

## NGHIÊN CỨU KHẢ NĂNG PHÒNG CHỐNG NẤM MỤC VÀ MỐI HẠI GỠ CỦA CÁC VẬT LIỆU NANO TiO<sub>2</sub>, ZnO, CuO, SiO<sub>2</sub>, NANOCLAY

Bùi Văn Ái, Nguyễn Duy Vượng, Bùi Thị Thủy, Lê Ngọc Hoan, Hoàng Thị Tám  
Viện Nghiên cứu Công nghiệp rừng - Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam

### TÓM TẮT

**Từ khóa:** Bảo quản gỗ, mối *Coptotermes gestroi*, nấm mục *Pleurotus ostreatus*, vật liệu nano

Vật liệu nano TiO<sub>2</sub>, ZnO, CuO, SiO<sub>2</sub>, Nanoclay được phân tán trong dung môi nước và trong keo PF để nghiên cứu khả năng bảo quản gỗ. Gỗ Bò đề *Styrax tonkinensis* được tẩm các dung dịch nano và được khảo nghiệm hiệu lực phòng chống nấm mục *Pleurotus ostreatus* và mối nhà *Coptotermes gestroi*. Kết quả khảo nghiệm với nấm mục *P. ostreatus*, gỗ được tẩm dung dịch TiO<sub>2</sub> 0,4%; CuO 0,1 - 0,2% với chế độ tẩm 0,7Mpa, thời gian duy trì áp lực tẩm 60 phút đạt hiệu lực tốt với nấm mục. Các dung dịch chứa các nano còn lại đều đạt hiệu lực trung bình đến kém với nấm mục. Gỗ tẩm keo PF 25% thuần, keo PF 25% có phân tán vật liệu nano với chế độ tẩm 0,7Mpa, thời gian duy trì áp lực tẩm 120 phút đều đạt hiệu lực tốt phòng chống nấm mục. Kết quả khảo nghiệm hiệu lực với mối nhà *C. gestroi*, gỗ tẩm dung dịch TiO<sub>2</sub> nồng độ 0,2%; CuO 0,1 - 0,2%; ZnO 0,3% và 0,4% đạt hiệu lực tốt. Riêng nano SiO<sub>2</sub> và nano clay đạt hiệu lực kém với mối. Gỗ tẩm keo PF 25% thuần có hiệu lực trung bình nhưng các công thức PF 25% có phân tán vật liệu nano thí nghiệm đều cho hiệu lực tốt đối với mối hại gỗ.

### Studying on the protective effectiveness of wood treated with nanomaterials TiO<sub>2</sub>, ZnO, CuO, SiO<sub>2</sub>, nanoclay against wood destroying basidiomycetes and termites

**Key words:** Wood preservation, *Coptotermes gestroi*, *Pleurotus ostreatus*, nanomaterials.

Nanomaterials TiO<sub>2</sub>, ZnO, CuO, SiO<sub>2</sub>, Nanoclay were dispersed in water solvent and PF for researching wood protective effectiveness. *Styrax tonkinensis* wood treated with nanomaterials was tested for determining the protective effectiveness of wood preservatives against wood destroying basidiomycetes and termites. Against the rotting fungi *Pleurotus ostreatus*, high effectiveness was observed in specimens treated with TiO<sub>2</sub> suspensions 0.4% and CuO suspensions (0.1 - 0.2%) by vacuum-pressure method at 0.7Mpa in 60 minutes. Specimens treated with suspensions of other nano material demonstrated average and low effectiveness. High effectiveness was observed in specimens treated with PF 25% with or without nano material by vacuum-pressure method at 0.7Mpa in 120 minutes. Against the termite *Coptotermes gestroi*, *Styrax tonkinensis* wood treated with TiO<sub>2</sub> suspensions (0.2%), CuO suspensions (0.1 - 0.2%) and ZnO suspensions (0.3 and 0.4%) demonstrated good resistance, while suspensions of the same agents at other concentration illustrated average effectiveness. Low effectiveness was observed at specimens treated with nano clay and nano SiO<sub>2</sub>. Wood specimens of *Styrax tonkinensis* treated with nano materials illustrated good effectiveness, while other specimens treated with PF 25%, without nano material illustrated average effectiveness.

