

원 저

처치온도에 따른 초미분화 산양삼의 홍삼화 연구

김진호* · 권기록* · 이은희** · 차배천**

* 상지대학교 한의과대학 침구학교실

** 상지대학교 동물생명자원학부

Effects of Temperature variations on the Super Fine Powderization of Korean Cultivated Wild Ginseng

Jin Ho Kim* · Ki Rok Kwon* · Eun Hee Lee** · Bae Chun Cha**

* Dept. of Acupuncture & Moxibustion, Oriental Medical College, Sangji University

** Division of Animal resources and life science, Sangji University

Abstract

Objectives: The aim of this study was to find optimal conditions for producing red ginseng from cultivated wild ginseng using the Turbo Mill.

Methods: Characteristics of powdered cultivated wild ginseng based on various temperature settings of the Turbo Mill were observed, and changes in the content was measured by HPLC for various ginsenosides.

Results: 1. The diameter of cultivated wild ginseng powder ground by the Turbo Mill was around 10 μ m.
2. As the temperature rose, pressure, Specific Mechanical Energy(SME), and density decreased, whileas Water Solubility Index(WSI) increased.
3. As the temperature rose, super fine powder showed tendency to turn into dark brown.
4. Measuring content changes by HPLC, there was no detection of ginsenoside Rg3 and ginsenosideRg1, Rb1, and Rh2 concentrations decreased with increase in temperature.

Conclusions: Super fine powder of cultivated wild ginseng produced by the Turbo Mill promotes easy absorption of effective ingredients by breaking the cell walls. Using this mechanism to produce red ginseng from cultivated wild ginseng, it yielded less than satisfactory results under the current experiment setup. Further researches are needed to verify more suitable condition for the production of red ginseng.

Key words : Turbo Mill, Super Fine Powderization, Korean Cultivated Wild Ginseng, red ginseng

1. 서 론

山蓼은 五加科(주릅나무과 ; Araliaceae)에 속한 다년

생 초목인 人蓼(panax ginseng C. A. Mey.)이 야생상태에서 자연 발아하여 성장한 蓼을 일컬으며¹⁾ 산양삼은 산삼의 씨앗이나 幼蓼을 인위적으로 산에서 재배한 삼을 말한다.

현재 전 세계적으로 유통되고 있는 인삼속의 식물 종은 6종이 알려져 있고, 이 중 상품성이 인정된 것은 한

* 교신저자 : 권기록, 강원도 원주시 우산동 283
상지대학교 부속 한방병원 침구과
(Tel : 033-741-9258 E-mail: beevenom@paran.com)

국, 중국 등 아시아 극동지역에서 재배되고 있는 고려인삼(*panax ginseng* C. A. Mey.)과²⁾ 미국, 캐나다지역에서 재배되고 있는 화기삼(*panax quinquefolium* L.)³⁾, 그리고 중국 남부에서 재배되고 있는 전칠삼(*panax notoginseng* F.H. Chen)⁴⁾이 있다.

인삼은 크게 가공 방법에 따라 수삼, 백삼, 홍삼 등으로 분류되는데, 수삼을 껍질을 벗기지 않은 상태로 증기 및 기타의 방법으로 찌서 말린 홍삼은 장기간 보관이 가능할 뿐만 아니라 공정과정에서 항암효과나 항산화 작용이 우수한 ginsenoside Rg3, Rh2가 생성되고, 인삼에 비해 다량 함유되어 있어서 대표적인 인삼 가공 제품으로 평가되고 있다^{5,6)}.

압출 성형 공정은 혼합, 분쇄, 가열, 성형과 같은 단위 조작이 단시간에 연속적으로 압출성형기 배럴 내부에서 일어나므로 다른 열처리 공정에 비하여 효율적이고 경제적인 가공 방법이다⁷⁾. 특히 생물고분자의 가열 공정에 압출 성형 공정을 적용하면 전열기 또는 가열매체로부터 공급되는 열에너지 외에 스크류의 회전에 의해 투입되는 기계적 에너지를 받아 전단력과 압력을 받게 되므로 가열, 가압, 전단력이 동시에 원료에 가해지는 연속공정이다⁸⁾.

지금까지 산양삼은 채취한 후 찢어서 먹거나 물에 끓여서 복용하는 방법만이 사용되고 있고, 가공 공정 기술의 개발은 산양삼의 대중화와 산업화를 위해서는 반드시 수행되어야 할 기술이다. 또한 현재 진행되고 있는 산삼약침의 안정적인 공급을 위한 시료확보에도 유용하게 사용될 수 있는 기술로 판단되어 압출 성형을 이용한 초미분화 공법을 산양삼에 적용하고자 이축 압출 성형기의 스크류 회전속도, 온도의 공정 변수의 변화에 따른 압출 압력, 압출물 밀도, 팽화율을 측정하여 가공 조건을 분석하였고, 온도에 따른 산양삼 홍삼화 가공을 시행한 후 ginsenoside- Rg3, Rh2와 Rg1, Rb1 등의 함량을 분석하여 유의한 결과를 얻었기에 보고하는 바이다.

II. 방법

1. 재료

본 실험에 사용한 국내산 산양삼은 충남 서천시에 있는 천방농산에서 1996년에 파종하여 재배한 10년생을

사용하였다(Fig. 1).

2. 압출 성형을 이용한 초미분화 분말의 홍삼화

1) 압출 성형기

본 연구에 사용한 압출 성형기는 동방향 완전 맞물림형 이축 압출 성형기 (HANKOOK E.M Ltd., Korea, Fig. 45)로서 L/D의 비가 32:1 이고, screw 직경은 32mm이다. 다이는 지름이 3mm, 4개의 홀을 가진 원형 타입을 이용하였다. 운전 중의 압력은 계측장비(DEWEBOOK, DEWETRON, GERMANY)를 이용하여 자동으로 측정하였다(Fig. 2).

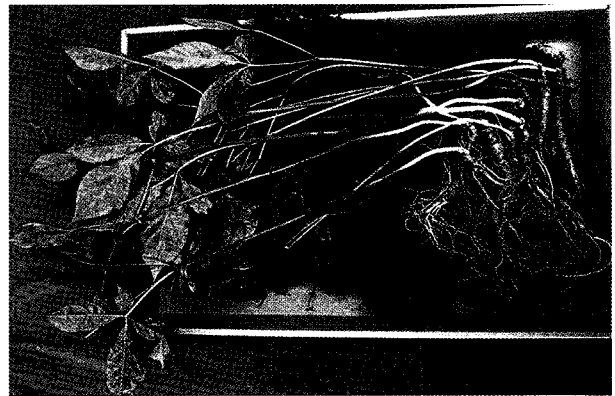


Fig. 1 Cultivated wild ginseng 10 years old Seeded in 1996 at ChonBangNongSan and harvested on Aug. 24, 2006.

