

ẢNH HƯỞNG CỦA TỈ LỆ CARBOXYMETHYL CELLULOSE (CMC) ĐẾN TÍNH CHẤT KEO URE FORMALDEHYDE VÀ VÁN DÁN

Nguyễn Thị Thuận¹, Vũ Mạnh Tường^{1,2,*}, Nguyễn Văn Tú²

¹ Phân hiệu Trường Đại học Lâm nghiệp tại tỉnh Đồng Nai

² Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật thành phố Hồ Chí Minh

* Email: manhtuong0209@gmail.com

TÓM TẮT

Keo ure-formaldehyde (UF) đóng vai trò quan trọng trong việc sản xuất ván dán. Chất lượng của ván dán có quan hệ chặt chẽ với chất lượng của keo sử dụng. Trong nghiên cứu này, Carboxymethyl cellulose (CMC) đã được đưa vào quá trình tổng hợp keo UF nhằm cải thiện một số chỉ tiêu chất lượng của keo UF. Kết quả thí nghiệm cho thấy, khi lượng CMC được cho vào khác nhau (từ 0 - 0,5% so với tổng lượng UF) thì các chỉ tiêu chất lượng của keo như: Hàm lượng khô, thời gian đông rắn, độ nhớt của dung dịch keo và các chỉ tiêu chất lượng ván dán như: Độ bền kéo trượt màng keo, độ bền uốn tĩnh thay đổi theo những quy luật rõ rệt và theo chiều hướng tích cực. Cụ thể, khi tỉ lệ CMC cho vào tăng lên thì hàm lượng khô và độ nhớt của keo tăng lên, độ bền kéo trượt màng keo và độ bền uốn tĩnh của ván dán thay đổi không rõ rệt. Tuy nhiên, nghiên cứu cũng chỉ ra, nếu sử dụng tỉ lệ CMC vượt quá 0,5% sẽ ảnh hưởng không tốt đến chất lượng ván dán.

Từ khóa: Carboxymethyl cellulose (CMC), keo ure-formaldehyde, biến tính keo.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Keo ure-formaldehyde (UF) được ưa chuộng trong ngành công nghiệp ván nhân tạo vì nhiều ưu điểm như: Nguồn nguyên liệu dồi dào, giá thành thấp và khả năng dán dính tốt. Mỗi năm, hàng triệu mét khối ván nhân tạo được sản xuất từ keo UF. Tuy nhiên, loại keo này dễ hút ẩm, màng keo có thể trở nên giòn và phát tán formaldehyde trong quá trình sử dụng. Nhằm cải thiện chất lượng của keo UF, các nhà nghiên cứu trên thế giới đã nghiên cứu và công bố rất nhiều giải pháp hữu hiệu. Một trong những giải pháp khá hiệu quả đã được các nhà nghiên cứu trên thế giới công bố đó là sử dụng hợp chất Carboxymethyl cellulose (CMC) bổ sung vào quá trình tổng hợp để tạo ra keo UF biến tính dùng vào một số lĩnh vực như: Sản xuất vật liệu composite gỗ, vật liệu chuyển pha [1 - 3].

Carboxymethyl cellulose (CMC) là một hợp chất không mùi, có nguồn gốc từ cellulose nhưng có thể hoà tan trong nước. Trong dạng dung dịch, CMC có độ nhớt cao, khả năng hút nước mạnh, không độc hại, không gây dị ứng và có thể phân

hủy sinh học, với chi phí thấp. CMC còn được biết đến là chất làm đặc, vì khi hoà tan trong nước, tạo ra dung dịch có độ nhớt cao và khả năng kết dính. Chỉ cần một lượng nhỏ 2 g/L cũng có thể tạo ra dung dịch có độ nhớt vượt trên 150 mPa.s. Trong cấu trúc của CMC, tồn tại nhiều nhóm hydroxyl (-OH), nhờ vào chúng, CMC có thể tham gia vào quá trình phản ứng tổng hợp keo UF. Với vai trò là chất biến tính, CMC có thể tăng mức độ liên kết ngang và giảm sự tồn tại của formaldehyde tự do trong keo [1].

