

제품다양성을 위한 약용식물 신가공기술
Up-to-Date Food Processing Technologies for Herbal Medicine

김동은, 최경옥, 강위수¹, 임정대², 고상훈*

Dong-Eun Kim, Kyeong-Ok Choi, Wie-Soo Kang¹, Jung-Dae Lim², Sang-Hoon Ko

세종대학교 식품공학과 ¹강원대학교 생명공학전공 ²강원대학교 생약자원개발학과

Department of Food Science and Technology, Sejong University

¹Department of Bio-Health Technology, Kangwon National University

²Department of Herbal Medicine Resource, Kangwon National University

*Corresponding author: Sanghoon Ko

Department of Food Science and Technology, Sejong University, 98 Gunja-dong,
Gwangjin-gu, Seoul 143-747, Korea

Tel: 82-2-3408-3260

Fax: 82-2-3408-4319

E-mail: sanghoonko@sejong.ac.kr

I. 서론

1. 약용식물의 중요성

최근 건강과 관련된 의약품 건강보조식품 등의 수요가 급격히 증가하고 있는 상황과 더불어 이들의 소재를 천연 원료인 약용식물로부터 얻으려는 노력이 증가하고 있다. WHO에 따르면 현재 사용되어지고 있는 약의 25%가 약용식물에서 기인한 것들이며, 많은 사람들이 건강을 유지하기 위해서 약용식물에서 기인된 건강보조제 및 건강기능식품을 섭취하고 있다. 약용식물들은 다양한 약리 성분들을 포함하고 있는데 이들은 독립적 또는 복합적으로 상승작용을 일으킴으로서 건강의 향상을 돕는다. 약은 특정한 병을 치료할 수 있는 한 가지 약리 물질이 주로 작용하지만 약용식물의 경우에는 그 안에 있는 다양한 약리성분의 복합체가 동시에 작용한다. 약용식물의 성분, 약리, 임상효능에 대한 연구는 최근에 비약적인 성과를 얻고 있는데, 항암작용, 항산화 작용, 동맥경화 예방 및 치료, 자양강장, 위장기능 개선, 식욕촉진, 중금속 중독 해독 작용 등의 생리활성이 다양한 약용식물들에서 보고되고 있다. 또한, 최근 약용식물에 있는 천연 성분들의 효능을 뒷받침하는 임상시험 결과들이 지속적으로 발표되고 있으며 이들 천연 성분들을 복합적으로 섭취하는 것이 건강에 효과적이라는 결과가 보고되고 있다.

2. 약용식물 신가공 기술

약용식물이 지니고 있는 생리활성 성분은 종류가 다양하고 함량이 높아 약물식품 등의 신소재로서 효용가치가 높다. 약용식물의 소재화를 위하여 건조 분쇄, 열수 추출, 화학적 처리 등의 가공 방법들이 적용되고 있다. 약용식물이 가진 생리활성 성분들을 이용하기 위한 대표적인 가공 방법은 물주정 등을 이용한 추출이다. 열수 추출, warm infusion, decoction, 고온고압 추출 등과 같은 추출 방법들이 개발되어 현재까지도 많이 이용되고 있다. 이러한 방법들은 약용식물로부터 생리활성 성분을 추출해서 농축하고 이들을 쉽게 섭취할 수 있는 장점을 지니고 있다. 그러나 이러한 추출 방법은 약용식물의 세포벽 조직을 일부 이완시킬 수 있으나 단단한 결합구조를 효율적으로 파괴시키기 어려워 생리활성 성분의 추출 수율을 증가시키는데 한계가 있다. 최근 이러한 문제점을 극복하여 약용식물의 생리활성 성분을 쉽게 추출하고 추출 수율을 증가시킬 수 있는 가공기술이 개발되고 있다. 약용식물의 추출 수율을 증대시키기 위해서 물리적 화학적, 효소적 방법 등이 이용되고 있다. 화학적인 방법은 산이나 알칼리를 사용해서 약용식물의 세포벽의 구조를 약화시킨 후 추출공정을 진행하여 추출 수율을 향상시킨다. 효소적 방법에는 cellulase, hemicellulase, pectinase 등의 효소를 사용하여 세포벽을 연화시켜 추출을 용이하게 하는 방법들이 개발되어 있다. 최근 주목을 받고 있는 분야는 물리적 방법을 이용하여 약리물질의 추출을 용이하게 하는 기술들인데 분쇄, 고온고압, 압출성형, 초음파, 마이크로파 처리 방법 등을 통해 약용식물 조직의 결합

