

기계식 탄화로와 재래식 토요를 이용하여 제조한 죽초액의 이화학적 특성: 식품처리제로서의 특성

이범수 · 은종방[†]

전남대학교 식품공학과, 생물공학연구소

Physicochemical Characteristics of Bamboo Smoke Distillates Processed by Mechanical Steel Kiln and Traditional Earth Kiln

Fan-Zhu Lee and Jong-Bang Eun[†]

Dept. of Food Science and Technology and Biotechnology Research Institute,
Chonnam National University, Gwangju 500-757, Korea

Abstract

Fresh bamboo (*Phyllostachys bambuoides sieb. et zucc.*) was charred at the mechanical steel kiln and traditional earth kiln with subsequent condensation of its smoke to 100°C. It was settled down for 12 months to remove tar components and then the middle layer of the liquid was collected as a bamboo smoke distillates to analyze its chemical composition and physicochemical characteristics for use as food additives or processing aids. The gravity, transmittance, reflectivity, and viscosity were 1.008, 89.05%, 1.36%, and 12.48 cp in the bamboo smoke distillates processed by mechanical steel kiln (MBSD) and 1.012, 98.33%, 1.34% and 9.09 cp in the bamboo smoke distillates by traditional earth kiln (TBSD), respectively. The color of TBSD was brighter than that of MBSD. The pH and titratable acidity, tar and remains were 3.55 and 2.830%, 2.803% and 0.671%, respectively, in the MBSD and 2.93 and 3.470%, 0.051% and 0.004%, respectively, in the TBSD. The major phenolic compounds of bamboo smoke distillates (BSD) were phenol, *o*-cresol, *p*-cresol, and guaiacol and the major organic acids were acetic acid, propionic acid, iso-butyric acid, and *n*-butyric acid, and major alcohols were methanol, furfuryl alcohol, and maltol. The contents of phenolic compound and alcohol were more in MBSD than in TBSD whereas the content of organic acid was more in TBSD than in MBSD. Therefore, toxic compounds for the human body, such as methanol from BSD should be removed for use as a food ingredient in the future.

Key words: physicochemical characteristics, bamboo smoke distillates

서 론

대나무는 우리 나라 남부지역, 특히는 전남과 경남 지역에 많이 분포하여 있으며 대표적인 죽종으로는 왕대, 솨대 및 맹종죽이다. 과거에는 죽공예품, 건축 및 농수산 용재로 다양하게 이용되었으며 농가의 높은 소득원으로 각광받았으나 플라스틱이나 강재에 의하여 대체되면서 그 용도를 점차 잃어가고 있었다. 또한 값싼 중국산 죽제품들의 수입으로 인건비 등에 의하여 상대적으로 비싼 국산 제품들의 수요가 적어져 대나무를 이용한 새로운 다양한 제품들의 개발이 필요하다. 최근에 대나무숯이 수질정화, 전자파차폐, 원적외선 발생효과, 조습제, 탈취제 등으로 널리 이용되고(1) 죽초액(대나무 목초액)과 죽력(왕겨 등을 이용하여 낮은 온도에서 대나무를 건류 및 탄화시켜 얻은 액체) 등 제품의 기능성(2-4)이 과학적으로 입증되면서 이에 대한 생산이 날로 늘어나고 있다. 때문에 이들의 새로운 이용에 대한 개발이 필요하다.

한편, 죽초액은 대나무를 탄화시켜 숯을 제조할 때에 생성되는 기체를 냉각시켜 얻어지는 부산물이며 이들의 제조방법에는 재래식 토요 제법, 개량식 이동탄화로, 기계식 탄화조에 의한 제법 등이 있다(2,3). 재래식 토요 제법은 지형지물을 이용하여 흙과 돌로 요을 만들고 거기에서 숯을 제조하는 방법이며 개량식 이동탄화조에 의한 제법은 드럼통이나 철판을 이용하여 만들어진 소형 이동식로에 의해 숯을 제조하는 방법이며 기계식 전용 탄화조에 의한 제법은 공장화된 자동 혹은 반자동화 제탄 시설을 갖추고 숯을 제조하는 방법이다. 통상적으로, 재래식 토요탄화조와 개량식 이동탄화조는 각각 600~800°C 또는 400~600°C의 비교적 낮은 온도에서 탄화가 진행되기 때문에 저분자 폐놀성 화합물이나 해로운 유기산의 함량이 적고 이들의 중합생성물인 타르도 비교적 적기 때문에 이 방법들이 주로 죽초액(또는 목초액) 제조에 이용된다. 그러나 기계식 탄화조에서는 높은 강도의 숯을 얻기 위하여 1000~1200°C의 고온에서 탄화가 이루어지는데 이와

