



THE EFFECTS OF AGE AND HEIGHT POSITION ON THE PHYSICAL PROPERTIES OF BAMBOO (*Bambusa nutans* Wall. ex Munro) IN BAC KAN

Nguyen Viet Hung^{1,*}, Nguyen Thi Tuyen¹

¹Thai Nguyen University of Agriculture and Forestry, Vietnam

*Email address: nguyenviethungln@tuaf.edu.vn

<http://doi.org/10.51453/2354-1431/2021/568>

Article info

Received: 23/5/2021

Accepted: 05/7/2021

Keywords:

shrinkage, height, density, plant age, *Bambusa nutans* Wall. ex Munro.

Abstract:

The age plant and height position (Bottom, middle, top) affect physical properties. *Bambusa nutans* Wall. ex Munro. This study determined the changes of some physical properties of *B. nutans* based on plant age and height position such as density, shrinkage, and moisture content after harvesting. The results showed that the physical properties at all age levels changed from root to tip: the basic density ranged increase from bottom to top, increases from age 1 to age 3 and declines at age 5 ranged from 0.434 – 0.614 g/cm³. while the air-dried density (moisture content = 12%) ranged from 0.508 – 0.731 g/cm³. The radial and tangential shrinkage of the moisture content at 0% ranged increase from bottom to top, increases from age 1 to age 3, and declines at age 5 ranged from 4.34 – 9.75% and from 3.00 – 7.99%, The moisture content range declines from bottom to top, declines from age 1 to age 3 and stable at age 5, ranged from 68.25 – 96.42%.



ẢNH HƯỞNG CỦA TUỔI CÂY, VỊ TRÍ TRÊN THÂN CÂY ĐẾN MỘT SỐ TÍNH CHẤT VẬT LÝ CỦA VÀU (*Bambusa nutans* Wall. ex Munro) TRỒNG TẠI BẮC KẠN

Nguyễn Việt Hưng^{1*}, Nguyễn Thị Tuyên¹

¹Trường Đại học Nông Lâm – Đại học Thái Nguyên, Việt Nam

*Địa chỉ email: nguyenvietchungln@tuaf.edu.vn

<http://doi.org/10.51453/2354-1431/2021/568>

Thông tin bài viết

Ngày nhận bài: 23/05/2021

Ngày duyệt đăng: 05/7/2021

Từ khóa:

Độ co rút, chiều cao, khối lượng riêng, tuổi cây, Vầu (*Bambusa nutans* Wall. ex Munro).

Tóm tắt

Tuổi cây và vị trí trên thân cây (gốc, thân, ngọn) ảnh hưởng đến tính chất vật lý của Vầu (*Bambusa nutans* Wall. ex Munro). Trong nghiên cứu này đã tiến hành xác định được sự thay đổi một số tính chất vật lý của Vầu theo tuổi cây và vị trí trên thân cây: khối lượng riêng, độ co rút, độ ẩm sau khai thác. Kết quả nghiên cứu cho thấy, ở các cấp tuổi các tính chất vật lý của Vầu có sự biến động từ gốc đến ngọn: khối lượng riêng cơ bản biến động tăng dần từ gốc đến ngọn, tăng từ tuổi 1 đến tuổi 3 và giảm xuống ở tuổi 5, biến động trong khoảng 0,434 – 0,614 g/cm³, khối lượng riêng ở độ ẩm 12% biến động trong khoảng 0,508 – 0,731 g/cm³. Độ co rút theo chiều xuyên tâm và tiếp tuyến khi mẫu đạt đến độ ẩm 0% biến động tăng dần từ gốc đến ngọn, tăng từ tuổi 1 đến tuổi 3 và giảm ở tuổi 5 lần lượt biến động trong khoảng 4,34 – 9,75% và 3,00 – 7,99%. Độ ẩm biến động giảm từ gốc đến ngọn, giảm từ tuổi 1 đến tuổi 3 và ổn định ở tuổi 5, biến động trong khoảng 68,25 – 96,42%.

1. Mở đầu

Vầu (*Bambusa nutans* Wall. ex Munro) là loài cây có giá trị về kinh tế ở Việt Nam nói chung, ở Bắc Kạn nói riêng, việc khai thác và sử dụng cây Vầu cho nhiều mục đích khác nhau như: lấy măng, làm vật dụng nông nghiệp, làm xây dựng... Tuy nhiên, việc khai thác ở tuổi nào, sử dụng vị trí nào trên cây cho mục đích cụ thể để đạt hiệu quả cao nhất chưa được quan tâm đối với cây Vầu. Vậy cần có những nghiên cứu cơ bản cho loài này theo các cấp tuổi và vị trí trên thân cây khác nhau.