력을 약화시켜 추출 수율을 증대시키는 방법들이 이용되고 있다

최근 분쇄나 압출성형 공정을 통하여 약용식물의 추출 수율을 증대시키기 위한 노력이 주목을 받고 있다. 분쇄에 의한 약용식물 분말화는 추출을 위한 전처리 공정으로 큰 장점을 제공한다. 약용식물은 섬유질이 많이 포함되어 있고 세포벽 성분의 조직이 치밀하며 껍질 부분이 두껍고 잔뿌리가 많이 형성되어 있기 때문에 추출이 용이하지 않다. 생리활성 성분의 추출량을 높일 수 있는 방법으로 약용식물 분말을 제조한 후 추출하면 유용성분의 추출 효율을 증가시킬 수 있다. 예를 들어, 분쇄 공정을 통하여 제조된 초미세(마이크로~나노 크기) 분말은 표면적의 증가로 추출 시 약용식물의 추출 수율 증가를 꾀할 수 있다. 또한 생리활성 성분 색, 향기, 풍미 등을 최대한 보존하면서 물에서 쉽게 분산될 수 있는 콜로이드 상태로 제조가 가능하여 다양한 약용식물 소재로 이용될 수 있다. 압출 성형 공정은 온도, 수분, 압력, 전단에 의한 연속적인 가공 조건에서 원재료의 물리·화학적·영양학적, 생리적 특성뿐만 아니라 성분 함량의 변화에도 이용된다는 점에서 널리 이용될 수 있다. 특히 섬유질을 많이 함유한 약용식물은 압출 성형에 의해 고온고압, 고전단 처리를 하여 약용식물 세포벽을 파괴시키고 다공성 조직을 형성함으로써 세포 조직 내에 있는 생리활성 성분의 이용을 향상시킬 수 있다.

본 연구에서는 초미세 분쇄 압출 성형 등의 신가공 기술들을 약용식물에 적용하여 가공방법별로 제조된 제형의 물리·화학적 특성을 분석하였으며 이러한 신가공 기술들의 활용가능성을 제시하였다.

II. 본론

1. 인삼

인삼(*Panax ginseng* C.A. Meyer)은 오래전부터 한약처방에 중요한 약재로 사용되어 왔으며 여러 가지 약리적 효능을 가지므로 최근에는 건강식품 소재로서 널리 이용되어지고 있다. 인삼의 성분, 약리 및 임상효능에 대한 현대과학적인 연구는 최근 약 30년간 비약적인 연구 성과를 얻고 있으며 인삼 saponin의 dammarene계 triterpene 배당체인 진세노사이드와 비 saponin계 성분 중 panaxytriol 등의 암세포 증식 억제, 면역강화, 산화 억제, 강장 효과, 항암, 항바이러스 등의 다양한 생리활성이 보고되고 있다. 하지만 인삼 가공은 홍삼 제조, 건조, 추출 등의 단순 가공이 주를 이루고 있다. 본 연구의 목적은 인삼의 유효성분을 효율적으로 추출하기 위한 전처리 공정으로서 이용될 수 있는 초미세 분말화 기술과 압출성형 기술을 개발하는 것이었다.

