

이너뷰티 제품 개발을 중심으로 국내산 대나무 줄기의 생물공학적 활용방안

최문희, 서영진, 신현재*

Application of Domestic Bamboo Stems Mainly for Inner Beauty Product Development: A Review

Moon-Hee Choi, Yeong-Jin Seo, and Hyun-Jae Shin*

Received: 3 March 2017 / Accepted: 27 March 2017

© 2017 The Korean Society for Biotechnology and Bioengineering

Abstract: Bamboo is a plant belonging to the *Gramineae* family, and can be used as valuable bioresources for many industrial applications. Bamboo has some useful properties and having a lot of beneficial uses such as a bamboo ware, agriculture material, building construction material, pulpwood, etc. Bamboo stem has a large amount of active ingredients that those of bamboo leaves. The stem of bamboo can be processed into various biomaterials including cellulose and lignin, and sometimes uses as foods, cosmetics and medicines using stem extracts with polyphenol compounds. For cosmetic applications of bamboo stems, especially, the constituents of bamboo stem are suitable for inner beauty (cosmetic food) products showing antioxidant and UV-protecting activities. This review summarizes the recent literature data and discusses the versatile uses of bamboo stem and its extracts mainly for cosmetic application.

Keywords: Bamboo stem, Cellulose, Lignin, Cosmetics, Inner beauty, Bioresources

1. INTRODUCTION

1.1. 대나무의 특성

대나무 (*Phyllostachys*)는 예로부터 우리나라를 비롯한 아시아에서 자생하는 화본과 (*Gramineae*)에 속하는 식물이며, 사군자 중의 하나로 불리운다 [1]. 생장이 매우 빨라 식재 후 4~5년이면 죽재로써 수확이 가능한 자원이다. 벼과 중 가장 키가 큰 식물로 높이 30 m, 지름 30 cm 내외에 달하며, 대나무의 지하경인 죽순은 그 영양성과 독특한 맛으로 식용으로 많이 이용되고 있다 [2]. 대나무의 줄기는 죽세공품, 농용재, 건축용재, 펄프용재 등 다양한 용도로 사용되며, 편근으로 번식하기 때문에 벌채 후 다시 식재할 필요가 없고, 일단 죽임을 조성한 후에는 많은 관리비를 들이지 않고 지속적으로 계속 생산이 가능하다는 장점이 있으며, 토지 보존효과도 있다 [3]. 대나무는 주 생산물인 죽재 뿐만 아니라 부산물로서 대나무 껍질, 대나무 가지, 대나무 잎, 대나무 순, 대나무의 내피인 죽여 등이 한약재로 이용되고 있다 [4]. 특히 대나무 잎은 죽엽이라 하여 열내림, 지혈, 중풍, 고혈압 등에 민간요법으로 사용되어 왔고, 살균 및 항진균 작용과 항암 효과도 있는 것으로 알려져 있으며, 대나무 추출물 즉, 대나무를 쪄서 가열하고 흐르는 액을 받은 것은 죽력이라 하고 동의보감, 본초강목, 중약대사전 등에서는 중풍, 경기에 효능이 있다고 보고되었다 [5]. 최근 단순한 가공 형태의 죽세공품 이외에 대나무 통을 이용해 각종 음식을 만든 대나무통 밥, 대나무 통 술, 대나무통 계란찜, 대나무 돈육구이 및 대나무 숯을 이용한 가공품 및 주류정제 등 여러 분야에서 이용되고 있어 대나무의 수요가 조금씩 증가하고는 있으나 아직 미미한 단계

조선대학교 공과대학 일반대학원 화학공학과
Department of Chemical Engineering, Graduate School of Chosun University, Gwangju 61452, Korea
Tel: +82-62-230-7518, Fax: +82-62-230-7226
e-mail: shinhj@chosun.ac.kr

이다 [6]. 이와 같이 대나무 줄기의 산업적 활용 방안은 매우 부족한 실정이며, 특히 기능성 식품이나 기능성 화장품 분야에서는 성장 시작 단계에 있다. 따라서 본 연구에서는 기존의 문헌 조사 및 현재 대나무 줄기의 산업화 조사를 통해 고부가가치 산업으로의 활성화 방안을 모색하고자 한다.

1.2. 대나무의 종류와 국내의 분포현황

대나무는 전세계적으로 북위 51°에서 남위 47°의 범위에 분포하고 있으며, 지역적으로는 아세아 지역을 비롯한 대서양 태평양 연안국과, 아프리카 지역 및 미국의 남부지역과 라틴 아메리카 지역에 분포되어 있으며, 그밖에 남미 에콰도르, 콜롬비아, 아프리카에도 수 10만 ha의 죽림이 있다 [7]. 전 세계적으로 대나무의 분포면적은 약 36,777천 ha이고, 산림면적의 3.2%를 점유하고 있으며, 그 중 약 65%, 23,620천 ha가 아시아 지역에서 분포하고 있다 [8]. 아시아 지역의 분포도를 살펴보면 인도 300만 ha, 미얀마 150만 ha, 대만 17만 ha, 일본 17만 ha이고 우리 나라는 약 5천 ha이다 [9]. 아시아지역에서 대나무의 성립 기원을 분석해보면 자연적으로 갱신되어 분포한 것과 인공으로 식재된 면적의 비는 7:3정도로 조사되었으며, 분포면적이 가장 많은 나라는 인도 (India)로서 11,361천 ha로 나타났다 (Table 2). 우리나라에 자생하고 있는 대나무의 종류는 13종이며, 대표적인 죽종은 왕대 (*Phyllostachys bambusoides*), 솜대 (*Phyllostachys nigra* vqr. *Enonis* Stapf.) 및 맹종죽 (*Phyllostachys pubescens*)으로 특히 맹종죽은 우리나라의 남부 지방에 다량으로 자생하고 있다 (Table 1, 3). 그 외에 조죽, 이대 어평죽도 일부 재배되고 있으며, 산림청 남부 산림자원연구소에서 2016년 11월에 발표한 자료에서 국내의 전체 대나무 양은 24,111 ha로 조사되었다 [10]. 또한 고부가가치를 가지고 있는 종으로 왕대, 솜대, 맹종죽을 선정하였으며, 이 3개종의 자생 혹은 재배의 넓이가 22,998 ha로 전체 대나무 대비 약 95.4%이다 [11]. 우리나라에서 대나무 산지 중 가장 알려져 있는 곳은 전남 담양지역으로써, 2015년 기준 담양의 대나무 면적은 총 2,248 ha로 파악되었으며, 지역별 분포면적으로는 월산면 676 ha, 담양읍 657 ha로 가장 넓은 면적을 차지하고 있으며, Table 3에 나타내었다 [12]. 그외에 금성면 595 ha, 남면 466 ha, 대덕면 448 ha 순으로 조사되었으며, 대나무 종류별 분포면적은 왕대 333 ha, 솜대 (분죽) 856 ha, 맹종죽 73 ha 였고, 산죽이 848 ha, 기타 이대류가 137 ha를 차지하고 있다. 대나무의 분포도는 죽종혼효 (45.7%), 솜

