

사출구 온도와 구조에 따른 압출성형 백삼의 추출 특성

김봉수 · 류기형[†]

공주대학교 식품공학과/한약재연구센터

Effect of Die Temperature and Dimension on Extract Characteristics of Extruded White Ginseng

Bong Su Kim and Gi Hyung Ryu[†]

Dept. of Food Science and Technology, and Herbal Resource Research Center,
Kongju National University, Chungnam 340-802, Korea

Abstract

The objective of this study was to determine the effect of die temperature and dimension on extraction pattern, extract yield, and crude saponin content of extruded white ginseng. The extrusion variables were die temperature (110 and 120°C) and die dimension (3 holes with 1.0 mm, 2 holes with 2.0 mm, and 1 hole with 3.0 mm diameter). The brownness and redness were indicator of active components in ginseng extract. Both were used to evaluate the effect of die temperature and die dimension on release pattern and release rate constant. Brownness and redness of extract achieved its lowest value at die temperature 110°C and 2 holes with 2.0 mm diameter, indicating the lowest extraction rate constant. Extract yield highly increased by extrusion treatment. Extract yield and crude saponin content were the highest at die temperature 120°C and 1 hole with 3.0 mm diameter. In conclusion, extrusion process has contributed significantly in improvement of release rate of its active components.

Key words: white ginseng, extruder die, extract, extraction rate constant

서 론

인삼은 오가과(Araliaceae) 인삼(Panax)속에 속하는 식물을 말하며 Panax는 만병을 치료한다는 뜻이다. 세계적으로 인삼의 식물 종은 6~7종 알려져 있으나 유통되는 것은 고려인삼과 미국삼, 전칠삼 3종이다(1). 인삼은 가공방법에 따라 수삼, 홍삼, 백삼, 태극삼으로 나누어진다. 수삼은 밭에서 수확한 생인삼으로 70~80%의 수분을 함유하고 있어 장기 저장이 어렵다. 홍삼은 원료 수삼의 표피를 벗기지 않은 채로 세삼 후 증숙, 건조, 숙성공정 등을 거쳐 제조되며 담황갈색 또는 감적갈색의 색상을 띤다. 백삼은 수삼의 표피를 벗기거나, 수삼 자체를 일광건조 또는 열풍건조하여 제조하며 유백색 또는 담황색의 색상을 가진다.

인삼 사포닌 성분은 인삼에만 존재하는 특유 성분이며 다양한 약리효능과 생리활성이 밝혀져 인삼 품질평가의 지표성분으로 활용되고 있다. 인삼 사포닌 성분의 확인과 그 함량을 측정하는 방법이 연구되었으며(2-5) 사포닌 이외의 유효성분에 대한 생리활성 및 효능에 대한 연구가 진행되고 있다.

곡류 브랜을 포함한 생물고분자 물질을 압출성형하면 압출성형기 내부에서 고온, 고압, 고전단력에 의해 수용성 성

분의 용출이 용이해져 용해도가 증가한다(6). 인삼의 경우도 마찬가지로 수용성 성분의 용해도가 증가한다. Ryu와 Remon(7)은 압출성형공정을 적용하여 사출구 온도 130°C와 수분함량 15%, 스크루 회전속도 250 rpm에서 압출성형한 수삼의 추출수율이 원료 백삼과 비교하여 약 2배 정도 향상되었다고 보고하였다. 또한 압출성형 공정변수의 조절을 통한 옥수수전분 매트릭스 내부의 홍삼 추출액 침출속도의 제어에 관한 연구(8)에서 수분함량의 감소와 함께 매트릭스 내부의 홍삼성분 침출속도가 증가하였으므로 수분이외에 사출구 온도, 스크루 회전속도 등 공정변수의 조절을 통하여 침출속도의 제어 가능성이 제시되었다.