[†]Corresponding author. E-mail: jbeun@chonnam.ac.kr
Phone: 82-62-530-2145. Fax: 82-62-530-2149

같은 조건에서는 나무의 주요성분인 cellulose, hemicellulose, lignin이 열분해를 일으켜 CO, CO₂ 및 관능기를 갖는 상당량의 휘발성 물질(응축성 증기)을 생성한다. 이러한 휘발성 물질은 비교적 작은 분자의 중간생성물로서 불안정한 형태로 존재하며 일단 공기를 만나면 재결합되어 여러 고리를 갖는 타르를 형성하며 열분해성 lignin상 용액(pyrolygneous liquid), 즉 죽초액(또는 목초액)에 부유하거나 침전된다. 일반적으로 죽초액(또는 목초액)의 수율은 가열온도와 가열비율에 의하여 좌우되므로 이에 따르는 죽초액의 특성과 화학적 조성도 서로 차이가 있을 것으로 생각된다. 그러나 기계식 및 재래식 방법으로 제조된 죽초액의 특성과 조성성분에 대한 연구는 아직까지 진행되어 있지 않다.

한편, 목초액 중의 훈취성분을 정제분리하여 훈연액을 제조하며, 일본에서는 훈연액을 제조하기 위한 탄화소재로 떡갈나무, 졸참나무, 산벚나무 등 활엽수를 만히 이용하고 유럽이나 아메리카 여러 나라들에서는 hickory(*Carya spp.*)를 많이 사용하고 있다(5). 국내에서는 참나무를 탄화하여 제조한 목초액을 이용하여 훈연액을 제조하여 햄이나 소시지 생산에 이용하고 있다. 유럽이나 일본에서도 훈연액을 어육햄, 프레햄 등에 이용하고 있다(6). 훈연액은 훈취뿐만 아니라 항산화작용이 있어 일본에서는 튀김유에 첨가하여 튀김유의 산패를 방지하고 있다(7).

그러므로 우리나라 남부지역의 명물인 대나무를 이용하여 목초액과 같은 생산공정을 거쳐 생산된 죽초액에서도 상기와 같은 작용이 기대되므로 본 연구에서는 기계식 탄화로와 재래식 축요 탄화로를 이용하여 제조된 죽초액의 일반특성과 화학적 조성을 서로 비교, 분석함으로써 서로 다른 방법에 의하여 제조된 죽초액의 특성을 살펴보고 식품첨가물로서의 이용 가능성을 고찰하였다.

재료 및 방법

시료 및 시약

본 실험에서 이용한 죽초액은 벌채 직후의 푸른 왕대(*Phyllostachys bambuoides sieb. et zucc.*)를 재래식 토요(탄화온도 600~800°C)와 기계식 탄화로(1000~1200°C)를 이용하여 탄화시켜 발생하는 연기를 100°C 전후에서 냉각시켜 제조하였다. 이 죽초액을 플라스틱통에 담아 밀봉하여 암소에서 12개월 정지하여 타르를 분리시키고 중간부분의 맑은 액을 취하여 여지(Whatman No. 6)로 여과하여 이용하였다(Fig. 1).

실험에 사용한 시약들은 모두 특급 또는 시약급을 사용하였으며 chromatogram에 대한 각 성분의 정성은 Sigma사, Aldrich사, Merck사에서 각각 표준품을 구입하여 사용하였다.

죽초액의 물리적 특성 조사

비중은 25 mL의 표준비중계를 사용하여 15±1°C의 항온수조(WB-20E, Jeio Tech, Korea)에서 측정하였다.

색도는 색차계(CM-3500d, Minolta Co., Ltd., Japan)를 사

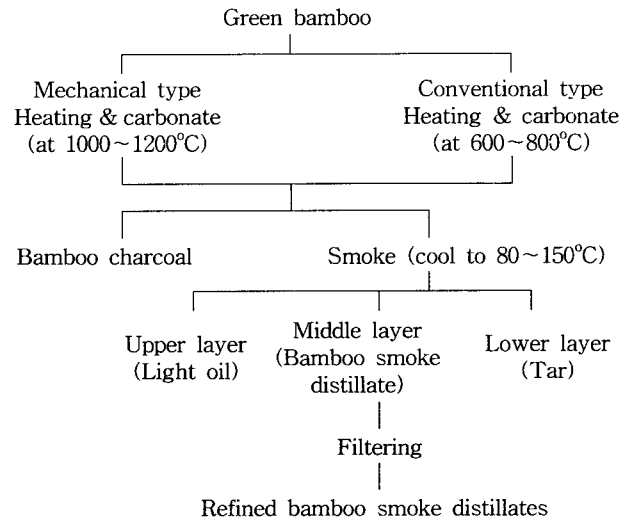


Fig. 1. Schematic diagram for processing bamboo smoke distillates.