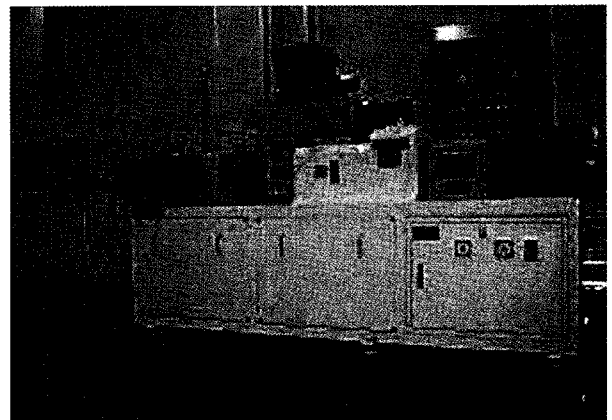


Fig. 2 Twin screw extruder

인삼 압출성형시 스크류 구간별로 배치해야하는 스크류의 종류와 형태가 다르다. 본 실험에서 아래와 같은 조건으로 스크류 배열을 한 후 인삼 가공 실험을 수행하였다. 스크류 구간별 영향을 및 특성을 Table 16와 같이 나타내었다. 실험에 사용한 스크류는 conveying element 48mm, 33mm, 24mm(forward pitch), 이고, Kneadking element 24mm(90°, 45°, forward, backward) 이다(Fig. 3).

본 연구에서는 인삼 압출 성형 시 스크류 회전속도는 400 rpm, 공급량은 15 kg/hr, 함수율은 25%로 일정하게 조절하였으며 다이는 지름이 3mm인 원형타입을 사용하였다.

온도 변화는 120°C, 150°C, 180°C의 세 가지로 변화하였다.

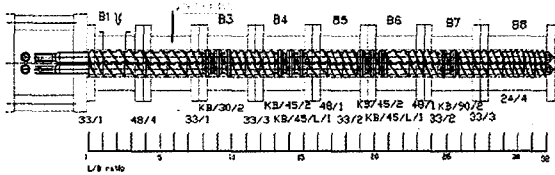


Fig. 3 Layout of extruder showing screw configuration

2) 측정 항목

산양삼 압출 성형 시 스크류 회전속도는 400 rpm, 공급량은 15 kg/hr, 함수율은 25%로 일정하게 조절하였으며, 다이는 지름이 3mm인 원형타입을 사용하였다.

온도 변화는 120°C, 150°C, 180°C의 세 가지로 변화 주어서 실험하였다. 8번에서 5번 section까지 배열의 온도를 각각 120/ 120/ 100/ 100/ 80/ 80°C와 150/ 140/ 120/ 100/ 80/ 80°C, 180/ 160/ 140/ 120/ 100/80°C로 변화시키면서 실험하였다.

① 비기계적 에너지(Specific Mechanical Energy, SME) 투입량

비기계적에너지는 원료가 투입되어 압출성형기를 통과할 때 원료의 단위 질량당 소비된 전기에너지로서 원료 투입 시 전력에서 모터 공회전 시의 전력을 빼면 실제 원료에 투입된 전력이 되며, 이에 대하여 생산량을 나누어 계산되어지며 계산식은 다음과 같다.

$$SME = \frac{\text{원료투입시 전력}(W) - \text{공회전시의 전력}(W)}{\text{생산량}(kg/hr)} \quad [Wh/kg]$$

② 압출압력(Pressure)

운전 중의 압출압력에 대한 자료는 5분 이상 압출성형 후 압력이 안정된 상태에서 계측장비(DEWE BOOK, DEWETRON, GERMANY)를 이용하여 1분간 측정 후 평균값을 구하였다.

③ 밀도(Density)

밀도는 압출성형된 10개의 시료를 15 mm로 절단하여 부피를 측정(압출물의 지름 및 길이는 전자식 버니어 캘리퍼스로 측정)한 후 질량을 측정하여 계산하였으며 그 평균값을 구하였다.

④ 수분용해지수(Water Solubility Index; WSI)

WSI는 다음과 같은 방법으로 측정하였다. 원재료, 120°C, 150°C, 180°C의 세가지 조건에서 압출 성형한 시료를 분쇄하여 250µm의 체를 통과 시킨 후 시료 1g 과 증류수 20ml를 원심분리 튜브에 투입하여 30°C로 30분간 교반시켰다. 교반 후 증류수에 혼합된 시료를 3µm의 여과지로 여과 후 상등액을 24 시간 동안 원적외선 건조기로 건조하였다. 건조한 고형분량과 압출성형물 시료의 무게 백분율을 수분용해지수(WSI)로 표시하였으며 식은 아래와 같다.

$$WSI = \frac{\text{Weight of sediment}}{\text{Weight of dry solid}}$$

⑤ 전자현미경 촬영

압출되어진 분말을 전계방사형주사전자현미경(Field Emission Scanning Electron Microscope, S4300, HITACHI, Japan)을 사용하여 관찰하였다.

3. 초미분화 홍삼분말의 ginsenoside 측정

1) 실험기기 및 시약

Rotary vacuum evaporator는 Eyla Tokyo Co.의 농축기를 사용하였고, 분석용 HPLC로는 Varian 9012 solvent Delivery System, 검출기는 Varian Variable Wavelength 9050 UV-VIS detector, 그리고 Autosampler는 Varian 9300을 사용하였다. AcCN, MeOH등의 분석시약은 모두

HPLC용 시약을 사용하여 측정하였으며, 추출 및 분획 용 용매는 모두 표준품을 사용하여 실험하였다.

2) 추출 및 분석시료

온도 조건에 따라 압출 성형을 통하여 만들어진 분말(1-5g)에 80% MeOH 100-500 ml를 가하여 수욕 상에서 3 시간씩 3회 환류 추출하여 여과 후 농축한 80% MeOH 추출물을 얻었다. 얻어진 80% MeOH 추출물을 증류수에 현탁시켜 n-hexane, EtOAc 및 n-BuOH 순으로 분획한 후 농축하여 사포닌 주성분 분획물인 n-BuOH 분획물을 얻었다. 조사포닌 n-BuOH 분획물을 사포닌의 패턴 분석을 위한 시료로 사용하였다(Fig. 4).

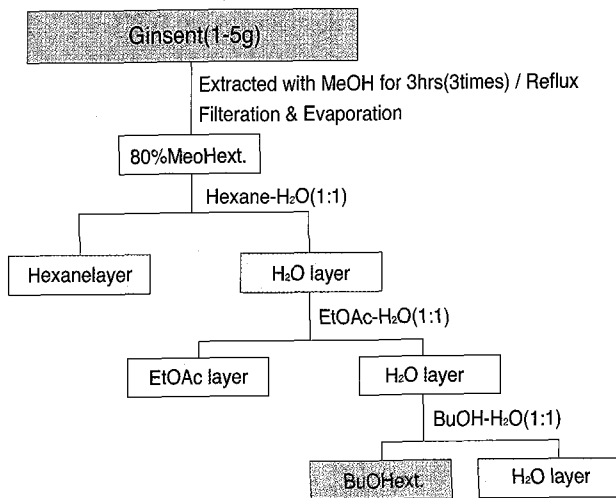


Fig. 4 Manufacturing process of crude saponin by extraction and fraction

3) HPLC의 분석조건

HPLC 조건은 column은 Capcell Pak C18(150×4.6mm, 5 μm, Shiseido Co.)이며 유속은 1 ml/min, column 온도는 40 °C, 시료 주입량은 20 μl 로 UV 203nm에서 실험하였다. 이동상은 분석하고자 하는 사포닌의 종류에 따라서 비극성 사포닌류인 ginsenoside-Rg3와 ginsenoside-Rh2의 분석시의 이동상 조건은 Table 1.에, 극성 사포닌류인 ginsenoside-Rb1과 ginsenoside-Rg1의 이동상의 분석조건은 Table 2.에 나타내었다.

