

## 홍삼 Ext 수용액의 살균과 저장 중 성분의 변화와 생성된 침전물의 이화학적 특성

김나미 · 이종태 · 양재원

한국인삼연구초연구원  
(1996년 3월 8일 접수)

### Changes in Chemical Components of Red Ginseng Extract Solution and Physicochemical Properties of Precipitates Formed During Sterilization and Storage

Na-Mi Kim, Jong-Tae Lee and Jae-Won Yang

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

(Received March 8, 1996)

**Abstract :** Red Ginseng extracts sol'n was sterilized at 85°C for 20 mins and/or stored at 40°C for 6 months and centrifuged for 20 mins at 8,500×g in order to investigate the changes in chemical components of supernatants and the properties of precipitates. Contents of crude saponin and ginsenoside-Rb<sub>1</sub>, -Rg<sub>1</sub>, -Re were partially decreased during heating and storage. Starch contents were decreased from 26.81% in red ginseng extracts to 17.50~8.81% in supernatants, whereas free sugar contents were increased from 15.50% to 20.29~21.35% by heating and storage. The contents of protein and minerals in supernatants were decreased, but acidic polysaccharides and polyphenol compounds were not changed. pH values of supernatants and precipitates were decreased. The absorbances of brown color precursor and brown pigment in precipitates, detected at 285 nm and 440 nm were remarkably increased. The Overall data suggest that precipitates in red ginseng extracts sol'n formed during sterilization and storage are probably the brown pigments resulting from Maillard reaction of amino compounds with reducing sugar which could be released from starch and protein matrix and Cu<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup> and Fe<sup>3+</sup> ions are implicated with the reaction incorporated.

**Key words :** red ginseng extract sol'n, sterilization and storage, supernatants, precipitates, Maillard reaction product.

## 서 론

홍삼을 이용한 제품 중 드링크류는 복용이 간편하고 흡수가 빠른 이점이 있으나 살균과 저장 과정에서 시간경과에 따라 혼탁되거나 침전물이 생성되어 제품의 외관과 품질을 저해시키는 경우가 있다. 홍삼 드링크는 일반적으로 홍삼 Ext를 주원료로 하고 감미제, 산미제, 비타민류, 기타 첨가물을 부원료로 사용하여 제조하고 있는데 이 중 홍삼 Ext가 침전을 일으

키는 주 원인물질로 조사되었으며<sup>1)</sup> 침전과 관련된 연구도 주로 홍삼 Ext를 대상으로 행하여졌다. 양 등<sup>2)</sup>은 홍삼 Ext를 추출할 때 에탄올의 농도와 추출온도의 영향을 조사하였고 서와 이<sup>3)</sup>는 pH, 가열조건, 안정제의 영향을 검토하였으며, 홍삼 Ext를 에탄올로 침정화시키는 온도<sup>4)</sup>와 농도 및 시간<sup>5)</sup>을 조사한 바 있다. 이러한 몇 편의 연구결과에서 침전물을 감소시킬 수 있는 방법이 제시되었지만 시간이 경과하면서 여전히 침전이 생성되어 결국은 품질의 저하를 초래하

는 경우가 많다.

홍삼 Ext 수용액에서의 침전의 요인으로는 살균시 가열에 의한 성분의 분해, 구조 및 특성의 변화, 장기 저장 시 성분간의 복잡한 상호작용, 물리적인 결합력에 의한 침강 등을 생각할 수 있으며, 홍삼 Ext는 여러 가지 성분의 복합물이기 때문에 홍삼 드링크의 침전에 관하여는 종합적이고 체계적인 연구가 필요할 실정이다.

본 연구에서는 홍삼드링크를 살균, 저장하면서 생성되는 침전물의 원인성분과 침전 형성과정을 알아보기 위하여 주원료가 되는 홍삼 Ext 수용액의 살균과 장기저장에 의한 상징액의 성분변화와 침전물의 특성을 조사하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 홍삼 Ext 및 시료의 조제

홍삼 Ext는 한국담배인삼공사 고려인삼장에서 제조한 물추출 Ext를 구입하여 시료로 사용하였다. 홍삼 Ext 용액의 침전물과 상징액은 일반적인 드링크 제조방법에 준하여 Fig. 1과 같이 살균 또는 저장한 다음 원심분리 여과하여 조제하였다.