압출성형공정을 이용한 수삼의 홍삼화를 통한 홍삼류의 사포닌 변형체 특유성분인 Rh₁, Rh₂, Rg₃, Rh₄ 등의 진세노사이드의 전환이 확인되었다(9). 이러한 장점을 가진 압출성형 공정으로 인삼을 가공할 경우, 압출성형 인삼의 추출속도가 개선되어 새로운 인삼 추출제품 개발에 압출성형공정의 응용이 가능할 것이다. 수분함량과 스크루 회전속도에 따른 압출성형 백삼과 수삼의 추출율은 변화는 연구되었지만 사출구 온도 및 사출구 구조가 추출수율과 속도에 미치는 영향은 연구되지 않았다.

[†]Corresponding author. E-mail: ghryu@kongju.ac.kr
Phone: 82-41-330-1484, Fax: 82-41-335-5944

그러므로 본 연구는 사출구 온도와 제원에 따른 압출성형 인삼의 추출속도, 추출수율 및 조사포닌 함량의 변화를 살펴 보았다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용된 백삼분말은 동진제약(충남, 금산)에서 구입하여 사용하였으며 수분함량은 13.4%였다.

압출성형

압출성형 백삼의 제조에 사용된 압출성형기는 자체 제작 한 실험용 쌍축압출성형기(THK21T, Incheon Industrial Co., Korea)를 사용하였으며 압출성형기의 스크루 직경은 29.0 mm, 직경과 길이의 비(L/D ratio)는 25:1이며 스크루 배열은 Fig. 1과 같다. 스크루 회전속도는 300 rpm, 수분함량은 20 %, 원료 사입량은 147.56 g/min로 고정하였다.

사출구 온도와 사출구 구조에 따른 침출특성을 알아보기 위하여 사출구 온도는 110°C와 120°C, 사출구의 제원은 Fig. 2와 같으며 직경 1.0 mm인 사출구멍 3개, 2.0 mm인 사출구멍 2개, 3.0 mm인 사출구멍 1개의 사출구를 사용하였다.

압출성형 백삼은 80°C에서 4시간 건조 후 분쇄기(FM-681, Hanil, Korea)로 분쇄 후 체(Testing sieve, Chung-gye Sanggong Co., Korea)를 사용하여 입자크기 35 mesh 이하의 입자시료를 분석하였다.

추출특성

압출성형 공정변수를 달리한 압출성형 백삼분말의 침출 속도는 건조분말 1 g을 티백에 담아 침출시험조(TW-SM, Wooju Scientific Co., Korea)에 50°C의 증류수 200 mL과 같이 넣은 후 임펠러를 100 rpm으로 작동시켰다. 침출시간 1, 3, 5, 7, 10, 20, 30, 50분마다 침출용액을 5 mL씩 채취하여 4,000 rpm에서 20분간 원심분리기(MEGA2100, Hanil, Korea)를 사용하여 원심분리한 다음, 상등액을 분광광도계(Tu-1800pc, Human Co., Korea)를 사용하여 파장 520 nm와 420 nm에서 흡광도를 각각 갈색도와 적색도로 나타내었다.

추출속도상수

압출성형 인삼분말 추출액의 갈색도와 적색도는 인삼 유

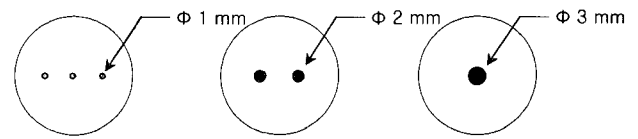


Fig. 2. Die inserter dimension.

효성분의 지표물질로서 사용될 수 있으며 갈색도와 적색도의 추출속도상수(k)는 Higuchi(10) 식을 응용하여 추출시간의 제곱근에 따른 갈색도와 적색도의 1차식의 기울기로부터 구하였다.

$$A = k\sqrt{t}$$

A = Absorbance at extraction time at 1, 3, 5, 7, 10, 20, 30 and 50 min

k = Extraction rate constant ($\text{min}^{-1/2}$)

t = Extraction time (min)