대 (26.9%), 왕대 (26.2%), 맹종죽 (약 1.3%)순으로 나타났으며, 대나무의 바이오매스 총량은 462,352 톤 (ton)으로 조사되었다 [13]. 대나무 자원의 분포 면적 범위는 0.5 ha 미만의 대나무 숲이 11,808 ha로 전체 면적의 절반 이상 (51.3%)을 차지했으며, 대부분 소면적 (1 ha 미만)의 분포 형태를 보였다 [14]. 우리나라 자생 대나무의 종류는 오죽, 반죽, 해장죽, 파리대죽, 포대죽, 담죽, 진죽, 함죽, 참대, 고려조릿대, 산죽, 이대, 갓대, 조릿대, 제주조릿대 등이 있으며, 국내에 자생중인 대나무 분포도를 정리하여 Table 3에 나타내었다.

2. 대나무의 산업적인 활용

대나무의 지하경인 죽순은 식용으로 많이 이용되고 있으며, 대나무의 줄기는 죽세공품, 농용재, 건축용재, 펄프용재 등 다양한 용도로 사용되고 있다 [15]. 대나무 줄기에는 서로 다른 역학 성능을 갖고 있는 부위가 존재하기 때문에 생산과정에서 각기 분리하여 이용할 수 있으며, 물리적인 측면에서 보았을 때 다른 소재에 비하여 가볍고 단단하며 뛰어난 유연성과 탄성을 갖는다 [16]. 또한 여러 다양한 종류의 나무에 비해 높은 공기 정화력과 높은 흡열성능을 지니며 증발계수가 높아 친환경적이기도 한 자원이다 [17]. 경제적인 측면에서는 편근으로 번식하기 때문에 벌채 후 다시 식재할 필요가 없고, 일단 죽림을 조성한 후에는 추가적인 관리비 없이 지속적인 생산이 가능한 자원이다 [18]. 토지 보존효과도 있어 한때는 국가정책으로 죽림을 조성하기도 하였으나 최근 플라스틱 등의 합성재료의 보급으로 대나무의 수요가 급감하여 우리나라에 자생하고 있는 대나무의 대부분이 방치되어 있는 실정이다. 2004년부터 대나무를 소재로 한 옷들이 많이 생산되어 시장에 출고되었으며, 당시의 제품은 크게 두 가지로 나눌 수 있는데, 하나는 대나무 레이온으로 만든 비 친환경 제품 (2015년 FTC사례)과 주로 미국이나 일본에서 사용하는 대나무를 가공하여 만든 천연 섬유 (대나무 린넨)를 이용한 제품이다 [19,20]. 대나무 섬유는 대나무의 특성상 단단함을 지니는데, 이는 의류용 소재의 대나무 섬유로의 가능성보다는 산업용 대나무 섬유의 시장으로의 전제가 더 적합하다. 특히 보강제로의 대나무 섬유는 단단함과 가벼움을 가지고 있어 매우 우수한 재료자원으로 생각되며, 고부가가치 산업의 측면에서 볼 때 단순한 식품 첨가물이나 산업화되기 어려운 의약

Table 1. Classification of domestic bamboo

Phyllostachy	Sasa
<i>Phyllostachys bambusoides</i>	<i>Sasa borealis</i> (Hack.) Makino
<i>Phyllostachys nigra</i> vqr. <i>Enonis</i> Stapf.	<i>Sasa kurilnesis</i> (Rup.) Makino et shibata
<i>Phyllostachys pubescens</i>	<i>Sasa quelpaertensis</i>
<i>Phyllotachys heterocycla</i> (Carr.) Mitford	<i>Pseudosasa japonica</i>
<i>Phyllotachys auera</i> Carr. ex A. et C. Riviere	<i>Sasa coreana</i> (Nakai)
	<i>Sasa chiisanensis</i> (Nakai)
	<i>Sasa gracilis</i> (Nakai)
	<i>Arundinaria simonii</i> A. et C. Riviere

Table 2. Bamboo forest in Asia, Africa and Latin America in 2005

Country	Area of bamboo (1,000 ha)	Area of bamboo (Percentage)
Total Asia	23,620	64.22%
Bangladesh	83	0.23%
Cambodia	29	0.08%
China	5,444	14.80%
India	11,361	30.89%
Indonesia	2,081	5.66%
Japan	154	0.42%
Lao People's Democratic Republic	1,612	4.38%
Malaysia	677	1.84%
Myanmar	859	2.34%
Pakistan	20	0.05%
Papua New Guinea	45	0.12%
Philippines	172	0.47%
Republic of Korea	6	0.02%
Sri Lanka	3	0.01%
Thailand	261	0.71%
Viet Nam	813	2.21%
Total Africa	2,758	7.50%
Ethiopia	849	2.31%
Kenya	124	0.34%
Nigeria	1,590	4.32%
Uganda	67	0.18%
United Republic of Tanzania	128	0.35%
Total Latin America	10,399	28.28%
Brazil	9,300	25.29%
Chile	900	2.45%
Ecuador	9	0.02%
Peru	190	0.52%
Grand Total	36,777	100%

*The citation chart from the book: world bamboo resource which is published by Food and Agriculture Organization in 2007.