인삼 초미세 분말화: 인삼의 초미세 분말화를 위하여 먼저 수삼을 원적외선 건조기(40°C)와 동결 건조기로 건조 후에 pin-mill 을 이용하여 입자크기 약 3 mm 정도로 조파쇄하였다. 조파쇄된 인삼 분말은 저온 초미세 분쇄기(HKP-05, Korea



Energy Technology, Korea)를 이용하여 초미세 분말화 하였다(Fig. 1). 조파쇄된 인삼 분말은 고속으로 회전하는 로터와 1차, 2차, 3차 스테이터를 통과하면서 분쇄되었다. 인삼 분쇄물은 미분과 조분으로 분리되는데 조분으로 분리된 입자는 임펠러에 의하여 발생한 원심력에 의해서 classification zone의 바깥둘레에 설치된 분급존을 통하여 공기와 함께 재순환되었다. 반대로 초미세 분말은 항력의 영향으로 중심에 위치한 배출구를 통하여 배출되었다. 초미세 분쇄 시 마찰열로 인한 유용성분의 파괴 방지를 위하여 트랙을 저온으로 유지할 수 있게 하였다. 이때 제조된 초미세 인삼 분말의 전자현미경 사진은

Fig. 1. Ultrafine air-craft mill. Fig. 2 및 Fig. 3과 같다.

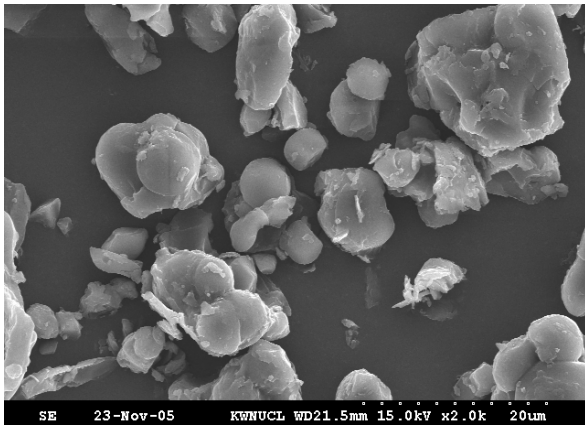


Fig. 2. Scanning electron micrograph of ultrafine ginseng powder after far infrared drying.

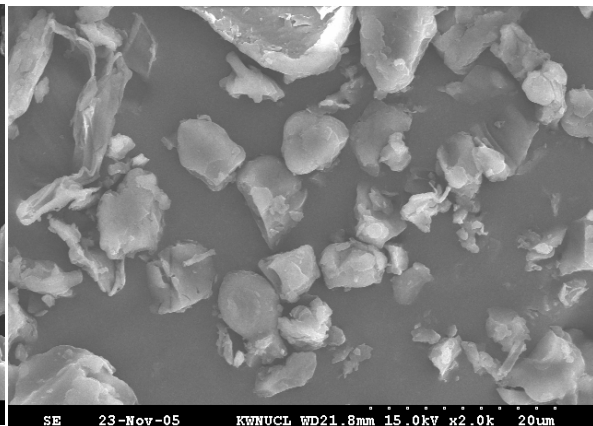


Fig. 3. Scanning electron micrograph of ultrafine ginseng powder after freeze drying.

인삼을 원적외선 건조와 동결 건조를 하여 분쇄한 초미세 인삼분말의 입도 분석의 값이 Table 1에 나와 있다. 입도분포의 경우 $d_{(0.1)}$ 는 약 $4 \mu\text{m}$, $d_{(0.5)}$ 는 약 $15 \mu\text{m}$, $d_{(0.9)}$ 는 약 $37 \mu\text{m}$ 이었으며, 비표면적은 약 $0.8 \text{ m}^2/\text{g}$ 이었다. 결과적으로 동결 건조와 원적외선 건조 후 제조한 초미세 분말의 크기는 유사한 것으로 알 수 있다. 원적외선 건조와 동결 건조한 시료는 약 $18 \mu\text{m}$ 범위에서 unimodal 경향인 입도 분포 곡선으로 초미세 분말화되었다