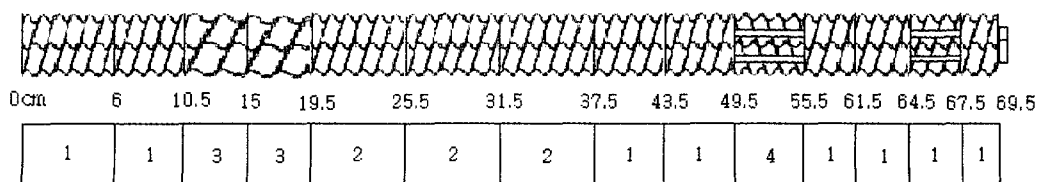
추출수율

열수추출법을 이용하여 원료 백삼분말과 압출성형 백삼분말의 추출수율을 각각 측정하였다. 압출성형 백삼분말 100 g을 여과용 천에 담아 900 g의 증류수와 함께 추출용기에 넣었다. 85°C의 항온수조(SWR-10, JEIO Tech., Korea)에서 8시간 추출을 3회 반복한 추출액을 원심분리기(MEGA2100, Hanil, Korea)를 사용하여 4°C, 8,000 rpm에서 30분간 원심분리 후 상등액을 감압농축기(N-N type, EYELA, Korea)로 농축하였다. 열풍건조기(HB-502MP, Hanbaek Co., Korea)를 사용하여 105°C에서 건조한 고형분 무게를 시료무게에 대한 백분율로 나타내었다.

$$\text{Extract yield} = \frac{\text{Dry solid wt. in extract}}{\text{Sample wt.}} \times 100$$

조사포닌

조사포닌(crude saponin)은 Namba 등(11)과 Ando 등(12)의 수포화 부탄올 추출법에 준하였다. 즉, 시료 5 g에 수포화 부탄올용액 50 mL을 가하여 80°C에서 1시간 동안 환류추출한 다음 여과하고 잔류물에 수포화 부탄올용액 50 mL를 가하여 다시 환류추출 여과하는 조작을 2회 반복하고 여지에 수포화 부탄올 10 mL로 씻어내었다. 수포화 부탄올 층에



- 1. 1/2 Pitch screw
- 2. 2/3 Pitch screw
- 3. Forward paddle
- 4. Reverse screw element
- L/D ratio: 25 : 1
- ϕ : 2.9 cm

Fig. 1. Screw configuration for extrusion of ginseng (model THK 31T).

중류수 50 mL을 가하여 추출하고, 감압농축 후 에테르를 가하여 환류추출한 다음 에테르를 제거하고 잔유물을 105°C에서 약 2시간 건조시켜 무게를 측정하였다.

결과 및 고찰

추출패턴과 추출속도

Table 1과 2는 사출구 온도 110°C와 120°C, 사출구멍 직경 1.0 mm, 2.0 mm, 3.0 mm에서 압출성형한 백삼분말의 추출 시간에 따른 갈색도와 적색도의 변화를 각각 나타내었다. 원료 백삼분말과 비교하여 압출성형한 백삼분말의 갈색도와 적색도가 각 시간에서 크게 증가하였다. 원료 백삼분말의 갈색도는 추출시간이 1분에서 50분으로 경과함에 따라 0.005에서 0.033으로 증가하였다. 압출성형 백삼분말 시료 중 갈색도가 가장 높은 압출성형조건은 사출구 온도 120°C와 사출구 직경이 3.0 mm인 경우 추출시간이 1분에서 50분으로 증가함에 따라 각각 0.212에서 0.797로 증가하였다.

사출구 온도 110°C에서 120°C로 증가할 때 추출시간 5분에서 갈색도는 사출구멍 직경 1.0 mm에서 0.105에서 0.107, 사출구멍 직경 2.0 mm에서 0.141에서 0.179, 3.0 mm에서 0.224에서 0.341로 사출구 온도와 사출구멍 직경이 증가할수록 갈색도는 증가하는 경향을 보였다.

원료 백삼분말의 적색도는 추출시간이 1분에서 50분으로 경과함에 따라 0.002에서 0.009로 증가하였다. 압출성형 백삼분말 시료 중 적색도가 가장 높은 압출성형조건은 사출구 온도 120°C와 사출구멍 직경이 3.0 mm이었으며 추출시간이

1분에서 50분으로 증가함에 따라 0.043에서 0.205로 크게 증가하였다.