Table 3. Distribution of domestic bamboo species

Region	Mixed	P.B.	P.N.H	P.P.M	Etc.	Total
Gyeongsangnam-do	38%	18%	30%	13%	1%	100%
Gyeongsangbuk-do	17%	25%	24%	2%	32%	100%
Gyeonggi-do	-	-	-	-	100%	100%
Gangwon-do	15%	-	70%	-	5%	100%
Chungcheongbuk-do	17%	6%	31%	-	46%	100%
Chungcheongnam-do	-	90%	7%	1%	2%	100%
Jeollabuk-do	35%	12%	39%	-	14%	100%
Jeollanam-do	6%	230	34%	2%	28%	100%
jeju Island	-	-	-	-	100%	100%
Total	10,365ha	6,112ha	6,230ha	291ha	1,116ha	24,114ha

*It has shown that distribution in domestic (South Korea) species of bamboo.

*The table typed five kinds group with percentage in each.

폼보다는 화장품 산업의 적용이 현실적인 대안이 될 수 있을 것으로 생각된다. 국외의 대나무 산업 현황을 살펴보면 바이오 복합재료나 보강재가 각광을 받는 추세이며, 이들은 섬유, 건축자재, 합판 등 많은 영역에 걸쳐 사용되고 있음을 알 수 있다 [21]. 또한 유럽에서는 20세기 초부터 자동차의 소재 부분에 대한 연구를 진행하고 있으며, 미국에서는 일부 소재를 대나무 줄기로 하는 대나무자전거가 출시되었다 [22]. 각 나라

별로 공예품부터 시작하여 생필품에 이르기까지 다양한 즉 세공품들이 활발하게 생산 및 이용되고 있으며, 2000년대 초 중국 화섬업계에서는 대나무를 이용하여 섬유를 뽑아내고 이를 방직산업에 사용하고자 하는 시도를 하였다. 그 영향으로 국내에서는 2004년 전후로 대나무로부터 얻은 섬유를 이용한 옷들이 많이 시판되었지만, 여러 가지 이유로 인하여 2010년쯤에 대부분 자취를 감추었다. 현재 일부 브랜드에서

관련 상품을 내놓았던 흔적들은 찾아볼 수 있으나, 해당 제품들을 생산하지 않는다. 그 외에 화장품의 원료로도 사용되며, 의류와는 달리 현재에도 활발하게 생산 유통됨을 확인할 수 있다. 그러나 국외 현황 역시 국내와 마찬가지로 대나무의 고부가가치 산업부분에서의 활용도가 매우 낮으며, 절대 다수의 대나무들이 그저 세공품이나 식기 자재 등으로 활용되고 있는 실정이다.

3. 화장품 산업의 원료로서 대나무 줄기

3.1. 화장품 일반

현대사회는 의학과 과학의 발달로 삶의 질의 개선과 함께 100세 혹은 그 이상의 고령화 시대에 접어들면서 안티에이징 (anti-aging) 붐이 일어나고 있으며, 이와 같은 사회적 현상을 기반으로 뷰티시장은 다각화되고 다양한 기능성 화장품이 출시되고 있다 [23]. 피부영양, 피부건강을 지향하는 먹는 화장품, 즉 이너뷰티 (inner beauty) 제품이란 피부 노화를 예방하거나 개선하는 방법으로 항산화제, 미네랄 보충제, 비타민제 등 피부건강에 효과가 있다고 알려진 성분들을 캡슐, 분말, 음료 등의 형태로 섭취하는 것을 말한다. 바르는 제품의 단점을 보완하고 근본적으로 피부속의 영양관리를 통해 피부노화방지 및 피부탄력, 보습, 미백 기능이 있는 히알루론산, 콜라겐 등이 대표적인 이너뷰티 제품이다 [24]. 바르는 화장품과 먹는 화장품의 차이점을 살펴보면, 바르는 화장품은 경피에 직접 침투되는 장점이 있으나, 흡수면에서 한계점을 갖고 있으며, 먹는 제품은 피부속에 적용하여 근본적인 피부의 문제를 해결하는 데 있어 바르는 제품보다 용이하다 할 수 있다 [25]. 이너뷰티시장의 확산과 더불어 K-beauty 바람을 타고 화장품 산업에 뛰어든 기업들이 급속하게 증가하고 있으며, 패션, IT, 식품, 연예 등 화장품과 직접 관련이 적은 회사들도 화장품 산업에 뛰어들고 있다. 2015년 말 기준 화장품 제조, 제조판매업체로 등록된 업체 수는 약 8450개로 2012년 1415개에 비해 약 4배 정도 증가하고 있으며, 브랜드 샵과 온라인 판매가 주류를 이룬다 (Fig. 1). 대부분은 정체되어 있는 국내 시장 대신 급성장하는 중국 시장 진출을 목적으로 두었으나, 급변하는 국제 정세의 흐름에 따라 현재 수출 제약이 있는 중국 시장보다는 홍콩, 대만, 싱가포르, 말레이시아 등 아시아의 주변국들의 시장으로 바뀌고 있는 추세이다. 이너뷰티 제품현황을 살펴보면 아모레퍼시픽은 먹는 피부 보습화장품인 ‘슈퍼 콜라겐’과 체지방 분해에 효과가 있는 ‘에스트라이트 슬리머 DX’을 출시하였으며, CJ제일제당은 히알루론산 성분이 함유된 ‘이너비’를, LG 생활건강은 항산화에 효과가 있는 피크로제놀 성분이 함유된 ‘피크 노 스킨’을 출시하여 판매 중이다. 이와 같이 화장품에 이용되는 소재는 생체에 약리학적으로 유효성을 나타내는 천연성분이 대부분이며, 여러가지 화학물질의 혼합물이라 할 수 있다. 식품의약품안전처에 고시되어 있는 기능성 화장품 성분으로는 엽록소 함유 식물, 클로렐라, 스피루리나, 녹차 추출물, 프로폴리스 추출

