

Nghiên cứu đặc điểm cấu trúc, cơ học và thành phần hóa học thân khí sinh cây Vầu đắng (*Indosasa angustata* McClure) tại một số tỉnh miền núi phía Bắc Việt Nam

Nguyễn Thị Loan¹, Trần Ngọc Hải¹, Nguyễn Thị Trinh², Vương Duy Hưng^{1*}, Trần Thị Hương¹

¹Trường Đại học Lâm nghiệp

²Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam

Study on the characteristics of *Indosasa angustata* McClure culm in Northern mountainous provinces of Vietnam

Nguyen Thi Loan¹, Tran Ngoc Hai¹, Nguyen Thi Trinh², Vuong Duy Hung^{1*}, Tran Thi Huong¹

¹Vietnam National University of Forestry

²Vietnamese Academy of Forest Sciences

*Corresponding author: hungvd@vnuf.edu.vn

<https://doi.org/10.55250/jo.vnuf.14.7.2025.104-111>

Thông tin chung:

Ngày nhận bài: 20/09/2025

Ngày phản biện: 21/10/2025

Ngày quyết định đăng: 24/11/2025

Từ khóa:

Cấu tạo hiển vi, khối lượng riêng, kích thước sợi, thành phần hóa học, ứng suất chịu tách, Vầu đắng.

Keywords:

Density chemical composition, fiber size, *Indosasa angustata* McClure, macroscopic structure, microscopic structure, splitting stress.

TÓM TẮT

Nghiên cứu được thực hiện nhằm xác định đặc điểm cấu tạo thô đại, cấu tạo hiển vi, hình thái sợi, khối lượng riêng, ứng suất chịu tách và thành phần hóa học của thân khí sinh cây Vầu đắng (*Indosasa angustata* McClure). Mẫu được thu thập tại 5 tỉnh miền núi phía Bắc đại diện cho vùng phân bố của loài, bao gồm: Sơn La, Phú Thọ, Tuyên Quang, Thái Nguyên và Cao Bằng. Kết quả nghiên cứu cấu tạo và sợi cho thấy, thân Vầu đắng thể hiện cấu tạo thô đại đặc trưng của tre nứa; tỷ lệ vách trên đường kính tăng dần từ ngọn xuống gốc. Cấu tạo hiển vi của bó mạch thể hiện sự phân bố không đồng đều theo chiều dày của thành cây, mật độ giảm dần từ cột vào ruột. Chiều dài sợi dao động 2.021–2.388 μm và chiều rộng 20–23 μm , các chỉ tiêu này đều tăng theo tuổi cây và vị trí thân. Khối lượng riêng dao động trong khoảng 0,52–1,21 g/cm^3 , ứng suất chống tách dao động trong khoảng 0,469–0,702 MPa (ở độ ẩm mẫu 11–12%), đạt giá trị cao nhất ở cây 3–4 tuổi. Thành phần hóa học thân Vầu đắng nhìn chung khá ổn định giữa các vùng, vị trí và cấp tuổi. Hàm lượng cellulose và lignin ở mức trung bình, phản ánh cấu trúc sợi phát triển tốt và mức lignin hóa tăng dần theo tuổi. Các chỉ tiêu pentozan, chất chiết, pH và tro dao động hẹp, cho thấy nguyên liệu có độ đồng nhất cao. Các kết quả này đã xác định được giá trị nguồn gen của Vầu đắng từ thân khí sinh, khẳng định tiềm năng lớn để sử dụng Vầu đắng như một nguồn nguyên liệu đa năng, không chỉ cho sản xuất vật liệu composite, ván dăm và bột giấy, mà còn cho các ứng dụng khác.

ABSTRACT

This study was conducted to determine the detailed characteristics of the culm (aerial stem) of Bitter Bamboo (*Indosasa angustata* McClure), including its gross anatomy, microscopic structures, fiber morphology, density, shear strength, and chemical composition. Samples were collected from five provinces in the Northern mountainous region of Vietnam, representing the species' distribution: Son La, Phu Tho, Tuyen Quang, Thai Nguyen, and Cao Bang. The results showed that the culm of *Indosasa angustata* exhibits typical macroscopic structural characteristics of the bamboo group, with the proportion of the culm wall-to-diameter increasing from the top to the base. The microscopic structure of vascular bundles revealed uneven distribution across the culm wall thickness, with density gradually decreasing from the outer layer toward the inner pith. Fiber length and width ranged between