Table 1. Particle size analysis of ginseng powders

Ultrafine ginseng powders	$d_{(0.1)} \mu\text{m}$	$d_{(0.5)} \mu\text{m}$	$d_{(0.9)} \mu\text{m}$	Specific Surface Area(m^2/g)
Far infrared drying	4.22	15.94	37.09	0.81
Freeze drying	4.10	15.01	37.77	0.82

인삼 압출성형: 인삼을 압출성형하기 위하여 동방향 완전 맞물림형 이축 압출 성형기(Hankook EM Ltd., Korea, Fig. 4)를 이용하여 배럴 온도 80°C, 160°C에서 인삼을 압출성형 하였다. 압출성형의 영향을 연구하기 위하여 압출된 인삼의 수분용해지수와 진세노사이드 함량을 분석하였다. 인삼 압출 성형 시 온도에 따른 수분용해지수를 Fig. 5에 나타냈다.



Fig 4. Twin screw extruder.

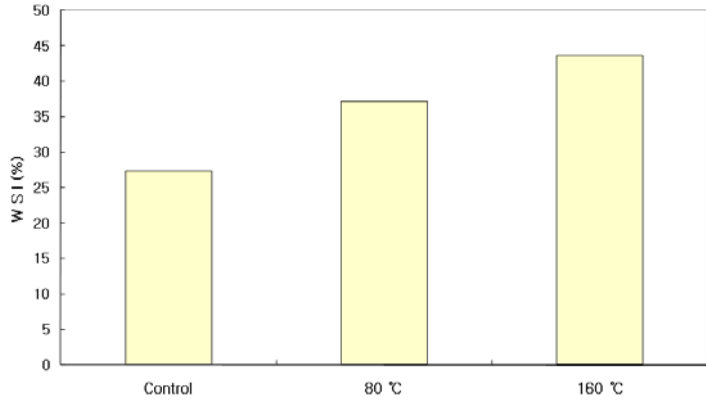


Fig. 5. Water solubility indices of ginseng extrudates.

온도 80°C 조건에서 수분용해지수는 37.21% 이었으며, 160°C에서 수분용해지수는 43.68%로 80°C 조건에 비하여 6.47% 증가하였다. 또한 압출성형을 하지 않은 대조군과 비교하였을 경우 수분용해지수는 16.34% 증가하였다. 이는 압출성형 과정 동안 인삼의 조직이 이완되어 유용성분의 용출이 증가된 것으로 사료된다

인삼 압출성형 시 온도별 진세노사이드 함량의 변화를 Table 2에 나타내었다. 진세노사이드 Rb₁, Rb₂, Rc, Rd, Rg₁ 은 압출 성형하였을 경우 모두 다 증가하였다. 진세노사이드 증가 이유에 대해서는 아직 명확하지는 않지만 압출 성형 과정 동안 제공된 고온, 고압, 고전단력이 이들의 증가에 영향을 준 것으로 판단된다

Table 3. Contents of ginsenoside in ginseng extrudates at 80 and 160 °C

%	Rb ₁	Rb ₂	Rc	Rd	Rg ₁	Rg ₃
control	0.40	0.25	0.33	0.07	0.70	T*
80°C	0.66	0.27	0.45	0.11	0.92	T*
160°C	0.64	0.27	0.41	0.10	0.97	T*

T* : Tracer

2. 당귀

당귀는 한방에서는 빈혈 치료와 혈액순환 장애로 인한 어혈증과 혈전증 반신불수 등에 처방되는 중요한 생약재로 사용되고 있다. 특히 참당귀(*Angelica gigas Nakai*)는 다른 종류에 비하여 decursin 과 decursinol angelate의 함량이 많아서 약용 또는 건강식품의 원료로서 이용가치가 있다고 보고되고 있다. 당귀는 주로

