

## 인삼(*Panax*)속 식물의 일반성분, 무기성분, 아미노산 및 유리당 함량조성

고성룡 · 최강주 · 김현경 · 한강완<sup>1</sup>

한국인삼연구초연구원, <sup>1</sup>전북대학교 농과대학 농화학과  
(1996년 3월 14일 접수)

### Comparison of Proximate Composition, Mineral Nutrient, Amino Acid and Free Sugar Contents of Several *Panax* Species

Sung-Ryong Ko, Kang-Ju Choi and Kang-Wan Han<sup>1</sup>

Korea Ginseng & Tobacco Research Institute, Taejon 305-345, Korea

<sup>1</sup>Department of Agricultural Chemistry, Jeonbuk National University, Jeonju 560-756, Korea

(Received March 14, 1996)

**Abstract :** Chemical components of *Panax* (*P*) species were compared. *P.* species used were Korean white ginseng, Korean, Chinese and Japanese red ginseng (*P. ginseng*), American and Canadian ginseng (*P. quinquefolium*), and sanchi ginseng (*P. notoginseng*). No significant difference in the proximate contents was observed among *P.* species. Ash, crude lipid and total sugar contents in root of *P. notoginseng* were found to be relatively lower than those of *P. ginseng* and *P. quinquefolium*, but the contents of crude protein and crude fiber were similar among those ginsengs. Mineral nutrient contents showed a little difference among ginseng species. Total nitrogen contents were slightly higher in *P. ginseng* than *P. quinquefolium* and *P. notoginseng*, and Fe and Cu were lower in Chinese and Japanese red ginsengs. Kinds and compositions of amino acids were similar but contents of amino acids were different among ginseng species. Total amino acid contents were 76.3~83.9 mg/g in *P. ginseng*, 53.8~60.4 mg/g in *P. quinquefolium* and 54.9 mg/g in *P. notoginseng*. Free sugar contents were lower in *P. notoginseng* than *P. ginseng* or *P. quinquefolium*. Sucrose accounted for 90~92% of total free sugar contents with relatively high content in white ginsengs, while sucrose and maltose were 32~36% and 55~60%, respectively, in red ginseng.

**Key word :** *Panax* species, proximate composition, mineral nutrient, amino acid, free sugar.

## 서 론

인삼의 화학성분은 약 60%를 차지하는 탄수화물이 주된 성분이며 조단백질이 10~11%, 조섬유 7~8%, 조지방 1~2%, 회분 3~4%이며 조사포닌 함량은 4~5% 수준으로 보고되고 있다.<sup>1)</sup> 인삼의 일반성분은 함량 및 조성에 있어서 각국삼 간에 차이가 있음이 보고되었고,<sup>2)</sup> 무기원소는 P, K, Ca, Mg, Si, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, Na 등 일반적으로 식물체에 함유된 무기

성분들이 함유된 것으로 보고되었으며, 재배년수와 부위에 따라 함량의 차이가 있는 것으로 알려져 있다.<sup>3)</sup> 인삼에 함유된 질소화합물에는 단백질, 아미노산, peptide, choline, alkaloid, insuline 유사물질 등이 있으며 단백질과 아미노산이 이들 성분의 대부분을 차지하고 있는 것으로 보고되었다.<sup>4,5)</sup> 아미노산 함량은 *P. ginseng*종이 죽절삼, 미국삼, 전칠삼보다 높고 특히 threonine, glutamic acid, proline, glycine, alanine, lysine의 함량차이가 큰 것으로 보고되었다.<sup>6)</sup> 한

