Tạp chí KHLN Số 3/2023
©: Viện KHLNVN - VAFS
ISSN: 1859 - 0373 Đăng tải tại: www.vafs.gov.vn

NGHIÊN CỨU THÀNH PHẦN HÓA HỌC VÀ TÍNH CHẤT CỦA SỢI CELLULOSE TỪ TRE GAI *Bambusa blumeana*

Hoàng Minh Khoa[1], Kazakov Ya. V[1]., Окулова E.O[1]., Chu Công Nghị[2]

[1]Northern Arctic Federal University, Severnaya Dvina Emb. 17, Arkhangelsk, Russia
[2] Phân hiệu Trường Đại học Lâm nghiệp tại tỉnh Đồng Nai

TÓM TẮT

Trong nghiên cứu này chúng tôi tiến hành nghiên cứu về thành phần hóa học và những tính chất của sợi cellulose Tre gai *Bambusa blumeana* bằng phương pháp nấu bột sulfate. Cellulose nhận được từ quá trình nấu đem phân tích bằng kính hiển vi điện tử để xác định độ dài, độ dày, độ cong và độ nhẵn bề mặt sợi cellulose. Kết quả phân tích hóa học từ thân Tre gai cho thấy hàm lượng cellulose trong đó là 45,3%, lignin 26,8%, các chất chiết xuất với nước nóng 8,6%, các chất chiết xuất với dung môi hữu cơ 1,0% và hàm lượng tro 1,35%. Cùng với việc phân tích cấu tạo hiển vi, kết luận rằng nguyên liệu thô này có tiềm năng thu được bột giấy kỹ thuật, là nguồn nguyên liệu tiềm năng trong ngành công nghiệp sản xuất cellulose giấy.

Từ khóa: Tre gai, thành phần hóa học, cellulose, tích chất cellulose, nấu bột giấy sulfate

RESEARCH ON CHEMICAL COMPOSITION AND PROPERTIES OF CELLULOSE FIBER FROM *Bambusa blumeana*

Hoang Minh Khoa[1], Kazakov Ya. V[1]., Окулова E.O [1]., Chu Cong Nghi[2]

[1]Northern Arctic Federal University, Severnaya Dvina Emb. 17, Arkhangelsk, Russia
[2] Vietnam National University of Forestry - Dongnai Campus

SUMMARY

The objectives of this research were to investigate the chemical compositions, and cellulose properties of the *Bambusa blumeana* using cooking sulfate method. The length, thickness, curvature, and smoothness of the cellulose fiber surface, which is obtained from the cooking process, were determined by an electron microscope. The chemical analysis showed that the cellulose content of 45.3%, the lignin content of 26.8%, the content of the extracts with hot water of 8.6%, these content with organic solvent of 1.0%, and the ash content of 1.35%. The microscopic analysis demonstrated that this raw material has a high potential for making technical pulp. Therefore, *Bambusa blumeana* is a high-potential material source in the pulp and paper industry.

Keywords: *Bambusa blumeana*, chemical composition, cellulose, properties of cellulose, sulfate cooking

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Thực trạng ngành công nghiệp sản xuất giấy và bột giấy của các nước phát triển trên thế giới và sự phát triển hơn nữa của nó trong tương lai phần lớn được xác định bởi triển vọng giải quyết vấn đề tìm kiếm nguồn nguyên liệu thay thế. Với mục tiêu giải quyết vấn đề cung cấp nguồn nguyên liệu cho sản xuất cellulose là thay thế gỗ bằng loại thực vật tương tự như tre, nứa, rơm, cỏ.

Gần đây, ở các nước có sự thiếu hụt gỗ và dư thừa sinh khối thực vật (tre, mía, lanh,...), như Trung Quốc, Ấn Độ, Hoa Kỳ và các nước Mỹ Latinh, đã phát triển công nghệ sản xuất bột giấy từ các loại thực vật ngoài gỗ (Непенин *et al*., 1976; 1963). Tuy nhiên, các công nghệ này vẫn ở một mức độ giới hạn hoặc một bản sao khác của công nghệ sản xuất bột giấy truyền thống với tất cả những hạn chế: quy trình sản xuất, lượng nước sử dụng lớn, mức tiêu thụ năng lượng cao, hiệu quả thấp là không thể chấp nhận được trên quan điểm kinh tế và môi trường.