열수추출로 사용되고 있으나 열수를 이용하여 추출하는 경우 당귀의 유용성분인 decursin의 추출 수율이 낮고 불안정한 상태로 존재한다 또한, 유용성분인 decursin을 얻기 위해서는 에탄올 및 유기용매를 이용하여 추출해야 하는 단점이 있다. 당귀는 섬유질이 많이 포함되어 있고 유효성분이 많이 분포된 껍질 부분이 두껍고 잔뿌리가 많이 형성되어 있으므로 인삼의 경우에서처럼 용해도와 추출 수율을 높일 수 있는 가공기술 개발이 필요하다 본 연구의 목적은 고섬유질이 많이 포함된 당귀의 용해도 향상과 생체이용률을 증진시키기 위하여 초미세 분말화 기술, 압출성형 기술을 개발하는 것이었다

당귀 초미세 분말화: 초미세 분말화를 위하여 당귀(*Angelica gigas Nakai*)를 원적외선 건조기를 이용하여 건조한 후 세절기를 이용하여 일정한 크기로 세절 후 mm 이하로 조파쇄하였다. 조파쇄된 당귀 분말은 초저온 초미세 분쇄기(HKP-05, Korea Energy Technology, Korea)를 이용하여 초미세 분말화 하였다. 조파쇄된 당귀 분말은 고속으로 회전하는 로터와 스테이터를 통과하면서 분쇄되었으며 초미세 분쇄 시 마찰열로 인한 유용성분의 파괴 방지를 위하여 트랙을 저온으로 유지하였다. 당귀의 초미세 분쇄 시 분쇄기의 절단입도의 반경을 각각 40, 10, 5 mm로 변화를 주어 실험한 입도 분석의 값이 Table 4에 나타나 있다. 절단입도의 반경 40 mm에서 분쇄 하였을 경우 $d_{(0.1)}$ 의 값이 $3.12 \mu\text{m}$ 이며 $d_{(0.9)}$ 에서는 $24.12 \mu\text{m}$ 의 입자크기를 나타내었다. 절단입도의 반경을 10, 5 mm으로 감소 시켰을 경우 $d_{(0.1)}$ 의 값이 각각 $2.59 \mu\text{m}$, $2.44 \mu\text{m}$ 으로 감소하였으며 $d_{(0.9)}$ 의 경우에는 각각의 값이 $15.41 \mu\text{m}$, $12.27 \mu\text{m}$ 감소하였다. 절단입도의 반경을 40 mm에서 5 mm으로 감소 시켰을 경우 분쇄한 시료의 입도 분포 평균이 약 $10 \mu\text{m}$ 범위에서 $6 \mu\text{m}$ 범위로 감소 되는 것을 확인 할 수 있었다

Table 4. Particle size analysis of *Angelica gigas Nakai* powders

Hole size	$d_{(0.1)} \mu\text{m}$	$d_{(0.5)} \mu\text{m}$	$d_{(0.9)} \mu\text{m}$	Specific Surface Area(m^2/g)
40 mm	3.12	10.19	24.12	0.94
10 mm	2.59	6.62	15.41	1.20
5 mm	2.44	5.71	12.27	1.33

당귀 압출성형: 당귀를 압출성형하기 위하여 인삼의 압출성형에서 이용된 동방향 완전 맛물림형 이축 압출 성형기를 이용하였다 압출성형에 미치는 온도와 스크루 속도의 영향을 연구하기 위하여 배럴의 온도는 120, 140, 160, 180, 200°C 순으로 변화를 주었으며, 스크루 속도도 200, 300, 400 rpm로 변화를 주어 실험하였다 압출성형을 한 당귀의 추출 수율 분석 결과는 Table 5에 나타나 있다. 당귀 추출