## I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Tại các nước phát triển, công nghệ nano với những lợi thế diệt khuẩn vượt trội đã là một công nghệ mới an toàn với người sử dụng và môi trường đang được nghiên cứu, ứng dụng trong bảo quản gỗ. Vật liệu nano dùng để xử lý gỗ ở các dạng chính: dạng chất lỏng phân tán hạt nano, dạng nhựa (resin) được phân tán hạt nano, và dạng chất phủ được phân tán hạt nano.

Một số loại vật liệu nano đã được nghiên cứu đánh giá hiệu lực phòng chống sinh vật hại gỗ. ZnO kích thước 20nm và 40nm, nồng độ 0,06 - 0,22% khi tẩm vào gỗ Vân sam *Picea abies*, Thông *Pinus sylvestris*, Dẻ gai châu Âu *Fagus sylvatica* được thử nghiệm với nấm *Poria placenta*. Kết quả hao hụt khối lượng mẫu do nấm lần lượt là (0,66 - 6,60%); (7,16 - 18,25%) so với (31,92 - 45,05%) ở mẫu đối chứng (Bak *et al.*, 2012). Nano TiO<sub>2</sub> hàm lượng 0,25 mg/ml được dùng để tẩm vào gỗ theo phương pháp ngâm thường cho 8 loài gỗ trong 7 ngày sau 50 ngày khảo nghiệm không có sự xâm hại của nấm mục trắng và mục nâu, trong khi các mẫu không xử lý bị xâm hại từ 35 đến 70% (Giovani De Filpo *et al.*, 2013).

Những ưu điểm sử dụng vật liệu kích thước nano kim loại đã được kiểm chứng trong công trình của Kartal và đồng tác giả. Trong công trình này, hiệu quả chống rửa trôi, chống mối, nấm mốc và nấm mục của các nano kẽm, đồng, các oxit và muối của chúng đã được đánh giá. Dung dịch thuốc bảo quản dạng nano, không chỉ nâng cao hiệu quả chống sinh vật hại gỗ mà còn giảm thiểu lượng hóa chất sử dụng, giảm thiểu sự rửa trôi hóa chất bảo quản khỏi gỗ. Gỗ có khối lượng thể tích 0,37g/cm<sup>3</sup> được tẩm với 400ppm dung dịch nano đồng, bạc, kẽm, áp lực 2,5 bar trong 20 phút. Kết quả chụp quang phổ cho thấy không có sự thay đổi điểm cực đại lignin và cacbonhydrat trước và sau khi thử nấm *Trametes vesicolor*. Điều này cho thấy các nano kim loại này có khả năng kháng nấm

mục. Tuy nhiên, tác giả cũng cho biết không có kim loại nano nào thể hiện hiệu lực tốt với nấm mốc.

Ở Việt Nam, công nghệ nano là một lĩnh vực mới chỉ phát triển mạnh trong những năm gần đây. Với lĩnh vực xử lý nâng cao tính chất gỗ mới có một vài nghiên cứu sử dụng vật liệu nano TiO<sub>2</sub> để nâng cao tính chất cơ lý gỗ (Cao Quốc An, 2013; Nguyễn Văn Thiết, 2013), song các nghiên cứu này chưa đề cập đến khả năng cải thiện độ bền tự nhiên gỗ.

Bài báo này trình bày kết quả đánh giá khả năng phòng chống nấm mục và mối hại gỗ của vật liệu nano TiO<sub>2</sub>, ZnO, CuO, SiO<sub>2</sub>, nanoclay được dùng ở dạng phân tán trong dung môi nước và phân tán trong keo PF.

