

## 추출조건에 따른 인삼농축액 중의 잔류용매 및 무기물 함량

이 선 화<sup>\*</sup> · 김 우 성 · 김 용 무 · 홍 영 표<sup>\*</sup> · 안 영 순<sup>\*</sup> · 박 홍 재<sup>\*\*</sup> · 김 옥 희<sup>\*</sup>  
<sup>\*</sup>식품의약품안전청, 부산지방식품의약품안전청, <sup>\*\*</sup>인제대학교 환경시스템학부  
(2006년 4월 25일 접수; 2006년 12월 10일 채택)

## Residual Solvents and Mineral Contents in Ginseng Extracts with Different Extracting Conditions

Seon-Hwa Lee<sup>\*</sup>, Woo-Seong Kim, Yong-Mu Kim, Yeong-Pyo Hong<sup>\*</sup>,  
Yeong-Soon Ahn<sup>\*</sup>, Heung-Jai Park<sup>\*\*</sup> and Ok-Hee Kim

<sup>\*</sup>Food & drug Administration, Seoul 122-704, Korea

Busan Regional Food & drug Administration, Busan 608-829, Korea

<sup>\*\*</sup>School of Environmental Science and Engineering, Inje University, Busan 609-735, Korea

(Manuscript received 25 April, 2006; accepted 10 December, 2006)

This study was conducted to investigate the contents of residual solvents and mineral components(11 kinds) in ginseng extracts with different extracting conditions(5 types) and commercial ginseng extract products(domestic, imported). Fine root was extracted with solution having various ethanol concentration after hexane treatment. Among 5 type extracts, residual solvent(hexane) was detected ginseng extracts treated ethanol mixed with hexane. But extracts that dried after soaked in hexane wasn't detected hexane. Mineral components(Al, Mn, Fe, Cu and Zn) were detected in fine root and 5 types of extracts. The contents of mineral components between fine root and extracts with various extracting conditions were similar, however, extracts that dried after soaked in hexane showed the lower amount in Al, Fe, Pb than the others. In comparison with commercial ginseng extract products(domestic, imported), the distribution pattern of mineral was similar but the contents were a little different.

Key Words : Ginseng extracts, Residual solvents, Mineral contents, Different extracting conditions, Commercial ginseng extract products

### 1. 서 론

오늘날 물질문명의 발달로 생활은 편리하고 풍요로워졌지만, 각종 산업의 발달로 환경오염이 수반되어 인류의 건강이 위협받고 있으므로 현대인들은 자연건강식품과 생약제제에 대한 열망이 커져 가고 있다. 식품과 같이 상식하여도 유해하지 않은 건강제를 요구함에 따라 인삼의 수요가 증가하고 있으며, 근래에는 건강식품으로 서구 여러 나라에서도 각광을 받고 있다.

문헌상의 기록에 의하면, 인삼은 만병통치의 영약

으로 동양인뿐만 아니라 유럽의 러시아인, 미국의 인디언 등에 의하여 수 천 년 전부터 애용되어 왔고 고려인삼은 오가과 인삼 속에 속하는 다년생 초본류로서 신농본초경에 불로장생의 약효를 지닌 약으로 소개된 이래 수 천 년 간 민간과 한방에서 사용하고 있는 우리나라의 대표적인 특산물이다.<sup>1,2)</sup>

인삼은 예로부터 생으로 또는 달여서 복용하였으나 필요시 복용할 수 없으므로 가공 및 저장방법이 발달하게 되었다. 인삼의 가용성 성분을 그대로 추출하여 농축한 인삼 및 홍삼농축액을 원료로 하여 복용이 간편하고 휴대하기 편리한 가공제품인 인삼차, 인삼 정, 인삼분말, 인삼과자, 인삼껍술, 인삼드링크제, 인삼캔디, 인삼젤리 등 그 제품이 다양해졌다.