편 인삼의 유리당과 당류도 재배환경이나 채굴시기, 제조방법과 홍삼, 백삼 등의 유형에 따라서도 조성 및 함량의 차이가 큰 것으로 보고되고 있다.<sup>10)</sup> 이와 같이 인삼은 토양 기후 등 생육 환경과 재배 방법에 따라 내용성분이나 함량면에서 상당한 차이를 보이고 있어 각국삼의 성분비교는 다각도로 비교 분석시험을 수행해야 할 것으로 생각한다. 그러나 그동안 인삼연구의 대부분은 한국인삼을 대상으로 이루어졌고 외국삼에 대하여는 비교 연구보고가 많지 않아 각국 인삼의 성분 비교연구의 일환으로 *P. ginseng* 4종(한국홍삼, 중국홍삼, 일본홍삼, 한국백삼)과 *P. quinquefolium* 2종(미국삼, 캐나다삼) 및 *P. notoginseng*을 대상으로 전보<sup>10)</sup>의 사포닌 화합물 성분 비교에 이어 일반 성분, 무기 성분, 아미노산, 유리당을 비교 분석한 결과를 보고코자 한다.

## 재료 및 방법

### 1. 실험재료

본 실험에 사용한 한국홍삼은 한국인삼연구초원원 수원 경작시험장에서 재배된 6년근 원료수삼을 '91년 9월말에 채굴하여 한국담배인삼공사 고려인삼창에서 홍삼제조 GMP 기준서<sup>11)</sup>에 준하여 제조하였고, 한국백삼은 탈피하지 않고 상법<sup>12)</sup>에 따라 건조한 피부백삼을 시료로 사용하였다.

한편 외국삼류는 해외 홍콩 인삼시장에서 구입이 가능하였던 중국홍삼, 일본홍삼과 미국, 캐나다삼 및 전칠삼을 구입하여 세절한 다음 cutting mill을 이용 80 mesh로 분쇄하여 분석시료로 사용하였다.

### 2. 실험방법

#### (1) 일반성분

일반성분은 AOAC법<sup>13)</sup>에 준하여 분석하였다. 즉, 수분함량은 105°C 건조법, 회분은 550°C 회화법, 조지방은 Soxhlet 추출법, 조단백질은 Büchi사(Switzerland)의 Model 430 Digestor로 분해하여 Model 325 N<sub>2</sub> distillation unit로 증류시킨 후 전질소량을 구한 다음 질소계수 6.25를 곱하여 조단백질로 하였고, 전당은 2.5% HCl로 산 가수분해 후 LaneEynone법으로, 조섬유는 1.25% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 및 1.25% NaOH 분해법으로 각각 정량하였다.

#### (2) 무기성분

시료 3g을 직접회화법으로 540°C에서 10시간 회

화시킨 다음 염산 10% 용액으로 용해하여 여지로 여과한 후 원자흡광 분광광도계로 분석하였다.<sup>14)</sup> 각 무기원소별로 표준품의 검량선을 작성하고 검액의 농도가 표준검량선 범위내에 들어오도록 희석하여 정량하였다. 이때 사용한 표준용액은 Sigma사의 원자흡광 분석용(AA용) 표준품을 일정농도로 희석하여 사용하였다.

#### (3) 총아미노산

Herbert<sup>15)</sup>의 방법에 따라 시료 100 mg을 teflon capping 시험관(2 cm×20 cm)에 취하여 6 N 염산 10 ml를 가하고 질소가스로 충전시킨뒤 121°C에서 3시간 동안 가수분해시켰다. 가수분해물을 여지와 membrane filter(0.45 μm)로 각각 여과한 다음 Sep-pak C<sub>18</sub> cartridge를 사용하여 지방질, 색소 등을 제거하고 아미노산 자동분석기로 분석하였다.