2,021 and 2,388 μm and between 20 and 23 μm , respectively, with both increasing with age and stem position. The Density varied from 0.52 to 1.21 g/cm^3 , while shear strength ranged from 0.469 to 0.702 MPa (at 11 to 12% sample moisture content), reaching the highest values in 3- to 4-year-old culms. The chemical composition of *I. angustata* culms remained relatively stable among regions, culm age classes, and sampling positions. The content of cellulose and lignin was at a moderate level, reflecting well-developed fiber structure and increased lignification with age. Pentosan, extractives, pH, and ash indices showed narrow variation ranges, indicating high material uniformity. These findings confirm the genetic and material values of *Indosasa angustata* culms, and highlight its significant potential as a versatile raw material not only for composite products, particleboard and pulp production, but also for various other industrial applications.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Tre, nứa là nhóm vật liệu có giá trị kinh tế – sinh thái cao, đóng vai trò quan trọng trong phát triển lâm nghiệp bền vững ở Việt Nam. Vầu đắng (*Indosasa angustata* McClure) là loài tre nứa có phân bố rộng tại các tỉnh miền núi phía Bắc và Bắc Trung Bộ Việt Nam. Cây có măng và thân khí sinh được sử dụng khá phổ biến. Thân khí sinh Vầu đắng có thể làm đồ gia dụng, dùng trong xây dựng làm bột giấy... và được coi là nguồn nguyên liệu tiềm năng thay thế gỗ tự nhiên. Tuy nhiên, hiện nay các nghiên cứu về cấu tạo giải phẫu, tính chất cơ học của Vầu đắng còn rất hạn chế. Do vậy, nghiên cứu này được thực hiện nhằm bổ sung dữ liệu khoa học về cấu tạo thô đại, cấu tạo hiển vi, thành phần hóa học, kích thước sợi, khối lượng riêng và ứng suất chịu tách của thân cây Vầu đắng, làm cơ sở khoa học cho khai thác, sử dụng, phát triển hiệu quả giá trị nguồn gen của loài tại Việt Nam.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu

Mẫu nghiên cứu được thu thập tại 6 khu vực thuộc 5 tỉnh, gồm: Phú Thọ, Sơn La, Thái Nguyên, Cao Bằng và Tuyên Quang (Vĩnh Tuy, Tri Phú). Mỗi khu vực chọn 3 quần thể Vầu đắng đại diện; cây được chọn là cây trung bình, không sâu bệnh, sinh trưởng bình thường. Việc thu thập và mô tả mẫu tuân theo TCVN 8168-1:2009 và TCVN 8168-2:2010. Mẫu thân khí

sinh được lấy ở 3 vị trí (gốc, giữa thân, ngọn) và 3 cấp tuổi (1–2, 3–4 và trên 4 tuổi), tổng cộng 162 lô mẫu. Sau khi thu, mẫu được gia công và thí nghiệm tại Viện Công nghiệp rừng, Viện Khoa học Lâm Nghiệp Việt Nam.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Nghiên cứu cấu tạo thô đại và hiển vi của thân khí sinh Vầu đắng: cấu tạo gỗ thô đại: gia công làm nhẵn 3 mặt cắt của mẫu gỗ. Quan sát, mô tả cấu tạo thô đại và hiển vi của mẫu Vầu đắng được thực hiện theo tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 14121: 2024.

Xác định thành phần hóa học: mẫu nghiên cứu được chế nhỏ, hong khô gió và nghiền nhỏ. Các chỉ tiêu thành phần hóa học cần xác định bao gồm: hàm lượng Cellulose (Tiêu chuẩn: T17 wd - 70), hàm lượng lignin (Tiêu chuẩn: Tappi T222 cm - 21), hàm lượng pentozan (Tappi T223 cm - 23), hàm lượng các chất hoà tan trong ete, trong NaOH 1%, trong nước nóng (Tappi T207 cm - 99), trong nước lạnh (Tappi T207 cm - 99), hàm lượng tro, độ pH của dịch chiết.

Xác định kích thước sợi: mẫu được tách nhỏ và ngâm trong dung dịch HNO_3 50% trong thời gian 5-7 ngày để loại bỏ lignin. Mẫu được nhuộm màu bằng safanin và đo kích thước chiều dài và chiều rộng sợi bằng kính hiển vi và phần mềm đo kích thước chuyên dụng. 50 sợi tre/mẫu được đo kích thước chiều dài và chiều rộng để tính trung bình. Kích thước sợi xác định theo tiêu chuẩn TCVN 14121: 2024.

Xác định khối lượng thể tích của thân: được thực hiện theo tiêu chuẩn quốc gia TCVN 8168-1:2009 và TCVN 8168-2:2010.

Xác định khối lượng riêng: được thực hiện theo tiêu chuẩn Việt Nam, mỗi lô mẫu thí nghiệm tiến hành cắt 30 mẫu nhỏ có kích thước là 25 mm x chiều dày thành Vầu đẵn. Sau đó xác định khối lượng riêng cho từng lô mẫu thí nghiệm.

Xác định sức chống tách dọc thân: được thực hiện dựa theo tiêu chuẩn TCVN 8047:2009.

Phương pháp xử lý số liệu: được thực hiện theo Nguyễn Thị Bích Ngọc (2001), Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam (2009), Nguyễn Thị Minh Nguyệt & Nguyễn Hồng Thịnh (2014), Nguyễn Tử Kim & Nguyễn Thị Trinh (2011), Vũ Huy Đại và cộng sự (2016), Nguyễn Việt Hưng (2022) [1-6].