사출구 온도 110°C에서 120°C로 증가할 때 추출시간 5분에서 적색도는 사출구멍 직경 1.0 mm일 때 0.023에서 0.025, 사출구멍 직경 2.0 mm일 때 0.031에서 0.044, 3.0 mm일 때 0.053에서 0.075로 각각 증가하였다. 추출시간에 따른 적색도의 변화도 갈색도와 유사하게 사출구 온도가 110°C에서 120°C로 증가함에 따라 증가하는 경향을 보였다(Table 2).

반면에 사출구멍 직경이 1.0 mm에서 3.0 mm로 증가함에 따라 갈색도와 적색도가 증가하였는데 이는 사출구멍 직경의 증가와 함께 사출구멍 면적은 넓어졌지만 사출구멍 개수의 증가에 의해 흐름이 분산되어 압력차가 낮아졌기 때문으로 판단되었다. 즉 사출구 내의 압력은 사출구멍 직경이 1.0 mm보다 3.0 mm일 때가 더 높을 것으로 판단되었다.

사출구 온도 110°C와 120°C에서 사출구의 구조에 따른 추출시간의 제곱근과 흡광도의 관계는 Fig. 3과 같으며 일차식 직선의 기울기로부터 추출속도상수를 구하여 Table 3에 나타내었다. 원료 백삼의 갈색 추출속도상수는 $0.0065 \text{ min}^{-1/2}$ 를 나타내었지만 사출구 온도 120°C와 사출구멍 직경 3 mm에서 압출성형 백삼분말의 추출속도 상수는 $0.0969 \text{ min}^{-1/2}$ 로 가장 크게 증가하였다. 사출구멍 직경 변화에 따른 추출속도상수 변화는 사출구 온도 110°C일 때 사출구멍 직경이 1.0 mm, 2.0 mm, 3.0 mm로 증가함에 따라 갈색도의 추출속도상수가 $0.0459 \text{ min}^{-1/2}$, $0.0447 \text{ min}^{-1/2}$, $0.0582 \text{ min}^{-1/2}$ 로 각각 나타났으며 사출구 온도 120°C일 때 사출구멍 직경이 1.0 mm, 2.0 mm, 3.0 mm로 증가함에 따라 갈색도의 추출속도상

Table 1. Extraction pattern for extruded white ginseng at 420 nm

Die temp. (°C)	Die diameter (mm)	Extraction time (min)							
		1	3	5	7	10	20	30	50
-	-	0.005	0.009	0.016	0.017	0.018	0.025	0.027	0.033
110	1	0.051	0.082	0.105	0.125	0.150	0.211	0.258	0.330
	2	0.088	0.116	0.141	0.159	0.184	0.272	0.336	0.415
	3	0.131	0.196	0.224	0.240	0.258	0.306	0.474	0.623
120	1	0.054	0.078	0.107	0.124	0.154	0.221	0.288	0.453
	2	0.095	0.154	0.179	0.205	0.233	0.316	0.345	0.432
	3	0.212	0.286	0.341	0.378	0.419	0.542	0.644	0.797

Values are mean of triplicate measurements.

Table 2. Extraction pattern for extruded white ginseng at 520 nm

Die temp. (°C)	Die diameter (mm)	Extraction time (min)							
		1	3	5	7	10	20	30	50
-	-	0.002	0.003	0.005	0.005	0.006	0.007	0.007	0.009
110	1	0.012	0.019	0.023	0.030	0.037	0.050	0.061	0.080
	2	0.020	0.026	0.031	0.035	0.040	0.071	0.078	0.101
	3	0.031	0.051	0.053	0.057	0.065	0.081	0.149	0.220
120	1	0.015	0.017	0.025	0.030	0.036	0.052	0.070	0.116
	2	0.022	0.040	0.044	0.049	0.056	0.078	0.086	0.111
	3	0.043	0.064	0.075	0.087	0.096	0.135	0.158	0.205

Values are mean of triplicate measurements.