#### (4) 유리당

시료 5g에 10배량의 80% 메탄올을 가하여 75°C 수욕조에서 환류법으로 4회 반복 추출 여과한 다음 감압 농축하였다. 농축잔유물을 물에 용해시킨 다음 분액여두에 넣고 에테르로 추출 분획하여 지방질성분을 제거시켰다. 다시 그 수층을 수포화 n-부탄올로 추출 분획하여 사포닌 성분을 제거시킨 후 수층을 농축하고 10 ml의 물에 용해하여 HPLC 분석용 검액으로 하였다. 유리당은 HPLC를 이용하여 Lichrosorb-NH<sub>2</sub> column (Merck Co., 10 μm, 4 mm ID×250 mm)에 아세토니트릴/물(84:16, v/v)을 이동상으로 하여 굴절율검출기(RI)로 검출 정량하였다.<sup>16)</sup>

## 결과 및 고찰

### 1. 일반성분

일반성분의 함량은 삼류간에 약간의 차이는 있으나 대체로 유사하였다(Table 1). 수분함량은 인삼종에 따른 함량차보다는 가공방법에 따른 함량차가 현저하였으며, 홍삼류는 10.65~11.24%로 수분함량이 높은 반면에, 백삼류는 5.82~6.73%로 함량이 낮았다. 삼류별로는 *P. notoginseng*의 회분, 조지방 및 전당의 함량이 *P. ginseng*이나 *P. quinquefolium*보다 낮은 것이 특징적이었다. 조지방질 함량을 볼때 *P. ginseng*은 1.05~1.18%, *P. quinquefolium*은 0.95~0.99%로 별 차이를 나타내지 않았으나 *P. notoginseng*만이 0.74%로 가장 낮았고, 회분함량도 *P. ginseng*이나 *P. quin-*

**Table 1.** Percent proximate composition in *Panax* species (Unit : %, dry weight)

Composition	P.G. <sup>a</sup>				P.Q. <sup>a</sup>		P.N. <sup>a</sup>
	K.R	C.R	J.R	K.W	A.W	C.W	S.G
Moisture	10.82	11.09	11.24	5.82	6.27	6.73	10.65
Crude lipid	1.14	1.05	1.10	1.18	0.99	0.95	0.74
Crude protein	12.85	13.05	12.97	12.82	12.74	12.90	12.96
Total sugar	59.04	60.82	60.37	61.03	60.72	60.58	49.51
Crude fiber	5.56	5.40	5.33	5.70	5.51	5.42	5.30
Ash	3.87	3.74	4.03	4.00	3.82	3.76	2.98

<sup>a</sup>The abbreviations stand for : P.G. : *Panax ginseng*, P.Q. : *Panax quinquefolium*, P.N. : *Panax notoginseng*, K.R : Korean red ginseng, C.R : Chinese red ginseng, J.R : Japanese red ginseng, K.W : Korean white ginseng, A.W : American white ginseng, C.W : Canadian white ginseng, S.G : Sanchi ginseng.

**Table 2.** Mineral nutrient contents in *Panax* species

Minerals	P.G. <sup>a</sup>				P.Q. <sup>a</sup>		P.N. <sup>a</sup>
	K.R	C.R	J.R	K.W	A.W	C.W	S.G
N (%)	1.99	2.08	2.16	2.17	1.35	1.41	1.27
P (%)	0.32	0.26	0.37	0.34	0.26	0.24	0.27
K (%)	1.33	1.12	1.22	1.46	1.10	1.17	1.21
Ca (%)	0.31	0.37	0.29	0.34	0.24	0.23	0.16
Mg (%)	0.15	0.12	0.13	0.16	0.14	0.12	0.12
Mn (ppm)	40.91	38.90	33.86	43.20	40.05	39.41	28.97
Fe (ppm)	89.02	45.14	35.70	98.04	84.67	82.33	95.00
Cu (ppm)	8.13	4.32	4.12	8.00	6.19	5.26	7.64
Zn (ppm)	18.96	20.19	18.10	19.61	20.27	14.86	8.43
Ni (ppm)	1.76	1.22	1.08	1.54	1.42	1.28	0.90

<sup>a</sup>Reference to Table 1.