## II. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1. Vật liệu nghiên cứu

Vật liệu gỗ: Gỗ Bò đề (*Styrax tonkinensis*) làm giá thể để tẩm dung dịch nano khảo nghiệm.

Vật liệu nano: nano TiO<sub>2</sub>, ZnO, CuO, SiO<sub>2</sub>, Nanoclay.

Các hóa chất thông dụng trong phòng thí nghiệm vi sinh: agar, cồn, glucose, nước cất.

Nấm mục trắng *Pleurotus ostreatus*

Loài Mối nhà *Coptotermes gestroi*.

### 2.2. Phương pháp nghiên cứu

\* Chuẩn bị các dung dịch nano TiO<sub>2</sub>, CuO, SiO<sub>2</sub>, ZnO, nanoclay:

- Vật liệu nano được phân tán trong dung môi nước có sự hỗ trợ của các chất hoạt động bề mặt phù hợp. Các cấp nồng độ gồm: TiO<sub>2</sub> và ZnO (0,1; 0,2; 0,3; 0,4%), CuO và SiO<sub>2</sub> (0,05; 0,1; 0,15; 0,2%), nanoclay (0,2; 0,3; 0,4; 0,5%).

- Vật liệu nano được phân tán trong keo PF có sự hỗ trợ của các chất hoạt động bề mặt phù hợp với các cấp nồng độ gồm: TiO<sub>2</sub> (0,5; 1g/lít), ZnO (1; 2g/lít), SiO<sub>2</sub> (2,5; 5g/lít), nanoclay (1; 2,5%).

Các dung dịch nano được phân tán trong các

dung môi bằng thiết bị đồng hóa siêu âm và khuấy trộn cắt nhanh trong thời gian 30 phút.

### 2.2.1. Phương pháp xác định hiệu lực của gỗ xử lý với nấm mục

**Xử lý mẫu gỗ trước khi tẩm thuốc:** Mẫu gỗ được sấy khô kiệt ở nhiệt độ  $103 \pm 2^\circ\text{C}$ . Cân xác định khối lượng khô kiệt của mẫu ( $m_0$ ). Giữ mẫu gỗ trong bình hút ẩm đến khi tẩm.

**Tẩm thuốc vào mẫu gỗ:** Gỗ được tẩm các dung dịch nano hoặc tẩm keo PF được phân tán các dung dịch nano theo phương pháp chân không - áp lực với độ sâu chân không 600 mmHg, áp lực tẩm 0,7 Mpa duy trì trong thời gian 60 phút đối với dung dịch nano và 120 phút đối với dung dịch keo PF - nano.

**Khử trùng mẫu trước khi thử nghiệm:** Mẫu trước khi đặt vào bình Colexan phải được hấp khử trùng để hạn chế sự phát triển của các loại vi sinh vật khác.

**Nuôi cấy nấm vào bình colexan và phơi nhiễm nấm:** Gây nuôi nấm mục *P.ostreatus* trong các bình Colexan. Đặt mẫu gỗ vào bình và đậy chặt nút bông lại. Xếp các bình trên vào phòng nuôi nấm duy trì nhiệt độ  $25 - 28^\circ\text{C}$ , ẩm độ 70 - 80%, trong thời gian 4 tháng. Định kỳ 2 tuần kiểm tra bằng mắt thường sự phát triển và phá hoại của nấm, loại bỏ các bình bị nhiễm tạp.

**Gỡ mẫu sau khi phơi nhiễm nấm:** Hết thời gian thử nghiệm, tiến hành gỡ mẫu ra khỏi bình Colexan, gạt bỏ sợi nấm trên bề mặt, sấy khô kiệt ở nhiệt độ  $103 \pm 2^\circ\text{C}$  và cân xác định khối lượng mẫu sau thử nấm ( $m_2$ ).

