

원적외선 건조온도에 따른 백삼의 주근과 세근의 이화학적 특성

이기순*† · 김관후* · 김현호* · 성봉재* · 이희철** · 이용구***

*충남농업기술원 금산인삼약초시험장, **충남농업기술원 청양구기자시험장 ***농협중앙회 인삼검사소

Physicochemical Characteristics on Main and Fine root of Ginseng Dried by Various Temperature with Far-Infrared drier

Ka Soon Lee*†, Gwan Hou Kim*, Hyun Ho Kim*, Bong Jae Seong*, Hee Chul Lee**, and Young Gu Lee***

*Geumsan Ginseng & Medicinal Crop Experiment Station, CNARES, Geumsan 312-804, Korea.

**Cheongyang Boxthorn Experiment Station, CNARES, Cheongyang 345-872, Korea.

***Ginseng Inspection Office, National Agricultural Cooperative Federation, Geumsan 312-804, Korea.

ABSTRACT : To find up using of more efficient white ginseng, white ginseng was dried on various temperature (70, 80, 90, 100, 110, 120, 130 and 140 °C) with far-infrared drier and analyzed the composition of ginsenoside, carbohydrate, organic acid content and color. The type of ginseng shape was sliced and dried main and fine root, separately. As heating temperature increased, total ginsenoside content increased on main root, its content was the highest at 130 °C, while decreased on fine root. Soluble carbohydrate content was the highest at 70 °C both on main and fine root. Increase of Re, Rc and Rb2 content was increased more high at 130 °C, especially. But on fine root, content of Rg1, Rg3, Rf and Rb3 was increased and Re, Rc, Rb1 and Rb2 were decreased by the increased of temperature. As heating temperature increased, lightness of both main and fine root were decreased. Redness and yellowness of both main and fine root was increased to 120 °C and 100 °C, respectively and decreased over this temperature.

Key Words : Ginseng, Heat Temperature, Far-Infrared Drier, Ginsenoside, Soluble Carbohydrate, Organic Acid, Color

서 언

고려인삼 (*Panax ginseng* C.A. Meyer)은 수확 후 여러 형태로 소비되어지고 있는데 2006년도 인삼제품의 소비현황을 보면 인삼생산량의 약 50%가 수삼의 형태로 소비되고 있으며 그 다음이 백삼류로 약 30% 이상을 차지하고 있다. 수삼은 성질상 수분을 70% 이상 함유하고 있으므로 저장 안정성이 떨어지는 단점을 가지고 있어 장기적으로 이용 시 소비자들이 대체적으로 건삼(백삼)을 이용하게 된다. 관행적으로 만들어지는 백삼의 제조방법은 수삼을 세척한 후 자연광을 이용하여 건조하거나 적변이 발생된 삼은 박피 후 건조하는 것으로 일반적으로 건삼은 수삼의 껍질을 벗기는 유무에 따라 백삼 혹은 피부백삼(피부백삼)으로 분류되는데 건조기술이 부족하던 과거에는 주로 껍질을 벗겨서 건조시켰으며 이러한 건삼을 백삼이라고 하였고, 최근에는 껍질을 벗기는 과정에서 유용성분의 약화우려를 고려하여 껍질을 벗기지 않은 상태로 건조하게 되는데 이러한 건삼을 피부백삼이라고 한다. 수삼의 건조과정 중

건조온도에 따른 성분분석에 대한 연구로는 90°C 이상의 온도에서 성분함량과 색도에 유의적인 차이가 인정된다는 보고가 있으며 (Park *et al.*, 1981), 인삼부위별, 건조온도별 인삼의 유리당의 변화 (Kim *et al.*, 1983), 건조삼 제품 생산을 위한 수삼의 자동건조시스템 개발 (Kang *et al.*, 1993), 수삼의 홍삼제조를 위한 압출성형기 이용 시 수삼의 건조조건 확립연구 (Ha *et al.*, 2004, Ha & Ryu, 2005), 건조인삼제품의 품질 특성조사 (Gil, 2003) 등에 대한 연구 정도로 수삼의 건조에 대한 연구가 그다지 없고 인삼의 처리 및 추출조건에 따른 성분변화 (Jeong *et al.*, 1998; Wu *et al.*, 2001; Lee *et al.*, 2003; Jee *et al.*, 2006; Kim & Ryu, 2005; Yang *et al.*, 2006), 홍삼제조를 위한 증자 및 추출조건에 따른 성분들의 변화, 저장에 따른 홍삼성분의 변화 (Chang *et al.*, 2003), 추출조건에 따른 홍삼추출액의 사포닌조성 (Lee *et al.*, 2008) 등을 검토한 연구가 많은 실정이다. 지금까지 백삼은 주로 약재로 이용되어왔고, 최근 홍삼제조기의 생산으로 홍삼제조용으로 주로 애용되고 있는데 수삼을 건조할 경우 건조온도에 따

†Corresponding author: (Phone) +82-41-753-8823 (E-mail) lkasn@chungnam.net
Received May 21, 2008 / Revised July 3, 2008 / Accepted July 10, 2008

라서 사포닌을 포함한 인삼의 주요성분들이 서로 상호작용으로 변화할 것으로 예측되는 바 이에 건조온도에 따른 수삼의 이화학적 성분들의 변화를 검토하였다.