Kết quả nghiên cứu của Zhang và cs (2012) [4] cho thấy, khi thêm 7,5% CMC vào keo Na_2SiO_3 đã tăng độ bền dán dính lên đến 56,3% so với keo không có CMC trong điều kiện khô. Tuy nhiên, tính chịu nước của keo biến tính chưa được cải thiện. Kết quả nghiên cứu của Qiao và cs (2014) [5] cho thấy, độ nhớt và hàm lượng khô của keo đã được cải thiện. Độ bền dán dính của keo đã được cải thiện rõ rệt với tỉ lệ tối ưu CMC là 0,375% và cố định nồng độ các chất khác. Đồng thời, nghiên cứu cũng chỉ ra rằng sự hỗ trợ của CMC đã làm tăng mức độ tương tác giữa các thành phần trong hỗn hợp, làm giảm nhiệt độ đông rắn của keo.

Nhằm tìm kiếm giải pháp bền vững và cải thiện chất lượng keo UF trong sản xuất ván dán, nghiên cứu ảnh hưởng của tỉ lệ (CMC) đến tính chất keo ure-formaldehyde và ván dán đã được thực hiện. Kết quả nghiên cứu sẽ góp phần bổ sung thông tin vào việc áp dụng công nghệ sản xuất keo UF theo hướng sử dụng các hợp chất có nguồn gốc tự nhiên và bền vững.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu nghiên cứu

2.1.1. Hóa chất

- Ure 98% - $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ (U), xút (NaOH) 98%, axit acetic CH_3COOH 99% được cung cấp bởi Tổng công ty Phân bón và Hoá chất dầu khí Việt Nam.

- Formaldehyde 44% - HCHO (F) được cung cấp bởi Techchem Resin Co., Ltd., Việt Nam.

- Carboxymethyl cellulose (CMC, Na-CMC): Độ tinh khiết 99,7%, được cung cấp bởi Shanghai Zhanyun Chemical Co., Ltd., Trung Quốc.

2.1.2. Nguyên liệu gỗ

Ván mỏng gỗ Cao su có kích thước dày 1,5 mm.

2.2. Thiết bị và dụng cụ

Các thí nghiệm tổng hợp keo được tiến hành tại Phòng thí nghiệm thuộc Trung tâm Thí nghiệm và Phát triển công nghệ của Phân hiệu Trường Đại học Lâm nghiệp tại tỉnh Đồng Nai. Thiết bị và dụng cụ thí nghiệm gồm:

- Thiết bị tổng hợp keo tự chế tạo như hình 1 (gồm cảm biến nhiệt, bộ điều khiển PLC và màn hình HMI có thể theo dõi và tự động điều khiển được nhiệt độ và thời gian từng giai đoạn phản ứng).

- Bình ba cổ loại 2.000 ml kết hợp với nồi Inox (Đức).

- Cân điện tử Kern 572 có độ chính xác 0,001 g (Đức).

- Giấy thử pH ADVANTEC (Nhật Bản).

- Cốc thủy tinh, đĩa thủy tinh, đĩa thủy tinh, ống nghiệm, bình hút ẩm.

- Máy đo độ nhớt của dung dịch keo NDJ-8S -

Trung Quốc.

- Tủ sấy thí nghiệm: Memmert, UN55 (Đức).



Hình 1. Thiết bị tổng hợp keo trong phòng thí nghiệm

2.3. Phương pháp nghiên cứu

2.3.1. Tổng hợp keo UF biến tính

Bước 1: Cho 828 g HCHO vào bình ba cổ, dùng dung dịch NaOH 40% điều chỉnh pH lên 7,5 - 8,0; bật cánh khuấy, cho ure lần 1 (354,1 g) vào bình, tăng nhiệt từ từ lên 60°C .

Bước 2: Cho CMC vào hỗn hợp HCHO và ure ở bước 1, tiếp tục tăng nhiệt lên 90°C (tốc độ tăng nhiệt khống chế $1^\circ\text{C}/\text{phút}$), khuấy đều liên tục và duy trì trong 40 phút.

Bước 3: Điều chỉnh pH xuống 4,5 - 5,0 bằng dung dịch CH_3COOH , kiểm tra và xác định điểm cuối của quá trình phản ứng (xuất hiện vẩn đục trắng).