Table 1. HPLC condition for analysis of Rh2 and Rg3

Instrument				
Pump	9012 solvent Delivery System, Varian Co.			
Detector	9050 Variable Wavelength UV-VIS Detector, Varian Co.			
Autosampler	9300 Autosampler, Varian Co.			
Column	Capcell Pak C18(150×4.6mm:5μ), Shiseido Co.			
Operating condition				
UV Absorbance	203 nm			
Column temp.	40°C			
Injection vol.	20 μl			
Mobile phase A	40% Acetonitrile			
Mobile phase B	60% Acetonitrile			
Gradient profile	Time(min)	%A	%B	Flow(ml/min)
	0:00	90	10	1.0
	12:00	50	50	1.0
	20:00	25	75	1.0
	25:00	30	70	1.0
	30:00	90	10	1.0

Table 2. HPLC condition for analysis of Rg1 and Rb1

Instrument				
Pump	9012 solvent Delivery System, Varian Co.			
Detector	9050 Variable Wavelength UV-VIS Detector, Varian Co.			
Autosampler	9300 Autosampler, Varian Co.			
Column	Capcell Pak C18(150×4.6mm:5μ), Shiseido Co.			
Operating condition				
UV Absorbance	203 nm			
Column temp.	40°C			
Injection vol.	20 μl			
Mobile phase A	15% Acetonitrile			
Mobile phase B	80% Acetonitrile			
Gradient profile	Time(min)	%A	%B	Flow(ml/min)
	0:00	90	10	1.0
	30:00	40	60	1.0

4) 표준액 및 검액의 제조

비극성 사포닌류의 패턴 분석을 위한 표준액은 ginsenoside-Rg3와 ginsenoside-Rh2를 각 50 μg을 HPLC 용 MeOH 1 ml에 녹여 표준용액으로 하였고, 극성 사포닌류의 패턴 분석을 위한 표준액은 ginsenoside-Rb1과

ginsenoside-Rg1 각 150 μ g을 HPLC 용 MeOH 1ml에 녹여 표준용액으로 하였다. 검액은 모든 시료의 농도가 유사하도록 7-13 mg/ml의 농도가 되도록 검액을 제조하여 분석하였다.

5) 정량선의 작성

표준품 ginsenoside-Rg3와 ginsenoside-Rh2는 500, 200,

100, 80, 50, 20 μ g/ml 농도로 희석하여 분석하였고, ginsenoside-Rg1과 ginsenoside-Rb1은 1000, 500, 400, 300, 200, 100, 50 μ g/ml 농도로 희석하여 분석하였다. 여기에서 얻은 주성분에 대한 피크 면적비 (X축)와 표준품 농도 (Y축)에 대한 검량선을 각각 작성하였다. 검량선의 그래프는 Fig. 5-8와 같고, 각 ginsenoside류의 검량선의 함수와 상관계수 R값은 Table 3.에 제시하였다.

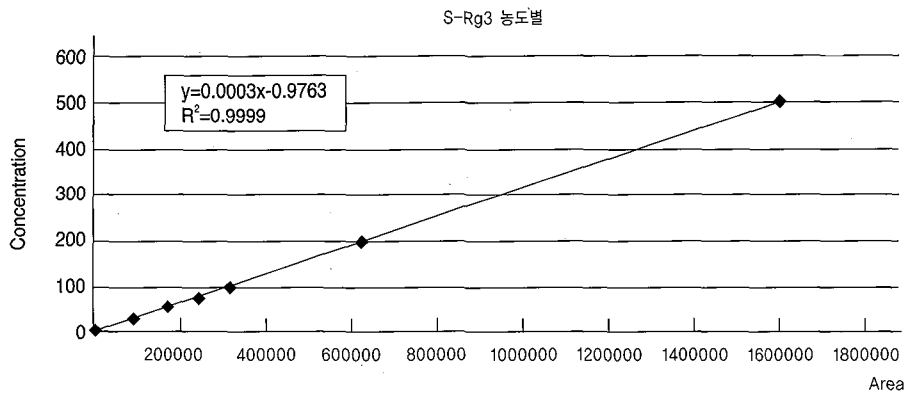


Fig. 5 Calibration curve of ginsenoside-s Rg3.

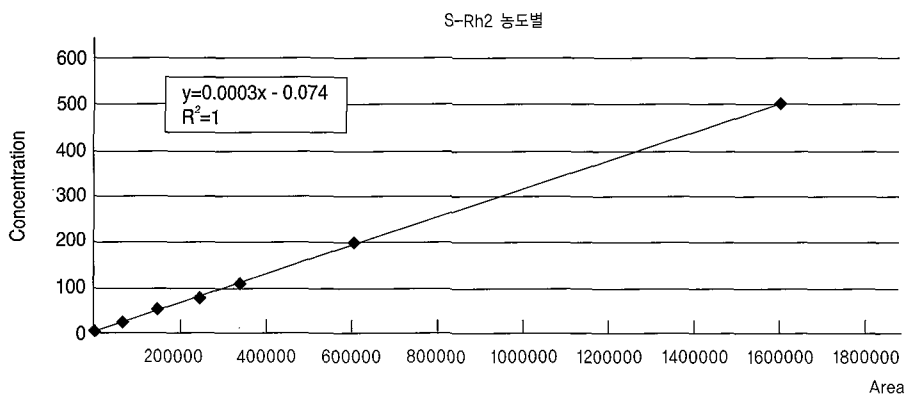


Fig. 6 Calibration curve of ginsenoside-s Rh2.

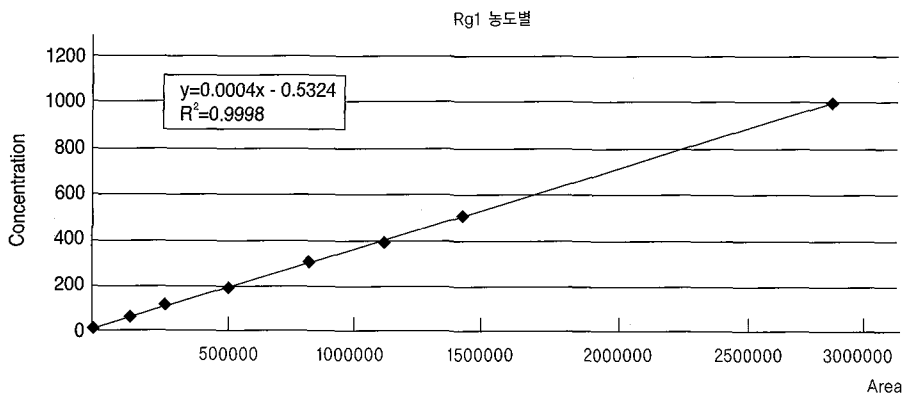


Fig. 7 Calibration curve of ginsenoside-s Rg1.