*quefolium*은 3.74~4.03% 수준이었으나 *P. notoginseng*은 2.98%로 가장 낮았다. 전당 함량도 *P. ginseng*이나 *P. quinquefolium*에서는 59.04~61.03%로 비슷하였으나 *P. notoginseng*만이 약 10% 낮은 함량 분포를 나타내었는데 이러한 결과는 최<sup>16)</sup>의 분석 결과와는 유사하였으나 김 등<sup>17)</sup>의 연구 보고와는 상이하였다. 이와 같은 함량의 차이는 본 실험에서 최<sup>16)</sup>와 같은 방법으로 인삼분말시료에 2.5%-HCl을 가하여 가열 가수분해시켜 Lane- Eynone법으로 총당함량을 정량하였으나, 김 등<sup>17)</sup>은 인삼시료를 80% 에탄올로 추출하여 총가용성성분을 2.5%-HCl으로 가수분해시켜 3,5-dinitrosalicylic acid(DNS)법으로 총당함량을 비색정량하였기 때문에 전분질 등 고분자 다당류의 함량이 포함되지 않았다고 볼 수 있다. 한편 조단백질 함량은 12.82~13.05%, 조섬유 함량은 5.30~5.70%로 인삼종 간에 비슷한 분포를 나타내었다.

## 2. 무기성분

인삼류의 보고된 무기성분<sup>18)</sup>중 증가 되는 성분으로 N, P, K, Ca, Mg, Mn, Fe, Cu, Zn, Ni 등 10종의 분석결과 인삼류에 따라 다소의 함량차를 보였으나 인삼종간에는 뚜렷한 함량차를 나타내지 않았다 (Table 2). 그러나 삼류의 재배지역에 따라서는 무기성분의 함량이 상당량 차이를 보이는 것도 있었는데 이것은 재배지역의 토양에 기인될 것으로 사료된다. 즉, N함량은 *P. ginseng*은 1.99~2.17%, *P. quinquefolium*은 1.35~2.41%, *P. notoginseng*은 1.27%로 인삼의 종간에는 뚜렷한 함량차를 보였으나 동종의 인삼인 경우는 비슷하였으며, Ca 함량도 *P. ginseng*은 0.29~0.37%, *P. quinquefolium*은 0.23~0.24%, *P. notoginseng*은 0.16%로 인삼의 종간에는 뚜렷한 함량차를 보였으나 동종의 인삼인 경우는 비슷한 분포를 나타냈다. Mn의 경우 *P. ginseng*의 한국백삼 43.20

**Table 3.** Amino acid contents in *Panax* species

(Unit : mg/g)

Minerals	P.G. <sup>a</sup>				P.Q. <sup>a</sup>		P.N. <sup>a</sup>
	K.R	C.R	J.R	K.W	A.W	C.W	S.G
Aspartic acid	7.03	5.66	7.21	7.72	5.57	6.02	6.31
Threonine	2.70	2.87	2.01	3.21	2.21	2.40	2.27
Serine	2.41	3.43	2.07	2.52	1.97	2.22	2.12
Glutamic acid	7.05	8.14	8.02	7.16	6.50	7.54	4.58
Glycine	2.02	2.33	2.21	2.20	1.81	1.98	1.72
Alanine	2.83	3.21	2.85	3.10	2.95	3.74	4.37
Cystine	2.26	2.02	2.25	2.32	2.04	1.97	2.03
Valine	2.52	2.62	3.03	2.48	2.63	2.53	1.01
Methionine	0.38	0.21	0.18	0.42	0.37	0.22	0.41
Isoleucine	1.74	1.90	1.92	1.83	1.74	1.81	1.30
Leucine	4.05	4.52	4.33	4.60	3.34	3.46	3.26
Tyrosine	1.36	1.45	1.72	1.32	1.35	1.12	1.32
Phenylalanine	3.46	3.40	3.51	3.54	2.53	2.69	2.48
Lysine	3.02	2.92	2.12	3.68	3.14	3.40	5.20
Histidine	1.28	2.50	1.25	1.42	0.98	1.18	0.67
Arginine	22.91	21.60	23.52	25.20	10.58	14.30	12.21
Proline	11.98	9.46	8.32	11.21	4.07	3.81	3.65
Total	79.00	78.24	76.32	83.93	53.78	60.39	54.91