Bước 4: Khi đạt điểm cuối, điều chỉnh pH lên 7,0 - 8,0 đồng thời ngừng gia nhiệt.

Bước 5: Khi nhiệt độ giảm về khoảng 80°C , cho lượng ure còn lại (217,9 g) vào hỗn hợp của bước 3, duy trì nhiệt độ và khuấy đều trong 10 phút.

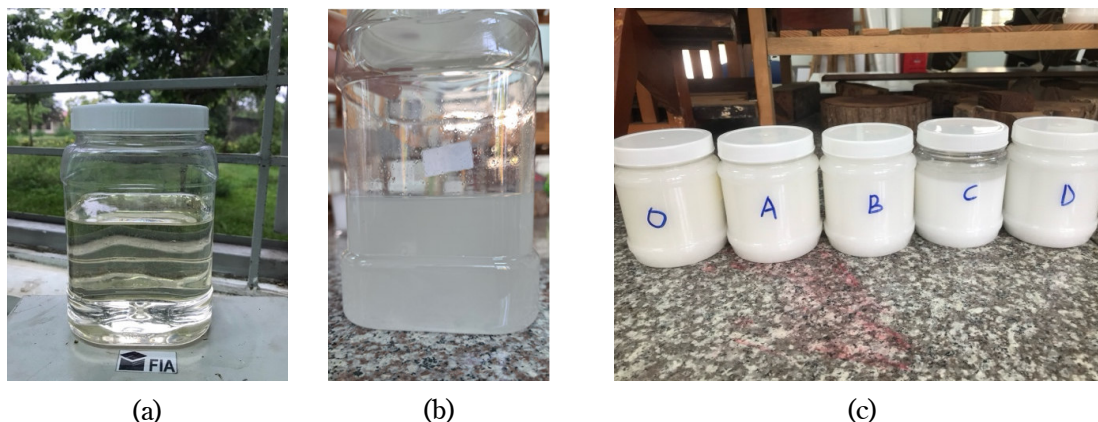
Bước 6: Điều chỉnh pH = 8,0, giảm nhiệt đến nhiệt độ phòng và lấy keo ra.

Trong đó: Nhằm xem xét ảnh hưởng của tỉ lệ bổ sung CMC đến chất lượng keo và chất lượng ván dán, các thông số thí nghiệm được thiết lập như sau: (1) Cố định tỉ lệ mol F/U trong hỗn hợp nguyên liệu là: 1,3; (2) Cố định lượng ure đưa vào lần 1 tương ứng tỉ lệ mol F/U1 là: 2,1; (3) Thay đổi lượng CMC so với tổng lượng F và U: 0%; 0,125%; 0,25%; 0,375%; 0,5%.

Sau khi thực hiện tổng hợp keo theo quy trình

trên, kết quả thu được sản phẩm keo tương ứng với lượng CMC tăng dần, được ký hiệu O, A, B, C,

D như hình 2.



Hình 2. Sản phẩm keo sau khi tổng hợp

Ghi chú: (a) Dung dịch keo trong suốt ngay sau khi kết thúc phản ứng; (b, c) Dung dịch keo chuyển dần sang đục và trắng sau 24 giờ.

2.3.2. Tạo mẫu gỗ dán

Kích thước ván mỏng: dài x rộng x dày = 300 x 300 x 1,5 mm.

Độ ẩm ván mỏng: 13 - 15%; ván mỏng được bóc ở cùng một máy ép, với thông số công nghệ bóc cố định, được để khô tự nhiên đến độ ẩm bằng phẳng trong phòng thí nghiệm.

Số lớp ván dán: 5 lớp; kích thước ván dán: dài x rộng x dày = 300 x 300 x 7 mm.

Loại keo: keo UF được điều chế từ thí nghiệm nghiên cứu.

Lượng keo tráng: 150 g/m² được tráng lên 2 mặt; áp suất ép: 1,2 MPa; nhiệt độ ép: 120°C; thời gian ép: 1,5 phút/mm.