Tre gai là thực vật thuộc họ Hòa thảo (Poaceae) phân bố rộng khắp trên thế giới, đặc biệt là ở châu Á. Tre dễ trồng, là cây trồng phát triển nhanh nhất trên trái đất, sớm cho khai thác, dễ gia công chế biến nên được sử dụng cho rất nhiều mục đích khác nhau.

Việt Nam là một đất nước nhiệt đới với đồi núi và đồng bằng chiếm khoảng ba phần tư tổng diện tích đất. Theo dữ liệu đánh giá toàn cầu của FAO (Food and Agriculture Organization) về tài nguyên rừng năm 2005, Việt Nam là một trong những quốc gia có nguồn tài nguyên tre lớn nhất thế giới (M. Lobovikov *et al*., 2005). Theo kết quả nghiên cứu gần đây được tiến hành bởi nhà thực vật học Nguyễn Hoàng Nghĩa, tổng số loài tre ở Việt Nam được tìm thấy là 33 chi với 216 loài (Nguyen H. N., 1997).

Trên thế giới hàng năm có khoảng 7 - 8 triệu tấn tre nguyên liệu được tiêu thụ cho ngành sản xuất giấy và bột giấy (Esther Titilayo Akinlabi *et al*., 2007). Hầu hết tập trung ở các nước khu vực châu Á, trong đó Trung Quốc tiêu thụ 1,6 - 1,8 triệu tấn và Ấn Độ tiêu thụ hơn 1,6 triệu tấn tre mỗi năm (Китайская целлюлозно, 2007). Theo báo cáo tại khóa đào tạo quốc gia về công nghệ tre tại Trung Quốc năm 2006, Việt Nam có khoảng 1.600.000 ha rừng tự nhiên với khoảng 8,4 tỷ cây tre, trong đó 789.000 ha rừng tre thuần loài và 703.000 ha rừng tre hỗn loài trên cả nước (Vietnam report, 2005; Tang T. K. H., 2013). Đây là nguồn nguyên liệu quan trọng cho nghành công nghiệp sản xuất giấy. Hiện nay trên thế giới cũng như ở Việt Nam đã có nhiều nghiên cứu về thành phần hóa học, xác định tính chất cơ lý sợi cellulose, tuy nhiên nghiên cứu chủ yếu tập chung vào những loài cây lá rộng và lá kim. Chưa có nhiều nghiên cứu công bố về thành phần hóa học và tính chất cellulose của loài Tre gai.

Một trong những xu hướng chính trong ngành công nghiệp sản xuất giấy và bột giấy là việc sử dụng các sợi bán thành phẩm có lợi thế về mặt giá trị kinh tế, có chu kỳ sinh trưởng nhanh, mặt khác tre có những tính năng vượt trội hơn so với những loài gỗ khác. Chính vì vậy chúng tôi nghiên cứu thành phần hóa học, xác định những tính chất sợi cellulose từ thân cây Tre gai trong điều kiện thiết bị công nghệ hiện đại nhất của trường Đại học Liên bang miền Bắc Arkhangelsk, Liên bang Nga, để ứng dụng trong ngành công nghiệp giấy và bột giấy để có được cơ sở khoa học cho việc xây dựng quy trình sản xuất.

II. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Nguyên liệu, thiết bị

2.1.1. Nguyên liệu

- Tre gai có độ tuổi từ 3 - 5 tuổi, thu thập tại huyện Bù Gia Mập, tỉnh Bình Phước.

- Để nghiên cứu, chúng tôi lấy phần thân tre, một số thông số của tre được trình bày trong bảng 1.