용하여 L(명도), a(적색도), b(황색도)값을 측정하였으며 5회 측정치의 평균값으로 나타내었다.

투과도는 spectrophotometer(CM-3500d, Minolta Co., Ltd., Japan)를 이용하여 690 nm에서 투과도를 측정하였다.

굴절율은 digital thermometer(Atago 1T, Japan)를 이용하여 20°C에서 측정하였다.

점도는 점도계(RVDV-II+, Brookfield Engineering Laboratories Inc., USA)를 이용하여 20°C에서 측정하였으며 5회 반복 측정치의 평균값을 취하였다.

죽초액의 화학적 특성 분석

pH는 pH meter(VWR 8000, Orion research Inc., USA)를 이용하여 측정하였다.

총산함량은 죽초액 1 mL를 100배로 희석하여 페놀프탈레인 지시약 1~2방울을 떨어 뜨리고 0.1 N NaOH용액으로 적정하여 중화점을 구하였으며 초산으로 환산하여 나타내었다.

용해 타르 함유율의 측정을 위해서 죽초액 50 mL를 증발접시에 넣고 105°C의 dry oven에서 가열·건고(乾固)시켜 얻은 검정찌꺼기를 분석천평으로 달아 죽초액에 대한 중량백분율로 나타내었다(8,9).

작열잔사(灼熱殘渣)의 측정을 위해서 죽초액 500 mL를 증발접시에 넣고 가스버너로 직접 가열 및 작열시켜 얻어진 적갈색~흑갈색의 잔사를 분석천평에 달아 죽초액에 대한 중량퍼센트로 나타내었다(8,9).

죽초액의 화학적 조성 분석

죽초액의 무기성분 함량은 시료를 여과지(Whatman No. 2)로 여과한 후 20 mL 취하여 습식회화시켜 100 mL로 정용한 다음 Ultrasonic Nebulizer(Model U-5000AT+ USA)을 사용하여 플라즈마에 도입시켰다. 이 때 기기는 RF Source 1.35 MHz, 35 W, Sample Uptake Rate 2.5 mL/min, Carrier Gas Flow 0.7 L/min, Desolvation Heating Temperature 140°C

및 Desolvation Cooling Temperature를 5°C로 조작하였다. 다음 ICP-AES(Inductively Coupled Plasma-Stomic Emission Spectroscopy, Jovin Yvon 138 Ultrace, France)로 일반 무기성분인 Zn, Cu, Fe, Mn, Mg, Ca, Na, K, P, Si, Al 등과 중금속인 Cd, Cr, Hg, Pb, Se, Sn 등을 정량하였으며, 이 때의 분석조건은 Sequential monochromator(Grating) 2,400 grooves/mm, Power 1,000 W, RF generator 40.68 MHz, Plasma gas flow(P1) 12 L/min, Sheath gas flow(G1) 0.3 L/min 및 Measure Mode는 4 Mode(3 Point)로 조작하였다.

죽초액의 폐놀성 물질은 SPE(solid phase extraction) tube (Supelclean ENVI-Chrom P, 0.25 g packed)를 이용하여 폐놀성 성분을 추출 및 분리한 후 GC(DS 6200, Donam Instruments Inc., Korea)를 이용하여 분석하였다(10). 먼저 tube를 visiprep manifolds에 장착한 다음 카트리지의 conditioning을 위하여 각각 6 mL methyl t-butyl ether, 6 mL methanol 및 6 mL deionized water를 순차적으로 흘렸으며 다음 100 mL의 죽초액을 4 mL/min의 속도로 tube에 흘렸다. 그 다음 tube를 진공펌프로 흡입하면서 10분간 건조처리를 실시하였다. 진공펌프를 끄고 tube에 2 mL methyl t-butyl ether를 첨가하여 tube의 고정상에 흡착된 폐놀성 물질을 한방울씩 씻어 내리고 다시 2 mL의 methyl t-butyl ether로 반복하여 추출하였으며 추출액을 5 mL의 용량병에 정용하였다. 이것을 0.45 µm의 membrane filter로 여과하여 GC 분석에 이용하였다. GC 분석에는 HP+50 30 m×0.53 mm ID, 0.5 µm film의 capillary column을 사용하였으며 carrier의 유속은 1 mL/min이었으며 온도 프로그램은 65°C에서 5°C/min의 비율로 185°C까지 승온시킨 다음 1분간 유지하다가 275°C까지 10°C/min의 비율로 승온시킨 다음 10분간 유지하였다. FID 검출기를 사용하였으며 온도는 300°C로 하였다. 주입구의 온도를 300°C로 하였으며 시료는 1 µL 주입하고 splitless(45 sec hold)하였다.