2.3.3. Xác định các tính chất keo

Một số chỉ tiêu chất lượng của keo dán được kiểm tra theo phương pháp quy định trong Tiêu chuẩn Trung Quốc GB/T 14732-2017 [6] gồm: Hàm lượng khô, thời gian đông rắn, độ nhớt.

Độ pH được đo bằng giấy thử pH ADVANTEC (Nhật Bản).

Hàm lượng khô của keo dán được xác định bằng phương pháp cân sấy: Cân xác định khối lượng đĩa thủy tinh M (g). Lấy 2 g dung dịch keo cho vào đĩa thủy tinh. Đặt đĩa vào tủ sấy ở nhiệt độ 120°C và duy trì trong 3 giờ. Sau khi hết thời gian,

lấy mẫu đặt trong bảo ôn để làm nguội về nhiệt độ thường, cân xác định khối lượng keo và đĩa sau sấy N (g).

Công thức xác định hàm lượng khô:

$$SC = \frac{m_1}{m_0} \times 100, \%$$

Trong đó: m₁ là lượng keo sau khi sấy, tính bằng gam, m₁ = N – M (g); m₀ là lượng keo trước khi sấy, tính bằng gam.

Thời gian đông rắn được xác định bằng việc lấy dung dịch keo (3 – 4 cm) đổ vào ống nghiệm 19 x 150 mm, dùng NH₄Cl điều chỉnh pH = 4 - 5 và đặt ống nghiệm trong bể nước sôi và bắt đầu bấm đồng hồ xác định thời gian. Dùng thìa thủy tinh liên tục khuấy keo. Khi keo đông đặc không thể khuấy được, đọc thời gian trên đồng hồ.

Độ nhớt được xác định bằng máy đo độ nhớt NDJ-8S (Trung Quốc) tại nhiệt độ phòng.

2.3.4. Xác định các tính chất của gỗ dán

Độ bền dán dính được đánh giá thông qua cường độ kéo trượt màng keo của mẫu thử, được kiểm tra theo phương pháp quy định trong TCVN 8328-1:2010 [7], mẫu thử ở trạng thái khô, không qua xử lý trước.

Kích thước mẫu thử: Dày x rộng x dài = 7 x 25 x 150 mm.

Kích thước diện tích trượt: Dài (l) x rộng (b) = 25 x 25 mm.

Độ bền uốn tĩnh (MOR) được kiểm tra theo TCVN 12446:2018 [8].

Kích thước mẫu: Dày x rộng x dài = 7 x 50 x 190 mm.

Các mẫu được kiểm tra trên máy thử tính chất cơ lý MTS Exceed, Model E44.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Ảnh hưởng của CMC đến chất lượng keo UF

3.1.1. Độ pH và ngoại quan của dung dịch keo

Kết quả kiểm tra các chỉ số pH và màu sắc của dung dịch keo ở các tỉ lệ CMC khác nhau cho thấy: Độ pH của các dung dịch keo đều nằm trong khoảng 7,8 - 8,0 do giai đoạn cuối của quá trình phản ứng đã sử dụng NaOH để điều chỉnh độ pH nhằm làm chậm quá trình phản ứng, thuận tiện cho quá trình lưu trữ keo và khi sử dụng không cần bổ sung quá nhiều chất đông rắn. Màu sắc của keo UF-CMC ở các tỉ lệ khác nhau đều trong suốt sau khi kết thúc phản ứng. Tuy nhiên, từ ngày thứ 2 trở đi, màu của keo bắt đầu chuyển sang đục dần đến trắng. Tỉ lệ CMC càng cao thì màu sắc keo chuyển sang đục càng rõ. Nguyên nhân có thể là sự hiện diện của CMC đã ảnh hưởng đến độ pH của dung dịch keo, từ đó tác động đến màu sắc của keo [5].