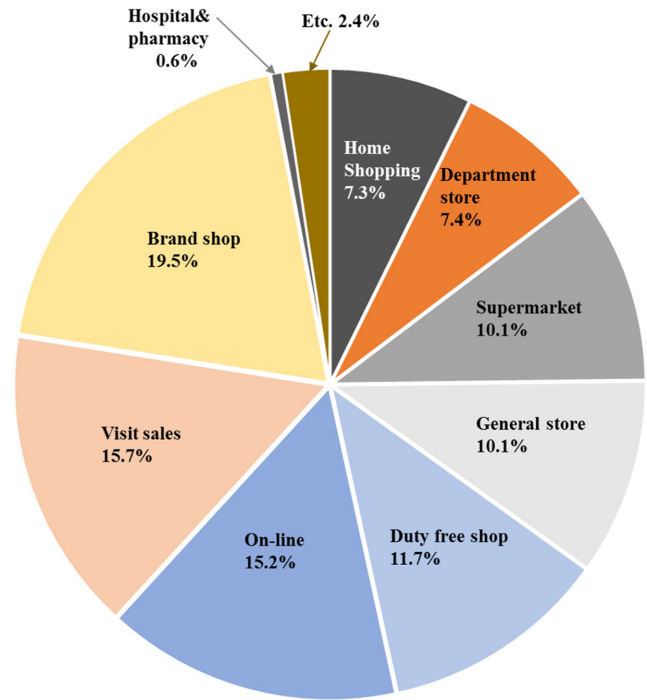


Fig. 1. Composition ratio of domestic cosmetics distribution in 2014.
* <https://www.khidi.or.kr/kps>.

물, 코엔자임Q10, N-아세틸글루코사민, 스쿠알렌, 알로에겔 등이 있다. 대나무 잎과 줄기에는 엽록소를 제외한 성분 이외에 카테킨, 주석산, 클로로겐산 및 여러가지 다양한 폴리페놀 성분이 함유되어 있다. 대나무는 인체에 유익한 약리효과 및 다양한 생리 활성을 가진 천연 소재임에도 불구하고 현재 단순한 죽세공품 가공품 및 일부 식품 소재로서의 적용에 머물러 있다. 최근 화장품 시장에서도 대나무를 이용한 제품들이 출시되고 있는데 대나무줄기에서 추출한 원료를 이용 혹은 가공하여 수액을 이용한 기초 제품이나, 폼 클렌징 제품, 보습력을 향상시키기 위한 마스크 팩이 주류를 이루고 있다 [26]. 전남 담양 지방은 전국에서 대나무의 재배 농가수가 가장 많으며, 국내 대나무 자생 분포도가 가장 높은 지역이다. 그러나 대나무를 이용한 제품은 단순 죽세공품을 생산하는 것에 집중되어 있어서 활용중인 대나무의 양에 비해 낮은 가치의 산업이 주를 이루고 있다 [27]. 이와 같은 현상은 대나무 제품 활용에 대한 인식과 정보 부족의 산물이라고 할 수 있으며, 고부가가치 창출 및 지역의 농가 소득 증대를 위한 개선방안이 필요한 시점이다. 따라서 본 연구에서는 지역의 농가 소득 증대 및 고부가가치 산업 창출의 대안으로 피부에 안전하고 천연 소재로서 활용 가능성이 높은 대나무 줄기를 활용한 이너뷰티 화장품의 원료 및 제품 개발을 제안한다.

3.2. 대나무 줄기의 성분과 이너뷰티

화장품 성분으로써 고려되어야 할 4대 요건 (안전성, 안정성, 사용성, 유효성) 중 가장 중요한 요건은 안전성이며, 피부에

대한 자극과 알레르기, 독성 등이 없어야 한다. 또한 안정성과 유효성을 가져야 하므로 대부분의 화장품 성분은 천연자원에서 유래된 성분들이 대부분으로 여러 종류의 비타민류 이외에 알로에 추출물, 녹차 추출물, 스피룰리나, 레시틴, 폴리페놀 성분들이 사용된다. 대나무 줄기는 셀룰로오스, 헤미셀룰로오스, 리그닌이라는 3대 주성분과, 무기 실리카를 비롯한 각종 부성분 및 회분으로 구성되어 있다 (Table 4) [28]. 대나무 줄기의 주성분으로는 대나무 줄기의 주성분인 셀룰로오스 (cellulose)는 셀룰로오스는 β -1-4 glucose결합으로 이루어진 천연고분자로, 식물세포벽 내에서는 단분자로서 독립적으로 존재하지 않고, 층상으로 적층구조를 형성하며 존재한다 [29]. 헤미셀룰로오스 (hemicellulose)는 식물 세포벽의 구성성분 중 펙틴질을 제외한 것으로 셀룰로오스 표면에 특징적으로 결합하는 유연한 다당류를 말한다 [30,31]. 셀룰로오스 미세섬유를 서로 묶어 응집력 있는 네트워크로 만들어 주는 바늘 역할을 하거나 직접적인 미세섬유간 접촉을 막는 윤활성의 막을 씌우는 역할을 하며 주성분은 자일란, 글루칸, 자일로글루칸, 글루코만난 등이다 [32]. 리그닌 (lignin)은 셀룰로오스와 함께 목재를 이루고 있는 성분이며, 발색반응으로 목질화의 진행 상태, 침엽수와 활엽수를 식별한다. 대나무 줄기 유래 리그닌은 화학, 식품, 화장품에 그 용도가 높아 중국과 유럽에서는 이미 원료로써 그 가치를 인정받고 있으며, 최근 리그닌은 자외선을 흡수하고 광범위 자외선 차단효과를 발휘할 수 있는 것으로 연구되었으며, 매년 생산되고 있는 국내 산업용 리그닌은 5,000만 톤 정도로써 화장품 소재로써의 활용가치 및 경제적으로 높다고 할 수 있다 [33]. 또한 대나무 줄기에 다량 함유되어 있는 실리카는 피부, 머리카락, 손톱, 콜라겐을 형성하는 필수 무기성분으로써, 피부에 탄력성 증진 및 뼈의 건강 증진에 도움을 주는 물질로 알려져 있다. 이외에 대나무 줄기에는 여러 종류의 폴리페놀이 함유되어 있으며, 대표적으로 chlorogenic acid, caffeic acid, homoorientin, orientin, *p*-coumaric acid and ferulic acid 등이 있다.