**Đánh giá hiệu lực của thuốc bảo quản gỗ**

- Tính hao hụt khối lượng của mẫu theo công thức:

$$H = \frac{(m_0 - m_2) \times 100}{m_0}$$

**Trong đó:**

H: Tỷ lệ phần trăm hao hụt khối lượng của mỗi mẫu (%);

$m_0$ : Khối lượng khô kiệt của mẫu trước khi thử nấm (g);

$m_2$ : Khối lượng khô kiệt của mẫu sau khi thử nấm (g);

- Đánh giá hiệu lực phòng chống nấm mục: Dựa vào hao hụt khối lượng của mẫu theo bảng sau:

Hao hụt khối lượng của mẫu thử (%)	Hiệu lực
$0 < H \leq 5$	Tốt
$5 < H \leq 10$	Khá
$10 < H \leq 20$	Trung bình
$H > 20$	Kém

### Tính hợp lệ của số liệu

Tính hợp lệ của số liệu thử nấm mục được đánh giá qua mẫu đối chứng riêng, là mẫu gỗ Bò đề không tẩm thuốc được đặt riêng trong 4 bình Colexan, mỗi bình 3 mẫu. Hao hụt khối lượng của mẫu đối chứng riêng phải đạt 20% trở lên.

### 2.2.2. Phương pháp xác định hiệu lực của gỗ xử lý với mối

+ Quy cách mẫu gỗ: Mẫu gỗ đồng đều, không khuyết tật, chưa bị sâu nấm phá hoại. Gỗ sau khi xẻ xuyên tâm, loại bỏ phần gỗ lõi.

Gỗ được xẻ thành mẫu nhỏ, kích thước  $150 \times 30 \times 10\text{mm} \pm 1\text{mm}$ .

Mỗi công thức thí nghiệm có 5 mẫu: 3 mẫu tẩm thuốc, 2 mẫu đối chứng. Lặp 3 lần;

+ Xử lý mẫu và tẩm thuốc: Tương tự mẫu thử nấm.

+ Khảo nghiệm: Xếp mẫu khảo nghiệm trong môi trường có mối nhà *C. gestroi* đang hoạt động mạnh trong thời gian 1 tháng. Kiểm tra, nếu thấy trên 70% mẫu đối chứng bị mối phá hoại thì tiến hành đánh giá. Gỡ mẫu, gạt bỏ đất bám vào mẫu, sấy mẫu khô kiệt ở nhiệt độ  $103 \pm 2^\circ\text{C}$ , cân xác định khối lượng mẫu (Mst), quan sát và dùng thước để đánh giá theo các chỉ tiêu sau: Tỷ lệ phần trăm số mẫu tẩm có vết