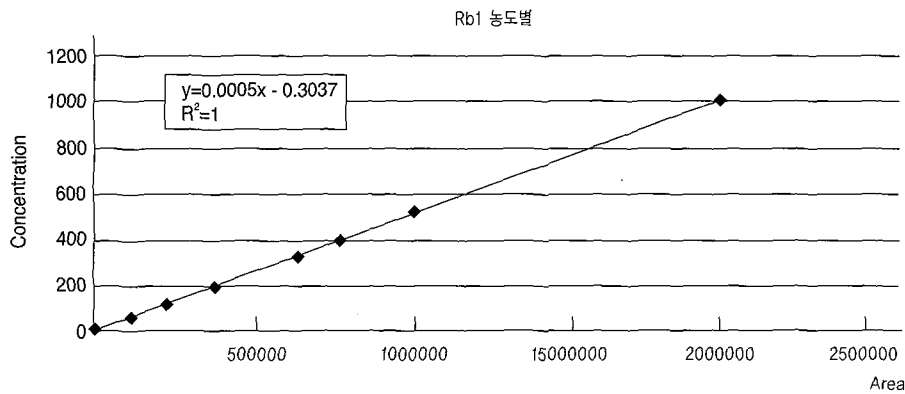


Fig. 8 Calibration curve of ginsenoside-s Rb1.

Table 3. Function and R value of ginsenosides

	Function	R ²
Ginsenoside-Rg3	y=0.0003x -0.9763	0.9999
Ginsenoside-Rh2	y=0.0003x -0.074	1
Ginsenoside-Rg1	y=0.0004x -0.5324	0.9998
Ginsenoside-Rb1	y=0.0005x -0.3037	1

III. 결 과

1. 압출 성형에 따른 압력, SME, 밀도의 값

압출성형을 시행한 산양삼의 온도에 따른 내부의 압력, SME, 밀도의 값을 Table 4.에 나타내었다.

온도를 120°C에서 180°C로 증가시켰을 경우 압력은 14 bar에서 5.5 bar로 8.5 bar 감소하였다. 압출압력은 바렐의 온도가 증가함에 감소하는 경향을 나타냈다. 그 이유는 온도가 증가함에 따라 바렐 내부 재료의 점도가 낮아져 유동성이 증가하며, 충전률의 감소에 따라 압력이 감소되는 것으로 평가되었다(Fig. 9).

온도 변화에 따른 비기계적에너지 변화량을 측정된 결과 120°C에서 180°C로 증가시켰을 경우 비기계적에너지 값은 72.38 Wh/kg에서 51.08 Wh/kg로 21.3 Wh/kg

감소하였다(Fig. 10).

SME는 스크류와 스크류 또는 바렐과 스크류 사이의 마찰력과 원료의 점도에 의존한다고 할 수 있다. 고속 스크류 회전 속도에서 온도를 증가시키면 바렐의 내부 재료에서 유동성이 증가되고 바렐 내부의 충전률이 감소되어 스크류가 회전하는데 필요한 기계적 에너지 값이 감소되는 것을 알 수 있었다.

온도 변화에 따른 밀도의 변화량을 Fig. 11에 나타냈다. 온도 120°C 조건에서는 0.978 g/cm³ 나왔으며 180°C로 증가시켰을 경우 0.524 g/cm³로 0.454 g/cm³ 정도로 밀도가 감소하는 것을 알 수 있었다. 밀도는 압출물 조직의 다공성 지표로서 이용되는데 고온, 스크류의 고속 회전의 조건에서는 스크류와 바렐사이의 마찰력과 전단력의 증가에 따라 점성이 낮아지며 호화도가 증가함에 따라 조직의 다공성이 증가되어 밀도가 감소된 것

Table 4. Effective process variables on quality

	Temperature	Pressure(bar)	SME (W × h/ kg)	Density(g/cm ³)	W S I(%)
Ginseng	120°C	14	72.38	0.978	36.16
	150°C	9	57.95	0.7123	9.98
	180°C	5.5	51.08	0.5244	5.74

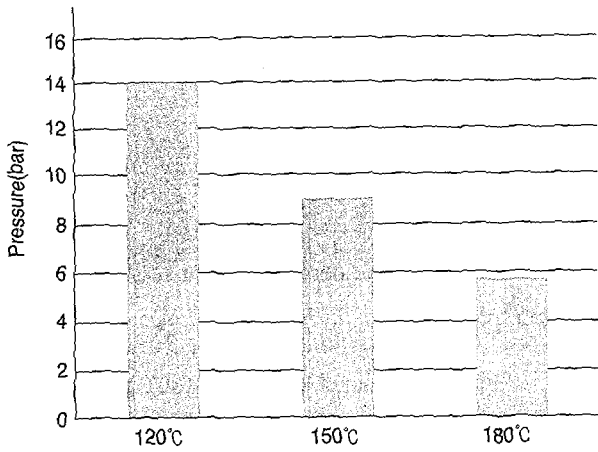


Fig. 9 Effect of Temperature variables on the Pressure of extrudates.

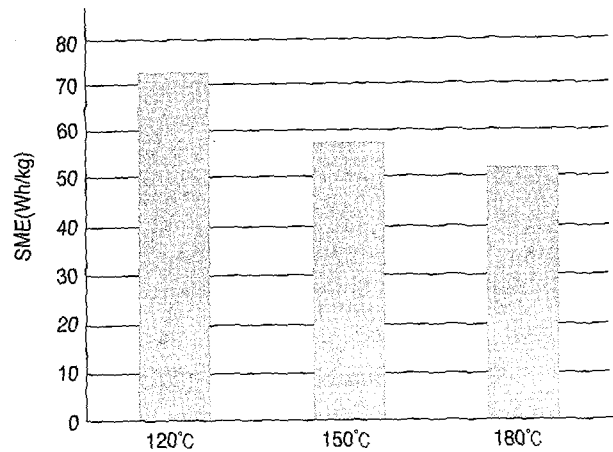


Fig. 10 Effect of Temperature variables on the SME of extrudates.

으로 판단되었다.

온도 변화에 따른 수분용해지수(WSD)를 Fig. 12에 나타냈다. 온도 120°C 조건에서는 36.16%가 나왔고, 180°C로 증가시켰을 경우 45.74%로 9.58% 정도 증가하였으며 control과 비교하였을 경우 수분용해지수는 12.96% 정도 증가하였다. 고속의 스크류 회전 속도에서 전단력 증가 및 온도가 증가함에 따라 원료의 점도가 감소되어 유동성 및 혼합력의 증가로 수분 용해지수가 크게 증가하였으며, 이는 산삼 구성성분의 조직을 효율적으로 이완시켜 수용성 성분의 용출이 증가된 것으로 평가되었다.

산삼 압출 성형시 온도변화에 따른 압출물 형상 및 내부 구조를 전자현미경으로 40배의 비율로 관찰한 사

진을 Fig. 13에서 21까지 나타내었다. 압출 성형한 산삼 제품은 저온에서 팽화가 불규칙하게 일어났으며 표면도 매끄럽지 않았다. 또한 색깔도 진한 갈색을 나타내고 있다. 고온인 180°C에서 압출 성형할 경우 산삼의 색깔은 약한 갈색을 나타냈고 내부의 균일한 팽화로 기공이 고르게 분포됨을 알 수 있었다.

온도별 산삼을 공급량 10 kg/hr 분쇄속도 100%에서 분쇄시 입도 분석의 값을 분석한 결과 10 μ m 내외로 입자들이 형성되어 있음을 알 수 있었다(Fig. 22).