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Đặc điểm cấu tạo của thân khí sinh Vầu đẵn

Đặc điểm cấu tạo thô đại

Đặc điểm cấu tạo thô đại của Vầu đẵn được xác định từ mẫu thân khí sinh thu thập tại khu vực xã Phong Quang, tỉnh Thái Nguyên (Phong Quang là khu vực có Vầu đẵn phân bố đại diện tại Việt Nam [7]). Cấu tạo thô đại của thân khí sinh Vầu đẵn có dạng hình trụ, thẳng, các đốt ngắn, vách dày vừa phải và rỗng ở giữa. Thân non có màu vàng nhạt, khi già chuyển nâu sẫm. Trên mặt cắt ngang, phần mô cứng phân bố không đều, tập trung nhiều ở phần cật, thưa dần về phần ruột, tạo nên cấu trúc điển hình của nhóm tre nứa. Ở cây 1–2 tuổi, bó mạch có kích thước nhỏ, phân bố thưa; đến 3–4 tuổi, bó mạch phát triển mạnh, đường kính tăng và mật độ dày hơn; từ 5 tuổi trở lên, mô cơ giới hóa rõ rệt, thành tế bào dày, khoang ruột hẹp lại, cho thấy mức độ hóa gỗ cao hơn.

Đặc điểm cấu tạo hiển vi

Ảnh hiển vi thân khí sinh Vầu đẵn (mẫu đại diện tại xã Phong Quang, Hình 1) cho thấy thân khí sinh Vầu đẵn gồm ba mô chính: sợi, mạch

và nhu mô. Mô sợi có thành dày, ruột hẹp, xếp song song theo chiều dọc thân, giúp tăng độ bền kéo và uốn. Mạch dẫn có kích thước trung bình, chủ yếu là mạch đơn hoặc đôi, xen kẽ với vùng sợi tạo cấu trúc chặt chẽ. Mô nhu mô chiếm tỷ lệ lớn ở phần giữa, giúp thân đàn hồi và dự trữ dinh dưỡng. Từ gốc đến ngọn, mật độ bó mạch và mức độ lignin hóa giảm dần. Cấu tạo này thể hiện sự thích nghi với sinh trưởng thẳng đứng và cho thấy tiềm năng cao của Vầu đẵn trong sản xuất vật liệu composite, ván sợi và bột giấy chất lượng tốt.

3.2. Kích thước sợi của thân khí sinh Vầu đẵn

Kết quả tổng hợp về kích thước sợi của thân khí sinh Vầu đẵn thu thập tại 6 khu vực nghiên cứu được tổng hợp trong Bảng 1.

Từ kết quả của Bảng 1 cho thấy chiều dài sợi dao động trong khoảng 2.021–2.388 μm , chiều rộng sợi dao động trong khoảng 20–23 μm . Nhìn chung, cả chiều dài và chiều rộng sợi đều có xu hướng tăng dần theo tuổi cây, thể hiện sự phát triển và hoàn thiện cấu trúc mô sợi theo thời gian sinh trưởng. Ở tất cả các khu vực khảo sát, sợi của cây 1–2 tuổi có chiều dài nhỏ nhất (dao động 2.040–2.108 μm) và cây từ 5 tuổi trở lên có chiều dài lớn nhất (khoảng 2.250–2.388 μm). Chiều rộng sợi tăng nhẹ theo tuổi, từ trung bình 20–21 μm ở cây non lên 22–23 μm ở cây trưởng thành, phản ánh xu hướng tăng kích thước thành tế bào khi cây già hơn.

Sợi Vầu đẵn có kích thước lớn nhất ở phần gốc và nhỏ dần về ngọn, phản ánh sự phân hóa mô gỗ rõ hơn ở vùng chịu tải trọng cơ học. Giữa các khu vực, Thái Nguyên và Phú Thọ có sợi dài nhất (đến 2.388 μm), trong khi Tuyên Quang (Tri Phú) và Sơn La thấp hơn, song chênh lệch không đáng kể. Nhìn chung, tuổi cây là yếu tố ảnh hưởng mạnh nhất đến kích thước sợi, tiếp đến là vị trí dọc thân, còn khu vực phân bố chỉ tác động nhẹ, phù hợp quy luật phát triển giải phẫu của các loài tre.