재료 및 방법

1. 실험재료

본 실험에 사용한 수삼은 충남농업기술원 금산인삼약초시험장에서 재배한 4년근을 수확하여 세척한 후 한 뿌리 당 45 ± 3 g의 중간정도 크기의 뿌리를 이용하여 실험에 사용하였다.

2. 건조처리조건

수삼을 건조하기 전에 선별한 수삼은 측근을 제외한 동체부분의 주근과 세근을 분리하고 이를 각각 실험에 사용하였으며, 주근은 0.6 ± 0.2 cm의 두께로 슬라이스 하여 25 × 40 × 4 cm 크기의 받드에 3~4겹 정도의 높이로 쌓아서 건조하고, 세근은 3~4 cm의 길이로 자른 다음 받드에 담아서 원적외선건조기로 건조하였다. 건조처리온도는 70, 80, 90, 100, 110, 120, 130 및 140°C에서 수분함량이 12% 도달하는데 까지 건조하였으며 건조된 백삼은 100 mesh 정도의 크기로 분쇄하여 분석하였다.

3. 사포닌 조성 및 함량

건조처리조건에 따라 각각 건조된 백삼분말의 사포닌 정량을 위하여 Kim *et al.* (2006), Ando *et al.* (1971)의 수포화부탄을 추출법으로 조사포닌을 추출하였다. 즉, 시료 5 g에 70% 메탄올용액 100 mL을 가하고 80°C에서 3시간동안 환류 추출한 다음 여과하고 잔류물을 다시 70% 메탄올용액으로 추출한 다음 여과하여 합한 상등액을 감압농축하고 이를 분액여두 상에서 에테르로 가하여 지질층을 제거한 다음 수포화부탄용액을 가하여 사포닌성분을 이행 분리하는 작업을 3번 반복하여 얻어진 수포화부탄층을 감압농축하고 이를 일정량의 메탄올로 녹인 다음 이를 membrane filter (0.45 μm pore size)로 여과한 후 HPLC (Agilent 1200, USA)에 10 μL씩 주입하여 사포닌 조성을 분석하였으며 분석조건은 Table 1과 같다.

Table 1. Condition of HPLC for analysis of saponin.

Column	Carbohydrate ES, 5 μm, 250 × 4.6 mm (Altech, USA)
Pump	Agilent, USA
Detector	ELSD(Altech, USA), Temp. 95°C, N ₂ : 2.0 mL/min
Mobile phase	A; Acetonitrile:water:Isopropyl alcohol(80:5:15) B: Acetonitrile:water:Isopropyl alcohol(80:25:15)
Gradient	Time(min) 0.0, 28.0, 35.0, 50.0 %B 25.0, 85.0, 100.0, 25.0
Flow rate	0.8 mL/min
Injection	10 μL

4. 당 조성 및 함량

건조처리조건에 따라 건조된 백삼분말 일정량을 70°C의 물로 3시간 추출하여 그 여액을 0.2 μm membrane filter (Whatman Co., England)로 여과한 후 HPLC (Agilent 1200, USA)에 10 μL씩 주입하여 분석하였다. HPLC의 분석 조건은 사용한 칼럼은 Sugar-pakTM (6.5 × 300 mm, Waters Co., USA)이었고, 칼럼온도는 84°C로 유지하고, 유출용매는 50 mg/L calcium disodium EDTA가 용해된 HPLC용 물을 0.5 mL/min로 흘려보냈으며, 검출은 Refractive Index detector (Agilent 1200, USA)를 사용하여 당을 분석하였다. 이때 HPLC 분석상 sucrose와 maltose가 retention time이 거의 유사한 관계로 시료 상 겹쳐 나오는 것을 분리 측정할 수 없었으므로 부가적으로 sucrose와 maltose의 함량은 Ann (1997)의 방법에 준하여 invertase를 이용하여 37°C에서 효소처리를 하여 sucrose를 완전히 분해한 후 sucrose와 maltose의 함량을 산출하였다.

5. 유기산 조성 및 함량

건조처리조건에 따라 건조된 백삼분말 일정량을 물로 추출하여 그 여액을 0.2 μm membrane filter (Whatman Co., England)로 여과한 후 HPLC (Agilent 1200, USA)에 10 μL씩 주입하여 유기산 조성을 분석하였다. HPLC의 분석 조건은 사용한 칼럼은 MetaCarb 87H (7.8 × 300 mm, Varian Co., USA)이었고, 칼럼온도는 35°C, 유출용매는 0.008 N H₂SO₄ 0.6 mL/min로 흘려보냈으며, 검출은 Diode Array detector (Agilent 1200, USA)를 사용하여 210 nm에서 3회 반복하여 측정하였다.

6. 색도측정

건조처리조건에 따라 건조된 백삼분말과 백삼분말 2 g을 물 50 mL로 추출하여 여과한 후 여과액을 가지고 색차계 (Konica Minolta, CM-3600d, Minolta Co., Ltd., Osaka, Japan)로 L값 (lightness), a값 (redness) 및 b값 (yellowness)으로 측정하였다.

