

온도변화에 따른 당귀 압출성형 공정 분석

Effect of temperature on *Angelcia gigas* Nakai extrudates produced by twin screw extrusion

김동은*	이범구**	강위수*
정회원		정회원
D. E. Kim	B. G. Lee	W. S. Kang

1. 서론

당귀는 미나리과에 속하는 다년생 초본으로서 한방에서는 빈혈 치료와 혈액순환 장애로 인한 어혈증과 혈전증 반신불수 등에 처방되는 중요한 생약재로 사용되고 있다. 특히 참당귀는 (*Angelcia gigas* Nakai)는 다른 종류에 비하여 decursin 과 decursinol의 함량이 많아서 약용 또는 건강식품의 원료로서 이용가치가 있다고 보고하고 있다. (이선영 등, 2000).

당귀는 뿌리를 약재로 사용하는데, 뿌리는 섬유질로 구성되어 있어 1차 가공 방법인 분쇄 기술로는 미분화 및 유효 성분의 추출이 어렵다. 현재 한방재 가공에 주로 이용되고 있는 방법은 압착법, 수증기증류법, 환류 추출법 등의 전통적인 방법들이 많이 이용되고 있다. 이들 방법은 조작이 간단하지만 수율이 낮고, 고온인 100℃ 이상에서 장시간 추출하기 때문에 열에 민감한 성분은 분해되기 쉽고 메탄올이나 에탄올 이용한 용매 추출법은 추출용매의 소요량이 많아 비용이 많이 드는 문제점을 가지고 있다. 따라서 식이섬유가 많이 함유된 당귀의 약리적 효능 및 용해도를 증대시킬 수 있는 새로운 가공 기술이 개발 되어야 한다.

현재 곡물이나 한약재 등의 천연자원 식물의 60% 이상이 물에 용해되지 않는 난용성 때문에 활용을 못하고 있다(강길선 등 2002). 따라서 난용성 천연자원을 수용화 할 수 있는 가공 기술이 필요하다.

미국, 독일 등에서는 Hot Melt Extrusion (HME)기술을 이용하여 난용성 천연자원을 수용화 할 수 있는 가공 기술 개발하여 양산화 할 수 있는 기술을 연구하고 있다. 압출성형공정은 온도, 함수율, 압력/전단에 의한 연속적인 가공 조건에서 천연재료의 물리화학적, 영양학적, 생리적 특성뿐만 아니라 성분함량의 변화에도 이용된다는 점에서 천연재료 제조에 널리 이용되고 있으며 특히 불용성 상태로 존재하는 식이섬유를 압출성형공정을 이용하여 수용성 식이 섬유 함량을 증가시키고 식이 섬유내 생리활성물질의 추출을 증가시킬 수 있는 장점이 있다(황재관, 1994).

강(2005) 등은 붉은자루 동충하초를 압출 성형하여 유효성분의 변화 없이 용해도를 26.97% 증가시켰으며 고품질의 다양한 과립제품을 양산화 할 수 있는 기술 연구하였으며 당귀를 포함한 천연자원 식물도 용해도를 증가시키고 다양한 과립제품을 생산하기 위하여 압출성형 가공 기술 개발이 필요하다.

본 연구에서는 당귀 압출 성형시 온도(100~190℃)의 변화가 압력, SME, 밀도에 미치는 영향을 분석하였다.

2. 재료 및 방법

가. 실험재료

참당귀는(*Angelcia gigas* Nakai)는 강원도 평창군에서 수집하였다. 원재료를 세척 후 외선 건조기로 건조 한 다음 초미분쇄기로 분쇄하여 분말로 만들었다.

* 강원대학교 농업생명과학대학 농업공학부, ** 강원대학교 청강제지기술 연구소

나. 압출 성형 공정

본 연구에 사용한 압출 성형기는 동방향 완전 맞물림형 이축 압출 성형기(HANKOOK E.M Ltd., Korea)로서 L/D의 비가 32:1 이고, screw 직경은 32mm이며 스크류 배열은 그림 1과 같다. 다이는 지름이 3mm, 4개의 홀을 가진 원형 타입을 이용하였다. 스크류 회전 속도는 400rpm으로 일정하게 유지하였다. 당귀 분말은 함수율을 20%로 조절 후 믹서기를 이용하여 400rpm에서 5분간 물과 혼합한 후 24시간 숙성 시킨 다음에 사용하였다. 배럴 온도는 5번에서 3번 section까지 전열기와 냉각수로 조절하여 고정하였으며, 8번에서 6번 section까지 배럴의 온도를 변화 시키면서 실험하였다(표 1)