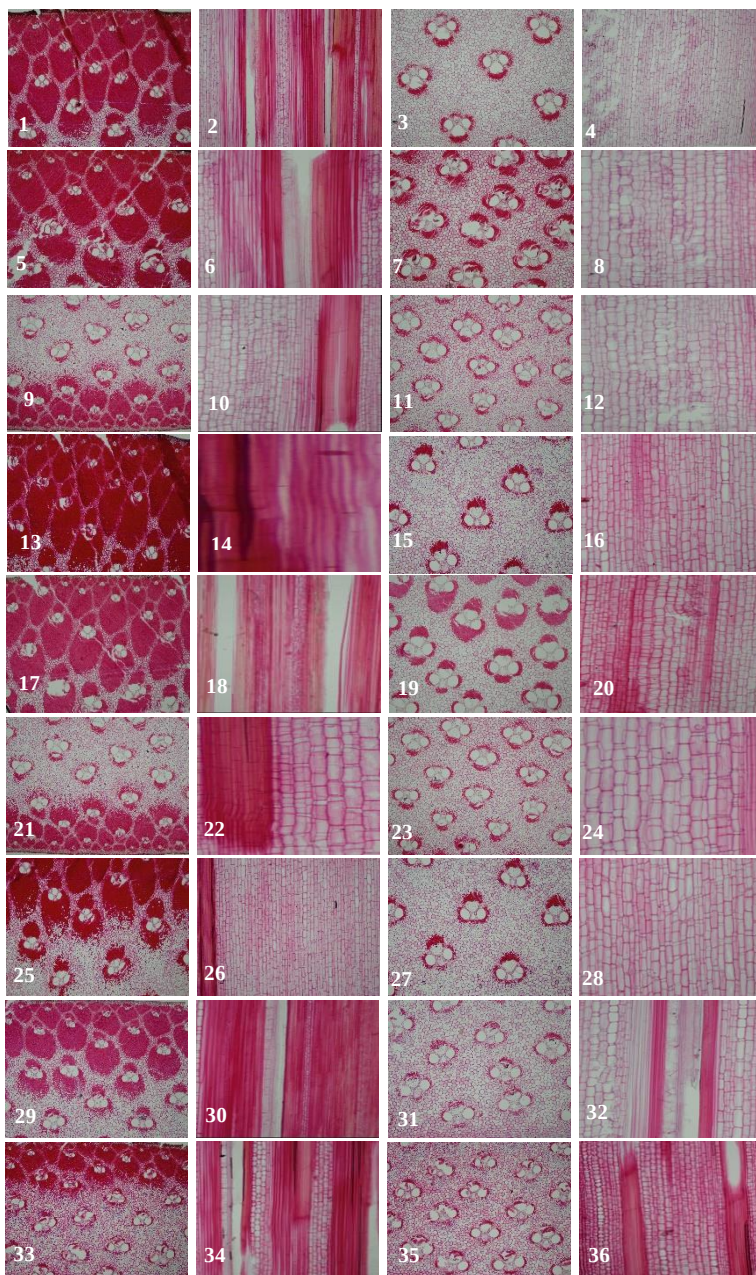
So sánh kích thước sợi của Vầu đẵn với một

số loại nguyên liệu khác (Bảng 2) cho thấy, sợi Vầu đắng có chiều dài trung bình 2,2 mm và chiều rộng 22 μm lớn hơn các nguyên liệu nông nghiệp như rơm, sậy hay bã mía. So với các loài tre khác, sợi Vầu đắng ngắn hơn Điền trúc nhưng tương đương Lồ ô, phản ánh đặc trưng ổn định của nhóm tre Việt Nam. Cấu trúc sợi mảnh, dễ nghiền và có diện tích bề mặt liên kết lớn, giúp tăng độ bền và tính đồng nhất của sản phẩm.

Độ thon của sợi Vầu đắng dao động 93,2–112,0 trung bình 101,1 đặc trưng cho loại sợi dài và mảnh. Giá trị này tăng dần theo tuổi cây

và cao nhất ở phần gốc, phản ánh sự hoàn thiện mô sợi và khả năng chịu lực cao hơn ở vùng này. Sợi có độ thon trên 100 cho thấy tỷ lệ chiều dài/chiều rộng cân đối, thích hợp làm nguyên liệu cho sản xuất bột giấy, vật liệu composite và các sản phẩm gỗ nhân tạo có yêu cầu bền cơ học.

So sánh chiều dài sợi của Vầu đắng với bảng phân cấp chiều dài sợi gỗ theo qui định của Hội Giải phẫu gỗ Quốc tế trong Bảng 3 cho thấy: sợi Vầu đắng (có chiều dài trung bình 2,2 mm và chiều rộng 22 μm) thuộc cấp Dài (nhóm cấp chính); và cấp Khá dài (nhóm cấp phụ).