Trên thế giới và ở Việt Nam đã có những nghiên cứu về tre nói chung và về Vầu nói riêng các nghiên cứu chủ yếu nghiên cứu về các tính chất

của tre và về khả năng ứng dụng tre trong các lĩnh vực như sản xuất ván sàn, ván sợi (MDF), sản phẩm Composite, cột và giàn chống lò... Tuy nhiên, tại Việt Nam, các nghiên cứu về ảnh hưởng tuổi cây, vị trí trên thân cây đến tính chất của tre nói chung và về tính chất vật lý nói riêng cũng không nhiều.

Một số loài tre có độ ẩm biến động giảm dần, khối lượng riêng biến động tăng dần khi tuổi cây tăng lên: *G. scortechinii* [1]; [12], *Melocanna baccifera* và *Bambusa balcooa* [13], *Dendrocalamus strictus* [19]. Tuy nhiên, một số

loài khối lượng riêng biến động giảm dần khi tuổi cây tăng lên, đến một độ tuổi nhất định độ ẩm lại tăng lên ở tuổi tiếp theo: *B. vulgaris* var. *striata* [1], *B. blumeana* [18], *Phyllostachys pubescens* [7], *Bambusa tulda*, *Bambusa salarkhanii*, *Melocanna baccifera* [10]. Độ co rút của một số loài tre biến động giảm dần khi tuổi cây tăng lên: *B. wumeana* b and *G. scortechinii* [9]; *B. blumeana* [2]. Có loài độ co rút biến động giảm dần theo tuổi cây tăng lên, đến độ tuổi nhất định lại có xu hướng tăng lên ở tuổi tiếp theo: *B. blumeana* [18]; *Melocanna baccifera* và *Bambusa balcooa* [13]; *Bambusa vulgaris* [14].

Theo vị trí trên thân cây, một số loài tre biến động theo những quy luật khác nhau. Mặt khác, trên cùng một loài sự biến động đó còn khác nhau ở độ tuổi khác nhau: Ở một số loài độ ẩm biến động giảm dần từ gốc đến ngọn, khối lượng thể tích tăng dần từ gốc đến ngọn: *B. blumeana*, *B. vulgaris* var. *striata* tuổi 2 và 3, *G. scortechinii* [1]; *Melocanna baccifera* và *Bambusa balcooa* [13]; *B. blumeana* [2], [5]; *Ph. pubescens* [4]; *Bambusa tulda*, *Bambusa salarkhanii*, *Melocanna baccifera* [10]; *Dendrocalamus strictus* [19]; *Oxytenanthera monostigama* [11]; Tre gai (*Bambusa bambos*) [15]; Trúc sào (*Phyllostachys edulis*) và loài *Sinocalamus affinis* [6]; *Dendrocalamus barbatus* Hsueh et D. Z. Li. [8]. Một số loài cho thấy độ co rút xuyên tâm và co rút tiếp tuyến biến động giảm dần từ gốc đến ngọn: *Melocanna baccifera* và *Bambusa balcooa* [13]; *B. wumeana* b and *G. scortechinii* [9]; *B. blumeana* [2]. Cũng có một số loài sự biến động về độ co rút của loài tre theo chiều cao thân cây ở một số loài lại biến động tăng dần từ gốc đến ngọn: *Bambusa vulgaris* [14]; *Bambusa blumeana* [5], *Phyllostachys pubescens* [17], *Dendrocalamus barbatus* Hsueh et D. Z. Li. [8].

Đối với Vầu (*Bambusa nutans* Wall. ex Munro) các nghiên cứu mới chỉ có những đề tài nghiên cứu về tính chất vật lý của 1 cấp tuổi, 1 vị trí mà chưa có những nghiên cứu sâu về ảnh hưởng của tuổi cây, vị trí đến tính chất vật lý.

Nghiên cứu này sẽ làm rõ được sự biến động về một số tính chất vật lý: khối lượng riêng, độ co rút, độ ẩm sau khai thác của Vầu theo tuổi cây và vị trí trên cây.