<sup>a</sup>Reference of Table 1.

ppm, 한국홍삼 40.91 ppm, 중국홍삼 38.90 ppm이었으나 일본홍삼은 33.86 ppm으로 함량이 낮았고 *P. notoginseng*은 28.97 ppm으로 현저하게 낮았다. 또한 Fe은 인삼종간의 함량차는 크지 않았으나 *P. ginseng*의 재배지역에 따라 큰 함량차를 보여 한국백삼은 98.04 ppm, 한국홍삼은 89.02 ppm이었으나 중국홍삼 45.14 ppm, 일본홍삼 35.70 ppm으로 함량이 낮았다. Zn의 함량은 *P. ginseng*에서는 18.1~20.2 ppm 수준이었으나 *P. notoginseng*에서는 8.43 ppm이었고 캐나다삼에서는 14.86 ppm으로 그 함량이 다소 낮았다. 이외에 본 실험에서 분석하지 않은 Si와 미량 원소인 Mo, B의 경우도 *P. quinquefolium*과 한국인삼간의 함량차가 있음이 보고되었다.<sup>16)</sup>

### 3. 아미노산

각국삼 시료를 아미노산 자동분석기로 분석결과 아미노산 17종이 정량되었으며, 아미노산 종류별 조성패턴은 대체로 유사하였으나 함량면에서 가장 주된 아미노산인 arginine은 인삼종간에 함량차가 뚜렷하였으며 *P. ginseng*은 21.60~25.20 mg/g, *P. quinquefolium*은 10.58~14.30 mg/g, *P. notoginseng*은 12.21 mg이었다. 또한 총아미노산 함량도 arginine의

함량과 같은 경향으로 *P. ginseng*, *P. quinquefolium*, *P. notoginseng*의 순으로 낮아졌으며, *P. ginseng*중 한국백삼은 83.93 mg/g이었으나 한국홍삼, 중국홍삼 및 일본홍삼은 76.32~79.00 mg/g으로 그 함량이 다소 낮았다(Table 3). 이 등<sup>19)</sup>은 한국산 홍삼 및 피부백삼과 그 엑기스에서 15종의 유리아미노산을 검출하였고 이들은 arginine > lysine > alanine > aspartic acid > serine의 순으로 많았으며 백삼이 홍삼보다 유리아미노산이 많다고 보고하였다. 또한 arginine은 홍삼에서 전체 유리아미노산의 72.6%, 백삼에서는 48.2%이었으나 각각의 엑기스에서는 48.7%와 49.0%로 큰차이가 없었다고 밝힌바 있다.

본 실험에서 동종인삼 중 백삼류에 비하여 홍삼류의 함량이 다소 낮은것은 홍삼의 증삼 제조과정중에 Maillard reaction 반응이 촉진됨에 따라 최<sup>16)</sup>가 보고한 바와 같이 유리아미노산 중 arginine과 같은 10여종의 아미노산류가 갈색화반응에 소모되어 감소됨으로써 총 아미노산의 함량이 감소된것으로 사료된다. 그러나 Table 3의 총아미노산 함량을 보면 백삼에 비하여 홍삼류의 감소비율은 최<sup>16)</sup>가 보고한 유리아미노산의 감소에 비하여 낮음을 알 수 있다. 즉 홍삼의

**Table 4.** Free sugar contents in *Panax* species

(Unit : %, dry weight)

Free sugar	P.G. <sup>a</sup>				P.Q. <sup>a</sup>		P.N. <sup>a</sup>
	K.R	C.R	J.R	K.W	A.W	C.W	S.G
Rhamnose	0.28	0.42	0.34	0.02	0.40	0.36	0.03
Fructose	0.38	0.35	0.50	0.33	0.31	0.28	0.79
Glucose	0.51	0.58	0.67	0.40	0.26	0.23	1.43
Sucrose	5.57	6.01	5.72	13.05	19.63	17.80	4.89
Maltose	8.70	11.36	8.93	0.50	0.98	0.67	1.79
Total	15.44	18.72	16.06	14.30	21.58	19.34	8.93

<sup>a</sup>Reference to Table 1.