인삼은 한곳에서 3~5년간 생육하므로 토양, 기후

Corresponding Author : Woo-Seong Kim, Busan Regional Food & drug Administration, Busan 608-829, Korea  
Phone: +82-51-620-6244  
E-mail: kwsh1964@yahoo.com

등 생육환경과 재배방법에 따라 무기성분이나 함량 면에서 상당한 차이가 있다<sup>3)</sup>. 인삼에는 P, K, Ca, Mg, Si, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, Na 등 일반적으로 식물체에 존재하는 무기성분들이 함유된 것으로 보고 되었으며, 재배연수와 부위에 따라 함량의 차이가 있는 것으로 알려져 있다<sup>4,5)</sup>.

오늘날 환경오염으로 오염물질들은 토양, 공기 등 자연계에 다양하게 존재하며, 특히 토양의 중금속 오염이 우려되고 있다. 그러나 인삼 및 인삼 제품류의 중금속 함량에 대한 연구는 극히 소수에 불과하다<sup>6-8)</sup>. 본 연구에서는 전보에서 발표한<sup>9)</sup> 인삼성분의 조성은 변화시키지 않고 잔류농약만 제거시키는 pilot plant system을 확립하기 위해 사용한 여러 추출방법으로 생성된 인삼농축액의 안전성을 확인하기 위해 용매의 잔류량과 몇몇 무기질과 중금속 함량을 조사하여 이들 농축액에 대한 안전성을 평가하고자 하였다. 따라서 본 실험은 다량의 잔류농약이 함유되어 있는 시료를 구입하여 유기용매 등을 이용하여 효과적으로 잔류농약을 제거(9)하고 아울러 잔류농약 제거에 사용된 용매 등의 잔류량 및 중금속 함유량 조사에 그 목적이 있다.

## 2. 재료 및 방법

### 2.1. 실험재료

시료는 전보<sup>9)</sup>의 Pilot Plant System 중 5가지 공정(Control공정, 핵산침지공정, 주정+hexan 1회 추출공정, 주정+hexan 2회 추출공정, 핵산침지 후 건조공정)에서 생성된 인삼농축액들을 사용하였다. 시험에 사용된 인삼은 이 실험을 수행하기 전 효과적으로 잔류농약 등의 제거(9)가 용이하도록 사전에 검사를 실시한 시료인 중국산 미삼을 재료로 하여 실험을 수행하였다.

### 2.2. 시약 및 기기

인삼농축액 중의 잔류용매 분석을 위한 표준품은 hexane, acetone, isopropanol, benzene, dichloroethane(내부표준물질)으로 Merck 사로부터 구입하였으며 대조액은 dichloroethane 0.3% 함유하는 toluene을 사용하였다. 인삼농축액 중의 무기성분 분석에 사용한 질산은 중금속 측정용(Matsunoen Chemicals Ltd. Japan)이며, Pb, Cd, Sn, As, Cr, Mn, Fe, Se, Al, Zn, Cu의 표준시액은 ICP 분석용 표준원액(Merck, 20°C, 각 1ml=1,000µg)을 사용하여 5% 질산 용액으로 적당한 농도로 희석하여 표준용액으로 하였다.

인삼농축액 중의 잔류용매는 Hewlett Packard 사(U.S.A)의 5890 GC-FID로 분석하였으며, 분석조건은 표 1과 같다. 무기성분 분석은 ICP-MS(Hewlett

Table 1. The operating conditions of G.C

GC	HP 5890
Injector temp.	220°C
Oven temp.	50°C
Detector temp.	250°C
Column	HP-FFAP(50m×0.32mm×0.5µm)
Carrier gas	N <sub>2</sub>
Flow rate	1.2ml/min

Packard 4500 series Inductively Coupled Plasma Spectrometer)를 이용하였다.

### 2.3. 인삼농축액 중의 잔류용매와 중금속 분석

인삼농축액 중의 잔류용매 분석을 위한 시험용액은 Food chemicals codex의 general tests assays 중 residual solvent 항목의 시험법<sup>10)</sup>에 준하여 실험하였다. 환저 플라스크에 소량의 세정제와 항기포제, 물 50ml, 무수황산나트륨 10g, 대조액 1ml, 인삼농축액 50g을 넣고 약 20분간 가열하여 증류액을 15ml 받는다. 증류 두(distilling head)는 물보다 가벼운 용매측정용을 사용하였다. 증류액에 무수탄산나트륨 15g을 가한 후 층이 분리될 때 까지 정치하여 용매 층을 취하여 시험용으로 하였다.