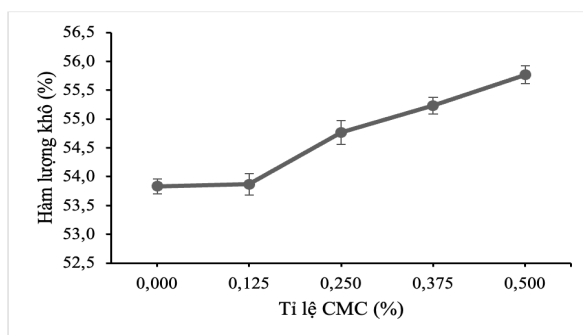
3.1.2. Hàm lượng khô

Kết quả nghiên cứu cho thấy, tỉ lệ CMC đã được biến đổi từ 0% (là mẫu đối chứng) đến 0,5% so với tổng lượng ure và formaldehyde trong hỗn hợp keo để làm cơ sở đánh giá ảnh hưởng của CMC đến chất lượng keo dán.

Hình 3 cho thấy, khi tỉ lệ bổ sung CMC tăng từ 0 - 0,5%, hàm lượng khô của keo cũng tăng theo. Hàm lượng khô của keo gần như không đổi khi lượng CMC bổ sung nhỏ hơn 0,25%. Ở tỉ lệ CMC lớn hơn 0,25%, hàm lượng khô có xu hướng tăng mạnh hơn, nhưng vẫn thấp hơn 56%. Kết quả nghiên cứu của Huang và cs (2015) [1] cho thấy, CMC đã tham gia vào phản ứng trùng ngưng và góp phần hình thành nhiều nhóm -CH₂. Do đó, trong quá trình tổng hợp keo UF với sự có mặt của

CMC, đã ảnh hưởng đến hoạt tính của các nhóm chức, làm tăng mức độ phản ứng giữa các hợp chất, dẫn đến tăng hàm lượng khô của keo. Kết quả này tương đồng với nghiên cứu trước đó của Qiao và cs (2014) [5].

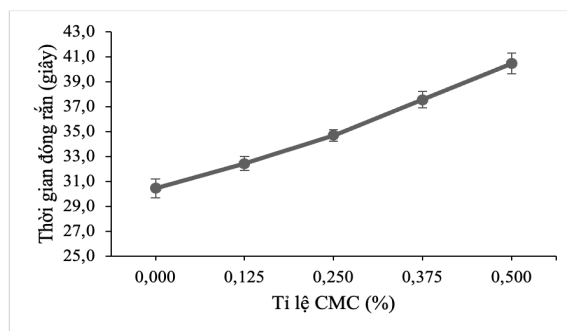
Hàm lượng khô của keo UF biến tính bằng CMC biến động trong khoảng từ 53,8 - 55,8%, đạt yêu cầu để sản xuất ván dán. Kết hợp giữa hàm lượng khô và độ nhớt của keo, có thể kết luận rằng tỉ lệ bổ sung CMC trong khoảng từ 0,25 - 0,5% là phù hợp.



Hình 3. Hàm lượng khô của keo UF với tỉ lệ CMC khác nhau

3.1.3. Thời gian đóng rắn

Ngoài hàm lượng khô, thời gian đóng rắn của keo là một yếu tố quan trọng khác, là cơ sở để xác định thời gian ép ván trong quá trình sản xuất ván nhân tạo. Kết quả thử nghiệm xác định thời gian đóng rắn của keo UF-CMC khi tỉ lệ CMC thay đổi trong quá trình tổng hợp keo được thể hiện trong hình 4.



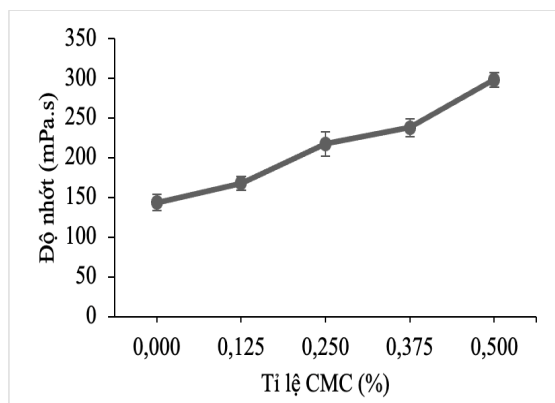
Hình 4. Thời gian đóng rắn của keo UF với tỉ lệ CMC khác nhau

Hình 4 cho thấy, khi tỉ lệ CMC thay đổi, thời gian đóng rắn của keo cũng thay đổi theo. Cụ thể,

thời gian đóng rắn của keo tăng từ khoảng 30,5 - 40,5 giây khi tỉ lệ CMC tăng lên. Tất cả các loại keo tạo ra đều đáp ứng được yêu cầu về thời gian đóng rắn, với thời gian đóng rắn của keo UF dùng trong sản xuất ván dán cần phải nhỏ hơn 120 giây.

