

압출성형 수삼의 추출수율과 추출물의 저온압출 구형과립화

류기형^{1*} · J.P. Remon²

¹공주대학교 식품공학과, 한약재연구센터
²University of Gent

Extraction Yield of Extruded Ginseng and Granulation of Its Extracts by Cold Extrusion-Spheronization

Gi-Hyung Ryu^{1*} and J.P. Remon²

¹Food Science and Technology and Herbal Research Institute, Kongju National University, Chungnam 340-802, Korea
²Pharmaceutical Technology Laboratory, Faculty of Pharmaceutical Science, University of Gent, Belgium

Abstract

The objectives of the experiment were to examine the effects of extrusion process variables on the yield of extruded ginseng extract and to determine the effect of ratio of extruded ginseng extract and microcrystalline cellulose on characteristics of spheronized granules by cold extrusion-spheronization process. Extrusion process variables observed were feed moisture (15, 22, 29%), die temperature (90, 110, 130°C) and screw speed (150, 200, 250 rpm). The results showed that moisture content of dried ginseng significantly affected extraction yield ($p < 0.05$). The less moisture content of the feed resulted in the higher yield of the extract. Moisture content of 15%, screw speed of 250 rpm and die temperature of 130°C gave the highest yield of ginseng extract. Mean extraction yield of extruded ginseng using hot water extraction was greatly improved by extrusion process. The extract yield of extruded ginseng was 43.5% which was higher than that of red ginseng (38.3%) and white ginseng (29.0%) produced by traditional process. It was possible to make from the mixture of microcrystalline cellulose (200 g) mixed with different concentration of 200 mL solution (0, 5, 20, 30, 40, 50, 60% of ginseng extract with 59.2% dry solid) by using cold extrusion spheronization. When the concentration of ginseng extract increased, the granulation yield was improved but friability and compression index were reduced. Ginseng extract such as saponin was completely released from spheronized granules in distilled water within 10 min. It can be concluded that spheronized granule with ginseng extract could be packed in gelatin capsule since granules possessed proper physical properties and quick release of saponin.

Key words: extrusion process, ginseng extract, cold extrusion-spheronization, granule

서 론

홍삼의 제조공정은 원료수삼의 세척, 증자, 건조, 저장, 정형을 거치게 되므로 백삼과 비교하여 홍삼은 저장성 향상, 사포닌의 변화, 아미노산의 변화, 갈변화 등이 수반되어 효능이 좋다고 오랜 동안 국내·외에서 인식되어 왔다. 수삼의 열처리와 건조과정에서 사포닌의 생성과 변화가 중요하므로 다양한 방법으로 홍삼에 포함된 사포닌을 생성시킨 다양한 제품들도 개발되었다.

이러한 홍삼제조에서 열처리를 압출성형공정을 통하여 대신할 수 있다면 홍삼의 제조공정이 단순화될 것이다. 압출성형공정은 식품가공과 사료제조, 플라스틱의 성형 등에 널리 응용되고 있는 기술이다. 압출성형공정을 통하여 섬유소를 나랑 함유한 곡류 브랜(bran)을 처리했을 때 압출성형기 내부물질은 온도, 압력, 물리적인 힘을 받게 되어 세포벽의 파

열과 함께 셀룰로오스와 같은 섬유소의 배열이 절단되어 물리화학적 변화가 일어난다는 연구결과(1,2)도 있다. 사과주스의 착즙 부산물인 사과박을 압출성형할 때 압출성형공정 변수에 따라 차이는 있지만 수용성섬유소와 펙틴의 함량이 증가한다는 연구보고(2)와 두유나 두부제조시 부산물인 비지를 전처리하여 압출성형시켰을 때 수분함량의 감소와 스크류 회전속도가 증가할수록 수용성 식이섬유 함량이 일반 건조비지보다 20%가량 증가했다는 보고(3)도 있다.

압출성형공정으로 생물고분자물질을 처리할 때 다른 열처리공정과 비교하여 스크류회전을 통한 층밀립변형력이 추가된다는 점이다. 그러므로 세포벽의 파열과 생물고분자물질의 변형과 분해가 수반되어 분자량의 감소와 함께 수용성 물질이 다른 열처리 공정보다 증가하지만 인삼을 비롯한 기능성 소재원료를 압출성형하였을 때 수용성성분의 용출에 대한 연구는 수행되지 않았다.