3.3. 대나무 줄기 성분의 효능 및 효과

대나무의 대표적인 재배 죽종은 왕대, 솜대, 맹종죽으로 그 중 죽순대 (*Phyllostachys pubescens*)는 우리나라 남부지방에 다량 분포되어 있으며, 다른 종보다 줄기가 굵은 것이 특징이며, 어린 죽순은 식용으로 이용되고 있다 [34]. 죽순대는 맹종죽으로 불리며, 고혈압, 발한, 중풍 등의 치료를 위한 민간약으로 활용되어 왔으며, 방부 작용이 있는 것으로 알려져 있다 [35]. 대나무는 수액보다는 줄기, 표피, 죽순 및 죽실 등이 질병 치료제로 이용되어 왔으나, 최근에는 고로쇠 나무와 같이 수액을 채취하여 음용하고 있다. 수액이란 도관이나 사부를 통해 유동하는 액체로써, 탄수화물, 효소, 식물호르몬, 질소화합물, 무기염 등이 용해되어있으며, 주로 음용수나 식품첨가물로 이용하고 있다 [36]. 대나무의 대표적인 효능으로는 항산화, 항암, 항염효과가 알려져 있으며, 맹종죽과, 왕대의 대나무 잎과 대나무 줄기 추출물의 항산화 활성을 비교하였을 때, *n*-buthanol 층의 분획물이 다른 분획물보다 항산화 활

Table 4. Components of bamboo stems

Composition	Percentage
Cellulose (%)	73.83
Hemi-cellulose (%)	12.49
Lignin (%)	10.15
Aqueous Extract (%)	3.16
Pectin (%)	0.37
Total (%)	100

*Bamboo fibre reinforced biocomposites: A review (2012), H.P.S. Abdul Khalil, I.U.H. Bhata, M. Jawaidb, A. Zaidonc, D. Hermawand, Y.S. Hadid 42: 353-368.

성이 높았으며, 대나무 잎보다 대나무 줄기 추출물의 항산화 활성이 더 높게 측정되었음이 보고되었다 [37]. 또 다른 연구에서는 왕대 ethanol 추출물의 항산화 활성을 측정하였는데 pH 1.2 조건에서 아질산염 소거능의 RC₅₀ 값이 116.75 μ g/mL 으로 확인되었으며, 왕대 ethanol 추출물 0.2 mg/mL 첨가시 43%로 감소함을 보고하였다 [38]. 또한 왕대 줄기와 잎 추출물에서 tachioside(4-hydroxy-3-methoxy-phenyl-1-O-glucoside)를 분리하고 항산화 활성을 평가하였을 때, tachioside 함량이 대나무 잎보다 대나무 줄기에 다량으로 함유하고 있음을 보고되었으며, 양성대조군인 trolox, ascorbic acid와 비슷한 수준의 항산화 활성이 있음을 확인하였다 [39]. 대나무 죽순을 발표하여 영양 및 기능성 성분을 분석하였는데 단백질 함량이 19.53~27.55%로 발효 전에 비해 약간 증가함을 확인하였으며, α -glucosidase 활성 억제 및 항산화 활성을 확인하였는데, IC₅₀ 값은 23.70~31.16 μ g/mL 범위로 확인되었다 [40]. 다른 연구에서 대나무 조릿대 (*Bambusa arundinacea*) 줄기와 잎의 항산화 활성 및 항균 저해활성을 평가하였는데, water층과, methanol, ethanol 추출물 주에서 ethanol 추출물이 가장 높은 활성을 나타내었으며, 그람 음성균 (*E.coli* & *P. aeruginosa*)과 그람 양성균 (*B. subtilis* & *S. aureus*)에서 모두에서 높은 항균 저해 활성이 있음을 보고하였다 [41]. 대나무 왕대 추출물의 화학성분 및 생리활성에 관한 연구에서 대나무 추출액의 pH는 5.0~5.5로 조사되었으며, 총 페놀 함량은 ethanol 추출물이 0.42%로 가장 높게 측정되었다 [42]. 또한 무기성분은 칼륨 (K)이 가장 높은 함량을 나타내었으며, 추출방법에서 간접가열이 높은 무기물 함량을 나타냄을 보고하였다 [43]. 유리당은 galactose, glucose, fructose 및 sucrose가 검출되었으며, glucose와 sucrose의 함량이 가장 높았다 [44]. 아질산염 저해활성 결과 pH 1.2와 3.0에서 효과가 있음을 확인하였고, water 추출물의 tyrosinase 저해활성이 가장 높다고 보고하였다 [45]. 식품 부패균에 대한 항균활성은 *Bacillus subtilis*, *E. coli* O157, *S. aureus*에 대하여 높은 활성이 있는 것을 확인하였다 [46]. 또한 ethanol 및 초임계 추출법을 사용하여 4종의 한국산 항균 및 항산화 특성을 확인 하였는데 ethanol 추출물이 초임계 추출물보다 DPPH radical 소거능이 높다는 것을 확인하였다 [47]. 또 다른 연구에서는 솜대 (*Phyllostachys nigra* var. henonis) 추출물의 항산화 활성 및 tyrosinase 저해 활성을 확인하였는데 water 추출물의 저해 활성이 높다고 보고하였다 [48].