또한 10 kg/hr 분쇄속도 100%에서 분쇄한 분말의 전자현미경의 배율 $\times 2000$ 으로 확대 관찰한 결과 세포벽이 파괴되어 있음을 알 수 있었다(Fig. 23).

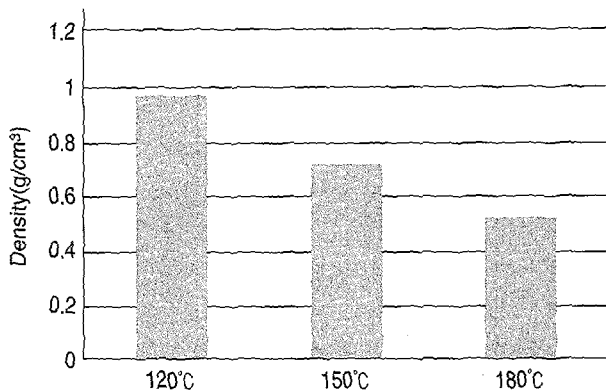


Fig. 11 Effect of Temperature variables on the Density of extrudates.

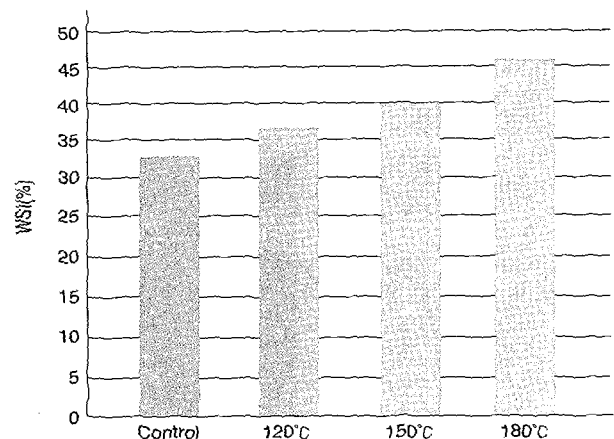


Fig. 12 Effect of Temperature variables on the WSI of extrudates.

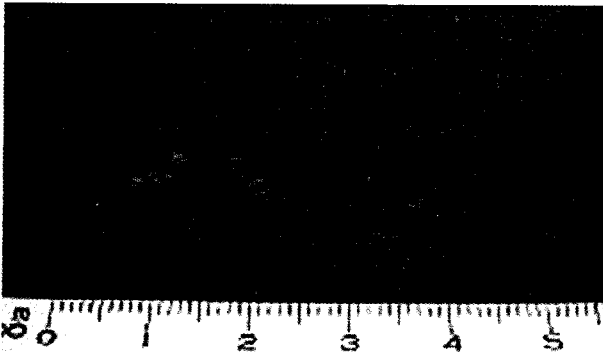


Fig. 13 structure of extrudates(120°C)

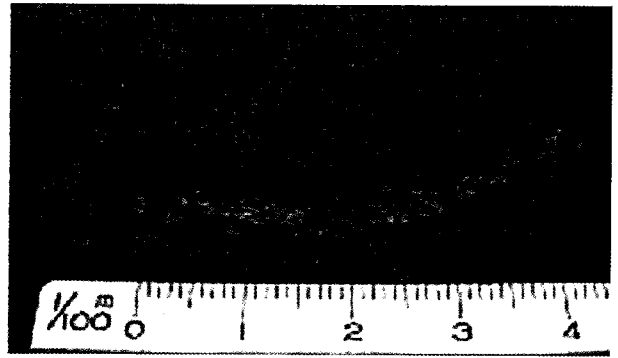


Fig. 14 structure of extrudates(150°C)

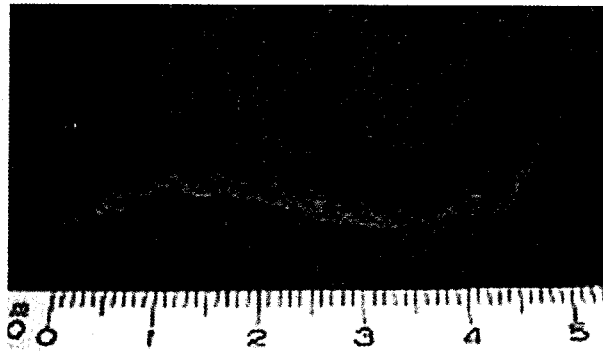


Fig. 15 structure of extrudates(180°C)



Fig. 16 Inside structure(120°C)

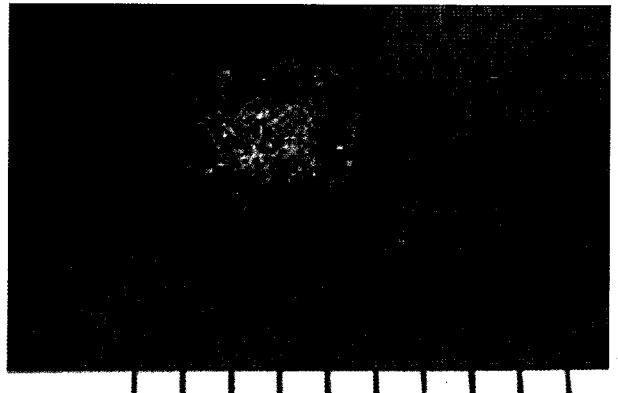


Fig. 17 Inside structure(150°C)

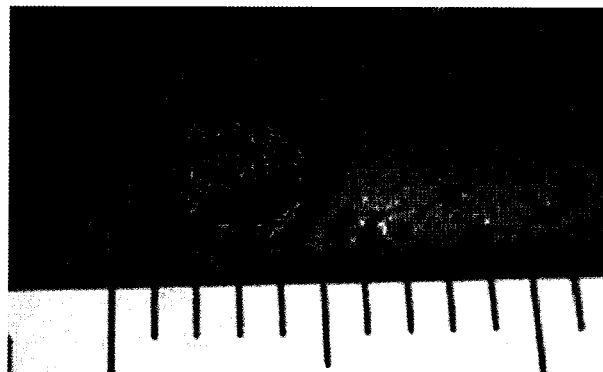


Fig. 18 Inside structure(180°C)



Fig. 19 Side structure(120°C)

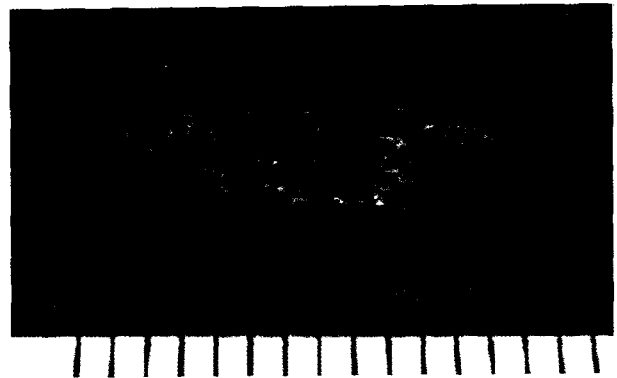


Fig. 20 Side structure(150°C)