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

추출액 원료를 사용하여 타블렛(tablet)이나 과립(granule)과 같은 다양한 고체제품의 제조가 가능하다. 과립의 형태가 구형이면 삼키기가 용이할 뿐만 아니라 입자의 유동성, 균일한 입자크기, 코팅과 균일한 양을 캡슐에 포장하기가 편리한 장점이 있으므로 의약품뿐만 아니라 식품, 비료, 양어사료 등에 구형의 과립화가 적용된다(4). 한편 과립화하면 유동성과 압축비가 향상되므로 저온펠릿성형기, 고속혼합기를 사용하여 분말을 과립화시킨 다음 타블렛화 공정을 거치는 경우가 많다(5). 구형과립의 제조는 주로 저온압출-구형화(cold extrusion-spheronization)를 거치게 되는데 저온압출-구형화공정에 사용되는 압출기와 구형화기기의 종류와 구조, 수분함량, 온도, 회전속도 등의 공정변수가 제품의 특성에 미치는 영향(5)과 결합제인 microcrystalline cellulose의 등급과 구형화 회전판 회전속도와 부하가 구형화도, 크기, 마모율 등의 구형과립의 성질에 영향을 미쳤다는 보고(6)도 있다. 이러한 구형과립 성형기술은 의약품의 개발과 제품의 제조에 널리 이용되고 있지만 인삼을 비롯한 기능성 식품소재의 가공에는 적용되지 않고 있는 실정이다.

그러므로 본 연구는 압출성형 공정변수가 압출성형 수삼의 열수 추출수율에 미치는 영향과 저온압출 구형과립화 공정을 적용한 압출성형 수삼추출물과 미세결정화 셀룰로오즈(microcrystalline cellulose)의 비율에 따른 수삼추출물 구형과립의 특성을 조사하였다.

재료 및 방법

재료

원료수삼 4년 근은 인삼도매상(충남 금산)에서 구입하여 압출성형시료로 사용하였다. 압출성형 인삼추출물 농축액(59.2% 고형분함량)을 이용한 구형과립 제조시 부형제 microcrystalline cellulose(Avicel PH101)는 FMC International (Little Land, Cork, Ireland)에서 구입하여 사용하였다. 압출성형수삼 추출수율 비교시료인 백삼과 홍삼가루는 인삼소매상(충남, 예산)에서 구입하였다.

수분함량

잘게 자른 수삼과 압출성형수삼의 수분함량은 130°C의 오

븐에서 1시간동안 건조한 다음 데시케이터 안에서 방냉하여 습량기준 수분함량을 측정하였다.

압출성형공정

압출성형 수삼시료는 실험실에 설치된 실험용 쌍축압출성형기(인천기계)를 사용하여 제조하였다. 스크류의 배열은 Fig. 1과 같으며 L/D비 25, 사출구 직경 2.0 mm로 사용하여 실험하였다. 압출성형 공정변수는 수삼의 수분함량(15, 22, 29%), 사출구부위 온도(90, 110, 130°C), 스크류 회전속도(150, 200, 250 rpm)로 조절하여 중심합성실험계획에 따라 시료를 제조하였다.

압출성형하기 위한 수삼원료는 물로 세척한 수삼을 가정용 야채절단기로 잘게 파쇄하여 열풍건조기 내부온도 80°C에서 4시간 동안 수분함량 8%(w.b.)로 건조하여 사용하였으며 원료 투입량은 160 g/min으로 고정하였다. 또한 수분함량은 압출성형기 원료 사입구에 펌프로 수분을 주입하여 수분함량을 15, 22, 29%로 조절하였다. 수삼 압출성형물은 열풍건조기(온도 80°C)를 사용하여 수분함량 5%로 조절하여 분쇄한 시료를 냉장고에 보관하면서 실험하였다.

압출성형 공정변수의 최적화

건조수삼을 압출성형할 때 압출성형 공정변수의 변화에 따른 압출성형 건조수삼의 추출수율이 최대가 되는 압출성형조건을 설정하기 위하여 수분함량(X_1), 사출구온도(X_2), 스크류 회전속도(X_3)를 중심합성실험계획(7)을 이용하여 15개의 조건에서 실험을 수행하였다. 독립변수는 Table 1과 같이 건조수삼 수분함량(15, 22, 29%), 사출구온도(90, 110, 130°C), 스크류 회전속도(150, 200, 250 rpm)이며 반응변수로는 열수 추출수율(Y)로 하였다.

압출성형 공정변수에 따른 추출수율을 SAS program을 사용하여 반응표면회귀분석으로 통계처리하였다. 반응표면분석(response surface analysis)은 여러 개의 독립변수 $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ 가 복합적인 작용을 함으로서 어떤 반응변수(dependent variable)에 영향을 주고 있을 때, 이러한 반응의 변화가 이루는 반응표면에 대한 통계적인 분석방법을 말한다(8,9).

