

정제과정에 따른 대나무기름의 물리화학적 특성 및 성분에 관한 연구

나명순 · 최현숙 · 이명렬[†] · 류성렬* · 박승규** · 최용덕*** · 박옥란**** · 최두복***** · 신대윤*****[†]

조선대학교 식품영양학과, *대불대학교 화학공학과, **을지대학교 식품가공학과, ***서울시립대학교 환경공학과,
****조선대학교 생명화학공학과, *****조당대학교 환경보건학과, *****조선대학교 환경공학과,
(2007년 9월 11일 접수, 2007년 12월 4일 채택)

A Study on Physicochemical Properties and Components of Bamboo oil from *Phyllostachys nigra var. henonis* by refining process

Myung-Sun Na, Hyun-Suk Choi, Myung-Yul Lee[†], Seong-Ryeol Ryu*, Seung-Kyu Park**, Yong Deok Choe***,
Yu Lan Piao****, DuBok Choi*****, and Dae-Yewn Shin*****[†]

Department of Food and Nutrition, Chosun University, Gwang-ju 501-759, Korea

*Department of Chemical Engineering, Dae Bul University, Young Am 526-702, Korea

**Department of Food technology, Eulji University, Kyeongki-do 461-713, Korea

***Department of Environmental Engineering and Science, University of Seoul, Seoul 130-743, Korea

****Department of Biochemical Engineering, Chosun University, Gwangju 501-759, Korea

***** Department of Environmental Health, Cho-dang University, Chonnam 534-800, Korea

*****Department of Environmental Engineering, Chosun University, Gwang-ju 501-759, Korea

(Received September 11, 2007; accepted December 4, 2007)

본 연구는 정제과정에 따른 대나무 기름의 물리 화학적 특성 및 성분을 검토하기 위해 타르, 색차계, 총 유기산 및 총 페놀성 물질 함량, 조 단백질 및 조 지방 함량, 유리 당 및 기름성분, 유기산 및 무기물을 분석하였다. 정제과정을 통해 타르 성분이 약 78% 이상 감소되었으며 색차계 분석에서 명암이 정제의 샘플에서 92.4로 나타내어 투명해졌고 적색도는 29.1에서 3.0으로 낮아졌다. 총 유기산 및 총 페놀성 물질 함량은 정제과정 중에 각각 약 63%와 80%가 감소되었다. 조 단백질 및 조 지방 함량은 정제과정 중에 각각 약 60, 56% 감소했고, 유리 당 별로는 lactose 함량이 가장 많았고 다음으로 fructose, glucose 순이었다. 미 정제 및 정제 대나무 기름에서 palmitoleic acid의 함량이 가장 많았고 다음으로 stearic acid, linoleic acid 순이었다. 총 유기산 함량은 정제과정 중에 약 88%의 유기산이 감소되었고 formic acid가 가장 많았다. 양이온 함량은 미 정제 기름의 Ca 함량이 가장 많았고 다음으로 K, Na, Fe 순이었으며, 정제 기름은 Ca 함량이 가장 많았고 다음으로 Fe, K, Na 순이었다.

The purposes of this study were to investigate the physicochemical properties and component values of bamboo oil from *Phyllostachys nigra var. henonis* obtained by refining process. The tar concentration in the refined bamboo oil (RBO) was decreased to about 78% compared to crude Bamboo oil (CBO). The chromaticities of light, red, and yellow in RBO were 92.4 and 3.0, respectively. This result indicates that the chromaticity of light was increased with the decrease in the tar concentration in the Bamboo oil. The total concentrations of organic acid and phenolics compound in RBO were decreased to about 63% and 80%, respectively. The total concentration of free sugars was decreased to about 78% in RBO and the concentration of free sugar was in the order of lactose, fructose, and glucose. The palmitoleic acid and stearic acid concentrations were higher than that of other fatty acids. The concentration of total organic acid was decreased to about 88% through RBO. Among the various organic acids, the formic acid concentration was highest in the RBO. The minerals concentrations in the CBO were in the order of Ca, K, Na, and Fe. On the other hand, in the case of RBO, it was in the order of Ca, Fe, K, and Na.