7. 통계처리

본 연구의 실험결과를 SAS Enterprise guide 4.0을 이용하여 계산하였고, One-way ANOVA test를 실시한 후 최소 유의차 검정 (LSD)에 의해 평균간의 유의차를 p < 0.05 수준에서 Duncan's multiple range test로 시료간의 유의적인 차이를 검증하였고, 건조온도와 사포닌조성간, 총사포닌함량 내의 성분과의 상관관계는 Pearson's correlation으로 5%와 1% 수준에서 처리하였다.

결과 및 고찰

1. 사포닌 조성 및 함량

건조온도에 따라 인삼의 주근 및 세근의 사포닌 조성을 분

건조온도에 따른 백삼의 주근과 세근의 이화학적 특성

Table 2. Ginsenosides concentration in dried ginseng by different drying temperature.

(%, dry basis)

Temp (°C)	Main root									
	Rg2	Rg1	Rf	Re	Rd	Rc	Rb2	Rb3	Rb1	Total
70	ND	0.266 ¹⁾⁵²⁾	0.102 ^a	0.118 ^d	0.060 ^b	0.055 ^b	0.077 ^c	0.098 ^b	0.322 ^b	1.098 ^b
80	ND	0.265 ^b	0.095 ^a	0.119 ^d	0.057 ^b	0.057 ^b	0.074 ^c	0.096 ^b	0.328 ^b	1.091 ^b
90	ND	0.292 ^{ab}	0.090 ^a	0.104 ^d	0.047 ^b	0.047 ^b	0.080 ^c	0.092 ^b	0.350 ^{ab}	1.102 ^b
100	ND	0.334 ^a	0.073 ^b	0.153 ^c	0.033 ^{bc}	0.033 ^{bc}	0.063 ^c	0.089 ^b	0.371 ^a	1.149 ^b
110	ND	0.289 ^b	0.069 ^b	0.201 ^b	0.065 ^b	0.065 ^b	0.093 ^b	0.117 ^a	0.351 ^{ab}	1.250 ^a
120	0.019	0.250 ^b	0.085 ^{ab}	0.198 ^b	0.069 ^b	0.069 ^b	0.046 ^d	0.106 ^b	0.24 ^{c1}	1.082 ^b
130	0.019	0.184 ^c	0.052 ^c	0.279 ^a	0.076 ^b	0.076 ^b	0.205 ^a	0.098 ^b	0.316 ^b	1.305 ^a
140	0.016	0.188 ^c	0.050 ^c	0.149 ^c	0.133 ^a	0.133 ^a	0.068 ^c	0.075 ^c	0.183 ^d	0.995 ^b

Temp (°C)	Fine root										
	Rg2	Rg3	Rg1	Rf	Re	Rd	Rc	Rb2	Rb3	Rb1	Total
70	0.100 ^a	ND	0.188 ^b	0.115 ^b	3.045 ^a	0.533 ^a	1.702 ^a	1.933 ^a	0.177 ^d	3.922 ^a	11.615 ^a
80	0.102 ^a	0.008 ^{bc}	0.191 ^b	0.114 ^b	3.039 ^a	0.535 ^a	1.688 ^a	1.928 ^a	0.179 ^d	4.136 ^a	11.920 ^a
90	0.092 ^a	0.010 ^{bc}	0.202 ^b	0.116 ^b	3.002 ^a	0.512 ^a	1.602 ^a	1.817 ^a	0.216 ^d	3.904 ^a	11.473 ^a
100	0.088 ^a	0.009 ^{bc}	0.209 ^b	0.121 ^b	2.552 ^b	0.356 ^b	1.037 ^b	1.315 ^b	0.350 ^c	2.959 ^b	8.996 ^b
110	0.093 ^a	0.028 ^b	0.202 ^b	0.149 ^{ab}	2.509 ^b	0.322 ^b	1.094 ^b	1.233 ^b	0.365 ^c	2.761 ^b	8.756 ^b
120	0.080 ^a	0.099 ^a	0.261 ^a	0.160 ^a	1.846 ^c	0.209 ^c	0.674 ^c	0.736 ^c	0.462 ^{bc}	1.666 ^c	6.193 ^c
130	0.080 ^a	0.110 ^a	0.280 ^a	0.170 ^a	1.511 ^c	0.204 ^c	0.612 ^c	0.531 ^d	0.623 ^a	1.504 ^c	5.625 ^{cd}
140	0.060 ^b	0.100 ^a	0.261 ^a	0.160 ^a	1.210 ^{cd}	0.188 ^d	0.504 ^c	0.414 ^d	0.522 ^b	1.417 ^c	4.836 ^d

¹⁾Values represent the mean (n = 3).

²⁾Means with different superscripts within a column indicate significant difference ($p < 0.05$) by Duncan's multiple range test.