반응표면 분석에서 독립변수는 건조수삼 수분함량(X_1),

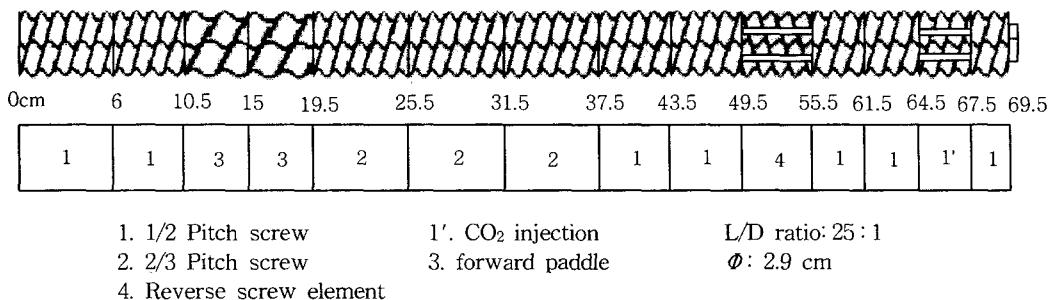


Fig. 1. Screw configuration for preparation of extruded ginseng.

Table 1. Levels of extrusion conditions for response surface methodology (RSM) of extruding ginseng

X _i	Extrusion conditions	Levels		
		-1	0	1
X ₁	Moisture content (%)	15	22	29
X ₂	Die temperature (°C)	90	110	130
X ₃	Screw speed (rpm)	150	200	250

사출구온도(X₂), 스크류 회전속도(X₃)이며, 반응변수인 열수 추출수율(Y)에 대한 2차 회귀모형은 식(1)과 같다.

$$Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + b_{11}X_1^2 + b_{22}X_2^2 + b_{33}X_3^2 + b_{12}X_1X_2 + b_{13}X_1X_3 + b_{23}X_2X_3 \quad (1)$$

여기서 Y는 반응변수, X₁, X₂, X₃는 독립변수, b₀는 절편, b_n은 회귀계수이다.

압출성형수삼의 추출

압출성형 수삼분말, 백삼분말, 홍삼분말 시료의 열수추출은 압출성형수삼 3 g(d.b.)을 250 mL의 증류수에 혼합하여 80°C에서 3시간 동안 추출하였다. 추출수율은 추출된 고형분의 무게와 시료의 무게를 식(2)에 대입하여 계산하였다.

$$\text{Extraction yield (\%)} = \frac{\text{Weight of dry soluble solid (g)}}{\text{Weight of sample (g)}} \times 100 \quad (2)$$

구형과립제조

열수추출 압출성형 수삼 농축액(고형분함량 59.2%)을 5, 20, 30, 40, 50, 60% 함유한 200 mL의 수용액과 200 g의 미세 결정 셀룰로오스를 가정용 믹서를 이용하여 인삼추출물이 분산되도록 5분간 혼합하였다. 혼합한 원료를 저온압출기(DG-L1, Fuji Paudal Co., Tokyo, Japan)를 이용하여 스크류 회전속도 45 rpm, 사출구 직경 2.0 mm의 조건에서 펠릿을 제조한 다음, 원심분리형 구형화기기(Model 15, G.B. Caleva, Ltd, Dorest, UK)의 회전판 1,000 rpm에서 7분간 작동시켜 구형 과립화하였다. 구형과립을 상온에서 24시간동안 건조하여 수분함량 6%이하의 구형과립의 특성을 분석하였다.

과립입자분포

과립의 입자분포는 진동체(Model VE700, GmbH Co., Germany)를 사용하여 10분 동안 125, 250, 500, 800, 1250 μm 눈금 체의 각 분획별로 구형과립의 중량을 계산하여 %로 나타내었다.

과립의 수율

과립의 수율은 총중량에 대한 입자의 분획 F 500~1250 μm의 비로 계산하였다.

입자마모율

구형과립의 마모율(friability)은 10 g의 과립과 200개의 glass bead(dia 4 mm)를 넣어 friabilator(1ER, Pharma Test, Hainburg, Germany)를 25 rpm에서 10분간 작동한 다음 250

μm 눈금의 체로 과립을 5분간 체질을 한 후 과립의 무게(F_{wt})와 초기시료의 무게(I_{wt})를 계산하여 식(3)으로 계산하였다(10).

$$\text{Friability (\%)} = (I_{wt} - F_{wt}) / I_{wt} \times 100 \quad (3)$$

구형과립의 밀도와 압축지수

입자의 분획(F250~1000 μm) 50 g을 100 mL 메스실린더에 부어 부피(V₀)를 측정하여 용적밀도(ρ_i)는 50 g/V₀의 식으로 계산한다. 진동밀도(ρ_f)는 1200회 메스실린더를 tapping machine(J. Engelsmann A.G., Chatelet, Belgium)로 진동시킨 후의 부피(V₁₂₀₀)를 이용하여 50 g/V₁₂₀₀으로 계산하였다(10).