Bảng 1. Một số thông số Tre gai

Thông số	Giá trị
Chiều cao (m)	15 - 25
Đường kính tại độ cao từ 3 đến 5 m (cm)	8 - 15
Khối lượng riêng trung bình (kg/m^3)	765

2.1.2. Chuẩn bị mẫu gỗ thí nghiệm (hình 1)

1) Thân tre bao gồm cả phần mắt nghiên cứu sau khi loại bỏ phần cật được cắt có chiều dài 20 - 23 cm, chiều dày của thanh tre.

2) Sau đó cắt mẫu thành phôi với kích thước chiều dài × rộng × dày tương ứng là 2,5 × 2,0 × 0,5 cm.

3) Mùn cưa thu được trong quá trình cắt mẫu đem sàng phân loại với lưới sàng đường kính 0,25 mm để xác định thành phần hóa học.

Hình 1. a - mẫu; b - mùn cưa; c, d, e, f - phôi

2.1.3. Thiết bị

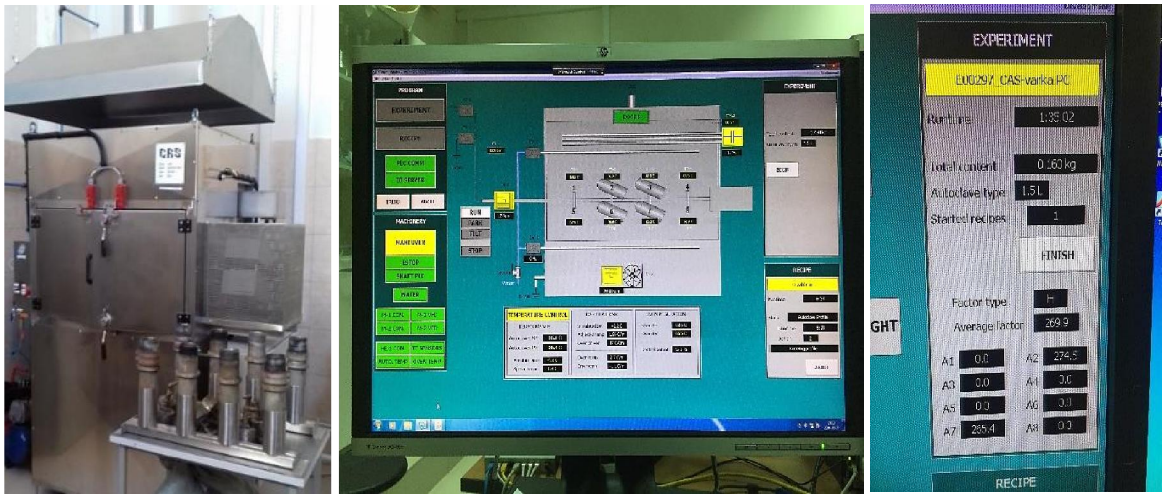
- Hệ thống nấu Autoclave system CAS 420, được điều khiển bằng máy tính thông qua chương trình HMI.

- Kính hiển vi điện tử ZEISS «SIGMA VP». Được kết nối không dây với máy tính bằng chương trình Matscope.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