Đối với keo UF, đặc tính đóng rắn phụ thuộc vào quá trình phản ứng, sự tương tác giữa ure và formaldehyde trong cả giai đoạn phản ứng cộng và phản ứng trùng ngưng. Trong quá trình phản ứng trùng ngưng, sự tham gia của CMC [1] với các tỉ lệ khác nhau đã ảnh hưởng đến thời gian đóng rắn của keo như đã thể hiện ở hình 4. Theo Huang và cs (2015) [1], thông qua phân tích nhiệt quét vi sai (DSC), UF biến tính bằng CMC có enthalpy (50,33 J/g) thấp hơn so với UF không biến tính (153,5 J/g). Nghiên cứu của Qiao và cs (2014) [5] cũng chỉ ra rằng, sau khi bổ sung CMC vào hỗn hợp keo gốc tinh bột, phân tích DSC cho thấy nhiệt độ giảm. Kết quả này cho thấy, sự có mặt của CMC làm cho phản ứng đóng rắn keo trở thành phản ứng thu nhiệt. Tỉ lệ CMC bổ sung vào hỗn hợp phản ứng càng lớn, lượng nhiệt mất đi càng lớn, dẫn đến thời gian đóng rắn của keo càng dài.

3.1.4. Độ nhớt



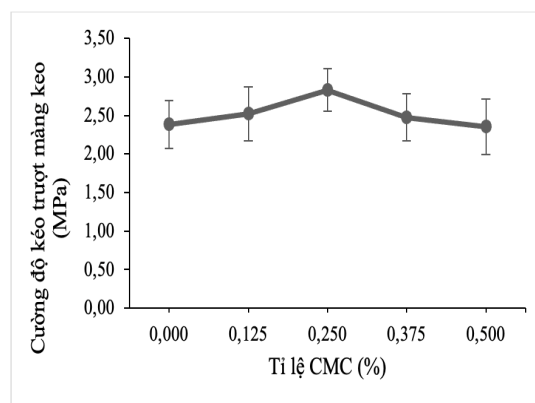
Hình 5. Độ nhớt của keo UF với tỉ lệ CMC khác nhau

CMC là một chất rắn, khi hoà tan trong nước với tỉ lệ 2% có thể tạo dung dịch có độ nhớt 200 - 250 mPa.s [2]. Kết quả nghiên cứu ở hình 5 cho thấy, độ nhớt của keo tăng lên khi tỉ lệ bổ sung CMC tăng. Kết quả này tương đồng với nghiên cứu của Qiao và cs (2014) [5], trong đó nghiên cứu đã bổ sung một lượng CMC (0 - 0,75%) vào keo dán gốc tinh bột và thấy rằng độ nhớt của keo tăng theo tỉ lệ với lượng CMC tăng.

Hình 5 cho thấy, độ nhớt tăng chậm khi lượng CMC bổ sung nhỏ hơn 0,25%. Độ nhớt tiếp tục tăng với xu hướng nhanh hơn khi tỉ lệ CMC vượt quá 0,25%. Khi mức bổ sung CMC 0,5%, độ nhớt của dung dịch đạt gần 300 mPa.s và xuất hiện một số hạt nhỏ không tan do CMC phân tán không đều trong dung dịch, điều này sẽ gây khó khăn cho quá trình tráng keo ép ván. Do đó, để tránh tình trạng này, tỉ lệ CMC bổ sung trong quá trình tổng hợp keo nên được giảm xuống dưới 0,5%.