죽초액의 유기산 조성은 시료를 0.45 µm membrane filter로 여과한 다음 HPLC(HP-1100, Hewlett Packard Inc. Co., USA)를 이용하여 분석하였다(11). Detector는 DAD detector를 사용하였고 210 nm에서 검출하였다. Column은 Merck Polyspher OA KC를 사용하였고 column 온도는 50°C로 하였으며 유속은 0.4 mL/min으로 하였으며 이동상은 0.05 M H₂SO₄를 이용하였다.

죽초액의 알코올성분은 시료 20 mL을 AOAC법(12)에 따라 탈 이온수 200 mL를 가하고 수증기로 증류하여 초기 증류액 20 mL를 받아 GC(DS 6200 DOMAN Inc., Korea)를 이용하여 분석하였다. 이 때 칼럼은 Carbowax 20 m×2 mm(ID), 0.25 µm film을 사용하였고 detector는 FID이었으며 carrier gas로 질소를 20 mL/min으로 통과시켰다. Oven 온도 프로그램은 70°C(hold 1 min)-5°C/min-180°C(hold 5 min)이었으며 injector와 detector의 온도는 각각 195°C와 200°C이었다.

분석결과 각각의 Chromatogram에 대한 각 성분의 정성은

각각 표준품에 의거하여 실시하였으며 외부표준법에 의하여 정량을 실시하였다.

Data 처리

모든 실험은 최소 3회 반복을 실시하였으며 그 결과치를 평균값과 표준편차로 나타내었다.

결과 및 고찰

죽초액의 물리적 특성

죽초액은 대나무를 탄화시킬 때 발생하는 연기(수증기를 포함)를 냉각시켜 얻어지는 적갈색의 액체이다. 죽초액의 물성은 탄재의 종류, 탄재의 함유율, 탄화방법에 의하여 다소 차이가 있다. 기계식 탄화료에 의하여 생산된 죽초액(이하 "기계식 죽초액"으로 표기)의 비중은 15°C에서 1.008, 투과율은 690 nm에서 89.05%, 굴절율은 12.5°C에서 1.36%, 점도는 20°C에서 12.48 cp이었으나 재래식 토요에 의하여 생산된 죽초액(이하 "재래식 죽초액"으로 표기)은 같은 측정 조건 하에서 각각 1.012, 98.33%, 1.34%, 9.09 cp를 나타내었다(Table 1). 투과율이 작고 굴절율이 크고 점도가 크다는 것은 상대적으로 이물질이 많이 함유되어 있음을 의미한다. 즉, 기계식 죽초액에 있어서 용해성 타르 함량이 재래식 죽초액에 비하여 많다는 것을 의미한다. 이러한 현상은 Hunter 색차계에 의한 L, a, b 값에 의해서도 쉽게 알 수 있다. 기계식 죽초액은 L(명도), a(적색도), b(황색도)값이 각각 13.25, -0.37, 0.41인데 비해 재래식 죽초액은 각각 39.59, 22.85와 66.38로써 기계식 죽초액의 색깔이 전체적으로 어두운 추세를 나타내었는데 이는 타르함량과 관련이 있는 것으로 생각된다.

죽초액의 화학적 특성

총산의 함량과 pH는 죽초액(또는 목초액)의 특성을 가장 잘 나타내는 지표이다. 왜냐하면 죽초액(또는 목초액) 이름 자체가 혼합물 중에 초산이 3~7% 정도 함유되어 있어 주된 조성성분을 이루고 있기 때문에 불리어진 것이다. 그러므로 산도는 죽초액의 우열을 좌우하는 중요한 지표의 하나로 이용된다. Hwang 등(1)은 목질탄화액의 산도의 높고 낮음이 탄화방법과 밀접한 관계를 갖는다고 하였다. 본 실험에서도 두 가지의 탄화방법에 의한 pH와 산도는 서로 차이를 보였으며 기계식 죽초액의 경우 pH와 총산함량이 각각 3.55, 2.83%