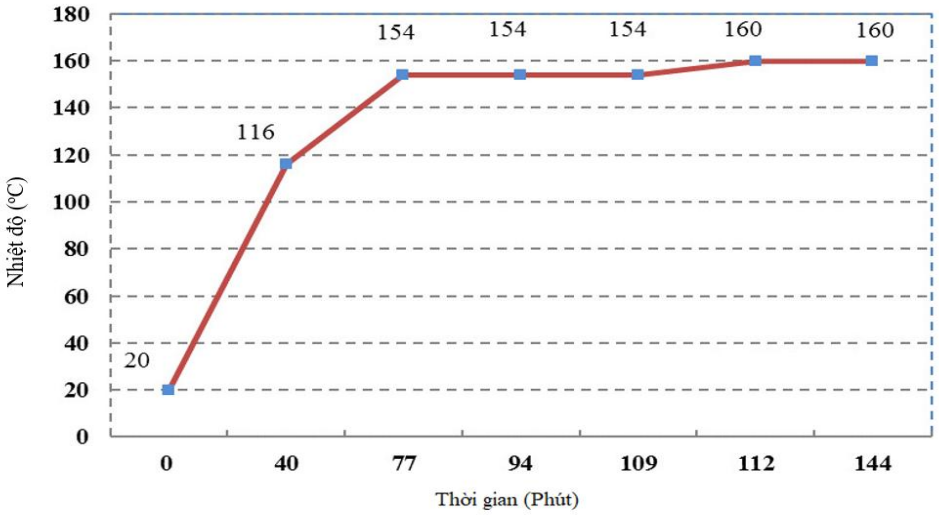
2.2.1. Phương pháp nấu bột giấy

Quá trình nấu bột giấy trong điều kiện phòng thí nghiệm được thực hiện trong hệ thống nồi nấu CAS 420. Hệ thống được điều khiển thông qua máy tính bằng chương trình HMI (hình 2).



Hình 2. Hệ thống nồi nấu CAS 420

Tiến hành nấu song song bốn mẻ, mỗi mẻ có tổng thể tích 0,3 lít, khối lượng mẫu tại độ ẩm khô tuyệt đối 100 g. Thí nghiệm nấu ở cùng một chế độ điều kiện thiết bị bằng phương pháp nấu bột sulfate, sử dụng hệ thống nấu Autoclave system CAS 420 với thể tích mỗi nồi nấu 1,5 lít. Điều kiện nấu cụ thể như sau: tỷ lệ thể tích dung dịch nấu/phôi = 3/1, hàm lượng kiềm hoạt tính trong kiềm trắng là 100,5 g/l, lượng kiềm hoạt tính để nấu tiêu thụ 17%, nhiệt độ nấu 160 - 170ºC, tổng thời gian nấu 144 phút. Chế độ nấu được thể hiện trong hình 3.



Hình 3. Biểu đồ tương quan giữa nhiệt độ và thời gian trong quá trình nấu

2.2.2. Phương pháp xác định một số tính chất cellulose

Xơ sợi cellulose thu được sau khi nấu được rửa sạch để loại bỏ kiềm, sau đó đem nghiền đến khi độ nghiền đạt 30^{o}SR bằng máy nghiền Yokro. Phân tích sợi cellulose được quét bằng kính hiển vi điện tử ZEISS «SIGMA», máy được kết nối không dây với máy tính bằng chương trình Matscope với các mức phóng đại lên tới 500 lần để xác định hình dạng, kích thước và trạng thái bề mặt của sợi cellulose.