Table 5. Physiological activities of bamboo stem

Effect	Species	Remarks	Reference
Antioxidant	<i>Phyllostachys pubescens</i>	In-vitro	Jun <i>et al.</i> (2004)
	<i>P. bambusoides</i>	DPPH, TEAC, FRAP	Na <i>et al.</i> (2004)
	<i>P. bambusoides</i> S. et Z.		
	<i>Bambusa arundinacea</i>		Kaur <i>et al.</i> (2015)
	<i>P. nigra</i> var. <i>henonis</i>		Song <i>et al.</i> (2007)
	<i>P. nigra</i> munro, <i>Sasa borealis</i>		Moon <i>et al.</i> (2003)
	<i>B. balcooa</i> , <i>B. tulda</i> , <i>B. nutans</i>		Nirmala <i>et al.</i> (2013)
	<i>D. giganteus</i> , <i>D. hamiltonii</i>		
	<i>D. membranaceus</i> , <i>D. Strictus</i> ,		
	<i>Bambusa arundinacea</i> ,		Panee (2015)
<i>Bambusa tuldoides</i> ,			
<i>Phyllostachys edulis</i>			
<i>Sasa borealis</i>		Ha <i>et al.</i> (2016)	
Anti-microbial	<i>P. bambusoides</i>	In-vitro	Ju <i>et al.</i> (2005)
	<i>P. nigra</i> var. <i>henonis</i>		Choi <i>et al.</i> (2012)
Anti-carcinogenic	<i>P. bambusoides</i>	In-vitro	Ju <i>et al.</i> (2005)
	<i>P. bambusoides</i> S. et Z.		Moon <i>et al.</i> (2003)
	<i>P. pubescens</i> , <i>P. nigra</i> munro		
	<i>Sasa borealis</i>		
	<i>B. balcooa</i> , <i>B. tulda</i> , <i>B. nutans</i>		Nirmala <i>et al.</i> (2013)
	<i>D. giganteus</i> , <i>D. hamiltonii</i>		
	<i>D. membranaceus</i> , <i>D. Strictus</i>		
	<i>Bambusa arundinacea</i>		Panee (2015)
	<i>Bambusa tuldoides</i>		
	<i>Phyllostachys pubescens</i>		
<i>Phyllostachys edulis</i>			
<i>P. nigra</i> var. <i>henonis</i>		Lu <i>et al.</i> (2010)	
Anti-obesity	<i>Phyllostachys edulis</i>	In vivo (mouse)	Koide <i>et al.</i> (2011)
	<i>Sasa borealis</i>	In-vitro / Cell	Ha <i>et al.</i> (2016)
Anti-melanogenic	<i>P. bambusoides</i>	In-vitro	Ju <i>et al.</i> (2005)
	<i>P. nigra</i> var. <i>henonis</i>	B16-melanoma	Song <i>et al.</i> (2007)
Anti-inflammatory	<i>Sasa borealis</i>	In-vitro	Ha <i>et al.</i> (2016)
Anti-hypertension	<i>P. bambusoides</i>	In-vitro	Ju <i>et al.</i> (2005)

이 외에 어린 대나무 죽순의 콜레스테롤 감소 효과가 보고되었으며 [49], 항 중앙 활성 및 항염 활성, 항비만 활성 [50,51], 항 당뇨 효과 [52]를 보고하였다 (Table 5). 기존의 연구 결과들을 비교해보았을 때 대나무 줄기는 대나무 잎보다 높은 항산화 활성이 있음을 확인할 수 있으며, 주로 항산화 및 항염, 항비만, 항암 효과의 연구가 대부분이다. 따라서 산업적으로 고부가가치 창출이 가능한 화장품 소재에 대한 연구와 제품의 개발을 위해 대나무 줄기에 다량 함유되어 있는 리그닌, 실리카 및 폴리페놀류의 유용성분들의 효능 효과를 검증할 필요가 있다. 최근 화장품의 트렌드는 바르는 화장품에 그치지 않고 콜라겐 및 히알루론산 등과 같은 기능성 원료를 섭취하는 이너뷰티 제품이 주목을 받고 있다. 대나무 줄기는 이너뷰티 소재로써, 다른 원료에 비해 비교적 가격이 저렴하고 대부분 자생하고 있기 때문에 재배 농가에 큰 부담을 주지 않고 안정적인 가격에 원료의 공급이 가능할 뿐만 아니라 기능성 소재 및 기능성 식품의 개발에 의한 부가가치 창출은 농가경제에 크게 기여할 것으로 예상할 수 있다.

4. 결론 및 제언

대나무의 줄기는 죽세공품, 농용재, 건축용재, 펄프용재 등 다양한 용도로 사용되고 있으나, 기능성 식품이나 화장품 산업에서의 활용 방안은 부족한 실정이며 성장 초기 단계에 있다. 현재 화장품 산업은 이너뷰티 (Inner beauty)가 트렌드이며, 관련된 업계가 고기능 화장품을 개발하는 추세이다. 대나무는 비교적 가격이 저렴하고 안정적인 가격에 원료의 공급이 가능하기 때문에 이너뷰티 화장품 소재로 이용할 시 고부가가치 원료로 진입이 가능하다. 대나무의 효능 및 효과를 조사한 결과 대나무 줄기는 대나무 잎보다 풍부한 활성성분과 항산화 활성이 있음을 확인하였다. 현재 대나무 줄기는 식품원료로써 제한이 있으며, 산업화가 어려운 의약품 분야보다는 화장품 산업으로의 진출이 고부가가치 창출을 위한 현실적인 대안이 될 수 있을 것으로 판단된다. 따라서 농가의 소득증대 및 대나무 줄기의 고부가가치 창출을 위한 방안으로 대나무 줄기의 생물화학공학적 처리방법에 대한 추가

적인 연구가 절실히 필요하다.

Acknowledgements

본 연구는 산림청 ‘융복합기반 임산업의 산업화 기술개발사업(2016S1100024)’의 지원에 의해 이루어진 것입니다.