2. Vật liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Vật liệu nghiên cứu

Vật liệu sử dụng trong nghiên cứu này là cây Vầu ở các cấp tuổi 1, 3, 5 năm được khai thác tại huyện Chợ Mới, tỉnh Bắc Kạn.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

a. Phương pháp chọn cây lấy mẫu

Cây lấy mẫu được thực hiện theo Tiêu chuẩn GB/T 15780-1995 [20]

Tại nơi lấy mẫu, mỗi cấp tuổi được lấy 5 cây có tính đại diện cao, các cấp tuổi từ 1, 3, 5 năm đều được lấy từ cùng khoảnh, không chọn những cây có khuyết tật.

b. Phương pháp chọn vị trí trên cây thí nghiệm

Quá trình lấy mẫu thí nghiệm ở các vị trí trên cây được thực hiện theo phương pháp của tác giả Xiaobo Li (2004) [16]. Quá trình thực hiện thí nghiệm các cấp tuổi ở các vị trí khác nhau trên thân cây được tiến hành như sau: Bắt đầu tính từ lóng thứ 2 từ dưới lên đến lóng thứ 31 được chia làm 3 phần đại diện cho phần gốc (dưới), phần thân (giữa), phần ngọn (trên), mỗi phần gồm có 10 lóng. Trong mỗi phần, lóng thứ 3 được dùng để xác định tính chất vật lý, đảm bảo các vị trí được lấy giống nhau ở các cấp tuổi.

c. Phương pháp xác định các tính chất của Vầu

Xác định tính chất vật lý của Vầu được áp dụng theo Tiêu chuẩn của Trung Quốc GB/T 15780-1995 [20].

Phương pháp xác định khối lượng riêng

Kích thước: 10×10×t, mm (trong đó t là chiều dày thành Vầu).

Số lượng mẫu: 30 mẫu/cấp tuổi/1 vị trí

Điều chỉnh độ ẩm mẫu: độ ẩm của các mẫu thí nghiệm cần được điều chỉnh đến 12% theo điều kiện môi trường chuẩn với nhiệt độ 20⁰ C, độ ẩm tương đối 65% để xác định khối lượng riêng và độ co rút. Thời gian đặt mẫu trong môi trường chuẩn từ 15-20 ngày cho đến khi các mẫu thí nghiệm đạt độ ẩm 12%.

Các mẫu thí nghiệm sẽ được điều chỉnh độ ẩm theo 2 giai đoạn:

- Giai đoạn 1: khi độ ẩm mẫu từ trạng thái bão hoà thoát ẩm về độ ẩm thăng bằng 12%

- Giai đoạn 2: khi độ ẩm mẫu từ 12% về trạng thái khô kiệt (0%)

Xác định khối lượng riêng theo công thức:

$$\rho_w = \frac{m_w}{V_w} \quad (1-1) \quad \text{và} \quad \rho_y = \frac{m_0}{V_{\max}} \quad (1-2)$$

Trong đó:

ρ_w, ρ_y : khối lượng riêng của mẫu khi độ ẩm w% và khối lượng riêng cơ bản, g/cm³. Trong thí nghiệm này w = 12%;

- m_w, m_0 : khối lượng mẫu ở độ ẩm w% và 0%, g;
- V_w, V_{\max} : thể tích mẫu ở độ ẩm w% và thể tích mẫu khi độ ẩm lớn hơn độ ẩm bão hoà, cm³

Phương pháp xác định độ co rút

$$B_w = \frac{(L_{\max} - L_w)}{L_{\max}} \times 100 \quad (1-3) \quad \text{và} \quad B_{\max} = \frac{(L_{\max} - L_0)}{L_{\max}} \times 100 \quad (1-4)$$

Trong đó:

- B_w, B_{\max} : độ co rút theo chiều dài của mẫu khi thoát ẩm từ độ ẩm bão hoà tới độ ẩm W=12% và độ ẩm 0 %.

- L_{\max}, L_0 : độ dài mẫu theo chiều thớ (xuyên tâm, tiếp tuyến hoặc dọc thớ) khi mẫu có độ ẩm bão hoà và 0%.

- L_w : độ dài mẫu theo chiều thớ (xuyên tâm, tiếp tuyến hoặc dọc thớ) khi mẫu có độ ẩm là W=12%.

Phương pháp xác định độ ẩm mẫu

Xác định độ ẩm được dùng cùng mẫu khi xác định độ co rút. Xác định độ ẩm theo công thức:

$$MC = \frac{(m_1 - m_0)}{m_0} \times 100, \%$$

Trong nghiên cứu này được xác định độ co rút khô (độ co rút của gỗ từ độ ẩm bão hoà đến độ ẩm 12%) và co rút từ độ ẩm mẫu từ độ ẩm bão hoà tới độ ẩm 0%. Trong nghiên cứu, độ co rút được xác định là co rút dọc thớ, co rút xuyên tâm và co rút tiếp tuyến.

Kích thước: 10×10×t, mm (trong đó t là chiều dày thành Vầu).