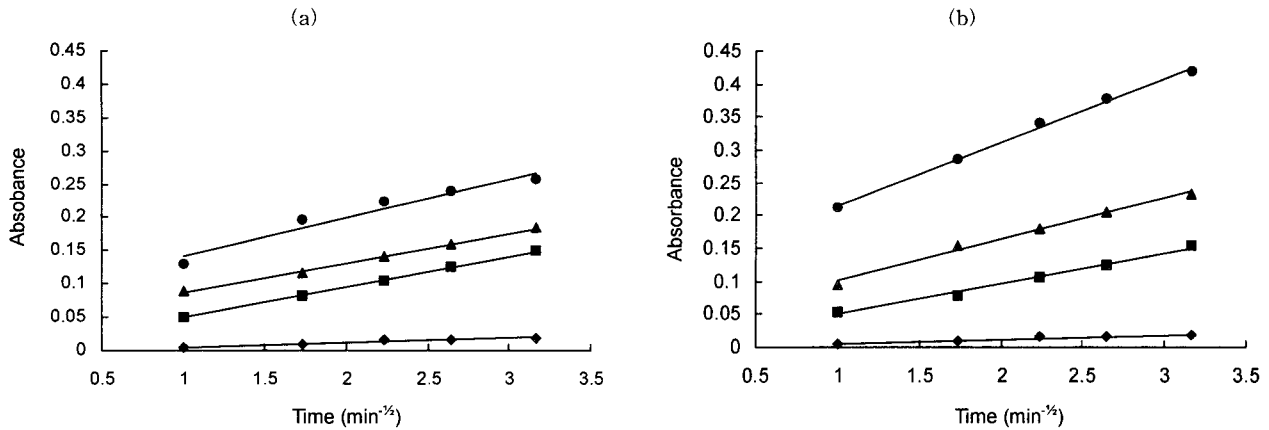


Fig. 3. Absorbance at 420 nm versus root extraction time of extruded ginseng at different die dimension and temperature 110°C (a) and 120°C (b).

Values are mean of triplicate measurements.

◆, White ginseng; ■, Extruded white ginseng with 3 die holes with 1.0 mm diameter; ▲, Extruded white ginseng with 2 die holes with 2.0 mm diameter; ●, Extruded white ginseng with 1 die hole with 3.0 mm diameter.

Table 3. Extraction rate constant, extract yield and crude saponin content of extruded white ginseng at different die diameter and die temperature

Die temp. (°C)	Die diameter (mm)	Extraction rate constant ¹⁾ (min ^{-1/2})		Extract yield (%)	Crude saponin (%)
		420 nm	520 nm		
-	-	0.0065	0.0019	20.1±1.3 ²⁾	3.8±0.2
110	1	0.0459	0.0115	38.2±2.2	5.4±0.5
	2	0.0447	0.0093	39.0±1.9	5.2±0.2
	3	0.0582	0.0145	39.7±1.0	5.6±0.3
120	1	0.0465	0.0103	38.7±1.5	4.6±0.6
	2	0.0630	0.0150	41.3±2.1	4.8±0.2
	3	0.0969	0.0247	42.2±2.3	5.9±0.3

¹⁾Extraction rate constant values are mean of triplicate measurements.

²⁾Extract yield and crude saponin values are mean±SD of triplicate measurements.

수는 0.0465 min^{-1/2}, 0.0630 min^{-1/2}, 0.0969 min^{-1/2}로 각각 증가하는 경향을 보였다.

사출구 온도 변화에 따른 갈색도의 추출속도상수 변화는 사출구멍 직경 1.0 mm일 때 사출구 온도가 110°C에서 120°C로 증가함에 따라 0.0459 min^{-1/2}에서 0.0465 min^{-1/2}, 사출구멍 직경 2.0 mm일 때 0.0447 min^{-1/2}에서 0.0630 min^{-1/2}, 사출구멍 직경이 3.0 mm일 때 0.0582 min^{-1/2}에서 0.0969 min^{-1/2}로 각각 증가하였다.

원료 백삼의 적색 추출속도상수는 0.0019 min^{-1/2}이었으나 사출구 온도 120°C, 사출구멍 직경 3.0 mm에서 압출성형한 백삼의 적색도 추출속도상수는 0.0247 min^{-1/2}로 가장 크게 증가하였다. 또한 사출구 온도 110°C에서 사출구멍 직경이 1.0 mm에서 3.0 mm로 증가함에 따라 0.0115 min^{-1/2}에서 0.0145 min^{-1/2}로 약간 증가하였지만 사출구 온도 120°C에서 추출속도상수는 0.0103 min^{-1/2}에서 0.0247 min^{-1/2}로 증가하는 경향을 보였다.