무기성분 분석은 위생시험법 주해 2.4. 식품오염물질시험법 2.4.1. 무기화합물 2.4.1.2 시험용액의 조제 2) 건식 회화법 중 (1) 일반적인 건식 회화법<sup>11)</sup>에 준하여 시험용액을 조제하였다. 인삼농축액 약 5g을 도가니에 취하여 100°C로 조절된 건조기에서 24시간 건조한 후 예비 탄화하였다. 이 도가니를 회화 로에 넣고 250°C로 2시간 가열하였다. 회화가 완전히 될 때 까지 위와 같은 조작을 반복하였다. 회분에 5% 질산을 가한 후 여과하여 시험용액으로 하였다.

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1. 인삼농축액 중의 잔류용매 분석

미삼 중에 함유되어 있는 잔류농약을 효과적으로 제거하기 위한 전처리 공정인 핵산공정에서 잔류할 수 있는 hexan의 양을 조사하였다. 본 실험에 사용한 표준물질들은 hexane, acetone, isopropanol, benzene이며 내부 표준물질로는 dichloroethane을 사용하였다. 인삼 농축액에 잔류된 hexan의 양은 표 2와 같다. 핵산공정을 거치지 않고 기존 인삼 제조업체에서 사용하고 있는 방법인 주정의 농도(70%, 50%, 30%, 10%)를 달리하여 추출한 인삼 농축액을 대조액으로 hexan을 처리한 인삼 농축액들에 함유된 잔류용매의 양을 조사하였다(표 2).

대조액에서는 1차, 2차, 3차, 4차 농축액(주정 농

추출조건에 따른 인삼농축액 중의 잔류용매 및 무기물 함량

Table 2. The contents of hexane residues in ginseng extracts made 5 types manufacture process

Processing of fine root	Kinds of ginseng extracts	Hexane residues( $\mu\text{l/g}$ )
Control process <sup>1)</sup> (Commercial method)	1 Step extract	- <sup>6)</sup>
	2 Step extract	-
	3 Step extract	-
	4 Step extract	-
	Mixed extract	-
Hexane soak process <sup>2)</sup>	1 Step extract	10.49
	2 Step extract	-
	3 Step extract	-
	4 Step extract	-
	Mixed extract	0.86
Hexane extracting process <sup>3)</sup> (one time)	1 Step extract	10.66
	2 Step extract	2.16
	3 Step extract	-
	4 Step extract	-
	Mixed extract	5.40
Hexane extracting process <sup>4)</sup> (two times)	1 Step extract	10.65
	2 Step extract	3.26
	3 Step extract	-
	4 Step extract	-
	Mixed extract	8.99
Hexane soak and drying process <sup>5)</sup>	1 Step extract	5.62
	2 Step extract	-
	3 Step extract	-
	4 Step extract	-
	Mixed extract	-

\* 1) Fine root was extracted by different alcohol concentrations (70%, 50%, 30%, 10%)

2) Fine root was extracted by different alcohol concentrations after soaking in hexane

3) Fine root was extracted mixed solution( alcohol and hexane) at first step, after that followed 1) method

4) Fine root was extracted mixed solution( alcohol and hexane) at first and step, after that followed 1) method

5) Fine root was extracted by different alcohol concentrations after soaking in hexane and drying

6) - : Undetectable levels

도 70%, 50%, 30%, 10%)과 이 네 가지 인삼농축액을 혼합한 농축액에서는 잔류용매가 검출되지 않았다. Hexan 침지공정을 거친 후 대조 액과 동일하게 처리한 인삼농축액의 잔류용매를 측정된 결과, Hexan 침지 후 즉시 70% 주정으로 추출한 1차 인삼농축액은 Hexan이 10ppm 잔류하였다. 그러나 2차, 3차, 4차 농축액에는 Hexan이 잔류하지 않았고 이들을 혼합한 것에는 0.86ppm 잔류하였다.