압축지수(compressibility index, C%)는 다음의 식(4)로부터 계산하였다.

$$C\% = (\rho_f - \rho_i) / \rho_i \times 100 \quad (4)$$

구형과립 사포닌용출

사포닌의 용출율은 용출시험조(TW-SM, 우주과학사)에 구형과립 5 g을 증류수 500 mL(37°C)에 넣어 임펠러(100 rpm)를 회전시키면서 구형과립을 분산시켜 5, 10, 15, 20, 25, 30, 45, 60분마다 각 용출액 2 mL을 test tube에 채취하여 분광광도계(UV spectrophotometer)를 이용하여 420 nm의 파장에서 흡광도를 측정하여 사포닌을 비롯한 인삼성분의 방출량을 예측하였다.

결과 및 고찰

압출성형 인삼의 수출수율

수삼이나 홍삼추출액은 농축액 캡슐, 액상의 음료, 검류를 비롯한 약품과 식품의 성분으로 중요하므로 인삼 유효성분의 추출과 함께 추출수율을 향상시키는 것이 중요하다. 인삼의 추출율을 증가시키기 위한 연구로는 추출온도에 따른 홍삼의 질소화합물(11)과 당류를 분석한 결과(12)에서 추출조건은 추출수율 뿐만 아니라 추출물의 조성에 영향을 미치는 것으로 알려져 있다. 또한 원료의 입자크기에 따른 고추의 캡사이신의 추출수율에 관한 연구에서 입자크기가 감소할수록 표면적의 증가와 함께 추출속도와 수율이 증가하였다는 보고(13)는 있지만 인삼이나 홍삼의 전처리 조건에 따른 추출수율과 추출성분의 조성의 변화가 예측되지만 이에 대한 연구는 수행되지 않았다.

압출성형공정을 인삼추출의 전처리 공정으로 활용하기 위하여 압출성형 공정변수를 달리하여 제조한 압출성형수삼을 80°C 열수로 추출했을 때 추출수율은 40.0~56.3% 범위였으며 열수추출에서 가장 유의적으로 영향을 미치는 압출성형 공정변수는 수분함량(p<0.05)이었으며 다음은 스크류 회전속도, 사출구온도 90~130°C 범위에서 유의적으로 영향을 미치지 않았다. 열수추출수율의 반응표면 회귀식은 식(5)과 같으며 반응표면 회귀식의 결정계수(R²)는 0.852로 반응모형이 적합하였다.

$$Y = 83.152 + 0.077X_1 - 2.403X_2 + 1.069X_3 - 0.018X_1^2 + 0.039X_2^2 + 0.007X_3^2 - 0.022X_1X_2 + 0.001X_1X_3 + 0.001X_3 \quad (5)$$

독립변수 사출구 부위온도 110°C에서 수분함량과 스크류 회전속도의 변화에 따른 추출수율을 Fig. 2에 나타내었다. 스크류 회전속도 150 rpm에서 수분함량의 감소와 함께 추출수율이 다소 감소하는 경향을 보였으나 스크류 회전속도가 증가할수록 수분함량의 감소와 함께 추출수율이 크게 증가하는 것을 알 수 있었다(Fig. 2). 또한 반응표면 회귀분석을 통해 추출수율이 최대가 되는 압출성형 공정변수는 수분함량과 스크류 회전속도가 각각 15%와 250 rpm으로 판단되었다. 수삼을 증자, 건조, 저장, 정형을 통한 전통적인 공정으로 가공한 홍삼과 수삼을 탈피하여 건조한 백삼을 동일한 조건에서 열수추출한 추출수율은 38.3%와 29.0%와 비교하여 압출성형공정을 이용하여 전처리한 15개 수삼처리구의 평균 추출수율(43.5%)이 크게 증가하였다.