2.2.3. Phương pháp xác định thành phần hóa học của tre

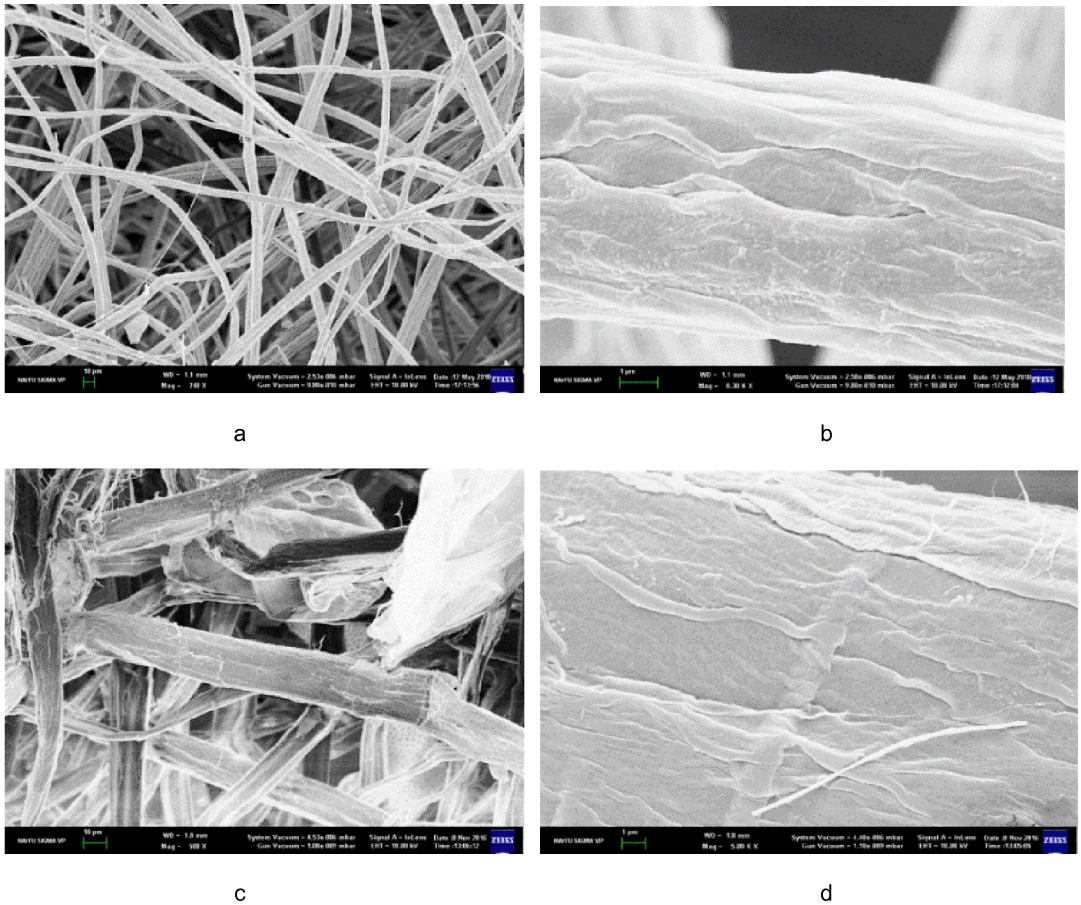
Để xác định và so sánh thành phần hóa học của tre với Bạch dương và thông được tiến hành theo tiêu chuẩn quốc gia GOST. Cụ thể xác định hàm lượng cellulose, hàm lượng lignin, hàm lượng chất tan trong nước nóng, hàm lượng chất tan trong dung môi hữu cơ, hàm lượng pentozan và hàm lượng tro. Mỗi thí nghiệm được thực hiện hai mẫu song song với cùng điều kiện như nhau, kết quả cuối cùng được lấy giá trị trung bình.

III. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Kết quả phân tích cấu tạo hiển vi cellulose

Phương pháp phân tích hiển vi để xác định và so sánh hình thái sợi, xác định độ dài, độ dày, độ cong cạnh của sợi và độ nhẵn bề mặt sợi cellulose.

Kết quả phân tích hiển vi sợi cellulose từ tre và sợi cellulose từ gỗ Bạch dương bằng máy quét điện tử ZEISS “SIGMA VP” được thể hiện trên hình 4, 5, 6.