Table 1. Physical properties of bamboo smoke distillates

	Mechanical type	Conventional type
Specific gravity (at 15°C)	1.008±0.17	1.012±0.20
Transmittance (at 690 nm, %)	89.05±0.01	98.33±0.02
Refractive index (at 12.5°C, %)	1.357±0.01	1.34±0.00
Viscosity (at 20°C, cp)	12.48±0.07	9.09±0.10
Hunter color value	L	13.25±0.05
	a	-0.37±0.03
	b	0.41±0.02
		39.59±0.07
		22.85±0.03
		66.38±0.02

이었으며 이는 재래식 죽초액의 2.93, 3.47%에 비하여 낮은 수치였다(Table 2). 용해타르와 가열잔사는 죽초액의 품질을 평가할 수 있는 또 하나의 중요한 지표이다. 일반적으로 용해타르와 가열잔사의 양은 탄화온도와 밀접한 관계를 갖고 있다. Hwang 등(1)은 낮은 온도, 낮은 가열비율에서 목질 탄화액의 수율이 높으며 따라서 용해타르의 함량도 적다고 하였다. 본 실험에서 기계식 죽초액의 용해타르와 가열잔사는 각각 2.803과 0.671이었으며 비중, 투과도, 굴절율, 점도, 색도 등과 같이 재래식 죽초액에 비하여 높은 수치를 나타내었다(Table 2).

이상에 조사한 죽초액이 일반특성은 실제에 있어서 죽초액의 품질을 결정하는 지표로 활용하고 있는 것들이며(5,6) 기계식 죽초액은 재래식 죽초액에 비하여 비중이 높고 색깔이 짙으며 산도가 낮고 용해타르와 가열잔사가 많이 함유되어 있으므로 재래식 죽초액에 비하여 그 품질이 떨어짐을 알 수 있었다. 그러므로 필히 적절한 정제과정이 이루어져야만 타르를 제거하고 색깔을 맑게 할 수 있을 것으로 생각되어진다.

죽초액의 무기성분 함량

기계식과 재래식 죽초액의 무기성분 분석 결과 모두 Zn, Mn, Mg, Cu, Ca, Fe, P, Si, Al, Na, K 등이 검출되었으며 이들의 함량은 각각 2.45, 0.09, 1.33, 0.23, 22.75, 47.05, 0.43, 7.65, 6.38, 5.62, 4.90 ppm와 1.30, 0.58, 0.18, 미량, 10.7, 62.1, 0.33, 0.96, 0.53, 1.22, 6.04 ppm이었다. 그러나 중금속인 Cd, Cr, Hg, Pb, Se, Sn 등은 두 가지 죽초액이 모두 검출되지 않았다. 두 가지 죽초액에 공통으로 비교적 많은 것은 Ca, Fe, K 등이고 Si, Al, Na 등은 기계식에 재래식보다 훨씬 많이 함유되어 있는데 이는 탄화온도와 관련이 있는 것으로 생각된다. Ikesima(13)는 왕대나무의 회분에서 Mn, Mg, Ca, Fe, Si, Na, K 등의 함량이 각각 0.60, 1.48, 1.38, 1.38, 22.90, 0.34, 14.10%를 나타내며 규소와 칼륨의 함량이 특히 많다고 하였는데 대나무의 탄화과정에서 연기를 냉각시켜 얻어진 죽초액에도 역시 K나 Si가 다른 무기성분에 비해 뚜렷이 많이 함유되어 있었다. 그리고 Table 3에서 나타낸 바와 같이 재래식 죽초액의 무기질 함량은 기계식 죽초액에 비하여 평균적으로 다소 낮은 수치를 나타내었다. 이는 죽재를 탄화시키는 온도와 가열 비율에 의한 차이 때문으로 생각된다.

죽초액의 페놀성 화합물 함량

죽초액의 페놀성분 조성을 분석하기 위하여 Solid Phase

Table 3. The content of minerals in bamboo smoke distillates (unit: ppm)

Elements	Mechanical type	Conventional type
Zn	2.45±0.09	1.30±0.01
Mn	0.09±0.01	0.58±0.01
Mg	1.33±0.07	0.18±0.01
Cu	0.23±0.02	0.00±0.00
Ca	22.75±0.11	10.7 ±0.18
Fe	47.05±0.29	62.1 ±0.37
P	0.43±0.03	0.33±0.01
Si	7.65±0.11	0.96±0.02
Al	6.38±0.47	0.53±0.01
Na	5.62±0.03	1.22±0.08
K	4.90±0.13	6.04±0.61
Cd	N.D. ¹⁾	N.D.
Cr	N.D.	N.D.
Hg	N.D.	N.D.
Pb	N.D.	N.D.
Se	N.D.	N.D.
Sn	N.D.	N.D.

¹⁾Not Detected.