이러한 결과는 압출성형공정을 통해 곡류의 브랜(1)이나 비지(3)를 압출성형했을 때 압출성형기 내부에서 증밀립 변형력의 작용으로 세포벽의 파열과 섬유질분자의 절단으로 인하여 수용성 섬유소와 환원당의 양이 증가했다는 보고와 일치하였다. 수분함량이 낮고 스크류 회전속도가 증가할수록 추출수율이 증가한 결과는 저수분 고충밀립 전단력 스크류 배열에서 압출성형비지의 수용성 섬유소의 양이 유의적

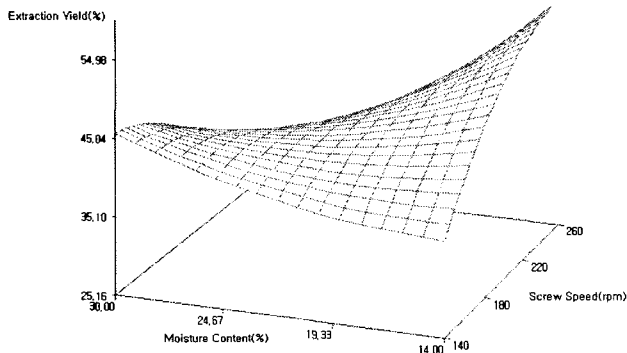


Fig. 2. Contour plot showing effects of moisture content (X₁) and screw speed (X₃) at constant die temperature (X₂) at 110°C.

으로 증가했다는 Ryu의 보고(3)에 따라 수삼의 수용성 섬유소의 증가가 원인이 될 수도 있을 것이다.

홍삼과 비교하여 증가된 압출성형 수삼의 추출수율은 수삼에 함유된 섬유소 또는 전분이 압출성형공정을 거치면서 저분자화되어 추출된 수용성 물질이거나 인삼에 존재하는 사포닌 등의 인삼성분의 추출에 기인한 것을 밝히는 연구가 필요한 것으로 판단되었다. 또한 수분함량과 함께 스크류 회전속도와 스크류의 배열을 달리하여 압출성형공정을 통해 투입되는 기계적 에너지 투입량과의 추출수율과의 관계를 검토할 필요성이 있는 것으로 판단되었다.

압출성형 수삼추출물의 구형과립화

추출수율이 최대가 되는 압출성형 공정변수인 수분함량 15%, 스크류 회전속도 250 rpm, 사출구 부위온도 130°C에서 제조한 압출성형 수삼 농축액(고형분함량 59.2%)을 5, 20, 30, 40, 50, 60% 함유한 200 mL의 수용액과 200 g 미세결정 셀룰로오스를 혼합하여 제조한 수삼추출물 구형과립의 입자 분포와 수율을 Table 2에 나타내었다. 수삼 추출물을 5~60% 수준으로 첨가했을 때 직경 800 μm 이상 구형과립의 비율은 증류수만 첨가한 과립보다 낮았지만 인삼추출물을 50% 이상 첨가하면 구형과립의 입자크기가 증가하는 것을 알 수 있었다. 또 입자직경이 500 μm 이상 1250 μm 이하인 과립의 수율도 인삼추출물을 5%에서 60%로 증가시킬 때 79.58%에서 94.08%로 증가하는 경향을 보였다.

이것은 압출성형 인삼추출물에 포함된 당류를 비롯한 점성을 가진 물질들과 미세결정 셀룰로오스와 상호작용을 하여 입자의 크기가 증가하는 것으로 판단되었다. 과립화에서 수분함량은 매우 중요한 인자인데 과립화의 최적 수분함량보다 낮게 되면 과립화되지 않은 입자가 먼지를 일으키며 입자크기는 작아진다. 한편 과수분함량인 경우 과립간에 응집이 일어나는 경향이 있으므로 수분함량은 구형과립의 물성에 영향을 주므로 원료의 수분함량은 과립의 성질을 결정하는 중요한 요소이다(5,14). 본 실험에서 수분함량뿐만 아니라 수삼추출액의 첨가량도 과립의 성질에 영향을 미치는 것으로 판단되었다.

수삼농축액을 60%까지 첨가했을 때 과립간의 응집이나 미세한 과립형성에 의한 먼지의 형성 등은 없었고 과립기의

Table 2. Changes in size distribution and yield of spheronized granules (500~1250 μm) by the different concentrations of extruded ginseng extract added

Ginseng extract (%) ¹⁾	Particle size distribution (%)						Yield (%)
	>0	125	.250	500	800	<1250	500<F<1250
0	0.01	0.06	10.51	32.45	56.72	0.24	89.18
5	0.05	0.07	18.50	27.72	51.85	1.67	79.58
20	0.05	0.10	15.34	29.32	50.81	4.35	80.14
30	0.04	0.04	12.82	33.54	50.84	2.68	84.39
40	0.04	0.48	11.55	32.06	55.22	0.62	87.28
50	0.04	0.16	8.32	30.44	56.02	4.98	86.46
60	0.01	0.08	4.89	26.96	67.11	0.93	94.08

¹⁾The mixture of microcrystalline cellulose (200 g) mixed with different concentration of 200 mL solution containing 0, 5, 20, 30, 40, 50, 60% of ginseng extract with 59.2% dry solid.