REFERENCES

- Song, H. S., H. J. Moon, B. E. Park, B. S. Choi, D. J. Lee, J. Y. Lee, C. J. Kim, and S. S. Sim (2007) Anti-oxidant Activity and Whitening Activity of Bamboo Extracts. *Yakhak Hoeji* 51: 500-507.
- Choi, H. S., G. C. Kim, and H. J. Shin (2012) Comparison of Antimicrobial and Antioxidant Activities by Different Extraction Methods in Korean Bamboos. *KSBB J.* 27: 131-135.
- Ju, I. O., G. T. Jung, J. Ryu, J. S. Choi, and Y. G. Choi (2005) Chemical Components and Physiological Activities of Bamboo (*Phyllostachys bambusoides* Starf) Extracts Prepared with Different Methods. *Korean J. Food Sci. Technol.* 37: 542-548.
- Lee, J. S. and G. E. Jeong (2012) A Study on Natural Dye Having the Effects on the Atopic Dermatitis (Part I), Bamboo Extract. *Text Coloration Finish* 24: 189-195.
- Kim, H. J., S. M. Kim, Y. J. Oh, K. S. Jung, and K. S. Jang (2001) Study of Physical and Chemical Characteristics for Joockrhyuk (*Bambusae Caulis* in Liquamen) according to Refinement Process (I). *Korean J. Oriental Medical Physiology & Pathology* 15: 473-476.
- Kim, S. I., Y. J. Park, S. Y. Kim, and H. J. Chang (2013) A Study on the Damyang Area Restaurants in Bamboo food village. *J. Korean Soc. Food Cult.* 20: 348-355.
- Ohmberger D. (1983) The genera of bamboo: An alphabetical compilation of all known generic names. *J. Amer. Bamboo Soc.* 4: 43-52.
- Yun, Y. G. (2013) *International Trends of Forest Policy*. pp. 17. National Institute of Forest Science, 57, Hoegi-ro, Dongdaemun-gu, Seoul, Republic of Korea.
- Liese, W. and M. Köhl (2015) *Bamboo: The Plant and Its Uses*. pp. 37. Springer International Publishing AG, NY, USA.
- Korea Forest Service, http://www.forest.go.kr/newkfsweb/kfs/idx/SubIndex.do?orgId=fli&mn=KFS_02_05.
- Lee, M. J. and G. S. Moon (2003) Antioxidative Effects of Korean Bamboo Trees, Wang-dae, Som-dae, Maengjong-juk, Jolit-dae and O-juk. *Korean J. Food Sci. Technol.* 35: 1226-1232.
- Chung, H. J. and B. G. Ko (2005) Antibacterial Activities of Bamboo Sap against *Salmonella* Typhimurium and Inhibitory Effects in a Model Food System. *J. Korean Soc. Food Cult.* 20: 709-714.
- Yoon, S. L. (2010) Microscopic Observation of Moso Bamboo (*Phyllostachys pubescens* Mazel) with Various Ages. *Journal of Korea TAPPI.* 42: 27-34.
- Lee, J. S. and H. J. Woo (2012) A Study on Natural Dye having the Effects on the Atopic Dermatitis (Part II) - Pine Needles Extract - Bamboo Extract -. *Textile Coloration and Finishing* 24: 196-203.
- Kim, N. K., S. H. Cho, S. D. Lee, J. S. Ryu, and K. H. Shim (2001) Chemical Properties of Hot Water Extracts from Bamboos (*Phyllostachys* sp.). *Korean J. Postharvest Sci. Technol.* 8: 469-474.
- Cho, K. C. (2001) A Study on the Development of Bamboo Decorating Tiles. *J. Korean Soc. Design Sci.* 14: 117-126.
- Yu, D. and K. U. Koh (2011) A Study on Sustainable Product Design that use Bamboo Material. *Design Forum* 30: 211-220.
- Lee, S., B. H. Lee, H. J. Kim, S. Kim, Y. G. Eom (2009) Properties Evaluation of Bio-Composite by Content and Particle Size of Bamboo Flour. *Mokchaeh Konghak* 37: 310-319.
- Ramachandran, M., S. Bansal, and P. Raichurkar (2016) Experimental Study of Bamboo Using Banana and Linen Fibre Reinforced Polymeric Composites. *Perspect. Sci.* 8: 313-316.
- Teli, M. D. and J. Sheikh (2012) Extraction of Chitosan from Shrimp Shells Waste and Application in Antibacterial Finishing of Bamboo Rayon. *Int. J. Biol. Macromolec.* 50: 1195-1200.
- Shim, J. H., D. Cho, and J. S. Yoon (2008) Natural Fibers and Bio-composites. *Polym. Sci. Technol.* 19: 299-306.
- Cho, S. K. (2015) A Study on Bamboo Products in Damyang. *J. Korea Furniture Society* 26: 145-153.
- Cho, Y. K. and J. Y. Chung (2012) The Inner Beauty of the Beauty Market in Korea and Preference Investigation. *Design Forum* 36: 365-378.
- Kim, M. Y. and J. Y. Chung (2011) Research on the Propensity to Consume in Adults 20s Due to Early Anti-Aging Beauty. *Design Forum* 33: 437-450.
- Lee, J. H., N. H. Hoang, N. L. Huong, A. Shrestha, and J. W. Park (2013) Ultra-Performance Liquid Chromatography with Electrospray Ionization Mass Spectrometry for the Determination of Coenzyme Q10 as an Anti-Aging Ingredient in Edible Cosmetics. *Anal. Lett.* 47: 367-376.
- Song, H. S., H. J. Moon, B. E. Park, B. S. Choi, D. J. Lee, J. Y. Lee, C. J. Kim, and S. S. Sim (2007) Anti-oxidant Activity and Whitening Activity of Bamboo Extracts. *Yakhak Hoeji* 51: 500-507.
- Jung, G. T., I. O. Ju, J. Ryu, and J. S. Choi (2004) Quality Characteristics and Processing of Rice Coated with Bamboo Extract. *Korean J. Food Preserv.* 11: 325-330.
- Lee, H. S., M. J. Jeong, T. W. Jeon, Y. J. Kim, J. M. Yeon, Y. A. Cho, N. H. Cho, S. K. Shin, and Y. Andou (2015) Research on the Applicability to Polymer Bio-composites Containing *Erianthus Arundinaceus* as Waste of Cellulose Crops. *J. Korea Soc. Waste Management* 32: 583-590.
- Bauer, M. W., L. E. Driskill, W. Callen, M. A. Snead, E. J. Mathur, and R. M. Kelly (1999) An Endoglucanase, EglA, from the Hyperthermophilic Archaeon-*Pyrococcus furiosus* Hydrolyzes β -1,4 Bonds in Mixed-Linkage (1 \rightarrow 3),(1 \rightarrow 4)- β -D-Glucans and Cellulose. *J. Bacteriol.* 181: 284-290.
- Yang, H., R. Yan, H. Chen, D. H. Lee, and C. Zheng (2007) Characteristics of Hemicellulose, Cellulose and Lignin Pyrolysis. *Fuel* 86: 1781-1788.
- Wilder, B. M. and P. Albersheim (1973) IV. A Structural Comparison of the Wall Hemicellulose of Cell Suspension Cultures of Sycamore (*Acer PseudoPlatanus*) and of Red Kidney Bean (*Phaseolus Vulgaris*). *ASPB.* 51: 889-893.
- Trindade, W. G., W. Hoareau, I. A. T. Razera, R. Ruggiero, E. Frol-