인삼추출액 첫 번째 단계인 70%주정에 Hexan을 첨가하여 추출한 인삼농축액에서는 10ppm, 그 다음 단계인 50% 주정으로 추출한 농축액에는 2ppm

의 Hexan이 잔류하였으며 이들 네 가지 추출액을 혼합한 농축액에서는 Hexan이 5ppm 잔류하였다.

주정 70%, 50%에 Hexan을 첨가하여 추출한 농축액에서는 각각 10ppm, 3ppm의 Hexan이 잔류하였으며 이들 혼합농축액에서 Hexan이 8ppm 잔류하였다.

Hexan 침지공정을 거친 후 건조한 미삼으로 각 단계별로 추출한 인삼농축액은 70% 주정으로 추출한 인삼농축액에서만 소량의 Hexan이 잔류하였고, 주정의 농도(50%, 30%, 10%)를 달리하여 추출한 인삼농축액과 혼합농축액에서는 잔류 유기용매가 검출되지 않았다.

본 실험에 의하면, 핵산으로 침지시킨 미삼 또는 핵산 침지 후 건조시킨 미삼으로 제조한 인삼 농축액은 주정 70%로 추출한 농축액과 혼합농축액에서 미량의 핵산이 잔류하였으며, 그 외 다른 인삼농축액에서는 핵산이 잔류하지 않았다. 그러나 추출용매로 주정에 핵산을 첨가하여 추출한 인삼농축액에서는 1차, 2차 농축액뿐만 아니라 혼합농축액에서도 핵산이 잔류하였다.

핵산을 식품에 사용하는 예로는 세계적으로 유지류, 향료 그 밖의 다른 성분의 추출 목적으로 사용하고 있으며, 또한 식품의 탈지나 다른 성분의 제거 목적으로 사용하고 있다. 따라서 식품첨가물공전<sup>12)</sup>에 핵산의 성분 규격과 상용기준이 정해져 있다. 식품첨가물 공전에서는 파프리카 추출색소와 올레오레진 캬시컴의 핵산 잔류량을 25ppm 이하로 규제하고 있고, 식품의 유지성분 추출목적으로 사용 시 식용유지 및 건강보조식품에 사용되는 원유에는 핵산 잔류농도를 5ppm 이하로 규제하고 있어 본 연구에서 제조된 인삼농축액에 잔류된 핵산의 양은 식용유지 및 건강보조식품에 정해져 있는 5ppm보다 다소 높거나 그 이하로 잔류하였다. 핵산침지를 이용한 인삼에서 인삼성분은 그대로 유지하면서 양질의 인삼농축액을 생성하기 위해 사회적으로 문제시되고 있는 잔류농약을 효과적으로 제거할 수 있는 방법(9)으로 이런 기술을 현장에 적용할 경우 효능성 및 안전성에서도 외국의 제품과도 차별화가 가능하리라 생각된다.

### 3.2. 인삼농축액 중의 무기성분들의 함량

재료 미삼과 각 공정별로 제조된 인삼농축액을 건식 분해법으로 시료용액을 조제하여 11가지(Pb, Cd, Sn, As, Cr, Mn, Fe, Se, Al, Zn, Cu) 무기원소들을 ICP-MS로 분석하였다. 표 3에 의하면, 원료미삼에서는 Cr, Zn, As, Se, Cd, Sn, Pb는 검출되지 않았고 Al은 91ppm, Fe는 68ppm이 검출되었으며 Mn과 Cu가 소량 검출되었다.