제조과정중 갈색화반응에 소모되는 아미노산류는 유리아미노산류가 추가 됨을 알 수 있으며, 백삼에 비하여 홍삼중 감소량이 큰 아미노산은 arginine, aspartic acid, threonine, glycine, alanine, isoleucine, leucine, phenylalanine, lysine 등이었다.

#### 4. 유리당

유리당은 함량뿐 아니라 조성도 상이하어 *P. ginseng*은 14.30~18.72%, *P. quinquefolium*은 19.34~21.58%였으며 특히 *P. notoginseng*은 총 유리당 함량이 8.93%로 다른 삼류에 비하여 현저하게 적었고, 또한 최<sup>16)</sup>가 보고한 바와 같이 홍삼과 백삼간의 함량 및 조성도 상이하였다(Table 4). 즉 백삼류의 sucrose 함량은 *P. quinquefolium*의 경우 17.8~19.6%로 총 유리당의 91~92%였고, *P. ginseng*의 경우 13.1%로 총 유리당의 91.3%였다. 한편 홍삼류는 sucrose 함량이 현저하게 감소된 반면에 maltose, glucose, fructose 및 rhamnose와 같은 유리당의 함량은 증가되었으며 특히 maltose 함량이 현저하게 증가되었다.

홍삼은 증삼 제조과정중에 비효소적으로 Maillard reaction이 추가 되는 갈색화 반응이 촉진됨에 따라 유리아미노산의 함량은 현저하게 감소된다고 보고되었으나, 유리당은 sucrose가 감소된것 외에는 다른 유리당류는 증가되었다는 보고<sup>16)</sup>와 대체로 같은 경향이였다. 최 등<sup>20)</sup>은 숙성온도가 홍삼엑스의 색상 변화에 미치는 영향에 관한 연구에서 100°C에서 30시간 이상 숙성할 경우 sucrose가 95%가량 가수분해된다는 보고를 한 바가 있다. 이것은 홍삼을 물로써 고온에서 장시간 추출, 농축, 숙성 과정 중에 sucrose가 가수분해되어 glucose와 fructose와 같은 유리 환원당으로 변화되어 이것이 aminocarbonyl 반응에 관여하므로 함량이 감소되고, 따라서 원료수삼

의 증삼 열처리 제조 과정 중에 sucrose와 그외의 다당류들도 일부 가수분해되어 환원당의 함량은 오히려 증가되는것으로 추측된다.

## 요 약

*Panax*(인삼, *P.*)속 식물의 종별, 지역별 및 가공방법에 따른 성분의 차이점을 규명할 목적으로 *P. ginseng*을 기원식물로 하는 한국홍삼, 중국홍삼, 일본홍삼과 한국백삼, *P. quinquefolium*인 미국삼과 캐나다삼 및 *P. notoginseng*인 전칠삼의 일반성분, 무기성분, 아미노산, 유리당을 비교분석한 결과는 다음과 같다.

일반성분의 함량은 삼류간에 약간의 차이는 있으나 대체로 유사하였다. 회분, 조지방 및 전당의 함량은 전칠삼이 *P. ginseng*이나 *P. quinquefolium*에 비하여 현저히 낮았으며 조단백질, 조섬유는 유사하였다. 수분함량은 홍삼류가 백삼류보다 현저히 높았다.