- lini, and A. Castellan (2004) Phenolic Thermoset Matrix Reinforced with Sugar Cane Bagasse Fibers: Attempt to Develop a New Fiber Surface Chemical Modification Involving Formation of Quinones Followed by Reaction with Furfuryl Alcohol. *Macromol. Mater. Eng.* 289: 728-736.
33. Gosselinka, R. J. A., E. de Jonga, B. Guranb, and A. Abächerlib (2004) Co-ordination network for lignin-standardisation, production and applications adapted to market requirements (EUROLIGNIN). *Ind. Crops Prod.* 20: 121-129.
34. Yook, H. S., J. E. Jo, K. H. Kim, and Y. S. Hwang (2010) Changes in Kimchi Quality as Affected by the Addition of *Sasa borealis* Makino Extract. *Korea J. Agr. Sci.* 37: 405-412.
35. Lee, S. J., M. K. Huh, H. W. Huh, and B. R. Lee (2011) Phylogenetic Study of Genus *Phyllostachys* (*Phyllostachys*) in Korea by Internal Transcribed Spacer Sequence (ITS). *J. Life Sci.* 21: 1281-1287.
36. Kim, J. H., W. J. Lee, Y. W. Cho, and K. Y. Kim (2009) Storage-life and Palatability Extension of *Betula platyphylla* Sap Using Lactic Acid Bacteria Fermentation. *J Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 38: 787-794.
37. Jun, M., U. Tohr, J. Z. Li, and F. Takeshi (2004) Identification and Evaluation of Antioxidant Activities of Bamboo Extracts. *Forest Sci. Practice* 6: 1-5.
38. Lim, J. A., Y. S. Na, and S. H. Baek (2004) Antioxidative Activity and Nitrite Scavenging Ability of Ethanol Extract from *Phyllostachys bambusoides*. *Korean J. Food Sci. Technol.* 36: 306-310.
39. Li, T., M. H. Park, M. J. Kim, B. M. Ryu, M. J. Kim, and G. S. Moon (2008) Tachioside, an Antioxidative Phenolic Glycoside from Bamboo Species. *Food Sci. Biotechnol.* 17: 1376-1378.
40. Liu, L., L. Liu, B. Lu, M. Chen, and Y. Zhang (2013) Evaluation of Bamboo Shoot Peptide Preparation with Angiotensin Converting Enzyme Inhibitory and Antioxidant Abilities from Byproducts of Canned Bamboo Shoots. *J. Agric. Food Chem.* 61: 5526-5533.
41. Omura, S., Y. Iwai, K. Hinotozawa, Y. Takshashi, J. Kato, A. Nakagawa, A. Hirano, H. Shimizu, and K. Hsneda (1982) Cervinomycin A1 and A2, New Antibiotics Active Against Anaerobes, Produced by *Streptomyces Cervinus* sp. Nov. *J Antibiot.* 35: 645-652.
42. Willem Heber Van Zyl, Stellenbosch, Annie Fabian Abel Chimphango, Pinelands, Johann Ferdinand Gorgens and Stellenbosch (2011) Modification of xylan. *US Patent* 20130233501 A1.
43. Ju, I. O., G. T. Jung, J. Ryu, J. S. Choi, and Y. G. Choi (2005) Chemical Components and Physiological Activities of Bamboo (*Phyllostachys bambusoides* Starf) Extracts Prepared with Different Methods. *Koear J. Food Sci. Technol.* 37: 542-548.
44. Kim, N. K., S. H. Cho, S. D. Lee, J. S. Ryu, and K. H. Shim (2001) Chemical Properties of Hot Water Extracts from Bamboos (*Phyllostachys* sp.). *Korean J Postharvest. Sci. Technol.* 8: 469-474.
45. Lee, M. J. and G. S. Moon (2003) Antioxidative Effects of Korean Bamboo Trees, Wang-dae, Som-dae, Maengjong-juk, Jolit-dae and O-juk. *Korean J. Food Sci. Technol.* 35: 1226-1232.
46. Bajpai, V. K., A. Rahman, and S. C. Kang (2008) Chemical Composition and Inhibitory Parameters of Essential Oil and Extracts of *Nandina domestica* Thunb. to Control Food-borne Pathogenic and Spoilage Bacteria. *Int. J. Food Microbiol.* 125: 117-122.
47. Choi, H. S., G. C. Kim, and H. J. Shin (2012) Comparison of Antimicrobial and Antioxidant Activities by Different Extraction Methods in Korean Bamboos. *KSBB J.* 27: 131-135.
48. Sung, Y. J., D. S. Kim, and J. Y. Lee (2012) Evaluation of Characteristics of *Sasa quelpaertensis* Nakai Stem for the Comprehensive Utilization. *KTAPPI.* 44: 1-7.
49. Shin, J. A., J. M. Park, and K. T. Lee (2016) Effect of Cooking Methods on the Phytosterol Content in Nine Selected Vegetables. *Korea J. Agr. Sci.* 43: 87-99.
50. Ha, Y. B., J. H. Park, J. W. Jang, D. W. Lim, and J. E. Kim (2016) Comparative Study for Anti-inflammatory and Anti-obesity Effect of Fractions from Leaf and Stem of *Sasa Borealis*. *J. Physiol. Pathol. Korean Med.* 30: 229-235.
51. Koide, C. L. K., A. C. Collier, M. J. Berry, and J. Panee (2011) The Effect of Bamboo Extract on Hepatic Biotransforming Enzymes - Findings from an Obese-diabetic Mouse Model. *J. Ethnopharmacol.* 133: 37-45.
52. Lu, B., L. Liu, X. Zhen, X. Wu, and Y. Zhang (2010) Anti-tumor Activity of Triterpenoid-rich Extract from Bamboo Shavings (*Caulis bambusae* in Taeniam). *Afr. J. Biotechnol.* 9: 6430-6436.