표 4는 기존 인삼 제조업체 가공방법으로 제조한 농축액과 핵산공정을 거친 농축액 중의 원소들의 함량을 나타내었다. 원료 미삼을 기존의 인삼농축액 제법인 주정의 농도(70%, 50%, 30%, 10%)를 달리하여 추출한 농축액과 핵산처리 농축액 모두에서 원료 미삼과 유사하게 Cr, As, Se, Cd, Sn, Pb는 검

출되지 않았다. 기존 농축액 제법으로 각 주정농도 별로 처리한 농축액과 이들 혼합 농축액 중의 Al, Fe, Zn 함량은 60-80ppm이었으며 Mn과 Cu는 10ppm 이하이거나 다소 높았다. 핵산 침지 후 위와 같은 공정을 거친 농축액에서도 핵산을 처리하지 않은 대조 액과 유사한 경향을 보였으나 Zn은 약 40ppm으로 대조 액보다 다소 낮았다. 인삼농축액 제조 시, 핵산을 주정농도 70%, 50%에 첨가하여 제조한 인삼제품에서의 Cr, As, Se, Cd, Sn, Pb는 대조 액과 유사하게 검출되지 않았으며, Al과 Mn의 함량은 핵산 1회, 2회 첨가 추출공정에서 대조 액보다 높았으며 특히 핵산을 2회 추가한 공정에서 얻어진 혼합농축액에서는 대조 액에 비해 Al과 Mn의 함량이 약 2배가량 높았다. Zn은 핵산 1회, 2회 처리 공정을 거친 농축액에서 대조 구에 비해 혼합농축액에서 2~3배 낮은 값을 나타내었다. 따라서 핵산을 첨가하여 추출한 인삼 농축액 중의 중금속 함량은 핵산 첨가 횟수와는 무관한 것으로 보였다. 원료 미삼을 핵산 침지 후 건조시켜 주정의 농도를 달리하여 제조한 인삼농축액에서도 대조 액과 유사하게 Cr, As, Se, Cd, Sn, Pb는 검출되지 않았다. Al, Fe, Zn의 함량은 대조 액보다 낮은 경향을 보였으며 Al은 원료 미삼보다 낮았다. 표 4에 나타난 바와 같이, 대조 액을 이용하여 핵산 처리공정을 달리한 농축액들에서 측정 원소들 간에 뚜렷한 함량차이를 나타내지 않았지만 미삼을 핵산 침지 후 건조하여 제조한 농축액에서는 다른 처리 공정을 거친 농축액에 비해 Al, Fe, Zn이 비교적 낮게 함유되어 있었다. 핵산 처리 공정을 달리한 네 가지 처리공정과 주정의 농도가 다른 인삼 농축액에 함유된 중금속의 함량에는 뚜렷한 경향을 나타내지 않았다.

원료 미삼에는 함유되지 있지 않은 Zn이 인삼농축액에서 검출된 것은 인삼 제조 시 사용한 주정, 물, 핵산, 기타 추출 관으로부터 기인한 것으로 생각된다. 각 공정별 인삼 농축액중의 무기성분 함유량이 일정치 않은 것은 추출공정이 1차에서 4차 공정을 거치면서, 3, 4차 공정에서 제조된 인삼 농축액의 Brix 농도가 다소 낮아 나타난 현상으로 추정된다.

본 실험에서 제조한 인삼농축액과 시판 제품과의 무기성분 함량 차이를 살펴보기 위해, 국내 인삼농축액 12종과 수입 3종에 대해 무기성분 함량을 조사

Table 3. Mineral contents in fine root ( $\mu\text{g/g}$ )

	Al	Cr	Mn	Fe	Cu	Zn	As	Se	Cd	Sn	Pb
Fine root	91.26	-	10.83	68.43	5.26	-	-	-	-	-	-

\* - : Undetectable levels

## 추출조건에 따른 인삼농축액 중의 잔류용매 및 무기물 함량

Table 4. Mineral contents in ginseng extracts by 5 types manufacture process( $\mu\text{g/g}$ )