사출구멍 직경 2.0 mm일 때 사출구 온도가 110°C에서 120°C로 증가함에 따라 0.0093 min^{-1/2}에서 0.0150 min^{-1/2}, 사출구멍 직경이 3.0 mm일 때 0.0145 min^{-1/2}에서 0.0247

min^{-1/2}로 증가하는 경향을 보였다.

이는 Kim(8)이 발표한 압출성형 공정변수 중 사출구 온도가 100°C에서 120°C로 증가함에 따라 옥수수전분 압출성형 물 내의 홍삼농축액의 추출속도상수가 증가한다는 것과 본 실험에서 사출구 온도가 110°C에서 120°C로 증가함에 따라 압출성형한 백삼의 갈색과 적색도 추출속도상수가 증가하는 것과 일치하였다.

압출성형공정을 통한 추출속도의 증가는 팽화에 의한 기공의 형성과 전단력에 의한 세포벽의 파괴에 의해 압출성형 물 내부의 유효성분 추출을 향상에 기여한 것으로 판단되었다. 또한 압출성형공정은 다른 열처리 방법과 비교하여 백삼의 유효성분의 추출속도를 증가시킬 수 있는 공정이며 사출구 온도와 사출구멍 크기 등의 공정변수의 조절을 통해 인삼의 유효성분의 추출율의 향상과 함께 추출속도의 조절이 가능한 효율적인 공정으로 판단되었다.

추출수율과 조사포닌 함량

백삼분말과 사출구 온도 110°C와 120°C, 사출구멍 직경 1.0 mm, 2.0 mm, 3.0 mm에서 압출성형한 백삼분말의 추출수율은 Table 3에 나타내었다. 원료 백삼분말의 추출수율은

약 21%였으나 백삼 압출성형물의 추출수율은 약 40%를 보여 압출성형공정을 통해 추출수율이 약 2배 증가하는 것을 알 수 있었다. 사출구 온도가 110°C에서 120°C로 증가함에 따라 추출수율은 증가하였으며 사출구멍 직경이 1.0 mm에서 3.0 mm로 증가함에 따라 추출수율이 증가하는 경향을 보였다. 본 실험에서 사출구 온도 120°C와 직경 3.0 mm의 사출구 1개일 때 추출수율이 가장 높았다.

Ryu와 Remon(7)은 사출구 온도 110°C에서 수분함량 15%와 스크루 회전속도 250 rpm의 압출성형조건에서 압출성형한 백삼은 최대 추출수율 43.5%이었으며 스크루 회전속도의 증가와 수분함량이 감소할수록 압출성형 백삼의 추출수율은 증가한다고 보고하였다. 한편 압출성형온도 90°C에서 130°C의 범위에서 압출성형온도는 압출성형 백삼의 추출수율에 유의적으로 영향을 미치지 않는다고 보고하였다. 이는 본 실험에서 압출성형 백삼과 사출구 온도가 110°C에서 120°C로 증가함에 따라 추출수율의 유의적인 차이가 없는 결과와 유사하였다.

추출수율과 동일하게, 원료 백삼분말의 조사포닌 함량은 3.8%였지만 백삼 압출성형물의 조사포닌 함량은 4.9~5.9%로 크게 증가하였다. 사출구 온도에 따라 조사포닌 함량의 유의적인 차이는 없었지만 직경 3.0 mm인 사출구멍 1개인 경우 사출구 온도 110°C와 120°C에서 각각 높은 값을 나타내었다.

압출성형공정을 통한 추출수율과 조사포닌 함량의 증가는 고온, 고압, 고전단력의 압출성형 조건에서 세포벽과 분자구조의 파괴에 따른 결합력의 약화와 수분흡수의 용이성 때문으로 판단되었다.