작동상의 문제점도 없었다. 단지 압출성형 수삼추출물이 40% 첨가되었을 때 과립기 회전판 가장자리 부근에 2.0 cm, 50%에서 2.5 cm, 60%에서 2.8 cm로 과립화되지 않은 가루가 접착되는 폭이 넓어졌다. 또한 추출액의 농도가 증가할수록 저온압출기의 모터부하도 다소 증가하는 경향을 보였다.

과립의 마모율은 과립을 취급하면서 과립이 손상되는 정도를 나타내는 지표로서 과립의 성질을 결정하는데 중요하다(5). 압출성형수삼 추출물의 첨가에 따른 각 과립 분획별 마모율을 Table 3에 나타내었다. 분획 F₅₀₀₋₈₀₀과 F₈₀₀₋₁₂₅₀에서 마모율은 추출액의 첨가를 통해 낮아졌다. 특히 분획 F₅₀₀₋₈₀₀은 수삼 추출액의 첨가와 함께 2.72%에서 1% 정도로 크게 마모율이 감소하였다. 일반적으로 구형과립 캡슐제조에 적합한 과립의 마모율은 1% 이하가 되어야 하므로 압출성형 수삼추출물을 포함한 구형과립의 경우에 구형과립 캡슐의 제조에 적당한 것으로 나타났다.

용적밀도와 진동밀도는 구형과립의 입자크기의 균일성과 구형도를 나타내는 지표로서 진동밀도와 용적밀도의 차이가 적을수록 과립의 크기와 구형도가 균일하다고 할 수 있다. 압축지수는 타블렛을 제조하기 위하여 입자의 유동성을 나타내는 지표로서 타블렛제조용 과립화에서 중요하다. 타블렛용 과립의 최적압축지수 범위는 15~25%이며 압축지수가 낮을수록 과립의 유동성이 증가하며 압축지수가 15% 이하가 되면 과도한 유동성으로 인하여 타블렛 제조에 문제를 야

기할 수 있다. 또한 압축지수가 25% 이상이 되면 유동이 좋지 않아 타블렛 정제기의 원료사입구에 흐름이 차단될 수 있기 때문이다.

Table 4는 구형과립 분획의 용적밀도, 진동밀도, 압축지수를 나타낸 것으로 압축지수는 수삼 농축액의 첨가에 의해 구형과립 분획 F₅₀₀₋₈₀₀에서는 전반적으로 증가하는 경향을 나타내었으며 분획 F₈₀₀₋₁₂₅₀은 낮게 나타났다. 그러나 추출액의 첨가량에 따라서 진동밀도와 압축지수는 뚜렷한 경향을 나타내지 않았다.

수삼추출액 첨가에 따른 구형과립의 성질을 고려할 때 젤라틴 캡슐에 압출성형 수삼추출물 구형과립을 채운 제품을 개발하는데 문제점이 없다는 결론을 내릴 수 있었다.

구형과립의 용출율

사포닌을 비롯한 압출성형 수삼에 포함된 유효성분 용출량이 증가할수록 파장 260, 420, 440, 500, 520 nm에서 흡광도가 증가하게 되므로 파장 420 nm에서의 흡광도를 압출성형 수삼의 유효성분 방출량지표로 사용하였다(10,11).

압출성형 수삼추출물 구형과립에 포함된 사포닌을 비롯한 인삼유효성분의 방출 패턴을 조사하기 위하여 추출액 40, 50, 60%를 포함한 구형과립(F₈₀₀₋₁₂₅₀)으로부터 용출액의 흡광도를 파장 420 nm에서 측정한 결과를 Fig. 3에 나타내었다. 추출액의 농도가 20, 40, 60%로 증가할수록 흡광도는 0.17, 0.22, 0.28로 각각 정량적으로 증가하였다. 방출이 시작된지 10분 이후에는 흡광도가 일정한 것으로 보아 홍삼추출액의 대부분은 10분 이내에 방출된다고 할 수 있다. 즉 구형과립 내부에 포함된 추출액 100%가 빠른 시간 내에 용출되었다.