Keywords: Bamboo oil, *Phyllostachys nigra var. henonis*, fatty acid, phenolic compound, chromaticity

1. 서 론

대나무는 벼과(gramineae)에 속하는 식물로 한국, 중국, 일본 등 동남

아시아에 주로 분포하며, 한국에서는 재배 면적으로 볼 때 전남 4,608 ha (57%), 경남 2,425 ha (30%)로써 전체 대나무의 87%를 차지하고 있다. 대나무의 종류에는 숨대, 왕대(참죽), 맹종죽(죽순대), 오죽, 반죽, 섬 대, 해상죽(신우 대), 갓 대, 조릿 대, 산죽, 이대 등 11종의 대표적인 품종이

[†] 교신저자 (e-mail: dysin@chosun.ac.kr, mylee@chosun.ac.kr)

있고 이 중 주 재배 품종은 왕대, 솜대 및 맹종 죽이다[1]. 대나무는 매년 벌채하더라도 성장이 가능하고 재생산이 빠른 환경 친화성 소재로 몇 년 전까지만 해도 농수산업 및 건축업 시설재나 생활 자재로 많이 이용되어 농가의 높은 소득원으로 각광을 받았지만 최근에는 강철, 플라스틱 등의 도입과 외국산 죽 제품의 수입 및 소비자들의 의식과 생활패턴의 변화로 이용도가 매우 낮아졌다. 그러나 최근 대나무 숲이 수질정화, 전자파 차단, 원적외선 발생효과, 조습제, 탈취제 등으로 널리 이용이 되고 대나무에서 생성되는 부산물인 죽초액과 죽력 등 제품의 기능성이 입증되면서 대나무 생산량이 점차 증가되고[2-6] 있으므로 이들의 효능 및 새로운 이용에 대한 개발이 절실히 필요하다.

대나무 기름(죽력, bambusae caulis in Liquamen, bamboo oil)은 전통적으로 솜대를 고온으로 가열하여 채취되는 즙액으로 기미(氣味)가 감(甘), 한(寒) 무독하고 활담, 청열, 자음, 식품, 활혈 등의 심혈관계 질환이나 기관지 천식, 중풍, 혈압강화, 해열작용, 화상치료, 살균제 등으로 사용되어 왔으며[7] 단독 복용은 피하고 생강즙 혹은 복령과 함께 복용하도록 되어 있으며 단독 복용 시는 소량씩 복용하도록 명시되어 있다[8]. 현재까지도 죽력은 제력적 공정에 따라 제조되기 때문에[9] 소량 생산, 작업 과정 불편함, 품질의 불순물, 불쾌치 등으로 인한 불균일화 등 문제점이 많다. 정제 과정을 거치면 타르 등 색도를 나타내는 물질이 제거되어 투명하게 되고 유해성이 높은 물질이 대부분 제거됨으로써 식용은 가능하다[10]. 정제 과정 중 생리활성물질인 유기산, 페놀 유도체 등이 다량 손실될 수 있으므로 죽력 제조공정을 현대화하여 제품의 다량 생산 시스템화, 작업과정의 자동화, 품질의 우수성 및 표준 균일화를 확보할 수 있는 생산 공정과 위생적이며 tar, aldehydes, methanol, carbonyl compounds, phenolic compounds 등 유해성분이 최소화되어 무독하면서도 효능평가를 통하여 유효성과 안정성이 확보된 우수한 제품을 다량 생산할 수 있는 추출장치의 개발이 절실히 요구된다. 또한 현재 시중에는 죽초액 관련 제품은 여러 가지 형태로 제조되어 시판되고 있으나 죽력 관련 제품은 아직도 출시되지 않고 있으며 이들의 기능성에 대해서도 자료가 부족한 상황이다.

따라서 본 연구는 정제과정에 따른 대나무 기름의 물리 화학적 특성 및 영양 성분 검토하기 위해 타르, 색차계, 총 유기산 및 총 페놀성물질 함량, 조 단백질 및 조 지방 함량, 유리 당 및 기름성분, 유기산 및 무기물 등을 분석하였다.

2. 실험

2.1. 죽력 제조 및 정제 방법

전남 담양군 담양읍 남산리 동정자 마을에서 채취하여 다음과 같이 제조하였다. 먼저 솜대(*Phyllostachys nigra* var. *henonis*)를 20~30 cm 크기로 자르고 물속에 12 h 침전시켜서 음양에서 하루 동안 말려 세로로 자른 다음 건조한다. 건조한 대나무(25 kg)를 솟가마에 넣고 900~1000 °C에서 열을 가하고 연통 주위에 냉각수를 통과시켜 채취된 즙액을 80~150 °C로 냉각하여 액체(1.5 L)를 회수한 후 도가에 넣어 6 이상 숙성시켜서 미정제 대나무 기름(Sample A)을 얻는다. 미정제 대나무기름에 활성탄(200~250 mesh, Yakyuri pure chemical Inc. Japan) 140 mg을 가하여 정제한 후 자체 제작한 강압증류 장치로 108 °C에서 증류하여 정제 대나무 기름(Sample B)을 얻는다.

