어서는 살균선량보다는 높은 10 kGy 조사군과 EO 처리군에서 색도의 변화가 나타났고, 당층인 수용액 성분에서는 5 kGy 조사군에서도 대조시료에 비해 명도 및 황색도의 증가와 적색도의 부분적 감소현상이 확인되었다(Table 3). 이상의 색도 비교에서 고선량의 감마선 조사와 화학훈증제 처리는 시료 추출액의 색에 변화를 초래하며 이 같은 현상은 살균처리시 시료의 물리적 상태변화 즉, 세포막의 손상이나 건조 등에 의해서 추출이 용이해지거나 또는 색소 이외의 성분들이 훈증제와 상호작용으로 추출액에 용해될 수 있는 상태로 변할 수 있는 가능성으로 판단된다.[15-17]

색소－본 시료의 제조시 10～20분간 steam 처리하였기 때문에 chlorophyll의 상당한 변화가 예상되므로 살균처리군 별로 chlorophyll의 함량과 조직의 부분적인 파괴시 생성되는 갈색의 pheophytin 함량을 아울러 측정해 보았다. 본 시료에서는 chloropyll

Table 4. Effects of gamma irradiation and ethylene oxide (EO) fumigation of pigments of ginseng leaf tea[a]

Pigments	Treatment				
	Control	2.5 kGy	5 kGy	10 kGy	EO[b]
Total chlorophylls (mg/100 g)	304.0	303.1	294.8	279.8	288.5
Total pheophytins (mg/100 g)	388.7	333.5	341.3	340.5	354.8

[a]; Values are expressed on the basis of dry weight and are the average of triplicate determinationss.
[b]; Treatment conditions are given in the footnote of Table 1.

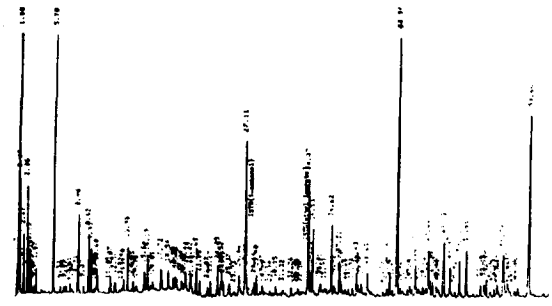
Table 5. Effects of gamma irradiation and ethylene oxide (EO) fumigation on pH and acidity of ginseng leaf tea[a]

Treatment	pH	Acidity
Control	6.09	27.50
2.5 kGy	6.09	27.30
5.0 kGy	6.04	27.10
10.0 kGy	6.06	27.02
EO[b]	7.23	25.26

[a]; Values are the average if triplicate determinations.
[b]; Treatment conditions are given in the footnote of Table 1.

함량에 비해 pheophytin 의 양이 높게 나타났으며, 살균처리는 엽록차의 chlorophyll 함량의 감소와 pheophytin 함량의 부분적인 증가현상을 가져왔다 (Table 4). 이와 같은 경향은 조 등[13]의 시금치 분말에 대한 살균 연구에서도 살균직후와 저장기간 중 색소의 함량이 감마선과 EO 훈증처리에 어느 정도 영향을 받는 것으로 확인된 바 있다. 그러나 본 실험의 결과에서 chlorophyll 함량의 감소는 대조시료에 비해 5 kGy는 약 3%, EO 처리구는 5% 수준이었고, pheophytin의 함량은 유의적인 변화가 없었다.

pH 및 산도— 식품의 pH 및 산도는 저장 및 가공조건 등에 의해 초래될 수 있는 화학성분의 변화나 식품 내부의 생물학적 작용에 의해 생성되는 여러 가지 활성물질에 의해 변화될 수 있다. 인삼엽록차의 살균처리 시 pH와 적정산도의 변화유무를 처리군별로 측정해 본 결과, 10 kGy까지의 감마선 조사시



Retention time(min)

Fig. 1 Gas chromatogram of volatile components in ginseng leaf tea.

료에서는 대조시료와 pH 및 산도의 차이가 거의 없었으나 EO 훈증처리 시료에서는 pH의 증가와 산도의 감소현상이 현저하게 확인되었다(Table 5). 이와 같은 결과는 앞에서도 언급된 바와 같이 훈증처리 시 ethylene oxide와 CO_2 혼합가스의 사용, 55℃온도, 45% 내외의 상대습도 및 일정한 압력이 주어진 chamber 내에 시료를 10시간 이상 보관하면서 반복된 탈기조작 등을 가함에 따라 사용된 화학약품의 식품 내부에의 잔류와 잔류성분의 식품성분과의 상호작용에 의한 새로운 물질의 생성 등에 기인된 것으로 생각된다. 특히, 훈증처리된 식품은 고유의 풍미가 저하되고 외관적 품질이 떨어지며,[16] 특히 유해물질의 잔류와 환경공해 등의 이유로 EC 국가 등 선진국에서는 사용이 금지되었거나 약품의 잔류량을 엄격히 규제하고 있다.[18]

휘발성 성분— 인삼엽록차의 휘발성 성분 pattern 을 알아보기 위하여 SDE 장치에 의하여 얻은 추출액을

Table 6. Effects of gamma irradiations and ethylene oxide (EO) treatment on volatiles profile of ginseng leaf tea[a]

Treatment	Total peak No.	Total peak area
Control	145	100.0
5 kGy	134	97.6
EO[b]	121	91.2

[a]; Values are the average of triplicate experiments and GC operating conditions were as follows: model, Hewlett-Packard 5880A; column, supelcowax 10 (30 m×0.25 mm) fused silica capillary; detector, FID; carrier gas, N_2 (1.2 ml/min).
[b]; Treatment conditions are given in the footnote of Table 1.