Table 1. Temperature profile in extruder zone

Temperature profile (°C)						
	B8	B7	B6	B5	B4	B3
1	100	100	100	100	100	100
2	130	120	110	100	100	100
3	160	140	120	100	100	100
4	190	160	130	100	100	100

운전중의 원료 공급 속도, 스크류 회전속도, motor amp, 압출압력 등에 대한 자료는 Interface를 통하여 자동으로 계측장비(DEWE BOOK, DEWETRON, GERMANY)에 측정되었다.

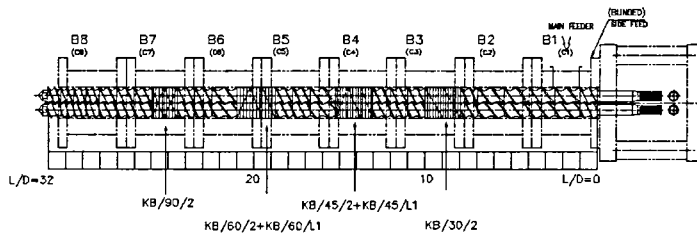


Fig. 1. Screw configuration

가) 비기계적 에너지(Specific Mechanical Energy, SME)

비기계적 에너지는 원료가 투입되어 압출성형기를 통과할 때 원료의 단위 질량당 소비된 전기에너지(electrical energy)이다. 비기계적 에너지의 계산식은 다음과 같다.

비기계적 에너지(Wh / kg)=

$$\frac{\text{원료투입시의 전력}(W) - \text{공회전시의 전력}(W)}{\text{생산량}(kg/h)} \text{-----(2)}$$

나) 밀도

밀도는 압출 성형된 시료를 15mm로 절단하여 105°C에서 항량 될 때 까지 건조한 후 무게를 측정하였고, 건조된 시료의 부피를 측정(압출물의 지름 및 길이는 전자식 버니어 캘리퍼스로 측정, Mitutoyo, JAPAN)하여 평균한 후 무게와 부피의 관계에서 밀도를 계산하였다.

3. 결과 및 고찰

본 연구에서는 당귀에 대한 압출 성형시 온도 변화에 따른 압력, 비기계적에너지, 밀도를 측정하여 표 1에 나타냈다.

Table 1. Effects of the extrusion variables on experimental data of *Angelcia gigas Nakai*

No.	Process variables	Experimental data		
	Temperature (°C)	Die Pressure (bar)	SME (Wh/kg)	Density (g/cm ³)
1	100	19.33	14.80	1.25
2	130	16.67	12.21	1.20
3	160	14.00	9.74	1.06
4	190	12.00	3.29	0.85

가. 압력

온도 변화에 따른 압력 변화량을 그림 2에 나타냈다. 값을 나타냈다. 온도를 100°C에서 190°C로 증가시켰을 경우 압력은 19bar에서 12bar로 균일하게 감소하였다. 그러나 160°C 이상에서는 점도가 낮아져 압출작업이 균일하게 수행되지 않았다. 온도가 증가함에 따라 압출물의 점도가 낮아져 유동성이 증가하여 압력이 감소되는 것으로 사료된다.

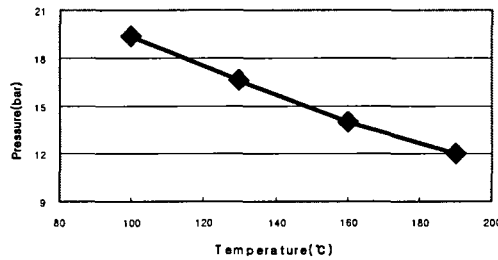


Fig. 2. Effect of temperature on the die pressure

나. 비기계적에너지(SEM)

온도 변화에 따른 비기계적에너지 변화량을 그림 3에 나타냈다. 값을 나타냈다. 온도를 100°C에서 190°C로 증가시켰을 경우 비기계적에너지 값은 14.80Wh/kg에서 3.29Wh/kg로 감소하였으며 160°C에서 190°C로 증가시켰을 경우 9.74Wh/kg에서 3.29Wh/kg로 5.95Wh/kg 값으로 가장 많이 감소하였으나 160°C 이상에서는 점성이 낮아져 압출작업이 균일하게 수행되지 않았다.