### 2. 조사포닌, ginsenoside 및 일반성분 함량 측정

시료의 조사포닌 함량은 Butanol 추출정량법<sup>6)</sup>으로 측정하였고, 사포닌 개별성분은 HPLC 방법<sup>6)</sup>으로 측정하였다. 단백질 함량은 Lowry method,<sup>7)</sup> 조산성당 당체의 함량은 Carbazole-sulfuric acid 방법,<sup>8)</sup> polyphenol 함량은 Folin-Denis의 방법<sup>9)</sup>에 따라 측정하였다.

### 3. 전분, 유리당 및 무기성분 측정

전분은 흡광분석법<sup>10)</sup>으로 분석하였다. 유리당 함량은 HPLC 방법<sup>11)</sup>으로 측정하였는데 이 때 Lichrosorb NH<sub>2</sub> column, 아세토니트릴/물(84:16, v/v), RI detector를 사용하였다. 무기성분 함량은 시료를 450°C에서 회화시키고 A.A용 염산 10% 용액으로 용해하여 여과시킨 다음 일정 배율로 희석하여 optical absorption spectrophotometer(Varian spectra AA-30, DS-15 data station, USA)로 분석하였다.

### 3. pH, 색 및 갈색도 측정

원료 Ext에 대하여 침전물은 10%, 상징액은 1%용액으로 희석한 다음 pH는 pH meter(Methrohm 691)로 측정하였다. 색은 Hunters color and color

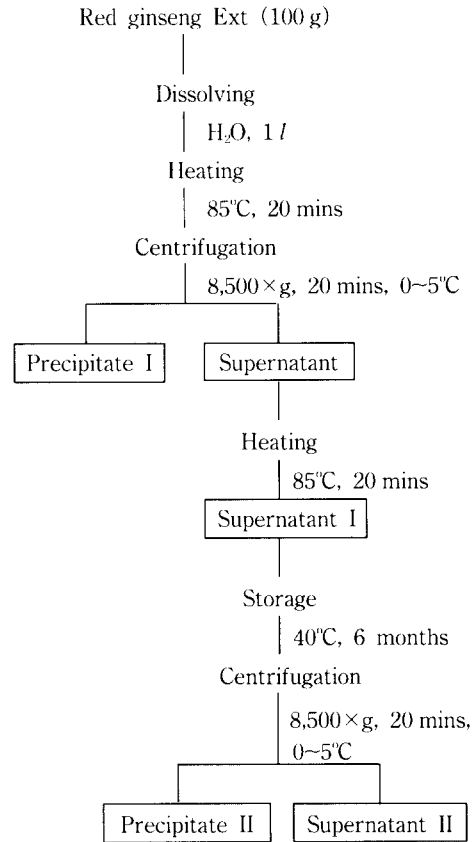


Fig. 1. Flow diagram for preparation of precipitates and supernatants from red ginseng extract.

difference meter(D25-9)로 측정하여 Hunter L, a, b값으로 나타내었으며, 갈색도는 spectrophotometer(Hewlett Packard 8425A)를 사용하여 440 nm에서의 흡광도<sup>12)</sup>를 측정하였다. 갈변전구물질인 conjugated unsaturated carbonyl화합물은 285 nm에서의 흡광도<sup>13)</sup>로 나타내었다.

## 결과 및 고찰

### 1. 조사포닌과 ginsenoside 함량의 변화

홍삼 Ext와 상징액 I, II의 조사포닌 및 ginsenoside 함량 변화를 조사한 결과는 Table 1과 같다. 조사포닌은 홍삼 Ext 중에 11.95% 함유되어 있었고 이것을 85°C로 20분간 살균하여 원심분리한 상징액 I에는 11.76%, 상징액 I을 다시 85°C로 20분간 살균하여 40°C에서 6개월간 저장한 다음 원심분리한 상징액 II에는 11.33% 함유되어 있어서 원료 Ext에 비하

여 약 5.2%의 손실이 있는 것으로 나타났다. 인삼사포닌 화합물은 aglycone인 protopanaxadiol과 protopanaxatriol의 C<sub>3</sub>, C<sub>6</sub> 및 C<sub>20</sub>의 알콜성 -OH기에 glucose, rhamnose, xylose, arabinose와 같은 당류가 에텔 결합되어 있는 배당체인데, 산이나 열에 의하여 C<sub>3</sub>, C<sub>6</sub> 위치의 glucose는 안정하나 C<sub>20</sub> 위치의 glucose는 쉽게 분해되는 것으로 알려져 있다.<sup>14)</sup>