GC를 이용하여 분리해 본 결과 Fig. 1과 같은 chromatogram을 얻었다. 일반적으로 녹차의 휘발성 성분 pattern은 비교적 간단한 것으로 밝혀지고 있으나[19] 본 실험에 사용된 인삼엽록차는 상당히 미량의 성분들이 많이 검출되었다. 이는 엽차제조 과정에서 steam처리 등 여러 가지 제조공정이 주요 휘발성 성분의 분해를 초래할 수 있다고 생각되므로 인삼엽의 휘발성 성분 pattern과의 비교 실험이 요망되었다. 그리고 살균방법이 시료의 휘발성 성분에 미치는 영향을 비교하고자 각 성분의 동정에 앞서 전체 peak 수와 peak 면적을 무처리 대조시료와 비교해 보았다. 먼저 총 peak의 숫자에서 대조시료는 내부표준물질로 사용된 l-nonanol 및 ethyl laurate peak를 포함해서 145개가 검출되었고, 본 시료의 살균선량인 5 kGy 조사시료는 134개, ethylene oxide 훈증처리 시료는 121개로 살균처리에 따라 휘발성 성분의 peak 수가 감소되었다. 또한 총 peak 면적에 있어서도 대조시료에 비해 감마선 조사시료는 약 2%, 훈증처리된 시료는 9% 감소됨을 확인하였다(Table 6). 이와 같은 결과는 권 등[20]의 표고버섯의 휘발성 향기성분에 대한 살균처리의 영향 연구에서 감마선 조사와 ethylene oxide 처리는 버섯의 향기성분 조성에 변화를 초래하며, 특히 훈증처리는 감마선 조사에 비해 영향이 크다는 보고와 잘 일치하였다. 그리고 인삼엽록차의 휘발성 성분에 대한 살균방법 별 영향을 보다 확실히 검토하기 위해서는 주요 성분에 대한 동정과 변화유무를 확인함으로써 가능할 것으로 사료된다.

국문요약

인삼엽록차의 위생화를 위한 화학훈증제 처리 및 감마선 조사가 시료의 몇 가지 이화학적 특성에 미치는 영향을 조사하였다. 녹차의 품질에 관련된 가용성분, 사포닌 및 탄닌성분은 상업적 조건의 ethylene oxide 처리와 10 kGy 까지의 감마선 조사에 대하여 안정하였다. 그러나 비타민 C 및 클로로필은 5 kGy 이상 조사와 훈증처리시에 유의적으로 감소되었고, 녹차의 휘발성 성분, 추출액의 색도 및 pH는 살균선량 범위인 5 kGy 조사군에 비해 훈증처리군에서 변화가 심하게 나타났다.

참고문헌

1. Yang, H.C. and Lee, S.Y : A study on the preparation of ginseng leaf tea. *J. Korean Agric. Chem. Soc.*, **22**, 51 (1979).
2. 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. Techno.*, **13**, 267 (1981)
3. Kim, J.H., Lee, M.S. and Nam, C.W. : Protein concentrate from ginseng leaf and its nutritive value. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **21**, 441 (1989).
4. 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).
5. AOAC : Methods of Analysis, 15th ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C. (1990).
6. Choi, J.H. and Oh, S.K. : Studies on the anti-aging action of Korean ginseng (I). Comparative study of red and white ginsengs on anti-aging action. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, **12**, 323 (1983).
7. Joslyn, M.A. : Methods in Food Analysis, 2nd ed., Academic Press, Inc., New York, p.709 (1970).
8. 정동효, 장현기, 김명찬, 박상희 : 최신 식품분석법, 삼중당, 서울, p.203 (1973).
9. Vernon, L.P. : Spectrophotometric determination of chlorophylls and pheophytins in plant extracts. *Anal. Chem.*, **32** (9), 1144 (1960)
10. Schultz, T.H., Flath, R.A., Richard, M.T., Eggling, S.B. and Teransishi, R. : Isolation of volatile components from model system. *J. Agric. Food Chem.*, **25**, 446 (1977).
11. Elias, P.S. and Cohen, A.J. : Radiation Chemistry of Major Food Components, Elsevier Scientific, New York (1977).
12. Kwon, J.H., Cho, H.O., Byun, M.W., Kim, S.W., Yang, J.S., Yu, Y.S., Jin, J.H., Lee, Y.K. and Park,

S.C. : Development of Irradiation Techniques for Quality Improvement of Ginseng Products, *KAERI/RR-905/90,* p.30 (1990).

13. Cho, H.O., Kwon, J.H., Byun, M.W., Kim, S.W. and Yang, J.S. : Utilization of Irradiation on Food Preservation, *KAERI/RR-523/86,* p.170 (1986).
14. 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 γ-irradiation. *J. Agric. Food Chem.,* **38** (3), 830 (1990).
15. Schroeder, C.W. : Dehydrating vegetables, *US Patent 3025171,* 13 March (1962).
16. Kwon, J.H., Byun, M.W. and Cho, H.O. : Quality evaluation of ground garlic and onions treated with chemical fumigants and ionizing radiation. *Korean J. Food Sci. Technol.,* **19**, 107 (1987).
17. 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).
18. IAEA : FAO/IAEA/WHO/ITC-UNCTAD/GATT-International Conference on the Acceptance, Cntrol of and Trade in Irradiated Food. *Food Irradiation Newsletter,* **11**, 34 (1987).
19. Choi, S.H. : Studies on flavor components of commercial Korean green tea. *Korean J. Food Sci. Technol.,* **23**, 98 (1991).
20. Kwon, J.H., Cho, H.O., Byun, M.W., Yang, J.S. and Kim, S.W. : Approach to Radiation Preservation of Mushrooms, *KAERI/RR-768/88,* p. 82 (1988)