수율은 낮은 온도(120°C, 140°C)에서 압출성형을 수행하더라도 대조구 분말조과쇄)을 이용한 추출의 경우에서 보다 더 높은 수율을 나타내었다. 물 추출의 경우 당귀 추출물의 수율은 배럴의 온도를 140°C까지 증가시켰을 경우 완만히 증가하다가 160°C 이상에서는 급속하게 감소하였다. 하지만 배럴의 온도를 180°C로 하였을 경우에는 추출 수율이 다시 증가하는 추세를 나타내었다. 결론적으로 수용성 물질의 추출을 목표로 하는 경우에는 140°C 이하의 온도에서 전단력을 낮추어 압출공정을 적용한 후 추출에 사용하는 것이 적합하다는 결론을 얻었다. 주정 추출의 경우에는 대부분의 처리구에서 대조구 분말보다 높은 수율을 얻을 수 있었다. 주정 추출의 수율을 증가시키려는 목적으로 압출성형을 이용할 경우에는 경우 물 추출보다 상대적으로 배럴의 온도와 전단력의 속도를 높여 사용하는 것이 적합한 가공 방법이라고 판단되었다. 특히, 당귀를 대상으로 압출성형의 기술을 적용할 경우에는 빠른 여과 속도를 가지게 되고 잔유물의 함량도 최소화 할 수 있는 장점을 가지고 있었다.

Table 5. Extraction yields of *Angelica gigas* Nakai processed at a variety of extrusion conditions

Processing Condition	Yield (%)	
	Water	100% EtOH
120°C	200rpm	19.20
	300rpm	24.15
	400rpm	26.27
140°C	200rpm	27.33
	300rpm	26.87
	400rpm	29.76
160°C	200rpm	35.12
	300rpm	31.35
	400rpm	23.19
180°C	200rpm	25.51
	300rpm	27.21
	400rpm	27.31
200°C	200rpm	26.52
	300rpm	33.25
	400rpm	35.33
Control	22.73	19.90

압출성형의 가공 조건 영향을 연구하기 위하여 압출된 당귀의 decursin 및 decursin anglelate의 함량을 분석하였다(Table 6). 압출성형 온도가 decursin 및 decursin anglelate의 추출에 미치는 영향은 140°C 이하의 낮은 온도에서는 낮은 함량은 나타낸 반면 160°C 이상에서는 유용성분의 함량이 2-3배 증가하는 경향을

나타내었다. 특히 180°C에서 400 rpm으로 압출 성형한 당귀분말에서는 약 3.3배로 가장 높은 함량 증대의 결과를 나타내었다 스크루 속도의 영향은 200, 300, 400 rpm으로 나누어 검정하여 본 결과 스크루 속도가 증가 할수록 전단력이 증가되어 증가된 decursin 및 decursin angelate의 함량을 나타내었다 결론적으로 160°C 이상의 고온에서 고전단력을 부여하면서 가공하는 조건이 당귀의 대표적인 유용성분인 decursin 및 decursin angelate의 추출 향상에 도움이 될 것으로 사료된다.

Table 6. Decursin and decursinol angelate contents of *Angelica gigas Nakai* processed at a variety of extrusion conditions

Processing Condition		Contents (mg/gDW)	
		Decursin	Decursinol angelate
100°C	200rpm	0.66	0.42
	300rpm	1.34	0.84
	400rpm	1.77	1.10
120°C	200rpm	1.17	0.74
	300rpm	1.84	1.14
	400rpm	1.89	1.19
140°C	200rpm	0.77	0.49
	300rpm	0.86	0.54
	400rpm	1.05	0.66
160°C	200rpm	1.82	1.15
	300rpm	2.01	1.27
	400rpm	2.77	1.74
180°C	200rpm	1.62	1.01
	300rpm	1.82	1.14
	400rpm	3.36	2.09
200°C	200rpm	1.24	0.77
	300rpm	1.59	0.99
	400rpm	1.98	1.24
Control		1.02	0.62