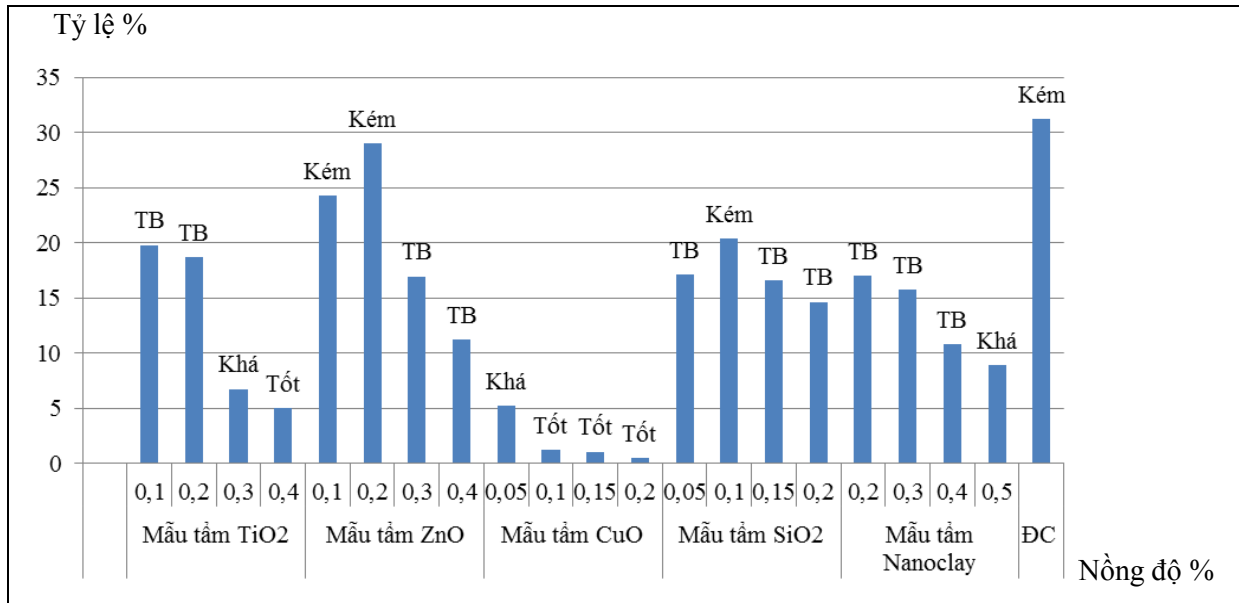
mỗi ăn, tỉ lệ phần trăm số mẫu có vết mỗi ăn rộng  $\geq 1\text{cm}^2$ , tỉ lệ phần trăm số mẫu có vết mỗi ăn sâu  $\geq 1\text{mm}$ . Cộng dồn điểm đánh giá của 3 chỉ tiêu và xếp loại hiệu lực kém, trung bình hoặc tốt.

**III. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU**

**3.1. Hiệu lực phòng chống nấm mục của gỗ Bò đề sau xử lý tẩm các dung dịch nano**

**3.1.1. Hiệu lực phòng chống nấm mục *Pleurotus ostreatus* của gỗ Bò đề sau xử lý tẩm dung dịch lỏng chứa nano**

Hiệu lực phòng chống nấm mục *Pleurotus ostreatus* của gỗ Bò đề sau xử lý tẩm dung dịch lỏng chứa nano được thể hiện qua tỷ lệ % hao hụt khối lượng mẫu thử và từ đó xếp loại hiệu lực phòng chống nấm mục, thể hiện ở hình 1.



**Hình 1.** Hiệu lực phòng chống nấm mục *P. ostreatus* của gỗ tẩm các dung dịch nano

Nhận xét: Các công thức của CuO xử lý gỗ Bò đề cho thấy hao hụt khối lượng mẫu do nấm chỉ khoảng 5%. Các công thức CuO đều cho hiệu lực tốt, riêng công thức CuO 0,05% cho hiệu lực khá phòng chống nấm mục *P. ostreatus*. Trong các công thức của nano TiO<sub>2</sub>, cấp nồng độ 0,4% cho hiệu lực tốt phòng chống nấm mục với hao hụt khối lượng mẫu tẩm dưới 5%, các công thức khác của TiO<sub>2</sub> cho hiệu lực khá và trung bình phòng chống nấm mục. Các công thức thử nghiệm với nanoclay cho hiệu lực phòng chống nấm mục khá và trung bình. Các nghiên cứu đã công bố ứng dụng nanoclay trong xử lý gỗ chủ yếu nhằm tăng độ bền cơ lý gỗ, chưa thấy công bố về khả năng làm tăng khả năng kháng nấm mục. Các công thức của nano ZnO và SiO<sub>2</sub> cho hiệu lực phòng chống nấm mục trung bình và kém.