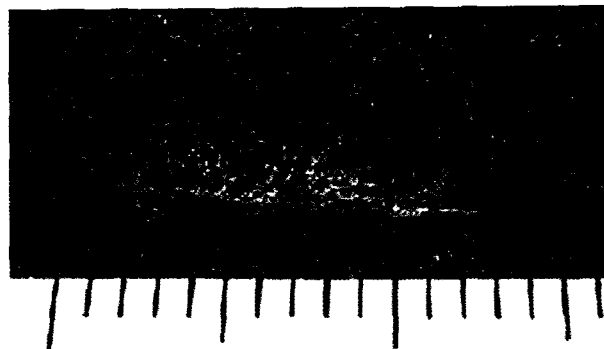


Fig. 21 Side structure(180°C)

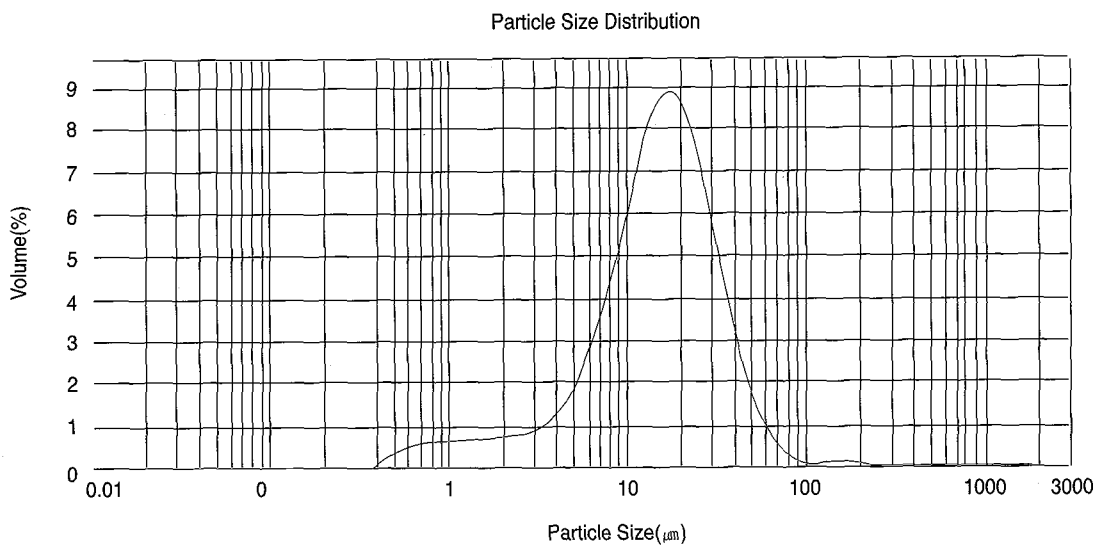


Fig. 22 Distribution chart of Milled after Far infrared dry in cultivated wild ginseng

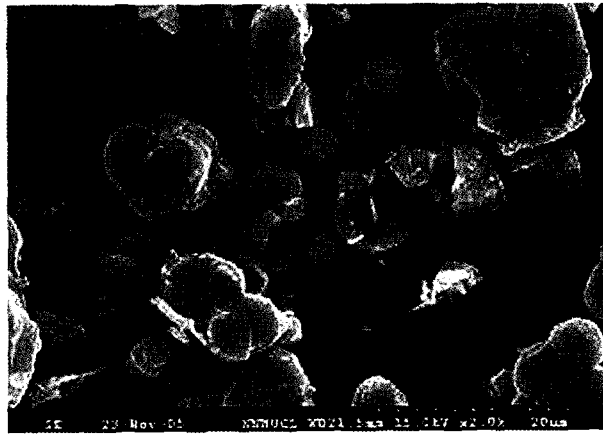


Fig. 23 Scanning electron microscopy image of milled product after far infrared drying in wild ginseng

2. HPLC를 이용한 초미분화 분말의 온도별 ginsenoside 함량 분석

1) 온도에 따른 extract의 회수율

다양한 온도에 따라 만들어진 초미분화 분말에서 ginsenoside의 함량을 분석하기 위하여 80% MeOH extract와 n-BuOH extract를 추출하였고 그 결과를 Table 5.에 나타내었다. 그 결과 온도 처치에 따른 회수율의 차이는 나타나지 않았다.

Table 5. Yield of 80% MeOH extraction and n-BuOH fraction on various Sanyangsam powder

Temperature	80% MeOH ext.(%)	n- BuOH ext.(%)
Normal(20°C)	44.18	9.52
120°C	52.14	9.00
150°C	59.50	9.10
180°C	53.78	9.14

2) ginsenoside- Rg1, Rb1과 Rh2 및 Rg3의 함량 변화

산양삼의 유용한 활용 및 약효 성분의 향상을 위하여 사포닌 성분들의 용출력 및 함량 변화에 대한 분석을 수행하였다.

그 결과 모든 시료에서 ginsenoside-Rg3는 검출되지 않았고, 인삼과는 달리 산양삼과 산삼에 특이하게 존재하는 것으로 판별된 항암 효과가 있는 비극성 사포닌인 ginsenoside-Rh2와 극성 사포닌인 ginsenoside-Rg1,

Rb1 역시 초미분화 가공 시에 온도의 증가에 따라 감소하는 경향을 나타내었다(Table 6 & Fig. 24).

이는 본 연구에서 비극성 사포닌의 분해가 일어나지 않고 함량을 증가시킬 수 있는 최적의 온도를 설정하는 연구와 초미분화 분말의 특성을 극대화하기 위한 원래의 목적에 부합되지 않는 결과를 나타내고 있음을 알 수 있었다.

Table 6. Content of ginsenosides on various temperature of cultivated wild ginseng powder by calibration curve

Temperature	ginsenoside-Rh2 (mg/g)	ginsenoside-Rg1 (mg/g)	ginsenoside-Rb1 (mg/g)
Normal(20°C)	0.502	7.116	7.641
120°C	0.261	6.485	6.314
150°C	0.229	6.360	6.067
180°C	0.182	5.738	5.048

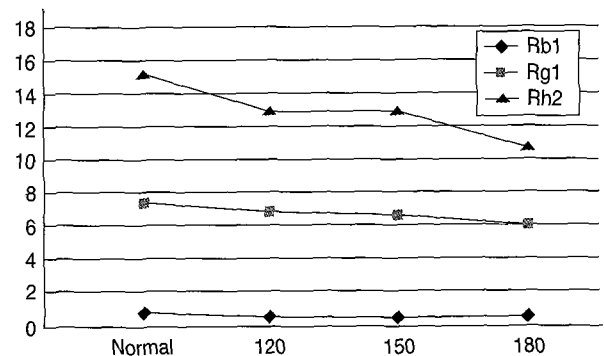


Fig. 24 Content of ginsenosides on various temperature of cultivated wild ginseng powder by calibration curve

IV. 고 찰

山蔘은 五加科(주릅나무과 ; Araliaceae)에 속한 다년생 초목인 人蔘(*panax ginseng* C. A. Mey.)이 야생상태에서 자연 발아하여 성장한 蔘을 일컬으며²⁾ 산양삼은 산삼의 씨앗이나 幼蔘을 인위적으로 산에서 재배한 蔘을 말한다.