Số lượng mẫu: 30 mẫu/cấp tuổi/1 vị trí

Xác định độ co rút dài theo công thức:

Trong đó:

- MC: độ ẩm của mẫu sau khai thác, %;

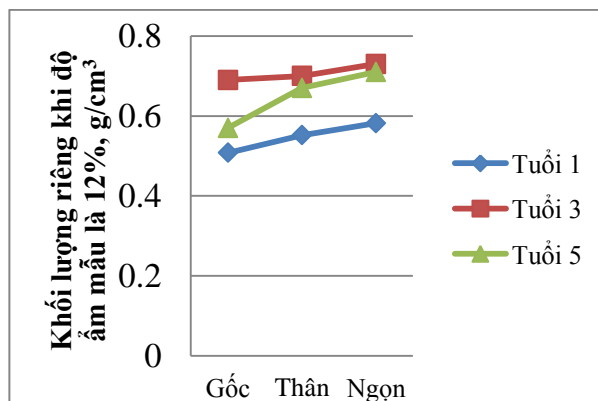
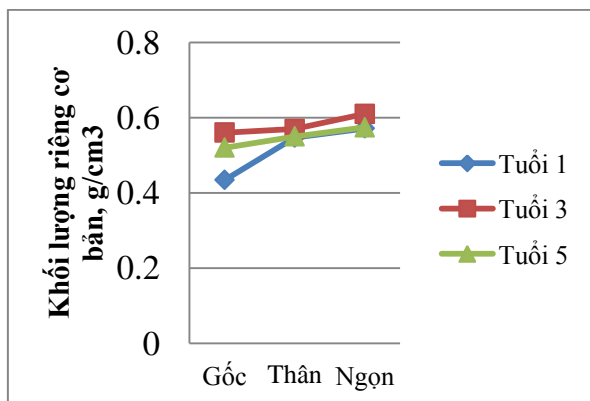
- m_1, m_0 : khối lượng mẫu còn tươi và khô kiệt, g

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Ảnh hưởng của tuổi cây và vị trí trên cây đến khối lượng riêng của Vầu

Khối lượng riêng là một chỉ tiêu quan trọng để đánh giá chất lượng gỗ và tre, đây là chỉ tiêu phù hợp nhất để phán đoán khả năng chịu lực của tre, gỗ [6].

Kết quả xác định khối lượng riêng của Vầu ở độ ẩm 12% và khối lượng riêng cơ bản được thể hiện qua hình 1.



Hình 1. Biến động khối lượng riêng theo tuổi và vị trí trên cây của Vầu

Khối lượng riêng của Vầu ở độ ẩm 12% biến động trong khoảng 0,308 – 0,731 g/cm³ và khối lượng riêng cơ bản biến động trong khoảng 0,434 – 0,613 g/cm³. Sự biến động của cả 2 loại khối lượng