Cây tuổi 1-2, gốc, phần cắt

1. Mặt cắt ngang, **2.** Mặt cắt dọc

Cây tuổi 1-2, gốc, phần ruột

3. Mặt cắt ngang, **4.** Mặt cắt dọc

Cây tuổi 1-2, thân, phần cắt

5. Mặt cắt ngang, **6.** Mặt cắt dọc

Cây tuổi 1-2, thân, phần ruột

7. Mặt cắt ngang, **8.** Mặt cắt dọc

Cây tuổi 1-2, ngọn, phần cắt

9. Mặt cắt ngang, **10.** Mặt cắt dọc

Cây tuổi 1-2, ngọn, phần ruột

11. Mặt cắt ngang, **12.** Mặt cắt dọc

Cây tuổi 3-4, gốc, phần cắt

13. Mặt cắt ngang, **14.** Mặt cắt dọc

Cây tuổi 3-4, gốc, phần ruột

15. Mặt cắt ngang, **16.** Mặt cắt dọc

Cây tuổi 3-4, thân, phần cắt

17. Mặt cắt ngang, **18.** Mặt cắt dọc

Cây tuổi 3-4, thân, phần ruột

19. Mặt cắt ngang, **20.** Mặt cắt dọc

Cây tuổi 3-4, ngọn, phần cắt

21. Mặt cắt ngang, **22.** Mặt cắt dọc

Cây tuổi 3-4, ngọn, phần ruột

23. Mặt cắt ngang, **24.** Mặt cắt dọc

Cây trên 4 tuổi, gốc, phần cắt

25. Mặt cắt ngang, **26.** Mặt cắt dọc

Cây trên 4 tuổi, gốc, phần ruột

27. Mặt cắt ngang, **28.** Mặt cắt dọc

Cây trên 4 tuổi, thân, phần cắt

29. Mặt cắt ngang, **30.** Mặt cắt dọc

Cây trên 4 tuổi, thân, phần ruột

31. Mặt cắt ngang, **32.** Mặt cắt dọc

Cây trên 4 tuổi, ngọn, phần cắt

33. Mặt cắt ngang, **34.** Mặt cắt dọc

Cây trên 4 tuổi, ngọn, phần ruột

35. Mặt cắt ngang, **36.** Mặt cắt dọc

Hình 1. Cấu tạo hiển vi của thân khí sinh Vầu đắng

Bảng 1. Kích thước sợi của thân khí sinh Vầu đắng

Địa điểm	Vị trí mẫu	Tuổi cây	Chiều dài sợi (μm)	Chiều rộng sợi (μm)	Độ thon sợi
Phú Thọ	Gốc	1-2 tuổi	2.065–2.083	21	98,33–99,19
	Thân	1-2 tuổi	2.030–2.130	20–21	96,67–102,00
	Ngọn	1-2 tuổi	2.021–2.066	20–21	97,90–101,05
	Gốc	3-4 tuổi	2.261–2.269	22–23	98,48–103,14
	Thân	3-4 tuổi	2.215–2.243	22	100,68–101,95
	Ngọn	3-4 tuổi	2.129–2.134	22	96,77–97,00
	Gốc	>4 tuổi	2.314–2.356	22–23	100,61–106,59
	Thân	>4 tuổi	2.215–2.266	22–23	98,52–102,09
	Ngọn	>4 tuổi	2.100–2.166	21–22	97,91–103,14
Sơn La	Gốc	1-2 tuổi	2.055–2.099	21–22	93,41–99,95
	Thân	1-2 tuổi	2.057–2.143	20–22	97,41–103,30
	Ngọn	1-2 tuổi	2.034–2.076	20–22	94,36–101,70
	Gốc	3-4 tuổi	2.234–2.278	22–23	99,04–101,95
	Thân	3-4 tuổi	2.206–2.267	22–23	96,30–103,05
	Ngọn	3-4 tuổi	2.109–2.154	21–22	95,86–100,81
	Gốc	>4 tuổi	2.242–2.298	22–23	99,91–103,14
	Thân	>4 tuổi	2.267–2.290	22	103,05–104,09
	Ngọn	>4 tuổi	2.159–2.234	22	98,14–101,55
Thái Nguyên	Gốc	1-2 tuổi	2.067–2.109	20–21	98,43–103,50
	Thân	1-2 tuổi	2.046–2.156	21–22	97,43–98,00
	Ngọn	1-2 tuổi	2.045–2.108	21–22	93,91–100,38
	Gốc	3-4 tuổi	2.256–2.355	21–22	102,55–112,14
	Thân	3-4 tuổi	2.191–2.306	22	99,59–104,82
	Ngọn	3-4 tuổi	2.200–2.265	22	100,00–102,95
	Gốc	>4 tuổi	2.335–2.388	22–23	103,83–108,05
	Thân	>4 tuổi	2.191–2.367	22	99,59–107,59
	Ngọn	>4 tuổi	2.154–2.255	22	97,82–102,50
Cao Bằng	Gốc	1-2 tuổi	2.062–2.106	21–22	95,73–99,24
	Thân	1-2 tuổi	2.071–2.145	21–22	94,50–98,62
	Ngọn	1-2 tuổi	2.051–2.057	21–22	93,23–97,95
	Gốc	3-4 tuổi	2.169–2.265	22	98,59–102,95
	Thân	3-4 tuổi	2.192–2.289	22–23	99,52–103,55
	Ngọn	3-4 tuổi	2.105–2.156	22	95,68–98,00
	Gốc	>4 tuổi	2.303–2.388	22–23	103,30–104,68
	Thân	>4 tuổi	2.254–2.367	23	98,00–102,91
	Ngọn	>4 tuổi	2.152–2.277	22	97,82–103,50
Tuyên Quang (Tri Phú)	Gốc	1-2 tuổi	2.076–2.086	21–22	94,82–99,29
	Thân	1-2 tuổi	2.059–2.077	21–22	94,41–98,57
	Ngọn	1-2 tuổi	2.032–2.054	21	96,76–97,81
	Gốc	3-4 tuổi	2.334–2.355	22–23	101,91–106,09
	Thân	3-4 tuổi	2.273–2.289	22–23	99,43–104,05
	Ngọn	3-4 tuổi	2.140–2.267	22	97,27–103,05
	Gốc	>4 tuổi	2.326–2.369	22–23	103,00–107,23
	Thân	>4 tuổi	2.323–2.350	22–23	102,17–105,59
	Ngọn	>4 tuổi	2.212–2.256	22	100,55–102,55