2.2. 분석 방법

비중은 25 mL의 표준 비중계를 사용하여 15 °C의 항온조에서, pH는 pH meter (Denver instrument model 15, USA)로 색도(chromaticity)는

색차계(CM-3500d Minolta Co., Ltd, Japan)로 L (명도), a (적색도), b (황색도) 값을 3회 측정하여 평균값으로 나타내었다. 투과도는 spectrophotometer (Shimadzu UV-1601pc, Kyoto, Japan)를 이용하여 690 nm에서 측정하였고, 용해타르 함량은 대나무기름 50 mL를 증발 접시에 넣고 105 °C의 dry oven에서 가열 건조시켜 얻은 잔사물을 계량하여 대나무기름에 대한 중량 백분율로 나타내었다.

총 유기산 함량은 죽력 1 mL를 100배 희석하고 페놀프탈레인을 가한 후 0.1 N NaOH용액으로 적정하여 계산하였다. 총 페놀 함량은 죽력 100배 희석 후 0.5 mL를 취하여 10% Folin 시약 2.5 mL와 7.5% Na₂CO₃ 2 mL를 가한 다음 30 min간 실온에 방치 후 750 nm에서 흡광도를 측정하였다. 측정 결과는 검량 선을 이용하여 함량을 산출하였다.

조 단백질은 micro-kjeldahl법, 조 지방은 soxhelt 추출법, 회분은 회화법으로 분석하였고 유리 당은 삼각플라스크에 시료 1 g과 에탄올(80%) 50 mL를 취하여 75 °C에서 5 h 가열한 다음 Whatman filter paper (No.2)로 여과하고 여액을 rotary vacuum evaporator에서 감압 농축한 후 10 mL로 정용하여 HPLC로 분석하였다. HPLC 조건은 다음과 같다. Instrument: Dionex 600 Ion chromatography, Column: Carbo Pac™-PA10 analytical, Gard: Carbo Pac™ PA10, Eluent A: 200 mM NaOH / 1 L, Eluent B: 18 mM NaOH / 1 L, Flow rate: 1.0 mL/min, Inj. Volume: 10 µL, Detection: ED50 integrated amperometer.

지방산은 시료 5 g를 warming blender로 균질화한 다음 10 mL 클로로포름과 20 mL 에탄올을 가하고 2 min간 균질화한 후 다시 10mL 클로로포름을 가하여 30 sec간 분산시켰다. 여과 후 30 min간 방치한 다음 상층을 제거하고 무수 Na₂SO₄를 가하여 탈수 후 rotary vacuum evaporator로 감압 농축하였다. 지방 100 mg을 취하여 5 mL 톨루엔에 용해시키고 BF₃-MeOH시약으로 메틸화하여 GC로 분석하였다. 유기산은 삼각플라스크에 시료 1 g과 증류수 50 mL를 취하여 80 °C 수조에서 4 h 가열한 다음 Whatman filter paper (No.2)로 여과하고 여액을 rotary vacuum evaporator로 감압 농축한 후 증류수 10 mL로 정용하여 HPLC로 분석하였다. HPLC 조건은 다음과 같다. Instrument: Dionex 600 Ion chromatography, Column: IonPac ICE-AS6 analytical, Eluent: 0.4 mM heptafluorobutyric acid / 1 L, Flow rate: 1.0 mL/min, Inj. Volume, 10 µL, Detection: Suppressed conductivity, AMMS-ICE II.

무기질은 시료 0.5 g과 질산 10 mL, HClO₄ (60%) 3 mL를 취하여 투명해질 때까지 가열 후 0.5 M 질산으로 50 mL로 정용하였다. 분석 항목별 표준용액을 혼합하고 다른 vial에 8 mL씩을 표준용액으로 하였고 대조구로 0.5 M 질산을 사용하여 spectrophotometer 213~422 nm에서 측정하였다. 양이온 및 음이온은 시료 5 g을 증발접시에 취하여 24 h 동안 호화시킨 후 30 min간 냉각시키고 HCl : 증류수(0.5 : 3.5 비율)의 4 mL과 증류수 10 mL를 가하여 수조 상에서 가온하면서 회분을 용해시켰다. 상기 용액을 증류수 100 mL로 정용하여 HPLC로 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 물리 화학적 특성