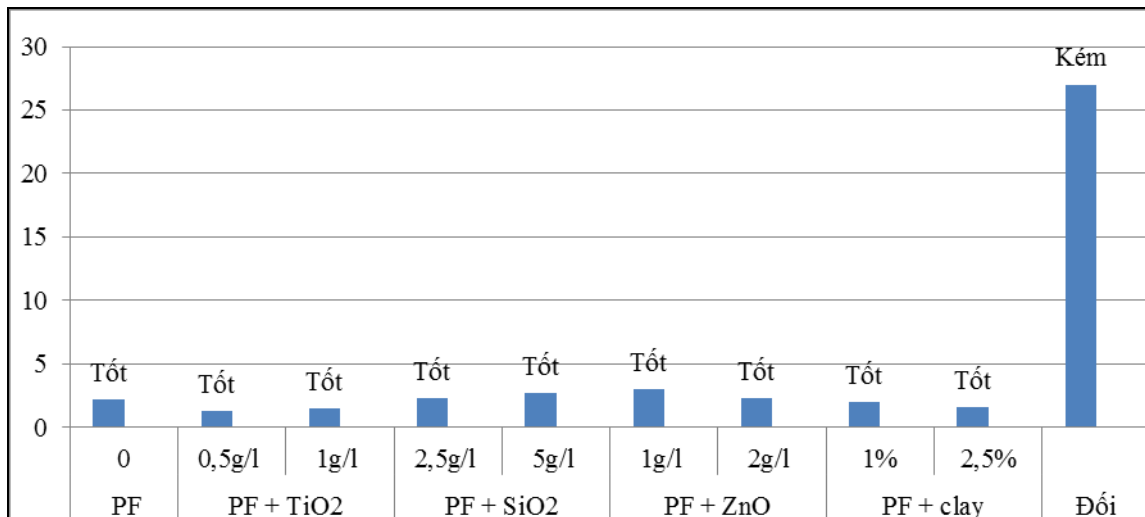
Đối chiếu với các công bố thì dung dịch nano CuO không có hiệu lực phòng chống nấm mục nâu *Antrodia* sp. (hao hụt khối lượng mẫu 19 - 33%) song đạt hiệu lực tốt phòng chống nấm mục nâu *Gloeophyllum trabeum* và nấm mục trắng *Trametes versicolor*, hao hụt khối lượng mẫu 3 - 15%, 6%, so với mẫu đối chứng hao hụt 65%, 30%, một cách tương ứng và tương tự CuSO<sub>4</sub> (Kartal et al., 2009).

Kết quả thử nghiệm gỗ tẩm nano TiO<sub>2</sub> tương tự nghiên cứu của Giovanni De Filpo và đồng tác giả (2013) cho thấy mẫu thử không có sự xâm hại của nấm mục, trong khi các mẫu không xử lý bị xâm hại từ 35 đến 70%.

Kết quả thử nghiệm gỗ tẩm nano Silic cho hiệu lực phòng chống nấm kém hơn so với Silic vô cơ. Gỗ tẩm bằng dung dịch sol của

silica tổng hợp từ dung dịch muối silicat kết hợp với boric và TEOS kết hợp với borax có hiệu lực tốt phòng chống nấm mục *Pleurotus ostreatus* (Nguyễn Thị Bích Ngọc, 2013).

### 3.1.2. Hiệu lực phòng chống nấm mục *Pleurotus ostreatus* của gỗ Bồ đề sau xử lý tẩm keo PF có phân tán vật liệu nano



**Hình 2.** Hiệu lực phòng chống nấm mục *P. ostreatus* của các mẫu gỗ Bồ đề tẩm keo PF phân tán các vật liệu nano

Kết quả ở hình 2 cho thấy gỗ Bồ đề tẩm keo PF đơn thuần ở nồng độ 25% và tẩm keo PF 25% có phân tán nano TiO<sub>2</sub>, SiO<sub>2</sub>, ZnO và nanoclay, đều đạt hiệu lực tốt. Keo PF đã được xử lý trên gỗ Bạch đàn uro, gỗ sau đó được nén ép cho thấy hiệu lực tốt phòng chống nấm mục *Pleurotus ostreatus*, *Lentunus edodes*. Dung dịch keo phenol có tính hòa tan trong nước, khi vào trong gỗ, thông qua gia nhiệt sẽ tạo thành phản ứng tụ hợp bên trong gỗ, từ đó ngoài khả năng làm ổn định kích thước gỗ còn có khả năng bảo quản tốt. Gỗ đã qua xử lý biến tính, có ASE từ 60 - 70%, thì không thấy xuất hiện hiện tượng bị mục (Nguyễn Quang Trung, 2010).