예로부터 山蔘은 대표적인 補氣劑로, 신비한 약으로 여겨졌으며 그 모양새가 사람을 닮았다고 하여 人蔘으로 표현되어 왔다⁹⁾. 현재까지 보고된 인삼의 효능은 신경의 기능을 조절하고¹⁰⁾, 채액과 신진대사기능을 조절하며¹¹⁾, 강심, 항이노 및 성기능 증강효과가 있고¹²⁾, Stress에 대한 저항력을 높이며^{13,14)}, 소화흡수 및 면역항체생산을 촉진시키는 등^{15,16)} 많은 연구가 보고되고 있다. 이러한 연구 결과는 재배되어진 인삼이나 홍삼을 이용한 결과이고 높은 가격이나 희소성 등으로 인해 산삼이나 산양삼에 대한 연구는 거의 찾아볼 수 없는 실정이다.

하지만 최근 산양삼에 대한 사회적 관심이 높아지고, 농촌의 발전을 위한 일환으로 부가가치가 높은 작물의 재배를 원하는 사람들이 많아지면서 산양삼이 주목을 받고 있다. 자연에서 자생한 산삼은 비록 효능은 인삼보다 우수하다고 추정되지만¹⁷⁾ 희귀성과 고가로 인해 약재로 사용하기가 어려우므로 청정 환경에서 산삼의 씨앗이나 유삼, 혹은 인삼의 씨앗을 몇 대에 걸쳐 산속에서 키운 산양삼이 고려인삼의 옛 명성을 되살릴 가능성이 있다.

한의학계에서도 권 등이^{18,23)} 산양삼을 이용한 약침연구를 시행하여 독성, 안전성 실험과 시험관 내 시험, 인삼과 산양삼의 효능 비교, 혈당 강하 및 항암효과 등 다양한 연구 결과를 보고하고 있다.

산양삼에서도 대부분의 한약이 처해 있는 현실처럼 어떻게 보관, 가공하는가가 산업화를 위해 매우 중요한 요소이다.

현재 산양삼을 복용하는 방법은 생식과 열수추출에 의존하고 있고, 산업화로 발전하는데 가장 큰 걸림돌이 되고 있는 것이 바로 장기적인 보관방법이다.

안전하고 안정적인 제형을 확보하여야 하고, 또한 산양삼이 가지고 있는 예방적, 혹은 치료적 효능이 증대될 수 있는 가공방법이 있다면 더욱 산업화에 한걸음 다가설 수 있을 것이다.

이를 위하여 압출 성형을 이용한 산양삼의 홍삼화 연구를 시도하게 되었다.

홍삼은 인삼을 가열하고 찌서 만든 것으로 인삼에 비해 저장성이 향상되고, 사포닌과 아미노산의 변화, 갈변화 등이 수반되어 효능이 우수하다고 인식되고 있다²⁰⁾.

압출 성형은 여러 가지 장점으로 인해 1930년대부터 노동집약적 기술의 해결 방안으로 이용되어 왔다²¹⁾.

압출 성형의 공정은 홍삼제조의 기본적 단위 공정인 가열, 증삼, 건조를 포함할 수 있을 뿐 아니라 스크류의 설계에 따라 전단력을 증가시켜 단시간에 초미립자로 만들 수 있는 장점을 지니고 있다. 현재 스낵제품이나 전분, 식물성 단백질의 조직화, 생물 고분자의 전환 등 다양한 식품 산업에 응용되고 있고, 인삼에도 이를 적용한 연구 보고가 국내·외에서 보고되고 있다.

하 등²²⁾은 압출 성형을 통하여 조사포닌이나 환원당의 함량이 증가됨을 보고한 바 있고, Lee 등²⁰⁾도 이축압출 성형기를 이용한 인삼의 분말제조에 *miling*에 따라 분말의 크기가 다름을 보고한 바 있다.

먼저 산양삼의 홍삼화를 위하여 환경 설정을 시도하였다.

온도 변화는 120°C, 150°C, 180°C로 배럴의 내부 온도를 설정한 후 내부의 압력과 비기계적 에너지 (Specific Mechanical Energy, SME) 투입량, 밀도, 그리고 수분용해지수(Water Solubility Index; WSI)를 측정하였다.

그 결과 온도가 증가할수록 압력과 SME, 밀도는 낮아지고, WSI는 상승함을 알 수 있었다.

온도 변화에 따른 산양삼을 10 kg/hr 분쇄속도 100%에서 분쇄한 분말을 배율 ×2000으로 전자현미경 관찰을 시행하였다. 그 결과 10 μ m 내외로 입자들이 형성되어 세포벽이 파괴되어 있음을 알 수 있었다.

압출성형을 통하여 다양한 온도로 처치된 분말의 성분변화를 관찰하기 위하여 사포닌 제조방법²⁷⁾에 따라 사포닌 주성분을 함유한 80% MeOH extract와 n-BuOH 분획물을 제조한 후 홍삼이나 산삼에서 소량으로 존재하는 것으로 알려진²⁸⁾ 비극성 사포닌인 ginsenoside-Rg3와 ginsenoside-Rh2를 분석한 연구^{29,30)}를 비교하여 분석 조건에 따라 비극성 사포닌류의 패턴을 분석하였다. 또한 극성 사포닌류의 주성분인 ginsenoside-Rb1과 ginsenoside-Rg1의 패턴 분석을 수행하였다.

각각의 시료들에 대한 회수율은 온도의 변화에 따라 유의한 차이를 나타내지 않았다.

온도에 따른 시료들의 사포닌 함량 변화에 대한 분석을 수행한 결과 모든 시료에서 ginsenoside-Rg3는 검출되지 않았고, 인삼과는 달리 산양삼과 산삼에 특이하게

존재하는 것으로 판별된 항암 효과가 있는 비극성 사포닌인 ginsenoside-Rh2와 극성 사포닌인 ginsenoside-Rg1, Rb1 역시 초미분화 가공 시에 온도의 증가에 따라 감소하는 경향을 나타내었다.

이는 양 등이 고온고압처리에 의한 인삼의 성분변화에서 고온고압이 될수록 ginsenoside-Rg3와 ginsenoside-Rh2가 생성되거나 증가한다는 내용과 비교하였을 때 환경의 설정에 문제가 있음을 알 수 있었다.

양 등²⁰⁾은 ginsenoside-Rg3의 최대 생성 조건으로 130℃에서 4.5시간, 140℃에서 2-3시간이 적절하다고 하였고, ginsenoside-Rh2는 온도와 시간이 올라갈수록 높은 함량을 보이다가 140℃ 3시간에서 최대 생성하였다가 점차 감소하는 것으로 보고한 바 있다.

이전의 연구결과와 비교하였을 때 본 연구에서 비극성 사포닌의 분해가 일어나지 않고 함량을 증가시킬 수 있는 최적의 온도와 시간을 설정하는 연구가 부족하였음을 알 수 있었다.

하지만 초미분화 분말이 뛰어난 전단력을 바탕으로 인체에서의 유효성분에 대한 흡수력을 강화할 수 있는 장점을 가지고 있으므로 이번 연구에 대한 보완실험이 수행되어야 할 것으로 생각되었다.

V. 결 론

본 연구는 Turbo Mill을 이용하여 산양삼을 홍삼화할 때 가장 적절한 조건을 찾자 시도되었다. Turbo Mill의 온도 조건에 따라 분말화된 산양삼의 특성을 관찰하였고, 성분의 변화는 HPLC를 이용하여 수종의 ginsenoside를 측정된 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. Turbo Mill을 이용한 산양삼의 분말은 직경 10 μ m 내외를 나타내었다.
2. 온도가 증가할수록 pressure와 SME, 그리고 density는 감소하였고, WSI는 증가하였다.
3. 온도가 증가할수록 초미분화 분말은 진한 갈색으로 변하는 양상을 나타내었다.
4. HPLC를 이용하여 성분의 변화를 측정된 결과 ginsenoside-Rg3는 검출되지 않았고, ginsenoside

Rg1, Rb1 그리고 Rh2는 온도가 증가할수록 감소하였다.