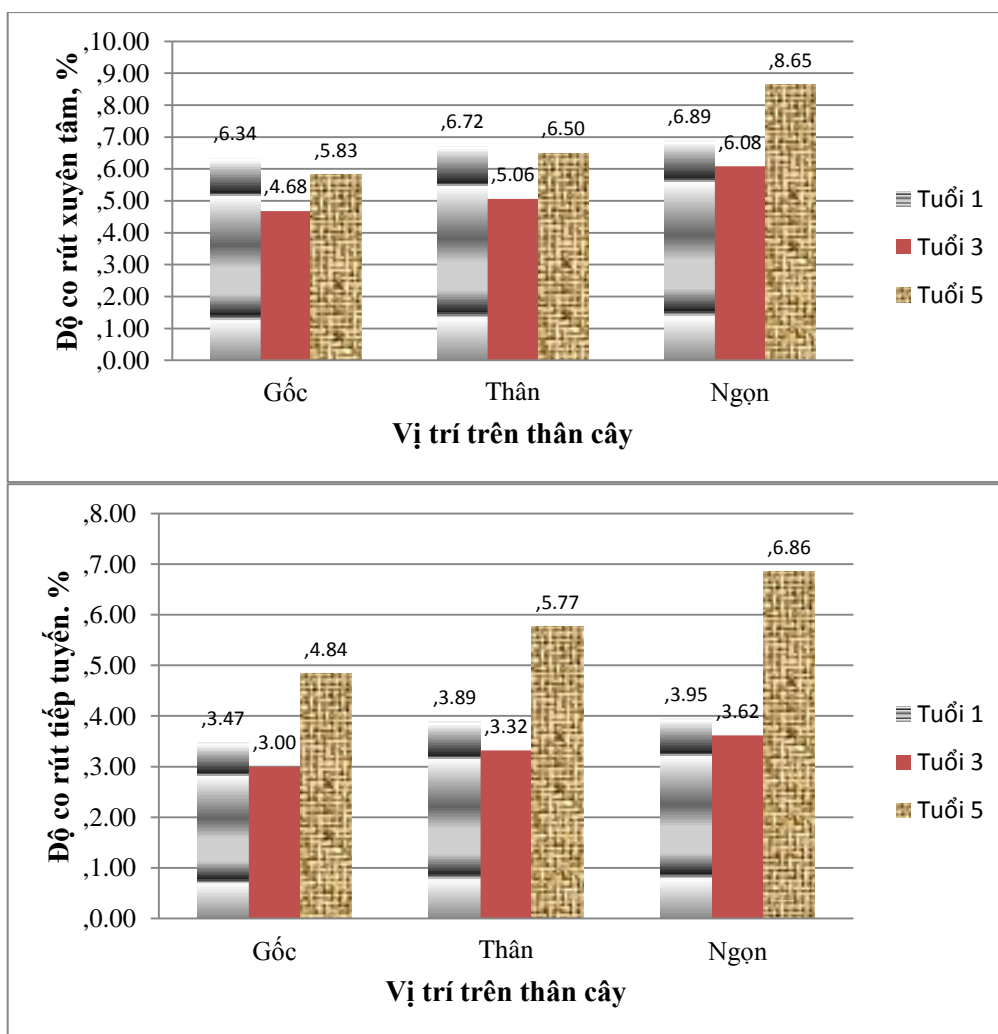
riêng trong thí nghiệm theo một quy luật tương đồng (hình 1). Cụ thể, ở các cấp tuổi khác nhau 1, 3 và 5 năm, khối lượng riêng của Vầu tăng dần theo vị trí từ gốc đến ngọn. Theo cấp tuổi, khối lượng

riêng của Vầu ở tuổi 1 là nhỏ nhất, sau đó đến tuổi 3, ổn định ở tuổi 5. Sự biến động đó cũng tương đồng với kết quả của một số công bố trước về những loài tre khác *B. vulgaris var. striata* và *G.scortechinii*, *Phyllostachys pubescens* [1], [16], *Gigantochloa-Levis* [3], *Phyllostachys pubescens* [7], *Dendrocalamus barbatus* Hsueh et D. Z. Li [8]... Với sự biến động đó có thể được giải thích thông qua giải phẫu cấu tạo của Vầu cho thấy rằng, khi tuổi cây tăng lên tỷ lệ các tổ chức cấu tạo thân cây thay đổi theo. Trong đó, mật độ bó mạch sẽ tăng lên, tỷ lệ tế bào vách dày (sợi tre) trong bó mạch tăng lên, tỷ lệ tế bào mô mềm lại giảm xuống. Mặt khác, trong thân cây tre nói chung, bó mạch là một trong những tổ chức quyết định đến khối lượng riêng và tính chất của tre trúc, do sợi tre chủ yếu nằm trong bó mạch. Đây là nguyên nhân giải thích sự biến động về khối lượng riêng của Vầu như kết quả trên.

Sự ảnh hưởng của tuổi cây, vị trí trên thân cây đến khối lượng riêng của Vầu được phân tích phương sai và phân tích tương quan, kết quả phân tích *Tests of between – Subjects effects* cho thấy giá trị Sig. nhỏ hơn 5%. Điều đó có nghĩa rằng tuổi và vị trí trên cây có sự khác biệt đến khối lượng riêng của Vầu. Mặt khác ảnh hưởng tương tác giữa vị trí và tuổi của 2 loại khối lượng riêng cũng ảnh hưởng đến khối lượng riêng của Vầu (tuổi cây có ảnh hưởng đến khối lượng riêng theo vị trí trên cây). Kết quả phân tích còn cho thấy, vị trí trên cây có ảnh hưởng rõ hơn đến khối lượng riêng so với tuổi cây.

3.2. Ảnh hưởng của tuổi cây và vị trí trên cây đến độ co rút

Độ co rút là chỉ tiêu đánh giá mức độ thay đổi kích thước của Vầu khi độ ẩm thay đổi từ trạng thái bão hoà đến độ ẩm thấp hơn. Kết quả phân tích độ co rút của Vầu ở các chiều, theo độ tuổi và vị trí trên cây được thể hiện tại hình 2.