Extraction(SPE)을 실시하였으며 추출물을 methyl t-butyl ether에 용해시켜 GC 분석 시료로 하였다. 기계식과 재래식의 경우 죽초액에서 주요한 페놀성 화합물로 phenol, o-cresol, p(m)-cresol, guaiacol(2-methoxy phenol) 등이 각각 확인되었으며 이들의 함량은 기계식의 경우 각각 25.371, 60.982, 17.767, 16.076 ppm와 재래식의 경우 각각 23.371, 48.112, 13.488, 16.510 ppm 이었으며 재래식 죽초액의 페놀성 화합물의 함량이 조금 적게 나타났다(Table 4). Mun 등(14)은 다단계 회수장치가 부착된 기계식 전용탄화로, 개량탄화로와 간이탄화로를 이용하여 맹종죽 생재의 죽초액을 제조하고 그 성분들을 분석하였고 Yatagai 등(15)은 적송, 상수리나무, 낙엽송, 소나무, 유칼리나무 등 목초액의 조성성분에 대하여 분석하였는데 각 성분들의 조성은 본 실험결과와 비슷하였으나 각 성분들의 함량이 다소 차이를 보였다. Hwang 등(1)은 목질열분해 생성물은 목재의 주요 성분인 cellulose, hemicellulose, lignin이 열분해를 거쳐 생성되며 phenol성분들은 주로 lignin이 열분해되어 생성되고 수율은 수중에 따라 크게 변한다고 하였다. 그 외에도 수율에 영향을 미치는 인자들로 가열비율, 반응생성물의 잔류시간, 가열 최고온도 및 압력이라고 지적하였다. 그러므로 본 실험 결과를 다른 연구자들의 연구결과와 비교할 때 열분해 phenol성 화합물들의 성분 조성들은 거의 비슷하나 그 함량에는 다소 차이가 있는

Table 2. Chemical properties of bamboo smoke distillates

	Mechanical type	Conventional type
pH	3.55 ±0.09	2.93 ±0.09
Acidity (%)	2.83 ±0.36	3.47 ±0.11
Solution tar (%)	2.803±0.29	0.051±0.01
Scorched remains (%)	0.671±0.04	0.004±0.01

Table 4. The contents of major phenolic compounds in bamboo smoke distillates (unit: ppm)

Components	Mechanical type	Conventional type
Phenol	25.371±0.148	23.371±0.275
o-Cresol	60.982±0.782	48.112±1.672
p (m)-Cresol	17.767±0.252	13.488±0.539
Guaiacol (2-Methoxy phenol)	16.076±0.063	16.510±0.314

것으로 생각되어진다.

죽초액의 유기산 함량

Hwang 등(1)에 의하면, 나무의 세가지 주요한 성분인 cellulose, hemicellulose, lignin중에서 cellulose는 300°C 이하에서는 중합도나 분자량이 감소되고 수분이 제거되며 일산화탄소와 이산화탄소의 방출이 이루어지고 300°C 이상에서 열분해를 일으켜 목탄과 acetic acid, formic acid, 소량의 furfural 유도체, 가스성 생성물들이 형성된다. Hemicellulose는 열에 가장 민감하며 200~260°C의 온도범위에서 분해되어 acetic acid, formic acid, 그리고 소량의 furfural 유도체를 생성한다. Lignin은 280~500°C 사이에서 열분해를 일으켜 대략 20%의 액상 잔류물과 15%의 타르 잔류물을 생성하는데 액상 잔류물은 주로 methanol, acetic acid, acetone과 물로 이루어져 있고 타르 잔류물은 주로 phenol, guaiacol, 2,6-dimethoxyphenol 등의 동질 페놀성 화합물들로 이루어져 있다. 본 연구에서는 두 가지 대나무 탄화과정에서 주요한 유기산으로 acetic acid, propionic acid, iso-butyric acid, n-butyric acid가 검출되었으며 그 중에서 acetic acid가 가장 많이 검출되었다(Table 5). 기계식 죽초액의 경우 acetic acid, propionic acid, iso-butyric acid, n-butyric acid의 함량이 각각 2.461, 0.139, 0.025 및 0.016%이었고 재래식 죽초액의 경우는 각각 3.572, 0.347, 0.103, 0.022%이었으며 재래식 죽초액의 유기산 함량이 더 많이 검출되었다. 이는 위에서 재래식 죽초액의 산도가 기계식에 비하여 더 높은 것과 일치한 결과를 나타내었다. Mun(16)의 보고에 의하면 기계식과 개량식 및 간이식으로 제조된 죽초액은 주요한 성분조성은 비슷하였으나 각 성분의 함량이 차이를 보였다. 본 실험결과에서도 이와 유사한 결과를 얻었다.