Địa điểm	Vị trí mẫu	Tuổi cây	Chiều dài sợi (μm)	Chiều rộng sợi (μm)	Độ thon sợi
Tuyên Quang (Vĩnh Tuy)	Gốc	1-2 tuổi	2.047–2.077	21	97,48–98,90
	Thân	1-2 tuổi	2.067–2.087	20–21	98,43–103,70
	Ngọn	1-2 tuổi	2.034–2.066	20–21	96,86–102,05
	Gốc	3-4 tuổi	2.298–2.349	22	104,45–106,77
	Thân	3-4 tuổi	2.240–2.287	22	101,82–103,95
	Ngọn	3-4 tuổi	2.151–2.202	22	97,77–100,09
	Gốc	>4 tuổi	2.260–2.356	22–23	99,52–102,73
	Thân	>4 tuổi	2.300–2.313	23	100,00–100,57
	Ngọn	>4 tuổi	2.145–2.211	22	97,50–100,50

Bảng 2. Kích thước sợi của thân một số loại nguyên liệu

TT	Loại nguyên liệu	Kích thước xơ sợi (trung bình)		
		Chiều dài (mm)	Chiều rộng (μm)	Độ thon (dài/rộng)
1	Điền trúc	4,54	54	83
2	Lồ ô	1÷3	39	70
3	Bã mía khử tủy	1,7	20	85
4	Rơm lúa gạo	0,5÷1	8÷10	62,5÷100
5	Rơm lúa mì	1,5	15	100
6	Sậy	1÷1,8	10÷20	90÷100

Nguồn: Hồ Sỹ Tráng, 2003.

Bảng 3. Phân cấp chiều dài sợi gỗ

TT	Cấp chính	Cấp phụ	Chiều dài sợi (mm)
1	Ngắn	Rất ngắn	<0,5
		Khá ngắn	0,5 – 0,7
		Tương đối ngắn	0,7 – 0,9
2	Trung bình	Trung bình	0,6 – 1,6
		Tương đối dài	1,6 – 2,2
3	Dài	Khá dài	2,2 – 3,0
		Rất dài	>3,0

Nguồn: Bảng phân cấp chiều dài sợi gỗ của Hội Giải phẫu gỗ Quốc tế.

3.3. Thành phần hóa học của thân khí sinh Vầu đắng

Cellulose dao động từ 23,44–30,50%, trung bình 27,6% và ít bị ảnh hưởng bởi khu vực phân bố. Mẫu 1–2 tuổi và trên 4 tuổi có cellulose cao hơn 3–4 tuổi, phần thân thường giàu cellulose nhất do tập trung tế bào sợi phát triển hoàn chỉnh.

Lignin dao động từ 13,04–16,32%, trung bình 14,48%, ổn định giữa các vùng. Thường cao hơn ở gốc và ngọn do gốc chứa nhiều mô cứng, ngọn có bó mạch lignin hóa. Lignin tăng nhẹ khi cây già, phản ánh quá trình hóa cứng.

Pentozan từ 11,49–14,53%, trung bình 12,87%, ít thay đổi theo vùng và tuổi. Gốc và thân thường cao hơn ngọn, tương tự các loài tre nứa phổ biến, phù hợp sản xuất bột giấy.

Chất chiết cũng ổn định giữa các vùng, vị trí và tuổi: chất tan trong ete 1,46–1,83%, trung bình 1,64%, phản ánh hợp chất không phân cực thấp, thuận lợi nấu bột giấy. Chất tan trong NaOH 1% 15,94–20,27%, trung bình 18,3%, thích hợp sản xuất bột giấy bán hóa học hoặc hóa học nhẹ. Chất tan trong nước nóng 7,29–9,86%, trung bình 8,45%; nước lạnh 9,07–11,75%, trung bình 10,45%, cho thấy ít tạp chất hòa tan, thuận lợi xử lý sơ cấp hoặc cơ học.

pH dao động từ 4,76–5,94, trung bình 5,37 (thấp nhất là mẫu tại Thái Nguyên, phần gốc tuổi 3-4 và Tuyên Quang (Vĩnh Tuy), phần ngọn tuổi trên 4; cao nhất là mẫu tại Tuyên Quang (Tri Phú), phần thân tuổi 3-4). Phần ngọn thường pH cao hơn thân và gốc, mẫu trên 4

tuổi pH cao hơn mẫu ít tuổi hơn, phản ánh quá trình lignin hóa và giảm axit tự do. pH hơi axit giúp giảm phân hủy sinh học và thuận lợi cho nấu bột giấy.

Tro dao động 0,64–0,84%, trung bình 0,75% (cao nhất là mẫu thu tại Tuyên Quang (Tri Phú), phần gốc của cây 1–2 tuổi; thấp nhất là mẫu thu tại Thái Nguyên, phần thân của cây trên 4 tuổi), ổn định giữa các khu vực thu mẫu và tuổi. Ngọn và thân thường chứa tro cao hơn gốc, giảm nhẹ ở cây già do trao đổi chất chậm.

Nhìn chung, thân khí sinh Vầu đắng có pH hơi axit, hàm lượng tro thấp, ổn định giữa các vùng và tuổi, thuận lợi cho nấu bột giấy, ép ván sợi, chế tạo composite sinh học, giảm hóa chất và phát thải, phù hợp định hướng vật liệu xanh và kinh tế tuần hoàn.