Process	Extracts	Minerals										
		Al	Cr	Mn	Fe	Cu	Zn	As	Se	Cd	Sn	Pb
I	1st extract	68.84	-	9.084	84.42	14.50	56.98	-	-	-	-	-
	2nd extract	73.70	-	7.35	76.04	15.15	39.93	-	-	-	-	-
	3rd extract	70.69	-	5.63	69.89	-	38.95	-	-	-	-	-
	4th extract	64.76	-	-	59.89	-	-	-	-	-	-	-
	Mixed extract	75.49	-	7.58	76.19	7.34	70.57	-	-	-	-	-
II	1st extract	108.43	-	14.44	72.21	9.06	22.50	-	-	-	-	-
	2nd extract	82.39	-	19.95	91.60	15.72	55.59	-	-	-	-	-
	3rd extract	105.56	-	10.60	80.21	80.21	33.98	-	-	-	-	-
	4th extract	85.15	-	11.62	36.16	36.16	13.80	-	-	-	-	-
	Mixed extract	87.99	-	11.14	78.89	78.89	40.44	-	-	-	-	-
III	1st extract	87.261	-	10.508	76.169	76.169	58.638	-	-	-	-	-
	2nd extract	106.25	-	12.50	65.34	65.34	51.02	-	-	-	-	-
	3rd extract	103.43	-	9.85	66.61	66.61	30.58	-	-	-	-	-
	4th extract	56.54	-	-	38.63	38.63	20.48	-	-	-	-	-
	Mixed extract	107.39	-	15.54	56.94	56.94	38.61	-	-	-	-	-
IV	1st extract	75.62	-	15.01	58.69	8.07	8.17	-	-	-	-	-
	2nd extract	81.80	-	13.62	69.03	10.89	9.67	-	-	-	-	-
	3rd extract	86.30	-	6.48	30.13	-	7.95	-	-	-	-	-
	4th extract	80.31	-	13.62	30.11	-	8.63	-	-	-	-	-
	Mixed extract	140.88	-	16.05	69.52	6.81	12.25	-	-	-	-	-
V	1st extract	48.16	-	6.15	28.65	10.20	5.20	-	-	-	-	-
	2nd extract	53.78	-	7.97	23.48	10.70	4.23	-	-	-	-	-
	3rd extract	22.60	-	5.08	-	8.20	2.26	-	-	-	-	-
	4th extract	29.31	-	5.26	-	4.68	-	-	-	-	-	-
	Mixed extract	38.38	-	6.04	48.09	6.76	3.91	-	-	-	-	-

\* I : Control process (Commercial method)

II : Hexane soak process

III : Hexane extracting process (one time)

IV : Hexane extracting process (two times)

V : Hexane soak and drying process

- : Undetectable levels

하였다. 표 5는 한국에서 소비되고 있는 인삼농축액에서의 원소들의 함량을 요약하였다. 국내와 수입 인삼 농축액 제품에서도 Cr, As, Se, Cd, Sn, Pb는 검출되지 않았다. Al의 함량은 20~50ppm으로 본 연구에서 제조한 농축액들에 비해 낮았다. 국내와 수입 인삼농축액 제품에서 Mn은 5~13ppm, Cu는 4ppm 이하, Fe은 20~50ppm 함유되어 있었으며 국내 제품 중에는 Fe이 200ppm 함유된 것도 있었다. 본 실험에서 제조한 인삼 농축액과 비교해 볼 때, Mn은 비슷한 경향을 보였고 Fe, Cu, Zn의 함량은 국내와 수입 인삼농축액 제품이 다소 낮거나 검출되지 않았다. 본 실험은 2005년도에 발표(9)된 바 있는 “인삼농축액 중 잔류농약 제거기술 개발에 관한

연구”의 세부과제로서 국내에서 생산된 인삼을 원료로 사용하지 않고 잔류농약 성분이 다량 함유되어 있는 중국산 미삼을 원료로 사용된 시료를 선택하였기에 국내 산지별 토양에 대한 중금속 오염도에 대한 비교는 하지 않았다.

본 연구에서 제조한 인삼농축액과 국내 시판 농축액 모두에서 유해 중금속인 As, Cd, Sn, Pb는 검출되지 않았다. 소량으로는 인체에 필요한 광물질이지만 과량으로 장기간 섭취 시에는 인체에 악영향을 미치는 Cr, Se<sup>13)</sup>도 본 연구에서 조사한 모든 인삼농축액에서 검출되지 않았다. 그러나 Al과 Fe은 모든 인삼농축액에서 다소 높은 수준으로 함유되어 있었다.