죽초액의 알코올성분 함량

나무의 열분해과정에서 알코올성분은 주로 lignin의 열분해에서 기인된다. 왕대나무를 기계식 및 재래식 탄화로에서 탄화시켰을 때 죽초액의 주요한 알코올성분은 모두 methanol이었으며 그 외에 소량의 furfuryl alcohol과 maltol이 검출되었다. Methanol, furfuryl alcohol 및 maltol의 함량은 기계식 죽초액에서는 각각 0.725, 0.027, 0.038% 이었고 재래식 죽초액에서는 각각 0.315, 0.018, 0.014%이었다(Table 6).

Mun(16)은 SPME법에 의한 맹종죽 죽초액의 휘발성 성분분석에서 알코올성분으로 ally alcohol과 furfuryl alcohol

Table 5. The contents of major organic acids in bamboo smoke distillates (unit: %)¹⁾

Components	Mechanical type	Conventional type
Acetic acid	2.461 ± 0.09	3.572 ± 0.07
Propionic acid	0.139 ± 0.03	0.347 ± 0.03
iso-Butyric acid	0.025 ± 0.01	0.103 ± 0.01
n-Butyric acid	0.016 ± 0.01	0.022 ± 0.01

¹⁾The contents showed percentage ratio of each component in bamboo smoke distillates.

Table 6. The major alcohols in bamboo smoke distillates (unit: %)¹⁾

Components	Mechanical type	Conventional type
Methanol	0.725 ± 0.02	0.315 ± 0.03
Furfuryl alcohol	0.027 ± 0.01	0.018 ± 0.01
Maltol	0.038 ± 0.00	0.014 ± 0.01

¹⁾The contents showed percentage ratio of each component in bamboo smoke distillates.

을 검출하였으며 그 함량은 각각 유기물 함량의 0.22와 0.57% 이었다고 하였다. 또 다른 연구에서 Mun 등(14)은 기계식, 개량식, 간이식 탄화로에서 건조시킨 솜대를 이용하여 죽초액을 제조하고 각각의 죽초액의 조성성분을 분석한 결과 알코올 성분으로 methanol, furfuryl alcohol, maltol, tetrahydrofurfuryl alcohol이 검출되었으며 그 함량은 기계식의 경우 각각 5.90, 1.28, 미량 및 1.22%이었고 개량식일 경우 6.10, 1.60, 0.25 및 2.64%이었으며 간이식일 경우 1.60, 1.50, 0.36 및 2.47%이었다고 하였다. 이상의 결과를 비교하여 보면 알코올 성분의 조성은 본 연구와 비슷하나 함량의 차이는 주로 수종의 차이와 제조조건의 차이에 좌우되는 것으로 생각되어진다. 식품공전에서 주류의 메탄올 함량을 0.5 mg/mL로 규제하고 있다. 그러므로 두 가지 경우의 죽초액을 식품첨가물로 이용할 경우 주류의 알코올함량에 비하여 완화된다는 하겠지만 메탄올이 다량 함유되어 있어 필히 적절한 정제방법이 선행되어야 한다고 생각된다.

결 론

기계식 탄화로와 재래식 토요를 이용하여 제조한 죽초액의 일반적 특성을 검토한 결과 재래식 죽초액이 기계식의 것보다 그 물리적 특성이 더 우수한 것으로 나타났다. 두 가지 경우의 죽초액의 화학적 조성을 분석한 결과 무기질 함량은 재래식이 조금 적게 나타났으나 차이가 크지는 않았으며 유기물질 함량은 큰 차이를 보였다. 즉, 페놀성 성분과 알코올 함량은 기계식 죽초액 편이 더 많이 함유되어 있었으며 유기산은 재래식 죽초액이 더 많이 함유되어 있었다. 아직까지 죽초액이나 목초액에 대한 식품첨가물이나 기능성식품소재로서의 규격이 확립되어 있지 않는 상황에서 두 가지 경우의 죽초액이 얼마나 식품규격에 접근하는지는 단언하기 어렵지만 죽초액의 일반특성, 조성성분 및 그들의 함량으로 미루어 재래식 죽초액의 편이 더 좋은 것으로 생각된다. 실제로 죽초액의 유기물 조성은 아주 복잡하지만 본 연구에서는 주요한 성분들만 확인하여 정량하였으며, 앞으로 보다 더 상세한 분석과 연구가 이루어져야 된다고 생각된다.