3.4. Tính chất cơ lý của Vầu đắng

3.4.1. Khối lượng riêng

Kết quả nghiên cứu ở Bảng 4 cho thấy khối lượng riêng của thân Vầu đắng dao động trong khoảng 0,52–1,21 g/cm³, có sự khác biệt theo tuổi cây, vị trí dọc thân và điều kiện sinh trưởng. Khối lượng riêng tăng theo tuổi, trên 4 tuổi cao nhất (trung bình 1,10–1,15 g/cm³) do

cấu trúc bó mạch hoàn thiện; 1–2 tuổi ổn định 1,05–1,10 g/cm³, 3–4 tuổi thấp hơn, đặc biệt ở ngọn (0,54–0,56 g/cm³) do mật độ bó mạch giảm. So sánh vùng thu mẫu: Cao Bằng và Tuyên Quang (Vĩnh Tuy) có khối lượng riêng cao nhất (đạt tới 1,21 g/cm³ ở thân; Sơn La, Thái Nguyên và Tuyên Quang (Tri Phú) ổn định hơn (1,06–1,12 g/cm³). Như vậy, tuổi cây và vùng phân bố có ảnh hưởng đến khối lượng riêng của Vầu đắng.

3.4.2. Ứng suất chống tách

Kết quả ở Bảng 5 cho thấy ứng suất chống tách của Vầu đắng dao động trong khoảng 0,469–0,702 MPa ở độ ẩm mẫu 11–12%. Nhìn chung, ứng suất tăng dần từ gốc lên ngọn, phản ánh cấu trúc sợi dày đặc và lignin hóa mạnh hơn ở phần trên thân. Sự khác biệt giữa các địa điểm và tuổi cây không lớn, chứng tỏ tính ổn định cơ học cao giữa các quần thể. Mẫu 1–2 tuổi và 3–4 tuổi thường có giá trị tách cao hơn hoặc tương đương mẫu trên 4 tuổi, cho thấy độ dẻo dai tốt hơn ở giai đoạn sinh trưởng trung bình. Nhìn chung, Vầu đắng có khả năng chống tách tương đối cao và đồng đều, phù hợp sử dụng làm vật liệu kết cấu hoặc gia công ván ép.

Bảng 4. Khối lượng riêng của Vầu đắng

Địa điểm	Tuổi cây	Gốc		Thân		Ngọn	
		Khối lượng riêng (g/cm ³)	Độ ẩm (%)	Khối lượng riêng (g/cm ³)	Độ ẩm (%)	Khối lượng riêng (g/cm ³)	Độ ẩm (%)
Phú Thọ	1-2	1,06–1,09	157–169	1,04–1,14	114–123	1,03–1,07	107–121
	3-4	1,06–1,13	145–147	1,07–1,10	122–131	0,52–0,56	24–28
	>4	1,06–1,09	171–181	1,13–1,14	79–88	1,13–1,14	73–82
Sơn La	1-2	1,05–1,09	161–167	1,05–1,16	115–126	1,04–1,08	107–122
	3-4	1,04–1,08	139–148	1,08–1,10	127–138	0,55–0,58	23–33
	>4	1,07–1,08	170–173	1,12–1,13	78–87	1,10–1,14	73–81
Thái Nguyên	1-2	1,06–1,09	159–168	1,06–1,09	116–133	0,54–0,56	111–115
	3-4	1,07–1,09	141–150	1,09–1,11	124–147	1,09–1,11	25–28
	>4	1,08–1,09	169–174	1,06–1,11	77–82	1,05–1,10	71–77
Cao Bằng	1-2	1,06–1,11	158–163	1,12–1,21	117–159	1,01–1,07	110–120
	3-4	1,08–1,11	145–154	1,09–1,14	105–115	0,54–0,55	28–30
	>4	1,04–1,07	172–174	1,10–1,11	76–78	1,12–1,16	77–81
Tuyên Quang (Tri Phú)	1-2	1,05–1,10	151–165	1,00–1,18	101–122	1,03–1,05	106–111
	3-4	1,05–1,14	140–153	1,05–1,07	107–135	0,55–0,56	28–36
	>4	1,04–1,08	167–178	1,09–1,14	73–82	1,12–1,15	75–78
Tuyên Quang (Vĩnh Tuy)	1-2	1,05–1,10	154–179	1,02–1,08	99–118	1,04–1,05	114–118
	3-4	1,05–1,09	144–174	1,07–1,08	115–152	0,55–0,56	26–255
	>4	1,05–1,06	170–175	1,09–1,19	69–85	1,13–1,15	78–83

Bảng 5. Ứng suất chống tách của Vầu đắng (Độ ẩm mẫu thử: 11-12%)

Địa điểm	Tuổi cây	Ứng suất tách (MPa)		
		Gốc	Thân	Ngon
Phú Thọ	1-2	0,564–0,578	0,594–0,611	0,644–0,663
	3-4	0,547–0,580	0,544–0,560	0,624–0,630
	>4	0,578–0,595	0,520–0,535	0,536–0,556
Sơn La	1-2	0,523–0,530	0,592–0,600	0,668–0,676
	3-4	0,538–0,549	0,547–0,562	0,607–0,613
	>4	0,515–0,524	0,540–0,554	0,622–0,641
Thái Nguyên	1-2	0,566–0,582	0,597–0,602	0,620–0,641
	3-4	0,639–0,640	0,656–0,665	0,690–0,702
	>4	0,577–0,588	0,614–0,620	0,663–0,672
Cao Bằng	1-2	0,469–0,490	0,482–0,493	0,519–0,551
	3-4	0,518–0,526	0,548–0,561	0,633–0,636
	>4	0,530–0,537	0,568–0,586	0,603–0,612
Tuyên Quang (Tri Phú)	1-2	0,516–0,526	0,531–0,538	0,501–0,530
	3-4	0,523–0,537	0,510–0,522	0,542–0,565
	>4	0,487–0,494	0,519–0,530	0,555–0,580
Tuyên Quang (Vĩnh Tuy)	1-2	0,556–0,577	0,516–0,525	0,502–0,513
	3-4	0,547–0,563	0,483–0,494	0,529–0,545
	>4	0,524–0,542	0,544–0,551	0,544–0,554