석한 결과 Table 2와 같다. 처리온도 전 구간에서 주근에서는 Rg3가 검량되지 않았으며 (data not shown) Rg2는 120°C 이상의 온도에서 미량 검출되었고, Rg1과 Rb1은 100°C 온도까지는 온도가 상승함에 따라 함량이 증가하다가 그 이상의 온도에서는 다시 감소하는 경향이였다. Re, Rc 및 Rb2는 온도가 높아짐에 따라 높은 함량을 보이는 편으로 130°C에서 가장 높았으며 140°C의 온도에서는 다시 감소하였다. Rf는 온도가 높아짐에 따라 극히 미비한 량으로 감소하는 경향을 보였고 Rb3는 110°C 온도에서 가장 높은 함량을 보였다가 그 이상의 온도에서는 미비하게 감소하는 경향을 보였다. 세근에서는 주근에서 검출되지 않은 Rg3가 검량되었으며 온도가 높아짐에 따라 미비하게 함량이 높아지는 것을 볼 수 있었으며 Rg1, Rf 및 Rb3는 온도가 높아짐에 따라 소량씩 증가하였으며 Rg2와 Rd는 미비하게 감소하였고, Re, Rc, Rb2 및 Rb1은 온도가 증가함에 따라 급격히 감소하는 추세이었다. 구성 사포닌 총 함량을 볼 때 주근에서는 구성 사포닌의 종류에 따라 변화 값에 차이가 있어서 총사포닌의 함량이 일정한 변화를 볼 수 없었고 ($r=0.02$) 140°C의 온도에서 가장 낮은 함량을 보였으며 세근에서는 건조온도가 100°C 이상의 온도에서는 온도가 증가함에 따라 그 함량이 급격히 감소하여 140°C 온도에서 건조하였을 경우 4.601%로 70°C에서 건조한 세근 (11.615%) 보다 약 2.5배 이상 감소하는 것을 볼 수 있어 건조온도에 크게 영향을 미치는 것을 볼 수 있었다 ($r=0.97$)

(Fig. 1). 이 총사포닌의 감소량은 세근에 주로 많이 함유되어 있는 사포닌인 Re, Rc, Rb2 및 Rb1이 온도상승에 따라 급격하게 감소됨으로써 상대적으로 총 사포닌 함량이 감소를 보였다. 이는 Yang *et al.* (2006)이 고온고압처리에 의한 인삼의 성분변화를 검토한 결과 Rg1, Re, Rb1 및 Rb2 등은 비교적 낮은 온도에서 안정하나 130°C 이상의 온도에서는 불안정하다고 보고한 바와 일치하며, Ha *et al.* (2004)이 수삼을 몸체 그대로와 파쇄한 수삼을 열풍건조온도에 따라 건조한 결과 주근을 몸체 자체로 건조하였을 경우 Rb1, Rb2, Rd, Re 및 Rg1 등이 건조온도가 증가할수록 함량이 높아 120°C에서 가장 높은 함량을 보였다고 보고한 것을 볼 때 본 연구결과와 비슷한 결과를 보였으며 파쇄한 수삼일 경우는 건조 속도가 몸체 자체로 건조할 경우보다 건조에 이르는 시간이 더 단축됨으로써 사포닌구성물질의 함량에 차이를 보인다고 보고한 것을 보면, 본 연구에서 주근에 함유되어있는 사포닌 구성성분의 함량과 세근에 함유되어있는 사포닌 구성성분의 함량이 건조온도에 따라 차이가 있는 것은 건조 시 표면적의 값에 따른 것으로 생각된다. 또한 Kim *et al.* (2005)도 건조방법에 따라 삼백초의 유용성분에 차이가 있다고 보고한 바 있다. 따라서 본 연구 결과에 의하면 수삼 건조 시 사포닌의 성분만을 고려할 경우 주근은 슬라이스형태로 건조하기 보다는 몸체 자체로 100~110°C의 온도에서 건조하는 것이 총사포닌 함량을 높이는 결과를 도출할 수 있을 것으로 보이며 세근은 100°C