요 약

벌채 직후의 신선한 왕대(*Phyllostachys bambuoides sieb.*

et zucc.)를 기계식 탄화료와 재래식 토요를 이용하여 탄화시키고 여기에서 발생하는 기체를 100°C 전후에서 냉각시켜 얻은 각각의 조축초액을 12개월간 정치하여 타르성분을 분리한 다음 중간부위를 취하여 축초액의 일반특성과 성분조성을 조사하였다. 기계식 축초액은 비중, 투과도, 굴절율 및 점도가 각각 1.008, 89.05%, 1.357%, 12.48 cp이었고 재래식 축초액의 경우는 1.012, 98.33%, 1.34%, 9.09 cp이었다. 색깔은 재래식 축초액이 기계식 축초액에 비하여 더 맑고 투명하게 나타났다. 그리고 pH와 총유기산, 용해타르 및 작열잔사의 함량은 기계식 축초액이 각각 3.55, 2.83%, 2.803%, 0.671%이었고 재래식 축초액이 각각 2.93, 3.47%, 0.051%, 0.004%이었다. 축초액의 성분조성에 대한 조사에서 두 가지 경우의 축초액이 모두 페놀성 성분은 주로 phenol, o-cresol, p(m)-cresol, guaiacol(2-methoxy phenol) 등이 검출되었고 유기산 성분은 주로 acetic acid, propionic acid, iso-butyric acid, n-butyric acid 등이 검출되었으며 알코올성분으로 methanol, furfuryl alcohol 및 maltol이 검출되었다. 페놀류와 알코올류의 함량은 기계식 축초액의 편이 더 많고 유기산은 재래식 축초액이 더 많이 함유되어 있었다.

감사의 글

본 논문은 2001년도 한국과학재단의 연구비지원에 의하여 수행되는 연구(2001-1-22000-006-1)의 일부로서 이에 감사드립니다.

문헌

- Hwang BH, Koo JO, Kim YS, Kim YS, Mun SP, Moon CK, Park KH, Ahn WY, Lee BG, Lee JY, Lee HJ, Cho NS. 1998. *Wood Biomass*. Shinjinmunhuasa, Seoul. p 31-87.
- Ikesima Y. 1987. *Manufacturing process and application of bamboo charcoal and bamboo vinegar*. Harnlim Journal Co., Seoul. p 121-158.
- Kim GE, Park SB, Ahn KM. 1999. *Charcoal and wood vinegar: Function and manufacturing process*. Harnlim Journal Co., Seoul. p 36-50.
- Choi YI. 1999. *Bamboo vinegar save human's life*. Sung-Ha publishing company, Seoul. p 15-120.
- Jodai S, Yano S, Uehara T. 1989. Components of wood-vinegar liquors and their smoke flavors. *Mokuzai Gakkaishi* 35: 555-563.
- Kishimoto S, Hirano K, Yamakawa K. 1970. Studies on the smoke odor. I. Smoke odor components of wood vinegar liquor and smoke liquid. *Mokuzai Gakkaishi* 16: 382-387.
- Hotozyuetsu. 1998. Edible oil and its manufacturing method. *Japan Patent*, 10-140177.
- Cho TS, Cho S.T. 1999. Produce and quality standard of wood vinegar. Monthly publication of forestry information. Vol 101, p 27-30.
- Cho ST, Cho TS, Koo JO, Ahn KM. 2001. Studies of wood vinegar quality standards. Proceedings of the Korean society of wood science and technology annual meeting. p 297-302.
- Sample handling and applications. 1999. *Supelco catalog*. Supelco Inc. com. p 525.
- Knapp DR. 1979. *Hand Book of Analytical Derivatization Reaction*. Medicinal of University of South Carolina. p 146.
- AOAC. 1980. *Official Methods of Analysis*. 13th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington DC. p 220.
- Ikesima Y. 1987. *Manufacturing process and application of bamboo charcoal and bamboo vinegar*. Harnlim Journal Co., Seoul. p 34-36.
- Mun SP, Koo CS, Park SB, Kwon SD. 2000. Characteristic of bamboo smoke distillates made by three kinds carbonization kiln. Proceedings of the Korean society of wood science and technology annual meeting. p 252-257.
- Yatagai M, Unrinin G, Ohira T. 1988. By-products of wood carbonization IV. Components of wood vinegars. *Mokuzai Gakkaishi* 34: 184-188.
- Mun SP. 2001. Analysis of volatile components from wood vinegar and bamboo vinegar by SPME method. Proceedings of the Korean society of wood science and technology annual meeting. p 292-296.

(2002년 1월 30일 접수; 2002년 3월 25일 채택)