구형과립 내부 매트릭스에 포함된 성분은 가열압출성형공정으로 제조한 옥수수전분 압출성형 펠릿보다 빠른 용출속도를 보이는 것으로 판단되었다. 압출성형 공정변수에 따라 30~90분 정도 용출시간이 소요되었으며 이것은 압출성형 공정으로 전분이 용융되어 형성된 매트릭스이므로 용매가 침투할 수 있는 모세관을 통한 확산이 감소하기 때문이다(13). 또한 모델 성분으로 phenylpropanolamine과 왁스 30%와 다른 결합제와 부형제를 혼합하여 60°C에서 압출성형한 매트

Table 3. Changes in friability of spheronized granules by different concentrations of extruded ginseng extract added

Ginseng extract (%) ¹⁾	Friability (%)		
	500<F<1250	F500-800	F500-1250
0	1.80	2.72	2.26
5	0.21	0.08	0.15
20	0.81	1.02	0.91
30	1.32	0.68	1.00
40	1.36	0.90	1.13
50	1.76	1.23	1.50
60	1.99	1.09	1.54

¹⁾The mixture of microcrystalline cellulose (200 g) mixed with different concentration of 200 mL solution containing 0, 5, 20, 30, 40, 50, 60% of ginseng extract with 59.2% dry solid.

Table 4. Changes in bulk density, tapped density and compressibility of spheronized granules by the different concentrations of extruded ginseng extract added

Ginseng extract (%) ¹⁾	F800-1250			F500-800		
	BD ²⁾ (g/cm ³)	TD ³⁾ (g/cm ³)	C ⁴⁾ (%)	BD (g/cm ³)	TD (g/cm ³)	C (%)
0	0.86	0.91	4.52	0.87	0.93	5.93
5	0.84	0.87	3.87	0.86	0.90	4.48
20	0.86	0.88	3.10	0.85	0.91	6.51
30	0.86	0.88	1.73	0.84	0.92	9.07
40	0.86	0.87	1.04	0.84	0.91	7.62
50	0.86	0.87	1.04	0.84	0.91	7.62
60	0.86	0.90	4.31	0.84	0.92	8.47

¹⁾The mixture of microcrystalline cellulose (200 g) mixed with different concentration of 200 mL solution containing 0, 5, 20, 30, 40, 50, 60% of ginseng extract with 59.2% dry solid.

²⁾Bulk density. ³⁾Tapping density. ⁴⁾Compressibility.

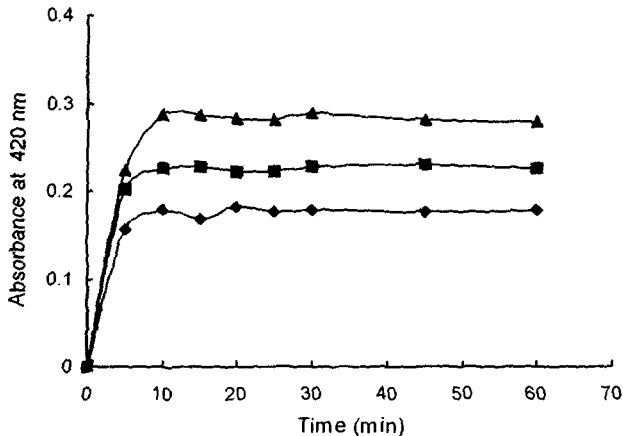


Fig. 3. Release profile of ginseng components containing saponins in extrusion-spheronized granules with different concentration of 200 mL solution containing 20% (◆), 40% (■) and 60% (▲) of ginseng extract with 59.2% dry solid.

릭스 펠릿 내부 모델성분의 용출속도도 매우 낮았다는 보고 (15)와 고아밀로오스 옥수수전분 매트릭스 내부 소금의 용출 속도(16)와 비교하여 저온압출에 의한 구형과립은 매우 빠른 용출속도를 보였다.

압출성형 수삼 추출액을 포함한 구형과립으로부터 농축액 성분이 10분 이내에 쉽게 용출되므로 구형과립은 젤라틴 캡슐에 적합하다는 결론을 내릴 수 있었다.