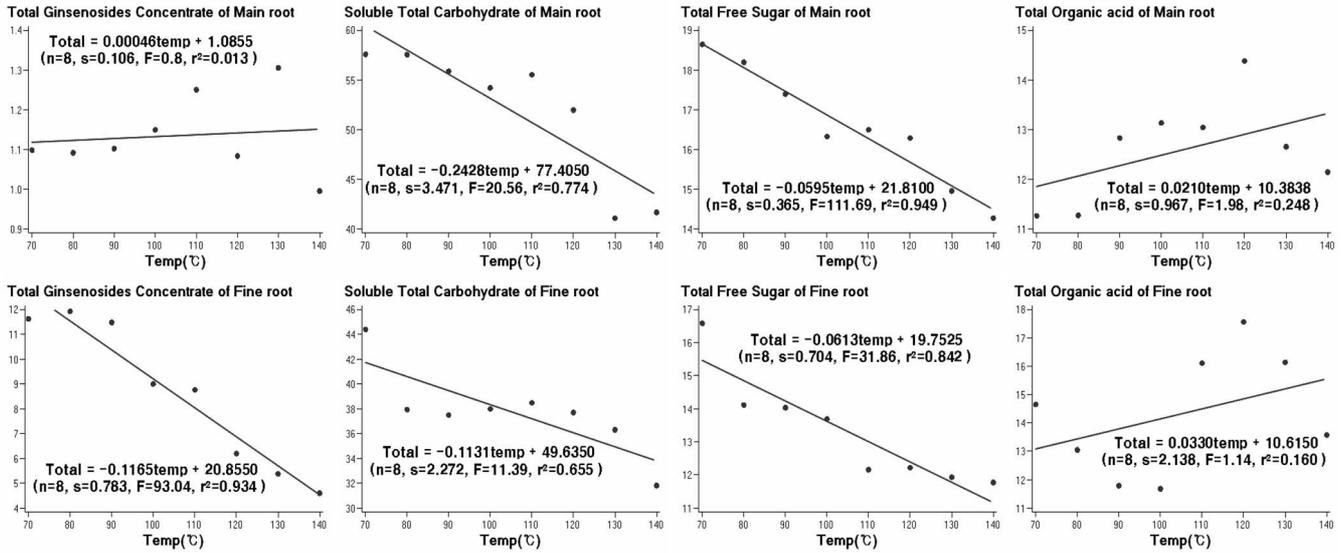


Fig. 1. Response surface and equation calculated by RSM program for various dry temperature of main and fine root on ginseng:¹ (n: Number of treatments used in regression analysis, s: Standard error, F: Calculated F value, r²: Variance in Y explained by the regression)

이하에서 되도록이면 낮은 온도에서 건조하는 것이 총사포닌 함량을 높이는 방법일 것으로 보여 주근과 세근을 함께 건조하기 보다는 건조온도를 달리하여 건조하는 것이 바람직할 것으로 생각된다.

2. 당 조성 및 함량

건조온도에 따라 건조한 인삼의 주근 및 세근의 당 조성 및 함량을 분석한 결과 Table 3과 같다. HPLC로 분석한 결과, 주근에서 용출된 당은 70°C에서 건조 시 polysaccharide (3.89%), maltotriose (2.70%), maltose (31.32%), sucrose (13.12%), glucose (2.50%), galactose (1.00%), fructose (3.02%)

Table 3. Soluble carbohydrates content in dried ginseng by different drying temperature.

(%, dry basis)

Temp (°C)	Main root						
	Polysaccharide	Maltotriose	Maltose	Sucrose	Glucose	Galactose	Fructose
70	3.89±0.25 ¹⁾	2.70±0.09	31.32±0.08	13.12±0.05	2.50±0.09	1.00±0.04	3.02±0.07
80	3.92±0.22	2.79±0.11	31.60±0.08	12.78±0.04	2.47±0.07	1.02±0.02	2.94±0.05
90	4.65±0.18	3.00±0.09	29.72±0.11	12.52±0.05	2.00±0.08	1.09±0.00	2.87±0.04
100	4.70±0.11	3.20±0.08	28.77±0.09	11.75±0.07	1.86±0.08	1.19±0.04	2.71±0.01
110	5.75±0.09	3.36±0.09	28.49±0.07	11.76±0.10	1.90±0.04	1.42±0.02	2.83±0.00
120	5.36±0.12	4.03±0.07	24.92±0.06	11.66±0.09	1.81±0.00	1.36±0.01	2.81±0.02
130	4.48±0.14	3.81±0.05	16.59±0.07	10.47±0.10	1.70±0.00	1.23±0.00	2.78±0.02
140	4.08±0.08	3.39±0.04	18.80±0.04	10.07±0.05	1.64±0.00	1.11±0.00	2.56±0.00

Temp (°C)	Fine root							
	Polysaccharide	Polygalacturonic acid	Maltotriose	Maltose	Sucrose	Glucose	Galactose	Fructose
70	2.84±0.16	0.65±0.04	2.68±0.10	20.97±0.11	10.24±0.04	2.97±0.11	0.66±0.04	3.37±0.21
80	2.42±0.09	0.65±0.04	2.29±0.11	17.72±0.09	9.27±0.05	2.03±0.11	0.74±0.07	2.81±0.11
90	2.43±0.12	0.59±0.06	2.29±0.02	17.45±0.08	9.22±0.02	2.01±0.09	0.70±0.06	2.80±0.09
100	2.43±0.09	0.63±0.01	2.60±0.09	17.81±0.08	9.14±0.01	1.81±0.07	0.82±0.04	2.74±0.09
110	3.43±0.07	0.71±0.00	2.60±0.04	18.88±0.02	9.07±0.02	1.07±0.08	0.70±0.02	2.02±0.04
120	3.19±0.05	0.61±0.02	2.64±0.05	18.44±0.04	9.02±0.00	1.10±0.00	0.60±0.00	2.10±0.05
130	3.32±0.04	0.66±0.02	2.74±0.02	17.05±0.04	8.99±0.00	1.00±0.05	0.60±0.01	1.94±0.00
140	2.23±0.02	0.73±0.00	2.26±0.01	14.29±0.02	9.00±0.00	0.92±0.01	0.53±0.01	1.85±0.01

¹⁾Values represent the mean±SD (n = 3).