Turbo Mill을 이용한 산양삼의 초미분화 분말은 세포벽을 파괴하여 유효성분의 흡수를 용이하게 하는 장점이 있다. 이를 이용하여 산양삼의 홍삼화를 시도한 결과 본 실험에서 수행한 환경 설정은 성분분석을 통하여 적절하지 않은 것으로 평가되었다. 향후 다양한 연구를 통하여 보다 나은 산양삼의 홍삼화 환경을 찾아야 할 것으로 판단된다.

Acknowledgement

"This study was supported by a grant of Oriental Medicine R&D Project, Ministry of Health & Welfare, Republic of Korea (B050054)"

참고문헌

1. 신순식. 산삼 감정 기준의 객관성. 한의학연구소 동의 한의연 제 5집. 2001 ; 107-114.
2. Chang HK. Effect of processing methods on the chemical composition of Panax ginseng leaf tea. Korean J. Food Nutr. 2005 ; 18 : 63-71.
3. Lim WS. Effects of interactions among age, cultivation method location and population on ginsenosides content of wild Panax quinquefolium L. one year after transplanting from wild. Korean J. Med. Crop Sci. 2005 ; 13 : 254-261.
4. Wang W., Zhao Zi, Xu YF, Qian XH, Zhong JJ. Efficient elicitation of ginsenoside biosynthesis in cell cultures of Panax notoginseng by using self chemically synthesized jasmonates. Biotechnol. Bioprocess Eng. 2005 ; 10 : 162-265.
5. Ko SK, Lee CR, Choi YE, Im BO, Sung JH, Yoon KR. Analysis of ginsenosides of white and red ginseng concentrates. J. Korean Food Sci. Technol. 2003 ; 35 : 536-539.
6. Kim YS, Jin SH. Ginsenoside-Rh2 induces apoptosis via activation of caspase-1 and up-regulation of bax in

- human neuroblastoma. Arch. Pharm. Res. 2004 ; 27 : 834-839.
7. Rauwendaal, C. Polymer extrusion. Hanser Publishers, New York, 1986 ; 22-55.
 8. Harper, J.M. Extrusion of Foods CRC Press, Boca Raton, FL. 1981 ; 3-6.
 9. 전국한의과대학 본초학교수 공편저. 본초학. 영림사. 1994 ; 531.
 10. 이상인. 한약임상응용. 정보사. 1982 ; 345-350.
 11. 하대유. 인삼에 대한 세포학 및 면역학적 연구. 대한 면역학회지. 1979 ; 1(1) : 45-52.
 12. 山田昌之. 朝鮮人蔘의 研究. 日本藥理學會誌. 1955 ; 51:390.
 13. Brekhman. I.I, Panax ginseng, Gosudarst Isdat et Med, Lit. Leningard, 1957 ; 1.
 14. 최진호. 인삼의 신비, 서울, 교문사, 1984 ; 13-14.
 15. 남기열. 최신 고려인삼, 천일인쇄소, 1996 ; 56.
 16. Takagi, K, Proceedings International Ginseng Symposium, The Central Research Institute, Office of Monopoly, Seoul, Korea, p.119, 1974.
 17. 김성진, 신순식, 서부일, 지선영. 산삼, 장뇌삼, 인삼의 항암효과에 대한 비교연구. 대한본초학회지. 2004 ; 19(2) : 41-50.
 18. 권기록, 조아라, 이선구. 정맥주입용 산양산삼 증류약침의 급성, 아급성 독성 실험 및 Sarcoma-180 항암효과에 관한 실험적 연구. 대한약침학회지. 2003 ; 6(2) : 7-27.
 19. 조희철, 이선구, 권기록. 농도별 산양산삼 증류약침의 apoptosis에 관한 실험적 연구. 대한약침학회지. 2004 ; 7(2)1-15.
 20. 곽경승, 이선구, 권기록. pH 및 전해질 조절 산양산삼 증류약침의 apoptosis에 관한 실험적 연구. 대한침구학회지. 2004 ; 21(6) : 1-17.
 21. Ki-Rok Kwon, Chi-Wan Park, Min-Soo Ra, Chong-Kwan Cho. Clinical Observation of Multiple Metastatic Cancer Patient with Hepatocellular Carcinoma treated with Cultivated Wild Ginseng Herbal Acupuncture Therapy, J. of Korean Acupuncture & Moxibustion Society, 2005 ; 22(2) : 211-217.
 22. 권기록. 정맥주입용 산삼약침이 인체에 미치는 영향에 관한 임상적 연구. 대한약침학회지. 2004 ; 7(1) : 15-26.
 23. 권기록, 윤휘철, 김호연. B16/F10 세포를 이식한 C57/BL6 생쥐에서 산삼약침의 항암효과 및 Doxorubicin에 의한 생식독성 완화효과. 대한침구학회지. 2006 ; 23(1) : 105-120.
 24. Nam, K.Y. Recently Korean ginseng(Components and efficiency). Korean ginseng tobacco Institute, 1996 ; 225-253.
 25. 하대철, 이종원, 김나미, 류기형. 배럴온도와 스크루 회전속도에 따른 압출성형 수삼의 특성. J. Ginseng Res. 2005 ; 29(2) : 107-112.
 26. Lee BG, Jeong YH, Cho DH, Lee KY, Kang WS. Super Fine Powerization of Ginseng Using Low Temperature Turbo Mill. Key Engineering Materials 2006 ; 326-328 : 445-448.
 27. Ko, S. R., Choi, K. J., Kim, S. C. and Han, K. H. Content and composition of saponin compounds of Panax species. Korean J. Ginseng Sci. 1995 ;19 : 254-295.
 28. Morita, T. Chemical studies on Panax genus plants grown in Asia. Hiroshima univ. Doctoral Thesis, 6-7(1986).
 29. Fuzzati, N., Gabetta, B., Jayakar, K., Pace, R. and Peterlongo, F. Liquid chromatography-electrospray mass spectrometric identification of ginsenosides in Panax ginseng roots. J. Chromatogr., 854 : 69-79(1999).
 30. Wang, H., Zou, H., Kong, L., Zhang, Y., Pang, H., Su, C., Liu, G., Hui, M. and Fu, Li. Determination of ginsenoside Rg3 in plasma by solid-phase extraction and high-performance liquid chromatography for pharmaco-kinetic study. J. Chromatogr., 731 : 403-409(1999).
 31. Kwon, S. W., Han, S. B., Park, I. H., Kim, J. M., Park, M. K. and Park, J. I. Liquid chromatographic determination of less polar ginsenosides in processed ginseng. J. Chromatogr., 921 : 335-339(2001).
 32. 양승준, 우관식, 유정식, 강태수, 노영희, 이준수, 정현상. 고온고압처리에 의한 인삼의 성분 변화. J. Korean Food Sci. Technol. 2006 ; 38(4) : 521-525.