홍삼 Ext 수용액의 열처리와 장기저장에 의한 개별 ginsenoside의 함량 변화를 조사해본 결과 C<sub>20</sub> 위치에 glucose가 두분자 결합되어 있는 Rb<sub>1</sub>의 함량이 가장 많이 감소하여 주 등<sup>15)</sup>과 양 등<sup>16)</sup>의 결과와 일치하였다. 또 C<sub>20</sub> 위치에 glucose가 한분자 결합되어 있는 panaxatriol계의 Rg<sub>1</sub> 및 Re의 함량은 다소 감소하는 것으로 나타났는데 이는 저장기간이 길어 질수록 panaxatriol계의 ginsenoside 함량이 증가한다고 보고한 주 등<sup>15)</sup>의 결과와는 상반되었으며, 열처리에 의하여 Rg<sub>1</sub>과 Re는 감소하고 Rg<sub>2</sub>와 Rh group은 증가한다고 한 도 등,<sup>12)</sup> 최 등<sup>10)</sup>의 보고와는 일치하는 결과이었다. 이렇게 열처리와 장기저장 중 사포닌 분자에서 분리된 glucose는 Table 2의 glucose 함량 증가에 영향을 준 것으로 보이며, 증가된 glucose는 또한 홍삼 Ext에 존재하는 아미노 화합물과 반응하여 불용성 갈변물질을 생성함으로써 침전을 유발시키는 것으로 추측된다.

## 2. 전분과 유리당의 함량변화

열처리와 장기저장중 홍삼 Ext 수용액에서의 전분과 유리당 함량을 조사한 결과는 Table 2와 같다. 전

분의 함량은 원료 Ext에서 26.81%인데 비하여 상징액 I에는 17.50% 함유되어 있었다. 조 등<sup>17)</sup>은 인삼 전분을 60~90°C로 15시간 가열하였을 때 온도에 관계없이 가열초기에 함량이 급격히 감소한다고 보고하였는데 홍삼 Ext 중의 전분도 85°C, 30분의 열처리에 의하여 34.7%의 급격한 감량이 있는 것을 알 수 있었다. 상징액 I을 다시 열처리하고 40°C에서 6개월간 저장한 다음 원심분리 한 상징액 II에는 8.81%로 감소되었다. 유리당의 함량은 전분과는 반대로 홍삼 Ext, 상징액 I, II에 각각 13.51%, 18.64%, 18.79%로 증가되는 경향을 나타내었다. 상징액 I에는 glucose, maltose, fructose, sucrose, rhamnose, xylose의 순으로 증가폭이 커서 분해된 전분이 대부분 이들 당류로 전환된 것을 알 수 있었다. 김 등<sup>18)</sup>은 인삼을 90°C로 가열시키면 maltose의 함량은 급격히 증가하고 glucose의 함량은 감소하는 것으로 보고하여 본 실험과는 다소 상이한 결과이었는데, 이는 시료의 형태와 가열시간이 다르기 때문인 것으로 생각된다. 상징액을 살균하여 40°C에서 6개월간 저장한 후 원심분리한 상징액 II에는 sucrose, maltose, xylose는 함량이 감소되었고 glucose, fructose, rhamnose의 함량은 지속적으로 증가되어 6개월간의 저장기간 중 전분에서 분해된 이당류가 다시 단당류로 분해된 것을 알 수 있었다. 그리고 유리당의 증가량에 비하여 전분의 감소량이 훨씬 많은 것은 전분이 유리당 이외에 oligosaccharide로도 분해된 것으로 보이며, 분해된 당류가 다시 아미노 화합물과 반응하여 비효소적 갈변

**Table 1.** Content of crude saponin and ginsenosides in red ginseng extracts and their supernatants prepared with centrifugation followed by heating and/or storage (Unit : %, day weight basis)

Sample	Crude Saponin	Ginsenoside					
		Rg <sub>1</sub>	Re	Rd	Rc	Rb <sub>2</sub>	Rb <sub>1</sub>
Red ginseng Ext	11.95	0.93	0.22	0.18	0.27	0.35	0.39
Supernatant I	11.76	0.90	0.22	0.18	0.26	0.35	0.36
Supernatant II	11.33	0.87	0.20	0.17	0.28	0.35	0.32

**Table 2.** Starch and free sugar contents of red ginseng extract and their supernatants prepared with centrifugation followed by heating and/or storage (Unit : %, dry weight basis)

Sample	Starch	Glucose	Fructose	Sucrose	Maltose	Rhamnose	Xylose	Total
Red ginseng Ext	26.81	2.98	2.95	1.46	3.36	1.62	1.14	13.51
Supernatant I	17.50	4.30	3.75	2.55	4.31	2.19	1.54	18.64
Supernatant II	8.81	5.94	4.26	0.82	3.65	2.76	1.36	18.79

물질을 형성함으로써 침전으로 제거되었거나, 전분자체의 침강 또는 단백질 등의 성분과 결합하여<sup>19)</sup> 분자량이 커지면서 불용성 물질로 되어 원심분리에 의하여 제거된 것으로 짐작이 된다.