glucose (2.50%), galactose (1.00%) 및 fructose (3.02%)가 검량되었고, 세근에서는 주근에서 검출되지 않은 polygalacturonic acid (0.65%)가 검량되었으며, 대체적으로 용출된 모든 당 성분들이 세근에서보다 주근에서 그 함량이 높게 나타났다. 이는 주근이 저장 탄수화물로 전분을 많이 함유하고 있기 때문인 것으로 생각된다 (Kim *et al.*, 1977). 또한 주근에서 건조온도가 110~120°C 정도로 상승함에 따라 가용성 다당체 및 maltotriose가 증가하는 것으로 나타났다. 이는 Kim *et al.* (1983)이 보고한 바에 의하면 건조온도가 상승함에 따라 maltose의 함량이 급격히 높아졌고 glucose, fructose 및 sucrose는 소량 증가하였다고 보고한 바를 보면 본 연구결과 maltose의 함량이 증가한 것과는 일치하였으나 glucose, fructose 및 sucrose는 본 실험에서는 소량씩 감소하는 결과와 비교할 때 상이한 결과를 보였다. 또한 건조온도가 70~80°C에서 주근과 세근 모두 maltotriose와 maltose의 함량이 가장 높았고 건조온도가 높아질수록 이들 함량이 비례적으로 낮아지는 것을 볼 때 Kim *et al.* (1983)이 수삼의 건조과정 동안 인삼 중의 효소의 작용에 의해 maltose의 함량이 증가할 것이라고 보고한 것과 거의 비슷한 결과를 보였으며, Ann (1997)의 보고에 의하면 수삼 내에 함유되어 있는 당 조성은 전분 3.90%, sucrose 3.77%, maltose 3.50%, fructose 0.09% 및 glucose 0.04%로 유리당 중에 sucrose가 가장 많은 함량을 가지고 있는 것으로 나타났으나 본 연구에서는 수삼을 기준으로 환산할 경우 sucrose함량은 Ann (1997)의 결과와 비슷하였으나 glucose와

fructose의 함량은 상당히 높은 함량을 보였다. 그러나 본 연구에 의하면 건조온도에 따른 유리당 (sucrose, fructose 및 glucose)의 총 함량과의 상관관계 (main root: $r=0.98$, fine root: $r=0.96$)를 도출해 본 결과 건조온도에 따라 유리당의 변화가 크게 관계있음을 볼 수 있었다 (Fig. 1). 이는 건조과정 중 수삼 중에 함유되어 있는 전분과 당이 건조과정 혹은 추출 과정 중에 변화한 것으로 생각되어지며 이러한 변화가 물리적 변화인지 화학적 변화인지는 더 구명해 볼 필요가 있을 것으로 보인다.

3. 유기산 조성 및 함량

건조한 인삼에서 주된 유기산은 succinic acid, malic acid 및 citric acid이었으며 oxalic acid와 fumaric acid는 소량 검출되었다 (Table 4). 건조온도에 따른 유기산함량을 측정된 결과 succinic acid의 함량은 주근에서는 70°C의 온도에서 가장 함량이 높았고 건조온도가 높아질수록 그 함량이 감소하는 경향이였으나 ($r=-0.84$) 세근에서는 110°C에서 가장 높았으며 그 이상의 온도에서는 온도가 증가할수록 감소하는 경향을 보였으며 citric acid와 malic acid는 주근에서는 100°C와 120°C에서 각각 가장 높다가 그 이상의 온도에서는 감소하는 경향을 보였으나 세근에서는 온도에 따른 상관관계가 낮게 나타났으며 총 유기산함량으로 볼 때 온도에 따른 상관관계 (main root: $r=0.49$, fine root: $r=0.39$)는 낮은 편이었다 (Fig. 1). 그러나 oxalic acid는 주근에서는 130°C까지 온도가 높아짐에

Table 4. Organic acid in dried ginseng by different drying temperature.

(%, dry basis)

Temp (°C)	Main root				
	Oxalic acid	Citric acid	Malic acid	Succinic acid	Fumaric acid
70	0.10±0.01 ¹⁾	2.33±0.24	3.15±0.25	5.66±0.35	0.020±0.001
80	0.10±0.01	2.34±0.22	3.18±0.29	5.63±0.41	0.019±0.001
90	0.19±0.01	3.12±0.25	4.85±0.22	4.65±0.26	0.017±0.001
100	0.26±0.02	3.49±0.23	5.26±0.15	4.11±0.32	0.010±0.000
110	0.27±0.02	3.34±0.19	5.40±0.14	4.02±0.15	0.008±0.000
120	0.38±0.02	3.16±0.14	6.03±0.16	4.80±0.09	0.006±0.000
130	0.39±0.02	2.89±0.10	5.44±0.20	3.93±0.07	trace
140	0.34±0.04	2.67±0.12	5.42±0.23	3.71±0.10	trace

Temp (°C)	Fine root				
	Oxalic acid	Citric acid	Malic acid	Succinic acid	Fumaric acid
70	0.33±0.01	3.61±0.31	3.88±0.09	6.81±0.24	0.020±0.001
80	0.29±0.00	2.95±0.22	3.45±0.14	6.34±0.52	0.019±0.002
90	0.34±0.01	2.45±0.24	2.66±0.15	6.32±0.41	0.018±0.000
100	0.38±0.02	2.47±0.17	2.77±0.22	6.05±0.37	0.009±0.000
110	0.61±0.01	3.08±0.19	4.00±0.10	8.41±0.22	0.008±0.000
120	0.59±0.04	3.22±0.11	5.62±0.07	8.12±0.20	0.008±0.000
130	0.62±0.02	3.17±0.08	5.73±0.02	6.61±0.23	0.007±0.000
140	0.48±0.05	2.92±0.14	5.06±0.09	5.11±0.14	trace

¹⁾Values represent the mean±SD (n = 3).