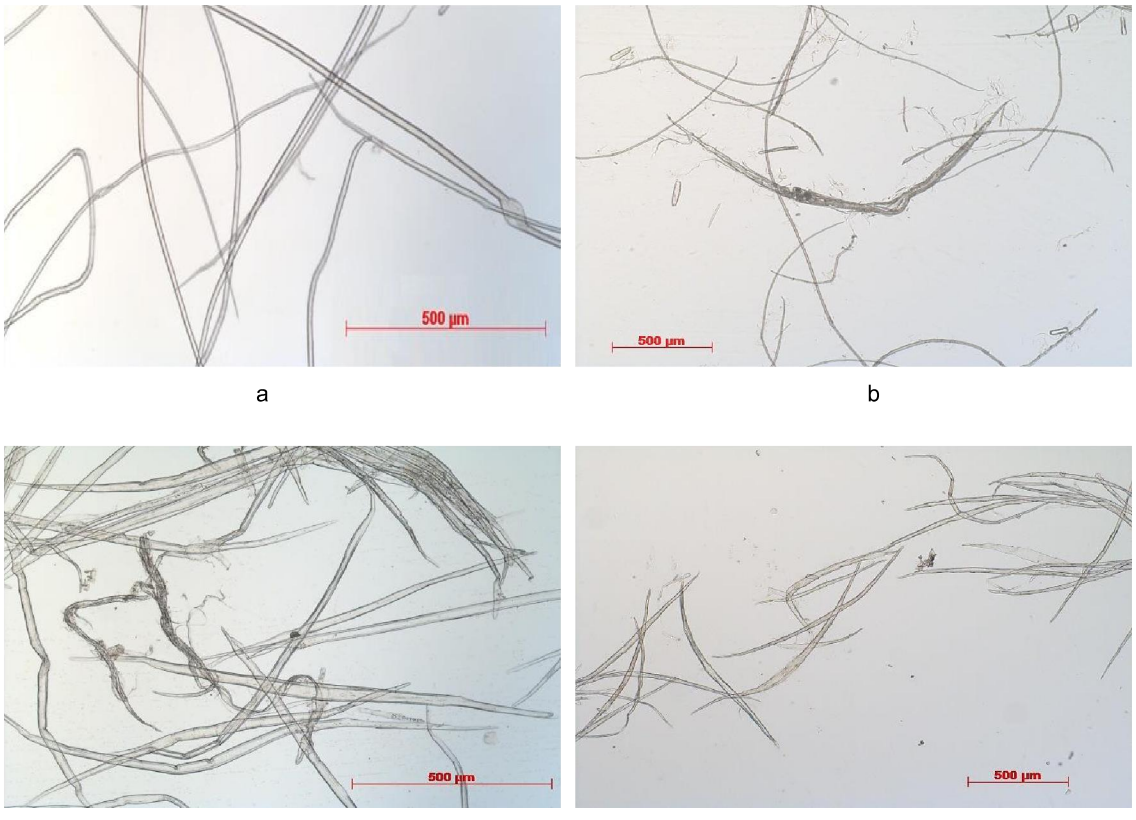
a b

c d

Hình 4. Bề mặt sợi cellulose: a, b - sợi tre; c, d - sợi Bạch dương

a b

Hình 5. Hình ảnh hiển vi sợi cellulose ở độ phóng đại 100 lần: a - tre; b - Bạch dương



a b

c d

Hình 6: Sợi cellulose trước và sau khi nghiền đến 30°SR ở độ phóng đại 500 lần:
a, b - sợi cellulose tre trước khi nghiền; c, d - sợi cellulose Bạch dương khi nghiền

Kết quả phân tích hiển vi, bằng mắt thường có thể thấy các sợi cellulose tre dài hơn, mỏng hơn và cong hơn so với sợi cellulose Bạch dương. Bề mặt của sợi tre tương đối nhẵn, lớp ngoài của thành tế bào thực tế không bị hư hại. Kết quả phân tích đặc tính cấu trúc và hình thái xơ sợi xenluloza từ tre và gỗ Bạch dương được thể hiện trong bảng 2.

Bảng 2. Đặc tính cấu trúc và hình thái sợi xenluloza của Tre gai *Bambusa blumeana* và gỗ Bạch dương

Đặc tính	Bột từ Tre gai		Bột từ gỗ Bạch dương	
	Chưa nghiền	Nghiền 30°SR	Chưa nghiền	Nghiền 30°SR
Chiều dài trung bình của sợi (mm)	1,82	1,66	1,04	0,98
Chiều rộng sợi trung bình (pm)	17,2	20,3	25,8	24,4
Hệ số hình dạng trung bình (%)	87,5	84,2	92,5	91,7
Độ nhám (mg/m)	82,2	85,3	100,5	80,2
Góc phân đoạn trung bình	60,5	58,0	46,0	50,5
Số lượng góc phân đoạn trên (mm)	0,42	0,62	0,29	0,10
Số lượng phân đoạn lớn trên mỗi (mm)	0,17	0,25	0,06	0,10
Số lượng phân đoạn trên mỗi sợi	0,59	0,80	0,27	0,31
Số lượng phân đoạn lớn trên mỗi sợi	0,25	0,32	0,06	0,09
Chỉ số phân đoạn trung bình	1,15	1,70	0,71	0,89
Chiều dài phân đoạn trung bình (mm)	1,43	1,11	0,91	0,84

Ta thấy so với sợi gỗ Bạch dương, sợi gỗ tre mỏng hơn (20%) và dài hơn (khoảng 40%). Kết quả là, chúng có độ cong lớn hơn (20%), có nhiều hơn phân đoạn hơn (khoảng 60%), bao gồm cả số lượng phân đoạn trên 1 mm và trên sợi (khoảng 70%).