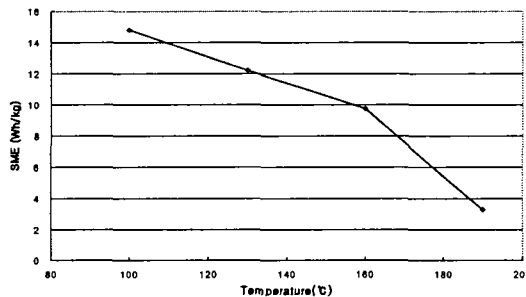


Fig. 3. Effect of temperature on the SME

SME은 스크류와 스크류 또는 바렐과 스크류 사이의 마찰력과 원료의 점도에 의존한다. 고속 스크류 회전 속도에서 온도를 증가시키면 바렐 내의 유동성이 증가되고 스크류와 바렐 사이의 마찰력 및 전단력이 감소되어 기계적 에너지 값이 감소된다고 사료된다.

다. 밀도

온도 변화에 따른 밀도의 변화량을 그림 4에 나타냈다. 온도 100℃ 조건에서는 1.25g/cm³ 나왔으며 190℃로 증가시켰을 경우 0.85 g/cm³로 0.4 g/cm³ 정도 감소하였다. 밀도는 압출물 조직의 다공성 및 팽화율의 지표로서 이용된다. 160℃이상의 고온의 조건에서는 압력 및 비기계적 에너지값이 감소되고 유동성의 증가한 상태로 압출되어 압출물의 밀도가 감소되고 조직의 다공성이 증가된 것으로 사료된다.

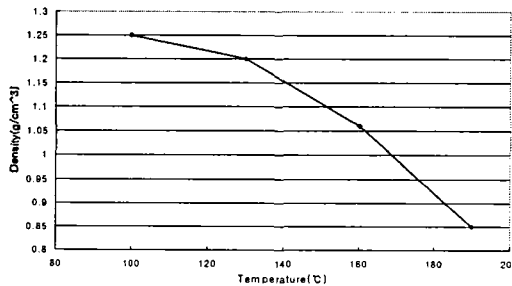


Fig. 4. Effect of temperature on the Density

4. 요약 및 결론

본 연구에서는 압출성형기를 이용하여 압출온도의 변화(100℃, 130℃, 160℃, 190℃)시 압출성형 공정 및 물성에 미치는 영향을 분석하였다. 온도가 증가함에 따라 압력, 비기계적에너지, 밀도의 값이 감소하였다. 온도의 증가로 압출물의 점도가 낮아져 유동성이 향상되어 압력 및 비기계적에너지 값이 감소하였으며 밀도가 감소되었다.

온도를 160℃이상으로 증가하였을 경우 점도가 낮아져 압출작업이 균일하게 수행되지 않았다. 고온에서도 섬유질을 많이 함유한 한방재료를 균일하게 압출 성형하기 위하여 스크류 배열의 변화 및 수용성 고분자를 첨가 등에 대한 연구가 더 필요한 것으로 판단된다.

5. 참고문헌

1. 강길선, 정제교, 이종문, 이정식, 이해방. 2002. 수용성 고분자와 난용성 약물의 나노 고체분산화에 의한 생체이용률 증진의 최근 진보, 고분자과학과 기술, Vol.13, No.3,
2. 강위수. 2004. 나노기술을 이용하는 식품산업. 산업식품공학회지. Vol.8, No.4, pp. 221-223
3. 김동은, 성재모, 강위수. 2005. 이축압출성형기를 이용한 붉은자루 동충하초의 압출성형. 바이오시스템공학지. Vol.30, No.1, pp. 8-6
4. 이선영, 신승렬, 김광수, 권중호. 2000. 마이크로웨이브 공정을 이용한 당귀 유용성분 추출 조건 설정. 한국식품영향과학회지, 29(3), 442-447.
5. 황재관, 김중태, 홍석인, 김철진. 1994. 압출성형에 의한 식물 세포벽의 수용화. 한국영양식량학회지, 23(2), 358-370.