Hình 2. Biến động độ co rút xuyên tâm và tiếp tuyến theo tuổi và vị trí trên thân cây của Vầu

Từ kết quả nghiên cứu cho thấy, độ co rút tối đa của Vầu theo chiều xuyên tâm và tiếp tuyến lần lượt biến động trong khoảng 4,68 – 8,65% và 3,00 – 6,86%. Với kết quả biến động đó cho thấy theo tuổi cây và vị trí trên cây, khi độ ẩm thay đổi độ co rút biến đổi theo quy luật nhất định. Khi tuổi cây thay đổi độ co rút xuyên tâm và tiếp tuyến tại các vị trí có xu hướng biến động giảm từ tuổi 1 đến tuổi 3 và tăng lên ở tuổi 5. Theo vị trí trên thân cây, ở hầu hết các cấp tuổi độ co rút của Vầu có xu hướng tăng dần từ gốc đến ngọn. Kết quả biến động trên cũng tương đồng với một số công trình nghiên cứu trước của các loài tre khác: *Bambusa vulgaris* [14]; *Bambusa blumeana* [5], *Phyllostachys pubescens* [17], *Dendrocalamus barbatus* Hsueh et D. Z. Li. [8].

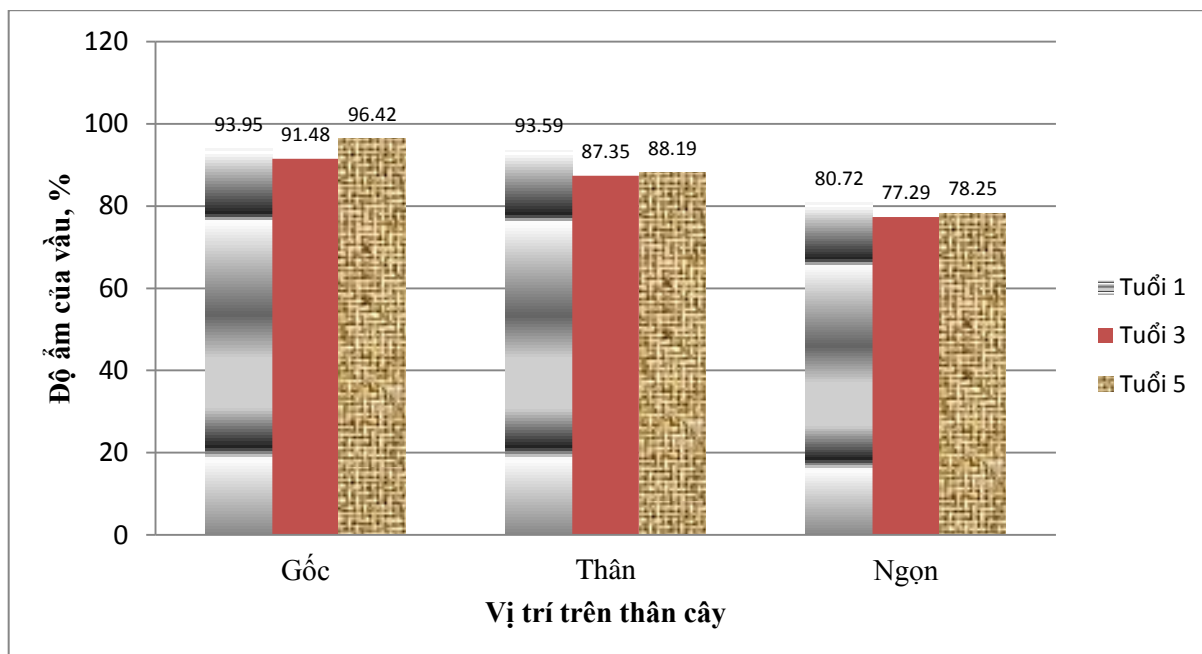
Với sự biến động đó có thể giải thích thông qua việc giải phẫu mẫu Vầu, do đặc điểm cấu tạo thân cây của Vầu, tỷ lệ tế bào vách dày có quyết định đáng kể đến độ co rút của tre. Tỷ lệ tế bào vách dày lớn dẫn đến độ co rút lớn. Các nghiên cứu về giải phẫu thành tre cũng đã chỉ ra rằng mật độ bó mạch Vầu tăng từ gốc đến ngọn, do đó độ co rút của Vầu cũng tăng lên từ gốc đến ngọn. Đối với sự biến động về độ tuổi của Vầu cũng có thể là do khi tuổi

cây tăng lên dẫn đến khoảng trống trong các tổ chức cấu tạo thành tre giảm xuống dẫn đến độ ẩm bão hoà sợi tre giảm gây ra.