요 약

압출성형공법을 이용한 수삼의 전처리를 통한 추출수율의 향상과 최적조건에서 열수 추출한 인삼추출액의 첨가량을 달리하여 저온압출공정으로 제조한 구형과립의 입자분포, 마모율, 용적밀도, 진동밀도, 압축지수와 용출패턴을 결정하였다. 열수 추출수율에서 수삼을 압출성형할 때 수분함량이 가장 유의적으로 영향을 미쳤다. 수분함량의 감소와 함께 스크류 회전속도가 증가할수록 압출성형 수삼의 추출수율이 크게 증가하였다. 추출수율이 최대가 되는 압출성형 공정변수는 수분함량 15%, 스크류 회전속도 250 rpm, 사출구 부위 온도 130°C였다. 동일한 추출조건에서 15개 압출성형 수삼 시료의 평균 추출수율(43.5%)은 홍삼(38.3%)과 백삼(29.0%) 추출수율과 비교하여 크게 향상되었다. 저온압출공정으로 압출성형 수삼농축액(고형분함량 59.2%)의 농도를 5, 20, 30, 40, 50, 60%로 각각 증류수에 희석한 용액 200 mL과 200 g 미세결정 셀룰로오스를 이용하여 과립화시킬 수 있는 압출성형 수삼추출액의 최대 농도는 60%였으며 추출액의 증가와 함께 입자수율의 증가, 마모율의 감소, 압출지수의 감소 등으로 입자의 물리적 특성은 구형과립을 젤라틴 캡슐에 포장하여 제품화할 수 있었다. 또한 압출성형 수삼 추출액을 포함한 구형과립으로부터 농축액 성분이 10분 이내에 쉽게 용출되므로 구형과립은 젤라틴 캡슐에 적합하다는 결론을 내릴 수가 있었다.

감사의 글

본 연구의 일부는 한국과학재단 지역대학 우수연구자 육성 지원사업의 지원으로 수행되었습니다. 연구비 지원에 감사드립니다.

문 헌

- Siljestrom M, Westerlund E, Bjorck I, Holm J, Asp NG, Theander O. 1986. The various thermal processes on dietary fiber and starch content of whole grain wheat and white flour. *J Cereal Sci* 4: 315-319.
- Hwang JK, Kim TK, Hong SI, Kim CJ. 1994. Solubilization of plant cell walls by extrusion. *J Korean Soc Food Nutr* 23: 358-370.
- Ryu GH. 1995. Treatment of Biji by extrusion-cooking and its utilization. *Korea Soybean Digest* 12: 43-48.
- Bechgaard H, Hegermann NG. 1978. Controlled-release multiple-units and single-unit doses. A literature review. *Drug Dev Ind Pharm* 4: 53-67.
- Vervaeet C, Remon JP. 1995. Extrusion-spheronization: A literature review. *Int J Pharm* 116: 131-146.
- Alvarez L, Concheiro A, Gomez-Amoza JL, Souto C, Martinez-Pacheco R. 2002. Effect of microcrystalline cellulose grade and process variables on pellets prepared by extrusion-spheronization. *Drug Dev Ind Pharm* 28: 451-456.
- Ryu GH, Kim BS, Mulvaney SJ. 2002. Optimization of extrusion process for dairy ingredient fortification of commel puffed via CO₂ gas injection. *Food Sci Biotechnol* 11: 552-556.
- Lee KD, Lee JE, Kwon JH. 2000. Application of response surface methodology for food industry. *Food Sci and Ind* 33: 33-45.
- Lee MS. 2004. Optimization of hot-water extraction conditions for cod by product. *MS Thesis*. Kongju National University, Yesan. p 4-12.
- Keleb EI, Vermeire C, Remon JP. 2002. Continuous twin screw extrusion for wet granulation of lactose. *Int J Pharm* 239: 69-80.
- Sung HS, Kim WJ, Yang CB. 1985. Effect of extracting temperature and ethanol concentration on nitrogenous constituents of red ginseng extract. *Korean J Ginseng Sci* 9: 95-103.
- Sung HS, Kim NM, Park MH, Yoon SK, Yang CB. 1985. Effect of extracting conditions on some factors affecting the sugar composition of red ginseng extract. *Korean J Ginseng Sci* 9: 104-111.
- Yi YS, Chang KS. 2002. Effect of red papper particle size on oleoresin extraction rate from red papper. *Food Eng Prog* 6: 263-267.
- Harrison PJ, Newton JM, Rowe RC. 1987. The application of capillary rheometry to the extrusion of wet powder mass. *Int J Pharm* 35: 235-242.
- Liu J, Zhang F, McGinity JW. 2001. Properties of lipophilic matrix tablets containing phenylpropanolamine hydrochloride by hot-melt extrusion. *Eup J Pharm Biopharma* 52: 181-190.
- Kim DS. 2004. Effect of extrusion conditions on release of ingredients in normal and high-amylase cornstarch extrudates. *MS Thesis*. Kongju National University, Yesan. p 4-26.

(2004년 2월 10일 접수; 2004년 5월 24일 채택)