4. KẾT LUẬN

Về cấu tạo và tính chất cơ lý: khu vực thu thập mẫu ảnh hưởng không đáng kể đến cấu tạo và tính chất của nguyên liệu. Cùng một khu vực, các chỉ tiêu như khối lượng riêng và kích thước sợi tăng dần từ 1-2 tuổi đến cây trên 4 tuổi, cho thấy cấu trúc bó sợi của Vầu đắng hoàn thiện dần theo tuổi cây. Cây từ 5 tuổi trở lên, các giá trị có xu hướng ổn định hoặc tăng không đáng kể. Độ bền tách dọc thân khí sinh cây Vầu đắng phụ thuộc rõ rệt vào tuổi cây, vị trí trên thân và vùng phân bố. Trong đó vị trí ngọn thường có độ bền cao hơn do cấu trúc sợi mảnh và phân bố bó mạch đồng đều hơn so với vùng gốc.

Về thành phần hóa học: thân khí sinh cây Vầu đắng có thành phần hóa học khá ổn định và đồng nhất giữa các vùng phân bố. Hàm lượng cellulose dao động 23,44-30,50%, trung bình 27,6%, ít chịu ảnh hưởng của khu vực phân bố. Phần thân thường có hàm lượng cao hơn phần gốc và phần ngọn do cấu trúc sợi phát triển mạnh. Hàm lượng lignin trung bình 14,48%, tăng nhẹ theo tuổi cây, cao hơn ở gốc và ngọn, phù hợp với đặc điểm lignin hóa của tre. Các thành phần khác như pentozan (trung bình 12,87%), chất chiết đều biến động rất nhỏ. pH hơi axit và hàm lượng tro thấp và ổn định giữa các vùng phân bố và tuổi cây.

Lời cảm ơn

Bài báo này là một phần sản phẩm khoa học dựa trên kết quả của Đề tài KHCN Cấp quốc gia “Nghiên cứu

Khai thác và phát triển nguồn gen cây Vầu đắng (*Indosasa angustata* McClure) tại một số tỉnh miền núi phía Bắc”, mã số NVQG-2021/ĐT.29 do Bộ Khoa học và Công nghệ quản lý. Nhóm tác giả xin trân trọng cảm ơn sự giúp đỡ quý báu của Bộ KH&CN, Trường Đại học Lâm nghiệp và các địa phương nơi thực hiện đề tài này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Vũ Huy Đại, Tạ Thị Phương Hoa, Vũ Mạnh Tường, Đỗ Văn Bản & Nguyễn Tử Kim (2016). Giáo trình Khoa học gỗ. NXB Nông nghiệp, Hà Nội
- [2]. Nguyễn Việt Hưng (2022). Ảnh hưởng của tuổi cây, vị trí trên cây đến cấu tạo và tính chất của Luồng làm cơ sở định hướng sử dụng. Luận án Tiến sĩ Nông nghiệp, Trường Đại học Lâm nghiệp.
- [3]. Nguyễn Thị Bích Ngọc (2001). Nghiên cứu kỹ thuật bảo quản tre dùng trong xây dựng. Luận án Tiến sĩ Kỹ thuật, Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam, Hà Nội.
- [4]. Nguyễn Thị Minh Nguyệt & Nguyễn Hồng Thịnh (2014). Một số đặc điểm cấu tạo, tính chất cơ vật lý và thành phần hoá học của thân cây Luồng (*Dendrocalamus barbatus* Hsueh et D. Z. Li) trồng tại Thanh Hoá. Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn. 2: 123–127.
- [5]. Nguyễn Tử Kim & Nguyễn Thị Trinh (2011). Tính chất vật lý và cơ học của 5 loại tre phổ biến ở miền Bắc Việt Nam. Tạp chí Viện Khoa học Lâm nghiệp. 4: 2026-2034.
- [6]. Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam (2009). Át lát cấu tạo, tính chất gỗ và tre Việt Nam – Tập I. NXB Nông nghiệp, Hà Nội.
- [7]. Trần Ngọc Hải (2012). Nghiên cứu đặc tính sinh thái loài Vầu đắng (*Indosasa angustata* McClure) làm cơ sở cho các giải pháp kỹ thuật gây trồng và kinh doanh rừng Vầu đắng. Luận án Tiến sĩ Nông nghiệp, Trường Đại học Lâm nghiệp.
- [8]. Hồ Sỹ Tráng (2003). Cơ sở hóa học gỗ và cellulose - Tập 1. NXB Khoa học và Kỹ thuật.