Với mức hàm lượng keo đạt 25%, lượng keo thấm vào gỗ đã phát huy tác dụng cản trở quá

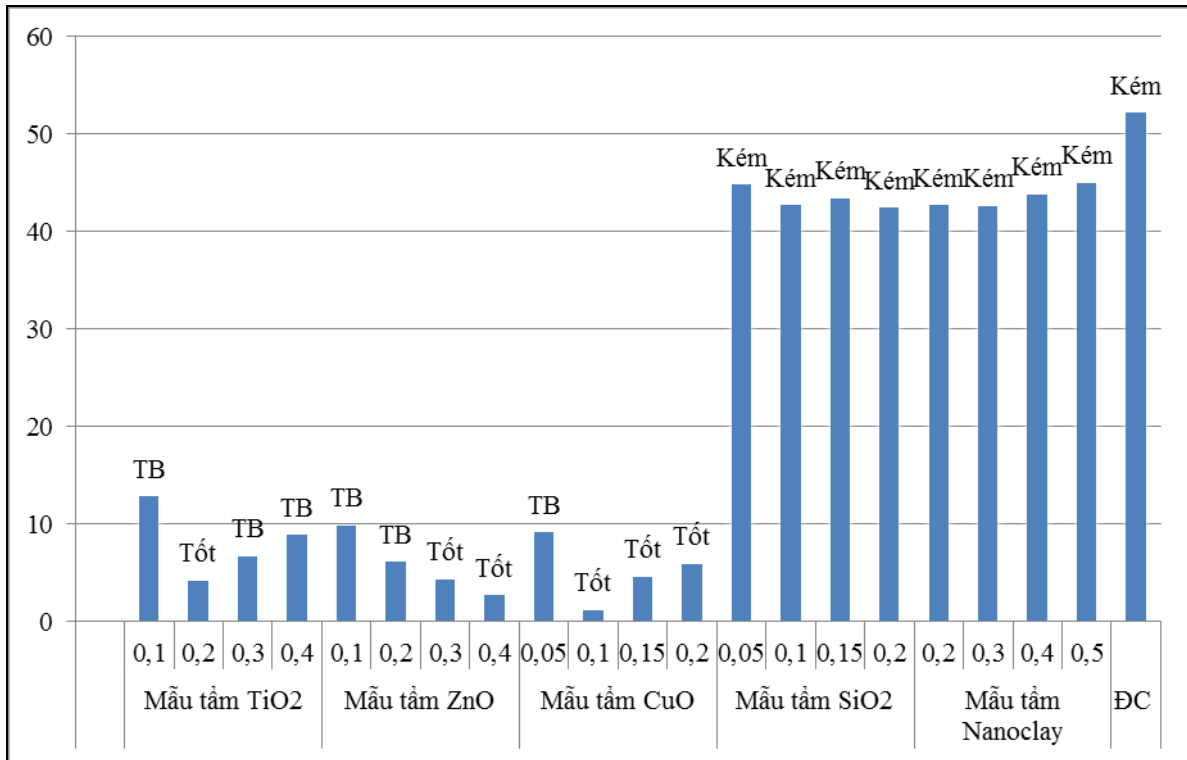
Hiệu lực phòng chống nấm mục *P. ostreatus* của gỗ Bồ đề sau xử lý tẩm keo PF có phân tán vật liệu nano được thể hiện qua tỷ lệ % hao hụt khối lượng mẫu thử và từ đó xếp loại hiệu lực phòng chống nấm mục, thể hiện ở hình 2.

trình thâm nhập và phát triển của sợi nấm vào sâu trong mẫu gỗ, do đó hiệu lực phòng chống nấm mục của các công thức tẩm keo PF đơn thuần 25% và phối hợp với các loại vật liệu nano đều đạt mức tốt.