3.2. Ảnh hưởng của CMC đến chất lượng ván dán sử dụng keo UF-CMC

3.2.1. Độ bền dán dính



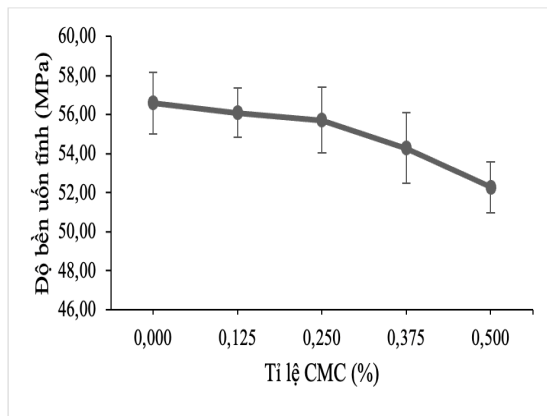
Hình 6. Độ bền dán dính với tỉ lệ CMC khác nhau

Kết quả thí nghiệm xác định ảnh hưởng của keo UF với các tỉ lệ bổ sung CMC khác nhau đến độ bền dán dính của ván dán được thể hiện trong hình 6. Hình 6 cho thấy, khi sử dụng keo UF với lượng CMC tăng dần từ 0 - 0,25% so với tổng lượng UF, cường độ kéo trượt màng keo tăng từ 2,38 lên 2,83 MPa, khi tỉ lệ CMC lên trên 0,25%, cường độ kéo trượt giảm dần nếu lượng CMC tiếp tục tăng lên. Kết quả này tương đồng với nghiên cứu của Zhang và cs (2012) [4], trong đó nghiên cứu đã chỉ ra rằng độ bền dán dính của ván dán sử dụng keo gốc Na_2SiO_3 biến tính CMC tăng lên khi lượng CMC sử dụng tăng, sau đó giảm khi CMC tiếp tục tăng và đạt giá trị cao nhất 0,76 MPa ở trạng thái khô khi lượng dùng CMC là 7,5% tổng lượng Na_2SiO_3 . Do đó, có thể kết luận, lượng bổ sung CMC có ảnh hưởng đáng kể đến chất lượng của keo và từ đó ảnh hưởng đến độ bền dán dính của ván dán sử dụng các loại keo đó. Tuy nhiên, nghiên cứu này chỉ thực hiện kiểm tra độ bền dán

dính của ván ở trạng thái khô, kết quả biến động về độ bền dán dính không nhiều. Do đó, cần tiến hành thêm các nghiên cứu liên quan để đánh giá độ bền dán dính của ván trong điều kiện ẩm.

3.2.2. Độ bền uốn tĩnh

Độ bền uốn tĩnh (MOR) là một trong những chỉ tiêu cơ học quan trọng của vật liệu gỗ nói chung và ván dán nói riêng. MOR cho biết khả năng chịu tải nhằm chống lại biến dạng của tấm ván trong quá trình sử dụng. Trong nghiên cứu này, MOR của các mẫu ván dán sử dụng keo UF với các tỉ lệ bổ sung CMC khác nhau đã được xác định và kết quả được thể hiện ở hình 7. Từ kết quả nghiên cứu, có thể thấy khi lượng dùng CMC tăng lên, độ bền uốn tĩnh của ván giảm xuống. Giá trị cao nhất của MOR đạt được tại mẫu đối chứng (56,583 MPa), tức khi không bổ sung CMC trong quá trình phản ứng tổng hợp keo. Kết quả này tương đồng với nghiên cứu của Istek và cs (2020) [2], theo đó khi hàm lượng CMC tăng lên, độ bền uốn tĩnh của ván dăm cũng có xu hướng giảm xuống. Từ kết quả nghiên cứu, có thể kết luận rằng sự có mặt của CMC trong quá trình tổng hợp keo UF có ảnh hưởng tiêu cực đến độ bền uốn tĩnh của ván dán sử dụng loại keo đó.