미 정제 대나무기름과 정제 대나무 기름의 물리적 특성은 Table 1에 나타내었다. 비중은 미 정제 대나무기름과 정제 대나무 기름 간에 차이가 없었고 투명도는 미 정제 대나무기름이 0.163을 보였으나 정제 과정 거치는 동안 0.0049로 낮아졌으며 타르 성분은 미 정제에 0.814%가 포함되어 있으나 정제 과정에서 0.177%로 약 78% 이상 감소되었다. 색차계 분석에서 명암이 미 정제의 샘플에서 53.8, 정제과정에서 92.4로 나타내어 투명해졌고, 적색도는 29.1에서 3.0으로 낮아져 초기의 불그스레

Table 1. Physical Properties of Crude and Refined Bamboo Oil

Sample	Specific gravity (g/cm ³)	Transparency (nm)	Tar (%)	Chromaticity		
				L (W&B)	A (red)	b (yellow)
A						
B						
	1.02	0.16	0.81	53.8	29.1	0
	1.01	0.05	0.18	92.4	3.0	6.4

A: Crude bamboo oil.

B: Refined bamboo oil.

Table 2. Chemical Properties of Crude and Refined Bamboo Oil

Sample	pH	Total organic acid (%)	Total phenolic compounds (mg/mL)
A	3.6	3.7	295.4
B	2.0	1.4	57.8

Table 3. Composition of Bamboo Oil

Sample	Moisture (%)	Crude protein (%)	Crude fat (%)
A	99.0	0.35	0.61
B	99.3	0.21	0.34

한 빛이 대부분 제거되었다. 이 결과는 타르 함량이 많을수록 명도가 낮아졌는데 이를 통하여 타르 함량과 명도는 역상관 관계가 있음을 알 수 있었고 타르가 대나무기름의 색깔에 영향을 주는 주된 물질인 것으로 사료 된다.

미 정제 대나무 기름과 정제 대나무 기름의 화학적 특성은 Table 2에 나타내었다. pH는 정제 대나무기름에서 3.5이었는데 정제 후 2.0으로 감소하여 산도가 증가되었고 총 유기산 농도는 3.7%에서 1.4%로 약 63%가 감소되었으며, 총 페놀성물질 함량은 295.4 mg/mL에서 57.8 mg/mL로 약 80%가 감소되었다. 대나무는 셀룰로오스, 헤미셀룰로오스 및 리그닌 등의 고분자물질을 함유하고 있는데 헤미셀룰로오스는 180 °C 전후에서 최초로 열분해가 시작되고 다음으로 셀룰로오스가 240 °C에서, 리그닌은 280 °C에서 열분해가 시작된다[11]. 대나무 기름 성분 중 유기산 및 중성 성분은 주로 헤미셀룰로오스와 셀룰로오스에서 생성이 되고, 페놀성 화합물은 주로 리그닌이 분해되어 생성된다[12]. 따라서 본 연구의 총 페놀성 화합물의 함량이 다른 보고와 차이가 있음은 본 대나무 기름 제조 과정 중 리그닌이 분해되는 온도가 충분히 유지되지 못했기 때문인 것으로 사료된다. 본 연구에서 정제과정 중 타르를 비롯한 색도를 띠는 물질이 많이 제거되어 투명도와 백색도가 확보될 수 있는 것으로 여겨지고 pH가 감소하여 산성도가 증가되는 것으로 생각되며 이는 역으로 유기산, 페놀 유도체 등 비점이 높은 물질이 다량 제거되기 때문으로 추측된다.

3.2. 성분 분석

미 정제 대나무 기름과 정제 대나무 기름의 조 단백질, 조 지방, 회분 및 탄수화물 농도는 Table 3에 나타내었다. 조 단백질 함량은 미 정제 대나무 기름이 0.35%, 정제 대나무 기름이 0.21%, 조 지방 함량은 미 정제 대나무기름이 0.61%, 정제 대나무기름이 0.34%로 미 정제 대나무 기름이 많았으며 기타 성분(회분, 탄수화물)은 검출되지 않았다. 대나무 기름의 유리당 함량의 결과는 Table 4와 같다. 총 유리 당은 미 정제 대나무 기름이 120.3 mg%, 정제 대나무기름이 32.4 mg%로 정제과정 중에 약 78%의 유리 당이 감소되었다. 유리 당 별로는 2종에서 모두 lactose 함량이 가장 많았고 다음으로 fructose, glucose 순이었으며 미 정제 대나무 기름에서는 ribose와 maltose가 정제 대나무기름에서는 arabinose, gal-