Kết quả phân tích *Tests of between – Subjects effects* cho thấy ở độ co rút xuyên tâm và độ co rút tiếp tuyến của tuổi cây, vị trí trên cây đều có giá trị *Sig. nhỏ hơn 5%*. Điều đó có nghĩa rằng tuổi và vị trí trên cây có sự khác biệt đến độ co rút xuyên tâm và co rút tiếp tuyến của Vầu. Kết quả phân tích còn cho thấy ảnh hưởng tương tác giữa vị trí và tuổi cũng ảnh hưởng đến độ co rút xuyên tâm và tiếp tuyến của Vầu (tuổi cây có ảnh hưởng đến độ co rút xuyên tâm và tiếp tuyến theo vị trí trên cây). Kết quả phân tích cũng cho thấy, vị trí trên thân cây có ảnh hưởng rõ hơn đến độ co rút xuyên tâm và tiếp tuyến so với tuổi cây.

3.3. Ảnh hưởng của tuổi cây và vị trí trên cây đến độ ẩm của Vầu

Độ ẩm của tre tươi thường khoảng 60-80%, cao nhất đạt 145%, thay đổi theo độ tuổi, vị trí chiều cao thân cây, vị trí ở thành lóng và thời kỳ chặt hạ [6], [4]. Để xác định độ ẩm của Vầu, sau khi chặt hạ được tiến hành xẻ mẫu và xác định ngay độ ẩm, kết quả nghiên cứu được thể hiện tại hình 3.



Hình 3. Biến động độ ẩm của Vầu theo tuổi và vị trí trên thân cây

Từ kết quả nghiên cứu tại hình 3 cho thấy, theo vị trí trên thân cây, độ ẩm của Vầu giảm dần từ gốc đến ngọn. Theo tuổi cây, độ ẩm biến động giảm dần từ tuổi 1 đến tuổi 3 và ổn định ở tuổi 5, biến động trong khoảng 77,29 – 96,42%. Kết quả này có sự tương đồng với một số loài tre: *G.scortechinii* [1]; [12], *Melocanna baccifera* và *Bambusa balcooa* [13], *Dendrocalamus strictus* [19].

Sự khác biệt về độ ẩm của Vầu theo vị trí và cấp tuổi có thể được giải thích dựa vào kết quả giải phẫu cấu tạo của Vầu: Sự biến động về độ ẩm của Vầu là do độ rỗng trên thành lóng. Độ rỗng của Vầu là do khác nhau về tỷ lệ tế bào mô mềm và số lượng bó mạch, độ rỗng tăng lên khả năng chứa nước trong Vầu tăng, dẫn đến độ ẩm tăng lên. Sự biến động độ ẩm cũng có thể được giải thích là do sự biến động về độ dày vách tế bào sợi tre (độ dày vách tế bào nhỏ đồng nghĩa là ruột tế bào sợi (lumen) lớn, dẫn đến độ ẩm tăng.

Kết quả phân tích phương sai, thông qua phân tích *Tests of between – Subjects effects* cho thấy độ ẩm của Vầu theo tuổi cây, vị trí trên cây đều có giá trị *Sig. nhỏ hơn 5%*. Điều đó có nghĩa rằng tuổi và vị trí trên cây có sự khác biệt đến độ ẩm của Vầu. Kết quả phân tích còn cho thấy tuổi cây có ảnh hưởng đến độ ẩm theo vị trí trên cây. Mặt khác, kết quả còn cho thấy sự khác biệt giữa vị trí rõ hơn so với tuổi cây.

4. Kết luận

Sự biến đổi về khối lượng riêng, độ co rút các chiều, độ ẩm của Vầu theo tuổi cây và vị trí trên cây biến động theo một quy luật nhất định.

Theo tuổi cây: Khối lượng riêng khô (MC=12%), khối lượng riêng cơ bản tại các vị trí biến động theo một quy luật nhất định, sự biến động đó của Vầu ở tuổi 1 là nhỏ nhất và tăng dần đến tuổi 3 ổn định ở tuổi 5. Độ co rút tối đa của Vầu khi độ ẩm thay đổi đều biến đổi theo quy luật nhất định, độ co rút xuyên tâm và tiếp tuyến tại các vị trí có xu hướng giảm xuống từ tuổi 1 đến tuổi 3 và ổn định ở tuổi 5. Độ ẩm của Vầu biến động giảm dần từ tuổi 1 đến tuổi 3 và ổn định ở tuổi 5.