Table 5. Color in dried ginseng by different drying temperature.

Temp (°C)	Main root			Fine root		
	L	a	b	L	a	b
70	86.68±1.77 ¹⁾	2.78±0.09	17.63±1.22	87.87±1.56	2.25±0.11	16.95±1.28
80	85.87±2.02	2.80±0.10	19.37±0.86	79.17±1.22	4.52±0.10	21.37±1.34
90	74.38±2.45	7.76±0.14	22.25±0.87	74.63±0.89	6.87±0.09	23.41±1.22
100	75.39±1.02	7.47±0.09	22.37±0.65	71.83±0.69	8.42±0.08	24.53±1.25
110	64.74±1.11	9.74±0.21	21.24±0.57	65.15±0.71	9.67±0.10	22.41±0.90
120	61.10±1.09	10.37±0.30	21.04±0.44	61.85±0.55	9.77±0.14	20.79±0.92
130	57.64±2.04	9.63±0.21	18.06±1.14	60.04±0.45	9.22±0.12	16.41±0.12
140	52.56±2.33	8.30±0.54	13.97±1.00	59.83±0.62	8.56±0.21	16.10±0.11

¹⁾Values represent the mean±SD (n=3).

따라 함량이 증가하는 경향이었고 (r=0.94) 세근에서는 110~130°C 온도에서 함량이 높게 나타났으며 (r=0.78), fumaric acid는 주근, 세근 모두 온도가 높아질수록 감소하는 경향을 보였지만 (main root: r=-0.98, fine root: r=-0.95) 인삼 내에 함유되어 있는 유기산 중 oxalic acid와 fumaric acid의 함량이 거의 미량으로 존재하기 때문에 인삼 건조온도에 대한 상관관계를 도표와 하기에는 좀 부적당할 것으로 생각된다 (data not shown). 이상과 같이 건조온도에 따라 유기산의 함량이 다름을 볼 수 있었다. Jeong *et al.* (1998)이 보고한 수삼과 백삼의 유기산 함량을 분석한 결과 주된 유기산이 citric acid이라고 보고한 것과는 상이한 결과를 보였다.

4. 색도

건조한 인삼의 색도를 측정된 결과 Table 5와 같다. 주근 세근 모두 L값은 건조온도가 높아질수록 감소하는 경향이였다. 적색도는 주근에서는 80°C까지는 크게 증가하지 않았으나 90°C 이상의 온도에서는 급격하게 증가하여 120°C에서 10.37±0.30으로 가장 높았으며 그 이상의 온도에서는 감소하는 경향이였다. 세근에서의 적색도는 건조온도가 높아질수록 서서히 증가하여 주근에서와 같이 120°C에서 9.77±0.14로 가장 높은 값을 보였다. 황색도는 100°C까지 서서히 증가하다가 그 이상의 온도에서는 온도가 높아질수록 감소하였다. 이는 Ha *et al.* (2004)이 열풍건조온도를 80, 100 및 120°C에 따라 건조한 수삼의 색도를 측정된 결과, 적색도와 황색도가 120°C에서 가장 높았다고 보고한 것과 일치하는 경향이였다. 이는 수삼 내에 함유되어있는 환원당 및 수분의 함량과 반응온도가 높을수록 갈색화 반응이 촉진되며 특히 fructose의 경우 110°C 온도에서 카라멜화 반응이 촉진되며 110~120°C의 온도에서 갈색화 반응이 가장 크다고 Kim *et al.* (2002)이 보고한 것을 볼 때 본 실험 결과 주근에서는 120°C, 세근에서는 100~110°C에서 적색도와 황색도가 증가한 것은 같은 결과를 보였다.