Table 4. Free Sugars Concentrations in Bamboo Oil

Free sugars (mg%)	Sample A	Sample B
D-Arabinose	2.3	-
D-Galactose	1.3	-
D-Glucose	8.7	2.1
D-Fructose	16.6	0.2
D-Ribose	-	-
D-Lactose	91.4	30.5
D-Maltose	-	-

Table 5. Fatty Acids Concentrations in Bamboo Oil

Fatty acids (mg%)	Sample A	Sample B
Stearic acid (C18:0)	16.7	11.6
Palmitoleic acid (C16:1)	80.8	66.7
Linoleic acid (C18:2)	2.42	2.16

Table 6. Organic Acids Concentrations in Bamboo Oil

Organic acids (mg%)	Sample A	Sample B
Oxalic acid	0.03	0.01
Tartaric acid	-	-
Citric acid	-	-
Malic acid	0.05	0.03
Formic acid	2.22	0.19
Lactic acid	0.40	0.10
Succinic acid	-	-

actose, ribose 및 maltose가 검출되지 않았다. 또한 대나무 기름에 함유된 아미노산, 비타민 A, E도 검출되지 않았다(Table에 제시하지 않음). 대나무 기름에 함유된 지방산을 C10:0에서 C22까지 분석하였다. 분석한 결과는 Table 5에 나타내었다. 총 지방산 함량은 미 정제 대나무 기름이 139.1 mg%, 정제 대나무 기름이 99.9 mg%로 정제과정 중 약 25%의 지방산 함량이 감소되었으며 미 정제 대나무기름과 정제 대나무 기름에서 palmitoleic acid의 함량이 80.8% 및 66.8%로 가장 많았고 다음으로 stearic acid, linoleic acid 순이었다. 대나무 기름에 함유된 유기산을 분석하기 위해 oxalic acid, tartaric acid, citric acid, malic acid, formic acid, lactic acid, succinic acid 등을 분석하였다. 대나무 기름에 함유된 유기산 함량의 결과는 Table 6에 나타내었다. 총 유기산 함량은 미 정제 대나무 기름에서는 2.65 mg%, 정제 대나무 기름에서는 0.22 mg%로 정

4. 결 론

Table 7. Minerals Concentrations in Bamboo Oil

Minerals (mg%)	Sample A	Sample B
Ca	37.7	17.7
Fe	4.1	6.7
K	22.8	4.0
Mg	4.0	1.0
Mn	0.1	-
Cu	0.2	0.1
Na	10.9	3.4
Zn	1.7	2.1

Table 8. Cations Concentrations in Bamboo Oil

Cations (mg%)	Sample A	Sample B
Li ⁺	0.01	-
Na ⁺	0.28	0.09
NH ₄ ⁺	0.02	-
K ⁺	3.07	0.05
Ca ²⁺	2.29	0.04

Table 9. Anions concentrations in Bamboo Oil

Anions (mg%)	Sample A	Sample B
Cl ⁻	0.67	0.16
NO ₂ ⁻	0.01	-
NO ₃ ⁻	0.07	0.01
PO ₄ ³⁻	0.04	-
SO ₄ ²⁻	0.03	0.60

제과정 중에 약 88%의 유기산이 감소되고 유기산 중 미정제 대나무 기름과 정제 대나무기름에서 formic acid가 2.2 mg%와 0.19 mg%로 가장 많았다. 이 결과는 Hwang[13] 등이 세 가지 주요한 성분인 cellulose, hemicellulose, lignin 중 cellulose는 300 °C 이상에서 열분해를 일으켜 목탄과 acetic acid, formic acid, 소량의 furfural 유도체 가스 생성물들을 형성한다는 보고와 일치하였다.

Table 7은 대나무 기름에 함유된 무기질 함량을 분석한 결과이다. 총 무기질 함량은 미 정제 대나무기름이 81.5 mg%, 정제 대나무 기름이 35.0 mg%로 정제 과정 중 약 57%의 무기질 함량이 감소되었다. 각각의 무기질 별로는 미 정제 대나무 기름이 Ca함량이 37.7 mg%로 가장 많았고 다음으로 K, Na, Fe 순이었으며, 정제 대나무 기름은 Ca함량이 17.7 mg%로 가장 많았고 Fe, K, Na 순이었다. 정제 과정 중 K의 감소율이 가장 높았다. 이 결과는 Lee[10] 등이 죽초액에 함유된 무기질 중 Ca, Fe, K의 검출이 많았다는 보고와 일치하였다. Tables 8과 9는 대나무 기름에 함유된 양이온과 음이온 함량을 분석한 결과이다. 미 정제 대나무 기름에서는 양이온 중 K⁺이 3.07 mg%로 가장 많았고, 다음으로 Ca²⁺, Na⁺ 순이었으며, 정제 대나무 기름의 경우는 정제과정 중에 많은 양이온이 감소되어 Na⁺ 함량이 가장 많았고 그 다음에는 K²⁺, Ca⁺ 순이었다. 음이온의 경우는 Cl⁻와 SO₄²⁻가 많았다.