Table 5. The mineral contents of ginseng extracts were consumed in Korea( $\mu\text{g/g}$ )

	Al	Cr	Mn	Fe	Cu	Zn	As	Se	Cd	Sn	Pb
D 1	57.92	-	8.36	-	-	-	-	-	-	-	-
D 2	50.33	-	11.34	-	3.75	-	-	-	-	-	-
D 3	58.52	-	6.73	27.15	1.57	18.64	-	-	-	-	-
D 4	44.64	-	10.34	20.52	-	-	-	-	-	-	-
D 5	55.73	-	8.70	42.13	1.67	6.90	-	-	-	-	-
D 6	34.26	-	7.36	59.04	1.55	-	-	-	-	-	-
D 7	36.06	-	7.79	24.42	1.77	-	-	-	-	-	-
D 8	16.91	-	6.19	-	1.89	-	-	-	-	-	-
D 9	20.83	-	5.70	42.54	3.79	27.98	-	-	-	-	-
D 10	52.87	-	9.70	43.38	2.87	52.31	-	-	-	-	-
D 11	52.99	-	6.88	23.27	1.44	-	-	-	-	-	-
D 12	34.33	-	13.40	234.40	4.37	28.75	-	-	-	-	-
I 1	52.71	-	8.43	35.78	1.06	2.79	-	-	-	-	-
I 2	33.80	-	7.19	23.62	-	-	-	-	-	-	-
I 3	42.50	-	7.81	38.20	1.38	-	-	-	-	-	-

참 고 문 헌

- 1) 박종희, 2002, 한약백과도감(하), 도서출판 신일상사, 656pp.
- 2) 장상문, 노승현, 박선동, 1999, 한약자원식물학, 학문출판(주), 252pp.
- 3) 이일호, 박찬수, 송기준, 1989, 연근별-토양이화학성이 인삼의 생육에 미치는 영향, 고려인삼학회지, 13(1), 84-91.
- 4) 이종화, 심상철, 박 훈, 한강완, 1980, 고려인삼의 부위 간 무기성분 분포 및 상관관계, 고려인삼학회지, 4(1), 55-64.
- 5) 이종원, 이성계, 도재호, 2002, 한국삼 및 외국산 홍삼의 사포닌 및 무기물 성분 비교, 고려인삼학회지, 26(4), 196-201.
- 6) 이명자, 이영자, 한상배, 문춘선, 이운동, 정혜윤, 박희라, 유순영, 이선옥, 최용훈, 김희선, 이경진, 방성연, 문성심, 김명철, 1998, 국내 유통 생약제중의 중금속 함량조사 연구, 식품의약품안전청연보, 2, 253-264.
- 7) Ikhlās, A. K., A. James, A. W. Larry, A. A. Ehab, S. Daniel and H. B. William, 2001, Determination of Heavy Metals and Pesticides in Ginseng Products, J. A.O.A.C Int., 84, 936-939.
- 8) 허수정, 김미혜, 박성국, 이종옥, 2005, 인삼 및 인삼제품류의 중금속 함량, 한국식품과학회지, 37(3), 329-333.
- 9) 신영민, 손영옥, 이선화, 정지윤, 원영준, 이창희, 김우성, 채갑용, 홍무기, 2005, 인삼농축액의 잔류농약 제거기술 개발에 관한 연구, 농약과학회지, 9(1), 41-50
- 10) Committee on Food Chemicals Codex(Food and Nutrition Board, Institute of Medicine), 1996, Food chemicals codex 4th ed., National Academy of Sciences, 830pp.
- 11) 日本藥學會編, 2000, 衛生試驗法·注解, 金原出版株式會社, 381pp.
- 12) 식품의약품안전청, 2002, 식품첨가물공전(II), p.796, p.832.
- 13) 김기남, 명규호, 박양자, 이규호, 이연숙, 임현숙, 원향례, 장유경, 하종규, 1985, 비타민·광물질영양학, 향문사, p.491, p.435.