적 요

수삼을 주근 및 세근으로 분리하여 원적외선건조기를 이용하여 건조온도(70, 80, 90, 100, 110, 120, 130 및 140°C)에 따라 건조한 후, 사포닌, 당, 유기산 및 색도를 분석하였다. 건조한 주근의 총사포닌 함량은 건조온도가 높을수록 미량 증가하여 130°C에서 가장 높았고 세근에서는 온도가 증가할수록 감소하였다. 세근에서 온도가 증가할수록 급격하게 감소한 ginsenoside는 Re, Rc, Rb1 및 Rb2 이었고 Rg1, Rg3, Rf 및 Rb3는 미량씩 증가하였다. 가용성 당은 주근, 세근 모두 70°C에서 가장 많이 용출되었고, 유기산 함량은 주근 세근 모두 120°C에서 가장 많은 함량을 보였다. 건조온도에 따른 색도는 온도가 증가할수록 밝기는 주근 세근 모두 감소하였고 적색도는 온도가 증가할수록 높아져서 120°C에서 가장 높았고 황색도는 100°C에서 가장 높았으며 그 이상의 온도에서는 감소하는 경향이였다. 따라서 수삼 건조 시 건조온도에 따라 사포닌 구성함량 변화의 차이를 보임으로서 백삼의 이용목적에 맞게 수삼 건조 시 온도, 건조 형태 및 주근과 세근을 분리하여 건조하는 방법을 이용하는 것이 바람직할 것으로 생각된다.

LITERATURE CITED

Ando T, Tanaka O, Shibata S (1971) Chemical studies on the oriental plant drugs(XXV). Comparative studies on the saponins and sapogenins of ginseng and related crude drugs. *Soyakugaku Zasshi*. 25:28-33.

Ann YG (1997) Sugars in Korean ginseng(*Panax ginseng* C. A. Meyer). *Korean J. Food & Nutr.* 10(4):480-484.

Chang JK, Park CK, Shim KH (2003) Changes in chemical components of red ginseng processed from the fresh ginseng stored at low temperature. *Korean J. Food Preserv.* 10(2):158-161.

Gil BI (2003) A survey on the quality characteristics of dried ginseng products. *Korean J. Food Sci. Technol.* 35(5):1003-1006.

Ha DC, Lee JW, Do JH, Park CK, Ryu GH (2004) Drying rate

- and physicochemical characteristics of dried ginseng. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 33(4):741-746.
- Ha DC, Lee JW, Ryu GH** (2005) Changes in ginsenosides and maltol in dried raw ginseng during extraction process. Food Sci. Biotechnol. 14(3):363-367.
- Ha DC, Ryu GH** (2005) Chemical components of red, white and extruded root ginseng. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 34(2): 247-254.
- Jee HK, Cho YJ, Kim CT, Jang YS, Kim CJ** (2006) Increase of solubility of ginseng Radix by extrusion cooking. Korean J. Food Sci. Technol. 38(3):361-368.
- Jeong SI, Lee YG, Kim CS, Lee S** (1998) Property and inhibition of hydrolysis of ginseng saponins by organic acids neutralization in ginseng extract preparations. Korean J. Medicinal Crop Sci. 6(4):305-310.
- Kang HA, Chang KS, Chang DI** (1993) A study on development of automatic drying system of ginseng. Korean J. Food Sci. Technol. 25(6):764-768.
- Kim BS, Ryu GH** (2005) Effect of die temperature and dimension on extract characteristics of extruded white ginseng. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 34(4):544-548.
- Kim HJ, Nam SH, Kim HS, Lee SK** (1977) Studies on the components of korean *Panax ginseng*, C.A. Korean J. Food Sci. Technol. 9(4):19-23.
- Kim HJ, Jo JS, Nam SH, Park SH, Mheen KC** (1983) Free sugar distribution in ginseng plant and change of it's content in the root with dehydration. Korean J. Ginseng Sci. 7(1):44-50.
- Kim JY, Jo SH, Keum JH, Lee KR, Yi SY** (2002) Food Chemisry. *Moonwoondang*. p. 196.
- Kim MJ, Kim IJ, Nam SY, Lee CH, Yun T, Song BH** (2006) Effects of drting methods on content of active components, antioxidant activity and color values of *Saururus chinensis* Bail. Korean J. Medicinal Crop Sci. 14(1):8-13.
- In JG, Park DS, Lee BS, Lee TH, Kim SY, Rho YD, Cho DH, Jin CW, Yang DC** (2006) Effect of potassium phosphate on growth and ginsenosides biosynthesis from ginseng hairy root. Korean J. Medicinal Crop Sci. 14(6):371-375.
- Korea Ginseng and tobacco research institute** (1991) Analytical methods of ginseng components. Jeilmunhwa-sa, Taejeon, Korea. pp. 57-61.
- Lee MK, Lee JY, Do JH, Kwon JH** (2003) Effects of electron-beam irradiation on saponins and physio-chemical properties of ginseng powders. Korean J. Food Preserv. 10(2):206-212.
- Lee SH, Kang JI, Lee SY** (2008) Saponin composition and physico-chemical properties of korean red ginseng extract as affected by extracting conditions. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 37(2):256-260.
- Park KD, Choi JH, Kim OC, Park TK** (1981) The effect of drying temperature and time on ginseng te quality. Korean J. Food Sci. Technol. 13(3):202-208.
- Wu J, Lin L, Chau FT** (2001) Ultrasound-assisted extraction of ginseng saponins from ginseng roots and cultured ginseng cells. Ultrasonics Sonochemistry 8:347-352.
- Yang SJ, Woo KS, Yoo JS, Kang TS, Noh YH, Lee JS, Jeong HS** (2006) Change of korean ginseng components with high temperature and pressure treatment. Korean J. Food Sci. Technol. 38(4):521-525.