무기성분은 인삼의 종에 따라 다소의 함량차를 나타냈다. N함량은 *P. ginseng*이 *P. quinquefolium*, *P. notoginseng*에 비하여 많았고, Fe, Cu는 중국홍삼, 일본홍삼이 기타 인삼류에 비하여 현저히 낮았다. 기타 성분중 Ca, Mn, Zn, Ni은 전칠삼이 다른 인삼류에 비하여 함량이 가장 낮았다.

아미노산 종류별 함량 및 조성은 대체로 유사하였으나 인삼종간에는 함량차가 뚜렷하였다. 총아미노산 함량은 *P. ginseng*은 76.3~83.9 mg/g, *P. quinquefolium*은 53.8~60.4 mg/g, *P. notoginseng*은 54.9 mg/g 이었으며 17종의 아미노산중 arginine의 함량이 가장 높았다.

유리당은 함량 및 조성이 상이하였으며 특히 전칠삼은 고려인삼, 미국삼에 비하여 현저히 낮았다. 홍삼

과 백삼간의 함량 및 조성도 상이하여 백삼류의 sucrose함량은 총 유리당의 91%를 함유하고 있다.

## 인 용 문 헌

1. 김해중, 조규성, 남성희 : 고려인삼학회지 **6**(2), 115 (1982).
2. 최강주, 김만옥, 성현순, 홍순근 : 고려인삼학회지 **4**(1), 88 (1980).
3. 김만옥, 고성룡, 최강주, 김석창 : 고려인삼학회지 **11**(1), 10 (1987).
4. 한국인삼연초연구원 : 고려인삼, 천일인쇄사, 대전, p. 110 (1994).
5. Lee, U., Park, H. H. and Lee, J. M. : *J. Korean Agr. Chem. Sci.* **22**(1), 99 (1980).
6. Okuda, H. : *Proceedings of the 2nd International Ginseng Symposium*, Korea Ginseng Research Institute, p. 75 (1975).
7. Kim, J. Y. and Staba, E. J. : *Korean J. Pharmacog.* **5**(2), 85 (1974).
8. 이광승, 도재호, 장진규, 노길봉, 이성계, 한중순, 임순빈 : 인삼연구보고서(효능 및 제품분야) 한국인삼연초연구소, p. 230 (1991).
9. 이성우, Kozukue, N., 배효원, 윤태현 : 한국식품과학회지 **11**(4), 273 (1979).
10. 고성룡, 최강주, 김석창, 한강완 : 고려인삼학회지 **19**(3), 254 (1995).
11. 한국담배인삼공사 : 홍삼제조 GMP 기준서(제품표준서), 한국담배인삼공사, 대전, p. 87 (1988).
12. 성현순 : 한국인삼사(하권), 삼화인쇄주식회사, 서울, p. 690 (1980).
13. AOAC : *Official Method of Analysis*, 13th ed., Association of Official Analytical Chemists (1980).
14. 장진규 : 저온저장한 수삼으로 가공된 동결건조 인삼과 홍삼의 이화학적 특성. 경상대학교 박사학위논문 (1991).
15. Herbert, A. S. : *Handbook of Biochemistry*, 2nd ed., Chemical Rudder Co., Ohio, p. 121 (1970).
16. 최강주 : 홍삼 및 백삼의 지방질성분의 항산화성분에 관한 연구. 고려대학교 박사학위논문 (1983).
17. Kim, M. W., Lee, J. S. and Choi, K. J. : *Korean J. Ginseng Sci.* **6**(2), 138 (1982).
18. 한용남 : 한국인삼사(하권). 삼화인쇄주식회사, 서울, p. 95 (1980).
19. Lee, S. W., Kurojaki, T., Woo, S. K. and Yoon, T. H. : *Korean J. Food and Nutrition* **11**(3), 37 (1982).
20. 최진호, 김우정, 박길동, 성현순 : 고려인삼학회지 **4**(2), 165 (1980).