### 3. 일반성분 및 무기성분의 변화

홍삼 Ext와 상징액 I, II 중 침전형성에 관여할 것으로 예견되는 성분의 변화를 조사한 결과는 Table 3과 같다. 단백질의 함량은 원료 Ext에 21.5% 함유되어 있었고 상징액 II에는 15.50% 함유되어 원료 Ext의 약 27.9%의 감소를 나타내었다. 홍삼 단백질은 분자량이 18,000~66,000이며 당이 결합되어 있다고 보고되어 있다.<sup>20)</sup> 이러한 단백질의 감소는 열에 의한 분해, 분해산물 중 일부 아미노화합물의 Maillard 반응에 의한 소비, 단백질 자체와 전분,<sup>19)</sup> 무기성분<sup>21)</sup> 등과의 결합에 의한 불용화를 원인으로 볼 수 있으며, 전보<sup>1)</sup>에서의 보고와 마찬가지로 전분과 함께 침전물 형성에 주로 영향을 미치는 성분으로 예측된다.

산성다당체의 함량은 시료간에 거의 변화가 없었다. 열처리나 장기간의 저장에 의하여 함량이 감소되지 않는 것은 도 등<sup>8)</sup>의 보고와 같이 산성다당체가 물에 용해성이 좋고 열에 대한 안정성이 높기 때문인 것으로 생각된다.

Polyphenol 화합물은 단백질과 결합함으로써 불용성 물질을 형성하는 것으로 잘 알려져 있다.<sup>22)</sup> 홍삼 Ext 중에는 그 함량이 0.6%로서 비교적 적고, 분자구조가 밝혀진 polyphenol성분은 분자량이 634로서<sup>23)</sup> 적기 때문에 침전형성에 많이 관여하지 않아 시료간에 함량차이가 거의 없는 것으로 판단된다. 조회분의

함량은 홍삼 Ext에 5.93%, 상징액 I에 5.82% 함유되어 있었고 상징액 II에는 5.36%로 감소되어 6개월간의 저장기간 중 비효소적 갈변반응<sup>24)</sup>이나 다른 성분간의 결합에 관여하여 침전물로 제거된 것으로 생각된다.

조회분을 10% 염산에 용해시켜 원자흡수분광광도계로 무기성분을 분석한 결과는 Table 4와 같다. 홍삼 Ext에는 Ca의 함량이 1540.2 ppm으로 많았고 Mg, Fe, Mn, Zn, Cu의 순으로 함유되어 있었다. 85°C, 20분간 열처리하여 생성된 침전물을 제거시킨 상징액 I에는 Ca, Fe, Mn, Cu의 함량이 각각 1266.5, 58.2, 23.1, 1.4 ppm의 농도로 감소하여 홍삼 Ext의 82.3%, 87.9%, 93.5%, 46.7% 수준으로 남아있었다. 상징액 I을 다시 85°C에서 20분간 열처리한 후 40°C에서 6개월간 저장하여 생성된 침전물을 제거시킨 상징액 II에서도 Ca, Fe, Mn, Cu의 함량이 각각 1046.6, 50.1, 22.6, 0.8 ppm의 농도로 함유되어 홍삼 Ext의 68.1%, 74.4%, 91.5%, 26.7% 수준으로 감소하였다. Ca, Fe, Cu 등은 pectin,<sup>25)</sup> protein,<sup>21)</sup> polysaccharide<sup>19)</sup>와 같은 성분과 결합하여 불용성물질을 생성하는 것으로 보고되어 있다. 또한 이러한 무기성분들은 아미노화합물과 환원당 간의 Maillard반응에 관여하여 불용성의 갈변물질을 생성한다고 하는데,<sup>24)</sup> 본 실험에서 전분과 protein의 함량이 감소하고 Table 5에서와 같이 침전물의 갈색도가 증가하는 것으로 미루어 보아 가열과 장기저장 중에 전분과 protein에서 분해된 당류와 아미노화합물에 의하여 갈변반응이 진행될 때 Cu, Ca, Fe, 등의 무기성분이 관여