요 약

사출구 온도(110, 120°C)와 사출구멍 직경(1.0, 2.0, 3.0 mm)을 달리하여 제조한 압출성형 인삼의 추출패턴, 추출속도상수, 추출수율 및 조사포닌 함량의 변화를 분석하였다. 인삼 추출물의 갈색도와 적색도는 유효성분의 지표가 되므로 인삼의 추출패턴과 추출속도상수를 알아보기 위해 침출시간(1 min에서 50 min)에 따른 갈색도와 적색도를 구하였다. 갈색도와 적색도는 추출시간 1분에서 50분까지 증가하는 경향을 보였다. 또한 갈색도와 적색도 추출속도상수는 사출구온도가 110°C에서 120°C로 증가함에 따라 증가하였으며 사출구 온도 110°C, 사출구멍 직경 2.0 mm에서 추출속도상수가 가장 낮았다. 원료 백삼분말의 추출수율은 21%를 나타냈으며 백삼 압출성형물의 추출수율은 약 40%를 보여 압출성형공정을 통해 추출수율이 약 2배 증가하였다. 사출구 온도가 110°C에서 120°C로 증가함에 따라 추출수율은 증가하였으며 사출구멍 직경이 1.0 mm에서 3.0 mm로 증가함에 따라 증가하는 경향을 보였다. 본 실험에서 사출구온도

120°C와 직경 3.0 mm의 사출구멍 1개에서 추출수율이 가장 높았다. 사출구 온도에 따른 조사포닌 함량은 직경 3.0 mm인 사출구멍 1개인 경우, 사출구 온도 110°C와 120°C에서 각각 높은 값을 나타내었다. 압출성형 인삼의 추출율과 추출속도의 증가는 압출성형공정을 통한 기공의 형성과 전단력에 의한 세포벽의 파괴에 기인한 것으로 판단되었다.

감사의 글

본 연구의 일부는 2005년 한국과학재단지원 지역대학 우수과학자 육성사업으로 수행되었으며 이에 감사드립니다.

문 헌

1. Korea Ginseng & Tobacco Research Institute. 1996. *Korean ginseng: Chap. 1. History of ginseng*. Korea Ginseng & Tobacco Research Institute. p 1-12.
2. Hwang WI, Oh SK. 1984. A study on the anticancer activities of lipid soluble ginseng extract and ginseng saponin derivatives against some cancer cells. *Korean J Ginseng Sci* 8: 153-166.
3. Joo CN, Kwak HS. 1988. The effect of ginseng saponin fraction on antioxidant activity of α -tocopherol. *Korean J Ginseng Sci* 12: 128-134.
4. Shin JY, Choi EH, Wee JJ. 2001. New methods for separation of crude ginseng saponins. *Korean J Food Sci Technol* 33: 166-172.
5. Shin JY, Choi EH, Wee JJ. 2001. The difference of ginsenoside compositions according to the conditions of extraction and fractionation of crude ginseng saponins. *Korean J Food Sci Technol* 33: 282-287.
6. Hwang JK, Kim CT, Hong SI, Kim CJ. 1994. Solubilization of plant cell walls by extrusion. *J Korean Soc Food Nutr* 23: 358-370.
7. Ryu GH, Remon JP. 2004. Extraction yield of extruded ginseng and granulation of its extracts by cold extrusion-spheronization. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 33: 899-904.
8. Kim DS. 2004. Effect of extrusion conditions on release of ingredients in normal and high-amylose cornstarch extrudates. *MS Thesis*. Kongju National University, Yesan.
9. Ryu GH, Lee JW. 2003. Development of extrusion process on red ginseng from raw ginseng and its products. *Final Report of Venture Research*. Ministry of Health and Welfare, Seoul.
10. Higuchi T. 1963. Mechanism of sustained-action medication. Theoretical analysis of solid dispersed in solid matrix. *J Pharm Sci* 52: 1145-1149.
11. Namba T, Yoshizaki M, Tomimori T, Kobashi K, Matsui K, Hase J. 1974. Fundamental studies on the evaluation of the crude drugs. III. Chemical and biochemical evaluation of ginseng and related crude drugs. *Yakugaku Zasshi* 94: 252-259.
12. 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.

(2005년 2월 2일 접수; 2005년 4월 6일 채택)