3.2. Kết quả nấu bột giấy

Để đánh giá sự phù hợp của các sợi bán thành phẩm cho sản xuất giấy và bột giấy cần so sánh và đối chứng một số thông số nấu như hàm lượng chất khô trong kiềm đen, hàm lượng kiềm hoạt tính trong kiềm đen, chỉ số Kappa, hàm lượng bột sống và hiệu suất nấu. Kết quả nấu bột giấy từ tre và Bạch dương được trình bày trong bảng 3 (Hoàng Minh Khoa, Nguyễn Thị Minh Phương, 2020), cho thấy chỉ số Kappa và hàm lượng bột sống của tre cao hơn đáng kể so với Bạch dương, điều này dẫn đến hiệu suất nấu bột tre thấp hơn so với Bạch dương.

Bảng 3. Kết quả nấu bột giấy sulfate từ tre và Bạch dương

Thông số	Tre			Bạch dương		
	Mẫu 1	Mẫu 2	Trung bình	Mẫu 1	Mẫu 2	Trung bình
Hàm lượng chất khô trong kiềm đen (g/l)	221,8	194,2	*208,0*	189,5	185,2	*187,4*
Hàm lượng kiềm hoạt tính trong kiềm đen (g/l trong một đơn vị Na_2O)	22,8	19,5	*21,1*	18,3	18,3	*18,3*
Chỉ số Kappa	38,2	34,9	*36,6*	23,9	26,4	*25,2*
Hàm lượng bột sống (%)	1,91	2,42	*2,17*	0,39	0,63	*0,51*
Hiệu suất nấu (%)	41,5	39,4	*40,5*	54,5	53,9	*54,2*

3.3. Kết quả xác định thành phần hóa học

Thành phần hóa học của sợi cellulose chưa tẩy trắng từ tre, Bạch dương và thông được trình bày trong bảng 4 và bảng 5. Hàm lượng lignin và hàm lượng pentozan khá cao. Hàm lượng của các chất chiết xuất không khác biệt so với các giá trị khi nấu bột giấy truyền thống và thực tế tương ứng với hàm lượng trong gỗ.

Bảng 4. Thành phần hóa học của cellulose từ tre

Thành phần	Hàm lượng các chất trong cellulose chưa tẩy trắng khô tuyệt đối (%)		
	Mẫu 1	Mẫu 2	Trung bình
Lignin	4,39	3,34	3,87
Pentozan	15,7	18,7	17,2
Chất tan trong dung môi hữu cơ	1,00	1,00	1,00
Tro	1,29	0,95	1,12

Bảng 5. Thành phần hóa học trong tre, Bạch dương và thông

Thành phần	Hàm lượng các chất trong gỗ tre khô tuyệt đối (%)		
	Tre	Bạch dương	Thông*
Cellulose	45,3	50,0	52,0
Lignin	26,8	19,5	28,0
Chất tan trong nước nóng	8,6	1,8	1,1
Chất tan trong dung môi hữu cơ	1,0	2,7 - 3,7	4,0 - 6,0
Pentozan	16,2	25,0	8,0
Tro	1,35	0,35	0,28

*Ghi chú: *. Технология целлюлозно-бумажного производства. Справочные материалы, 2002.*

Kết quả so sánh thành phần hóa học cho thấy hàm lượng các chất hòa tan trong nước nóng và hàm lượng tro từ tre cao hơn so với Bạch dương và thông, điều này là nguyên nhân dẫn đến hàm lượng cellulose thu được từ tre thấp hơn. Hàm lượng lingnin và hàm lượng pentozan của tre ở mức trung bình so với của Bạch dương và thông.

V. KẾT LUẬN

1. Kết quả của việc phân tích bằng kính hiển vi có thể khẳng định rằng các sợi cellulose từ tre dài hơn, mỏng hơn, cong hơn và có độ nhẵn bề mặt sợi cao hơn so với sợi cellulose của gỗ Bạch dương.