본 연구는 정제과정에 따른 *Phyllostachys nigra var. henonis* 기름의 물리 화학적 특성 및 영양 성분 검토하기 위해 타르, 색차계, 총 유기산 및 총 페놀성물질 함량, 조 단백질 및 조 지방 함량, 유리 당 및 지방산, 유기산 및 무기물 등을 분석 하였다. 정제과정을 통해 타르 성분이 약 78% 이상 감소되었으며 색차계 분석에서 정제 샘플의 명암이 92.4를 나타내어 투명해졌고 적색 도는 96.7% 감소했다. pH는 미 정제 대나무 기름 3.54에서 정제 후는 2.0으로 산도가 증가되었고 총 유기산 및 총 페놀성 물질 함량은 정제과정 중에 각각 약 63%와 80%가 감소되었다. 조 단백질 및 조 지방 함량은 정제과정 중에 각각 약 60, 56% 감소했고, 유리 당 별로는 lactose 함량이 가장 많았고 다음으로 fructose, glucose순이었다. 미 정제 및 정제 대나무기름에서 palmitoleic acid의 함량이 각각 80.8%와 66.8%로 가장 많았고 다음으로 stearic acid, linoleic acid 순이었다. 총 유기산 함량은 정제과정 중에 약 88%의 유기산이 감소되었고 formic acid가 가장 많았다. 무기질 함량은 미 정제 대나무 기름이 Ca함량이 가장 많았고 다음으로 K, Na, Fe 순이었으며, 정제 대나무 기름에서는 Ca함량이 가장 많았고 Fe, K, Na 순이었다. 이와 같이 대나무 기름은 정제과정에 따라 그 성분이 감소하기는 하나, 단백질, 지방, 당 및 무기질과 같은 영양성분을 함유하고 있는 것으로 나타났다. 향후 대나무 기름의 활용방안을 모색하기 위하여 계속적으로 새로운 기능성 성분에 대한 분석이 이루어져야 할 것으로 보여진다.

참 고 문 헌

1. M. J. Kim, M. W. Byun, and M. S. Jang, *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **25**, 135 (1996).
2. K. S. Jang, C. H. Choi, and D. J. Jung, *Korean J. Oriental Physiology & Pathology*, **15**, 469 (2001).
3. K. Kook and K. H. Kim, *J. Anim. Sci. & Technol.*, **45**, 265 (2003).
4. H. Yoshimura, *Tran. Myci. Soc. Japan*, 141 (1993).
5. C. S. Ku, S. P. Mun, S. B. Park, and S. D. Kwon, *Mokchae Konghak*, **30**, 87 (2002).
6. K. Kook and K. H. Kim, *J. Anim. Sci. & Technol.*, **45**, 57 (2003).
7. K. J. Park and W. S. Chae, *J. Korean Acu. & Moxi. Soc.*, **18**, 184 (2001).
8. I. K. Jang and N. D. Hong, *Korean Soci. Orient. Inter. Med.*, **21**, 83 (1985).
9. G. E. Kim, S. B. Park, and K. M. Ahn, *Hamlim Journal Co.*, Seoul, pp 35 (1999).
10. F. Z. Lee and J. B. Eun, *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **31**, 251 (2002).
11. Y. H. Kim, S. G. Kim, G. S. Kim, and O. H. Lee, *J. Korean Soc. Agric Chem. Biotechnol.*, **44**, 262 (2001).
12. S. B. Park, S. G. Kwun, Y. K. Kim, and J. U. Koo, *Korean J. Forest Sci.*, **66**, 97 (2002).
13. B. H. Hwang, J. O. Koo, Y. S. Kim, S. P. Mun, C. K. Moon, K. H. Park, W. Y. Ahn, J. Y. Lee, H. J. Lee, and N. S. Cho, *Wood biomass, Sinjinmunhwasa*, Seoul, 31 (1988).