Hình 7. Độ bền uốn tĩnh với tỉ lệ CMC khác nhau

4. KẾT LUẬN

Qua quá trình tổng hợp keo UF với các tỉ lệ sử dụng CMC khác nhau đã tạo ra các loại keo UF-CMC. Kết quả chỉ ra rằng, hàm lượng khô và độ nhớt của keo UF được cải thiện khi bổ sung một lượng CMC trong quá trình tổng hợp. Keo sau khi tổng hợp được sử dụng để ép tạo ván dán và tiến

hành kiểm tra tính chất cơ học của ván đã cho thấy, độ bền kéo trượt màng keo (khô) của ván đạt giá trị cao nhất tại tỉ lệ bổ sung CMC là 0,25%, nhưng CMC lại gây ảnh hưởng tiêu cực đến độ bền uốn tĩnh của ván. Kết quả nghiên cứu này là thông tin bước đầu trong hướng nghiên cứu biến tính keo UF bằng CMC. Để có thêm cơ sở khẳng định mức độ cải thiện chất lượng của sản phẩm như các chỉ tiêu cơ học của ván dán cần tiến hành thêm các nghiên cứu với quy mô rộng và sâu hơn nữa.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Zhan-hua Huang, Xin Yu, Wei Li, Shou-xin Liu (2015). Preparation of urea-formaldehyde paraffin microcapsules modified by carboxymethyl cellulose as a potential phase change material. *Journal of Forestry Research*, 26(1), 253 – 260.
2. Abdullah Istek, Aziz Bicer, Ismail Ozlusoylu (2020). Effect of sodium carboxymethyl cellulose (Na-CMC) added to urea-formaldehyde resin on particleboard properties. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 44(5), 526 – 532.
3. Özlüsoylu İ and İstek A. (2018). Effect of urea formaldehyde resin reinforced with sodium carboxymethylcellulose (Na-CMC) on particleboard properties and formaldehyde emission. *Turkish Journal of Forestry*, 19(3), 317 – 322.
4. Xinli Zhang, Xiaomei Liu, Shoulu Yang, Kequan Long, Yiqiang Wu (2012). Effect of carboxyl methyl cellulose on the adhesion properties of sodium silicate wood adhesive. *Proceedings of 2012 International Conference on Biobase Material Science and Engineering*, Changsha, China, 2012, pp. 230 - 233.
5. Zhibang Qiao, Jiyong Gu, Yingfeng Zuo, Haiyan Tan, Yanhua Zhang (2014). The effect of carboxymethyl cellulose addition on the properties of starch-based wood adhesive. *BioResources*, 9(4), 6117 - 6129.
6. Tiêu chuẩn Trung Quốc GB/T 14732-2017 - Keo dán gỗ: Keo ure-formaldehyde (UF), phenol-formaldehyde (PF) và melamin-formaldehyde (MF).

7. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 8328-1:2010 (ISO 12466-1:2007) Ván gỗ dán - Chất lượng dán dính - Phần 1: Phương pháp thử.

8. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 12446:2018 (ISO 16978:2003) Ván gỗ nhân tạo – Xác định mô đun đàn hồi khi uốn và độ bền uốn.

**THE EFFECT OF CARBOXYMETHYL CELLULOSE ADDITION
ON PROPERTIES OF UREA FORMALDEHYDE RESIN AND PLYWOOD**

Nguyen Thi Thuan¹, Vu Manh Tuong¹, Nguyen Van Tu²

¹*Vietnam National University of Forestry – Dong Nai Campus*

²*Ho Chi Minh City University of Technology and Education*

Summary

Urea-formaldehyde (UF) resin plays an important role in plywood production. The quality of plywood is closely related to the adhesive quality used. In this study, Carboxymethyl cellulose (CMC) was introduced into the UF resin synthesis process to improve some properties of it. Experimental results show that when different amounts of CMC were added (ranging from 0 - 0.5% relative to the total amount by weight of UF), the properties of the UF, such as solid content, gel time, viscosity of the resin, and mechanical strength of plywood, including shear strength, and modulus of rupture, change significantly with positive trends. Specifically, as the CMC ratio increases, the solid content and viscosity of the resin increase too, while the shear strength and modulus of rupture of plywood show less important changes. However, the study also indicates that exceeding a CMC ratio of 0.5% adversely affects the quality of plywood.

Keywords: *Carboxymethyl cellulose (CMC), urea-formaldehyde resin, adhesive modification.*

Ngày nhận bài: 3/5/2024

Ngày chuyển phản biện: 13/5/2024

Ngày thông qua phản biện: 27/5/2024

Ngày duyệt đăng: 31/5/2024