III. 결론

약용식물은 가공 완료 후 원재료가 가지고 있던 고유의 영양성분 생리활성 성분, 색, 향, 풍미 등을 최대한 보존 및 유지할 수 있도록 가공하는 것이 중요하며 이는 최종 가공제품의 품질과 효능을 결정하는 중요한 요소가 된다 현재 약용식물의 가공은 아직도 약용식물은 열풍 건조 후 분쇄공정을 거쳐 단순 반가공품 또는 단순 열수추출물로 제조되어 사용되고 있다 열수 추출공정은 장시간 소요되는 비경제적인 문제점을 가지고 있으며 생리활성성분의 용출이 효과적이지 못할 뿐만 아니라, 고형분 함량이 낮은 단점을 가지고 있다 또한 약용식물에서 추출된 생리활성 성분은 주위 환경 요소인 빛 습도, 산소, 온도 등에 의해 제품의 품질에 변

화가 일어나고 있다 따라서 이러한 문제점을 개선할 수 있는 새로운 가공기술이 개발되어야 한다

본 연구에서는 대표적인 약용식물인 인삼 및 당귀를 초미세 분쇄압출 성형 등의 신가공 기술을 적용하여 실험한 예를 제시하였다 이러한 기술이 약용식물을 가공하는 산업에 이용되어진다면 기존의 방법들과 비교하여 약용작물을 효율적 경제적으로 가공할 수 있다 특히, 약용식물의 유용성분인 생리활성물질의 이용 수율을 증대시킬 수 있다 이러한 신가공 기술을 이용한 약용식물을 활용한 고품질, 고기능, 고부가가치의 다양한 상품을 개발할 수 있을 것으로 사료된다

IV. 감사의 글

본 연구는 농림수산식품부 식품기술개발사업의 지원에 의해 이루어진 것임

V. 참고문헌

- Anastase Hagenimana, Xiaolin Ding and Tao Fang. 2006. Evaluation of rice flour modified by extrusion cooking. *Journal of Cereal Science*, 43(1). 38~46.
- Drogemeier, R. and K. Leschonski. 1996. Ultra fine grinding in a two stage rotor impact mill. *International of Mineral Processing*. 44-45, pp.485-495.
- Guo, L., J. Liu, S. Liu and J. Wang. 2007 Velocity measurements and flow field characteristic analyses in a turbo air classifier. *Powder Technology*. 178, 10 - 16.
- Han S. B., Kim Y. H., Lee C. W., Park S. M., Lee H. Y., Ahn K. S., Kim I. H and Kim H. M., 1988. Characteristic immunostimulation by angelan isolated from *Angelica gigas* Nakai. *Immunopharmacology*. 40(1), 39-48.
- Hiroshi, M. and S. Toshihiko. 2003. Classification of ultra fine powder by a new pneumatic type classifier. *Powder Technology*. 131, 71-79.
- Jafari, S. M., Assadpoor, E., He, Y. and Bhandari, B., 2008. Encapsulation efficiency of food flavor and oil during spray drying, *Drying Technology*, 26, 816-835.
- Lee, S. J., Lee, Y. B., Hong, J. H., Chung, J. H., Kim, S. S., Lee, W. J. and Yoo, J. R., 2005. Optimization of pine flavor microencapsulation by spray drying, *Food Sci. Biotechnol.* 14(6), 747-751.
- Lee S. Y., Shin S. R., Kim K. S., Kwon J. H. 2000. Establishment of Extraction Conditions for Effective Components from *Angelica gigas* Nakai Using Microwave - Assisted Process. *J. Korean Soc. food Sci. Nutr.* 29(3), 442-447.
- Lee U. J. and Han J. S. 2009. Physicochemical and sensory characteristics of traditional *Doenjang* prepared using a *Meju* containing components of

Acanthopanax senticosus, *Angelica gigas*, and *Corni fructus*. Korean J. Food Cookery Sci. 25(1), 90~97.

Park C. E. and Park C. H. 2001. Studies on the Extraction Efficiency of Polyacetylene from Korean Ginseng. Korean J. Biotechnol. Bioeng. 16(3), 264~268.