2. Nấu bột tre sulphate theo đặc tính và chế độ nấu bột truyền thống từ Bạch dương và thông trong cùng một điều kiện, kết quả thu được sợi phẩm bán thành phẩm đạt hiệu suất 40,5%, chỉ số Kappa 36,6 đơn vị. Hầu hết các thành phần hóa học của tre đều cao hơn so với Bạch dương, do đó hiệu suất thu được sợi cellulose từ tre thấp hơn.

3. Kết quả so sánh thành phần hóa học của tre với Bạch dương và thông cho thấy hàm lượng cellulose trong đó là 45,3% thấp hơn so với của Bạch dương là 50,0% và thông là 52,0%, hàm lượng lignin của tre 26,8% cao hơn của Bạch dương 19,5% và thấp hơn của thông 28,0%, lượng chất tan trong nước nóng 8,6% của tre cao hơn đáng kể so với Bạch dương 1,8% và thông 1,1%, các chất tan trong dung môi hữu cơ 1,0% và hàm lượng tro trong nó là 1,35%. Do vậy ta thấy, có sự khác biệt hầu hết ở tất cả các thành phần chính của tre so với bạch dương và thông, tuy nhiên có thể lập luận rằng tre trong thành phần hóa học của nó phù hợp để sử dụng làm nguyên liệu sản xuất giấy và bột giấy kỹ thuật, tuy nhiên cần có những nghiên cứu sâu hơn và đòi hỏi một phương pháp tiếp cận đặc biệt.

Lời cảm ơn: *Công trình được thực hiện bằng thiết bị ITC của trường Đại học Liên bang miền Bắc (Bắc Cực) mang tên M.V. Lomonosov, Liên bang Nga với sự hỗ trợ tài chính của Bộ Giáo dục Khoa học Nga.*

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Непенин, Н. Н. Технология целлюлозы: в 3 т. / Николай Непенин. - М.: Изд-во Лесная промышленность, 1976. Т. 1: Производство сульфитной целлюлозы. - 624 с.
2. Непенин, Ю. Н. Технология целлюлозы: в 3 т. / Юрий Непенин. - М.: Гослесбумиздат, 1963. Т. 2: Производство сульфатной целлюлозы. - 936 с.
3. M. Lobovikov, S. Paudel, M. Piazza, 2005. Non-wood forest products 18 World bamboo resources. Food and Agriculture Organization. pp.1 - 7.,
4. Nguyen H. N., 1997. Genetic Conservation of Forest Plant Species. Agricultural Publishing House, Hanoi. pp.58 - 65.
5. Esther Titilayo Akinlabi, Kwame Anane-Fenin, Damenortey Richard Akwada, 2017. Bamboo The Multipurpose Plant. Springer International Publishing AG.
6. Китайская целлюлозно-бумажная промышленность: тенденции и перспективы, 2007. Режим доступа: https://www.derevo.info/content/detail/676.
7. Vietnam report, 2005. China TCDC International Training Course on Bamboo Technology. Ministry of Commerce Website.
8. Tang T. K. H., 2013. Preservation and drying of commercial bamboo species of Vietnam. Hamburg University. pp.1 - 3.
9. Hoàng Minh Khoa, Nguyễn Thị Minh Phương, 2020. Nghiên cứu đặc tính cấu trúc và hình thái xơ sợi xenluloza thu nhận từ tre và gỗ bạch dương theo phương pháp nấu bột sulfate. Tạp chí Khoa học và Công nghệ 140, 045 - 049.
10. Технология целлюлозно-бумажного производства. Справочные материалы, 2002. В 3 т. Т. I. Сырьё и производство полуфабрикатов. Ч. 1. Производство полуфабрикатов. - СПб.: Изд-во ГЛТА. - 432 с.

Email tác giả liên hệ: congnghich19@gmail.com
Ngày nhận bài: 12/5/2023
Ngày phản biện đánh giá và sửa chữa: 19/05/2023
Ngày duyệt đăng: 20/6/2023