Theo vị trí trên cây: Ở các tuổi khác nhau mà đề tài nghiên cứu, các tính chất vật lý của Vầu biến

động theo một quy luật khá rõ: Khối lượng riêng cơ bản và khối lượng riêng khô (MC=12%) của Vầu tăng dần từ gốc đến ngọn. Ở hầu hết các cấp tuổi độ co rút của Vầu có xu hướng tăng dần từ gốc đến ngọn. Độ ẩm của Vầu lại biến động giảm dần từ gốc đến ngọn.

REFERENCES

- [1] Mohmod, L. Abd., WanAriffin, W., Ahmad, F. (1990). Anatomical features and mechanical properties of three malaysian Bamboo. *Journal of Tropical Forest Science*, 2:227.
- [2] Mohmod, L. Abd., Amin, A. H., Kasim, J., Mohd, Z. (1993). Effects of anatomical characteristics on the physical and mechanical properties of bambusa blumeana. *Journal of Tropical Forest Science*, 6:159.
- [3] Nordahlia, A.S., Anwar U. M. K., Hamdan, H., Zaidon, A., Paridah, M. T., Razak, O. Abd. (2012). Effects of age and height on selected properties of malaysian Bamboo (*Gigantochloa Levis*). *Journal of Tropical Forest Science*, 24:102.
- [4] China National Bamboo research center. (2001). *Cultivation & integrated utilization on bamboo in China, Hangzhou*. P.R. China.
- [5] Corinna, S., Holger, W., Marina, A., Luis, F. L. (2017). Determining Material Suitability for low-Rise Housing in the Philippines: Physical and mechanical properties of the Bamboo species *Bambusa blumeana*. *BioResources*, 13:346.
- [6] Dai, V. H. *al et.* (2016). *Wood Science*. Agriculture Publishing, Hanoi.
- [7] Falayi, F. R., Soyoye, B. O. (2014). The Influence of Age and Location on Selected Physical and Mechanical Properties of Bamboo (*Phyllostachys Pubesces*). *International Journal of Research in Agriculture and Forestry*. 1:44.
- [8] Hung, N. V. (2019). The Effects of age and height position on the phisycal properties of Bamboo (*Dendrocalamus barbatus* Hsueh et D. Z. Li). *Journal of Forestry Science and Technology*, 2:95.
- [9] Hsieh, J. S., Wu, S. C. (1991). The Ultrastructure of Taiwan Giant Bamboo and Moso Bamboo, *Bamboo in the Asia Pacific*, 199.

- [10] Kamruzzaman, M., Bose, A. K., Islam, M. N., Saha, S. K. (2008). Effects of age and height on physical and mechanical properties of Bamboo. *Journal of Tropical Forest Science*, 20:211.
- [11] Maya, C., Narasimhamurthyb., Pandeyb, C. N. (2013). A study on anatomical and physical properties of cultivated bamboo (*Oxytenanthera monostigama*). *INT J CURR SCI*, 5:62.
- [12] Norul, H. H. (2006). Characterization of bamboo *Gigantochloa scortechinii* at different ages. *Journal of Tropical Forest Science*, 18:236.
- [13] Sattar, M. A., Kabir, M.F., Bhattacharjee, D. K. (1991). Effect of Age and Height Position of Muli (*Melocanna baccifera*) and Borak (*Bambusa balcooa*) Bamboo on Their Physical and Mechanical Properties. *Bamboo in the Asia Pacific*, 183.
- [14] Sadiku, N. A., Oluyeye, A. O., Ajayi, B. (2016). Fibre dimension and chemical characterisation of naturallygrown *Bambusa vulgaris* for pulp and paper production. *J. Bamboo and Rattan*, 15:33.
- [15] Tinh, L. X. (1998). *Wood Science*, Agriculture Publishing, Hanoi.
- [16] Xiaobo, L. (2004). Physical, chemical and mechanical properties of Bamboo and its utilization potential for fiberboard manufacturing, Chapter 3, *In The School of Renewable Natural Resources*.
- [17] Yu, H. Q., Jiang, Z. H., Hse, C. Y., Shupe, T. F. (2008). Selected physical and mechanical properties of Moso Bamboo (*Phyllostachys pubescens*). *Journal of Tropical Forest Science*, 20:258.
- [18] Zenita, E. B. (1991). Effect of Age on the Physico-Mechanical Properties of Philippine Bamboo. *Bamboo in the Asia Pacific*, 180.
- [19] Wakchaure, M.R., Kute, S.Y. (2012). Effect of moisture content on physical and mechanical properties of Bamboo. *Asian Journal of civil Engineering (Building and housing)*, 13:753.
- [20] 中國標準出版社. (1996). *GB/T 15780-1995 竹材物理力學性質試驗方法*