**Table 3.** Chemical components of red ginseng extract and their supernatants prepared with centrifugation followed by heating and/or storage (Unit : %, dry weight basis)

Sample	Protein	Acidic polysaccharide	Polyphenol	Ash
Red ginseng Ext	21.50	4.91	0.60	5.93
Supernatant I	19.26	4.90	0.60	6.82
Supernatant II	15.50	4.88	0.59	5.36

**Table 4.** Mineral contents of red ginseng extract and their supernatants prepared with centrifugation followed by heating and/or storage (Unit : ppm, dry weight basis)

Sample	Ca	Fe	Mn	Zn	Cu	Mg
Red ginseng Ext	1540.2	67.3	24.7	22.5	3.0	218.1
Supernatant I	1266.5	58.2	23.1	20.5	1.4	218.7
Supernatant II	1049.6	50.1	22.6	21.3	0.8	210.0

**Table 5.** pH, brown color intensity and Hunter value of precipitates and supernatants in red ginseng extract prepared with centrifugation followed by heating and/or storage (Unit : %, dry weight basis)

Sample	pH	Absorbance		Hunter value		
		285 nm <sup>c</sup>	440 nm <sup>d</sup>	L	a	b
Precipitate I <sup>a</sup>	4.78	3.13	0.66	37.71	3.79	18.35
Precipitate II <sup>a</sup>	4.23	3.91	2.24	13.71	4.24	6.13
Supernatant I <sup>b</sup>	4.60	3.52	1.64	14.97	5.51	12.31
Supernatant II <sup>b</sup>	4.01	3.74	1.99	12.00	7.28	11.28

<sup>a</sup> 10% sol'n by red ginseng ext. <sup>b</sup> 1% sol'n by red ginseng ext. <sup>c</sup> brown pigment precursor. <sup>d</sup> brown pigment.

하여 갈변을 촉진시키고 결국 불용성 물질을 형성하여 침전물로 이행됨으로써 상징액 중에서의 함량이 감소되는 것으로 판단된다.

#### 4. pH, 갈색도 및 색의 변화

홍삼 Ext 용액을 살균, 장기저장 한 후 원심분리 여과하여 얻어진 상징액과 침전물의 pH, 갈색도, Hunter L, a, b값을 측정된 결과는 Table 5와 같다. pH는 침전물과 상징액 모두 I보다는 II에서 낮아졌는데, 이것은 이 등<sup>26)</sup>의 보고에서와 같이 Maillard반응 중 중간 생성물로서 여러가지 유기산류들이 생성되어 pH에 영향을 준 것으로 보인다. 갈변 전구물질로 알려진 conjugated carbonyl compounds와 갈변중간 생성물인 hydroxymethyl furfural 및 furfural 등을 285 nm에서의 흡광도로 조사한 결과 침전물과 상징액 모두 I보다는 II에서 높았으며 갈색도는 침전물의 경우 85°C에서 20분간 열처리한 침전물 I에 비하여 다시 열처리하고 40°C에서 6개월 저장한 침전물 II에서 훨씬 높은 것으로 나타났다. 열처리와 장기저장에 의한 갈색도의 변화가 상징액 보다 침전물에서 더 큰 것으로 보아 홍삼 Ext 용액을 살균과 장기저장하면서 생성되는 침전물은 대부분 갈변물질인 것으로 추측되며 당과 아미노 화합물 자체보다는 전분과 단백질이 주요 원인 물질로서, 가열과 저장에 의하여 당과 아미노 화합물로 분해되고 여기에 Cu, Ca, Fe 등의 무기성분이 관여하여 Maillard반응을 촉진시킴으로써 서서히 불용성 갈색물질이 형성되는 것으로 생각된다. Hunter color value에서도 침전물은 명도를 나타내는 L값이 많이 감소하여 색이 어두워진 것을 알 수 있으며, b값이 감소하여 황색보다는 청색이 진해지는 것으로 나타났다. 상징액의 경우에는 Hunter color value의 차이가 전반적으로 크지 않았다.

## 요 약

홍삼 드링크를 살균, 장기저장하면서 생성되는 침전물의 원인 성분과 침전 형성과정을 알아보기 위하여 홍삼 Ext용액을 1차 살균한 후, 그리고 2차 살균하고 6개월간 저장한 후 원심분리 여과하여 얻어진 상징액을 각각 상징액 I, II로 구분하고 이들의 성분 변화와 침전물의 특성을 조사하였다. 열처리와 저장기간 중 조사포닌 함량과 ginsenoside-Rb<sub>1</sub>, Rg<sub>1</sub>, Re의 함량은 약간 감소하였다. 전분의 함량은 원료 Ext에 비하여 상징액 I과 II에서 각각 65.3%와 32.8% 감소되었고 유리당은 상징액 I에서는 이당류와 단당류가 모두 증가되었으며 상징액 II에서는 sucrose와 maltose가 분해되어 glucose와 fructose의 함량이 증가되었다. 단백질은 상징액 I보다 상징액 II에서 더 많이 감소하였고, 산성다당체와 polyphenol 화합물은 큰 변화가 없었으며, 무기성분 중 Cu, Ca, Fe의 함량이 감소하였다. pH는 상징액과 침전물 모두 열처리와 저장기간 중 감소하였으며, 특히 갈변 전구물질과 갈색물질의 흡광도가 침전물 II에서 상당히 높아졌다. Hunter L값과 b값은 감소하였으며 a값은 증가하였다. 본 실험의 결과로 볼 때 홍삼 Ext 수용액을 살균하면 홍삼 Ext 중의 전분과 단백질이 유리당과 아미노 화합물로 분해되고 저장기간 중에 이들에 의한 Maillard반응이 진행되며, 이 때 Cu, Ca, Fe 등의 무기성분이 이 반응을 촉진시켜 갈변물질이 증가함으로써 침전이 형성되는 것으로 생각된다.

## 인 용 문 헌

1. 김나미, 양재원, 박이성, 성현순 : 고려인삼학회지

- 18, 122 (1994).
2. 양재원, 성현순, 박명환, 김우정 : 고려인삼학회지 **4**, 282 (1980).
3. 서기봉, 이종태 : 인삼연구보고서, 한국인삼연초연구원, p. 165 (1988).
4. 성현순, 양재원, 박명환, 김만옥 : 한국농화학회지 **24**, 137 (1981).
5. 김나미, 양재원, 김우정, 이종수 : 배재대학교 자연과학논문집 **4**, 69 (1991).
6. 유광근 : 인삼성분 분석법. 한국인삼연초연구원, p. 56 (1991).
7. Lowry, O. H., Rosebrough, N. J., Farr, A. L. and Randall, R. J. : *J. Boil. Chem.* **193**, 265 (1951).
8. 도재호 : 인삼연구보고서, 한국인삼연초연구원, p. 217 (1993).
9. Joslyn, M. A. : *Methods in Food Analysis*, Academic Press, New York, p. 582 (1970).
10. Sensahaugh, A. J. and Kenneth, J. R. : *J.A.O.A.C.* **5**, 209 (1972).
11. 유광근 : 인삼성분분석법. 한국인삼연초연구원, p. 32 (1991).
12. 도재호, 김경희, 장진규, 양재원, 이광승 : 한국식품과학회지 **21**, 480(1989).
13. 최진호, 김우정, 박길동, 성현순 : 고려인삼학회지 **4**, 314 (1980).
14. Choi, K. J., Ko, S. R., Kim, S. C. and Kim, M. W. : *The 6th International Ginseng Symposium*, p. 206 (1993).
15. 주현규, 정동근, 김남대 : 한국농화학회지 **34**, 339 (1991).
16. 양재원, 도재호, 성현순, 홍순근 : 고려인삼학회지 **6**, 37 (1982).
17. 조재선, 오성기, 조양희, 김해중, 황명호 : 고려인삼학회지 **9**, 270 (1985).
18. 김해중, 조재선, 유영진 : 고려인삼학회지 **8**, 124 (1984).
19. Bernal, V. M., Smajda, C. H., Smith, J. L. and Stanley, D. W. : *J. Food Sci.* **52**, 1121 (1987).
20. 박화진 : 인삼연구보고서, 한국인삼연초연구원, p. 127 (1992).
21. Foegeding, E. A., Bowland, E. L. and Hardin, C. C. : *International Food Hydrocolloid Conference '94 Ohio*, p. 27 (1994).
22. Spencer, C. M. : *Phytochemistry* **27**, 2397 (1988).
23. 위재준, 박종대, 김만옥 : 고려인삼학회지 **14**, 27 (1990).
24. Rendleman, J. A. : *J. Food Sci.* **52**, 1699 (1987).
25. Hwang, J., Roshdy, T. H., Kontominas, M. and Kokini, J. L. : *J. Food Sci.* **57**, 1180 (1992).
26. 이광승, 최강주, 김만옥, 양차범 : 고려인삼학회지 **114**, 117 (1990).