### 3.2. Hiệu lực phòng chống mối của gỗ Bồ đề sau xử lý tẩm các dung dịch nano

#### 3.2.1. Hiệu lực phòng chống mối *Coptotermes gestroi* của gỗ Bồ đề sau xử lý tẩm các dung dịch lỏng chứa nano

Hiệu lực phòng chống mối *C. gestroi* của gỗ Bồ đề sau xử lý tẩm các dung dịch lỏng chứa nano được thể hiện qua cách tính điểm vết mối ăn để xếp loại hiệu lực và tỷ lệ % hao hụt khối lượng mẫu thử, thể hiện ở hình 3.



**Hình 3.** Hiệu lực phòng chống mối *C. gestroi* của gỗ Bò đề tẩm các dung dịch nano

Nếu xét theo cách tính điểm của vết mối ăn trên mẫu thử thì có 3 loại gồm nano TiO<sub>2</sub>, CuO và ZnO thể hiện hiệu lực phòng chống mối tốt và trung bình. Nếu xét theo tiêu chí hao hụt khối lượng mẫu, các công thức này cũng ức chế hoạt động kiếm ăn của mối *C. gestroi* (hao hụt khối lượng dưới 10%, trừ công thức TiO<sub>2</sub> 0,1%). Trong đó, các công thức cho hiệu lực tốt và cho hao hụt khối lượng mẫu dưới 5% là TiO<sub>2</sub> 0,2%, ZnO 0,3% và 0,4%, CuO 0,1% và 0,15%. Các nano SiO<sub>2</sub> và nanoclay đạt hiệu lực kém và tỷ lệ hao hụt khối lượng khoảng 45%, tương đương mẫu đối chứng 52,19%.

Kết quả thử nghiệm với nano ZnO tương tự còn nano CuO có sai khác với một số nghiên cứu đã công bố. Các dung dịch nano CuO cho hiệu lực phòng chống mối thấp hơn ZnO hoặc ZnO kết hợp Ag (hao hụt khối lượng mẫu 18% so với 3%, 4%), một cách tương ứng (Kartal *et al.*, 2009). Nano ZnO 0,5% có hoặc không kết

hợp Ag có hiệu lực tốt phòng chống mối, cho tỷ lệ mối chết 70 - 76% còn nano CuO không có hiệu lực phòng chống mối. So với các kim loại này ở dạng kích thước lớn thì nano CuO giảm hiệu lực phòng chống mối (hao hụt khối lượng 18% so với 3% ở CuSO<sub>4</sub>), nano ZnO tương tự ZnSO<sub>4</sub> (Green và Arango, 2007).

Kết quả thử nghiệm với nano SiO<sub>2</sub> tương tự nghiên cứu của một số tác giả. Gỗ thông được xử lý lắng đọng silica thông qua chuyển hóa sol gel của TEOS bị mối *Coptotermes acinacifomis* phá hoại hoàn toàn, 98% khối lượng mẫu thử được mối dùng làm nguồn thức ăn (Cookson *et al.*, 2007). Gỗ Bò đề và Keo lai tẩm bằng dung dịch sol của silica tổng hợp từ dung dịch muối silicat kết hợp với boric và TEOS kết hợp với borax có hiệu lực kém và trung bình phòng chống mối *C. gestroi* (Nguyễn Thị Bích Ngọc, 2013).

Với TiO<sub>2</sub> và CuO có đặc điểm chung là hiệu lực phòng chống mối không tăng tỷ lệ thuận

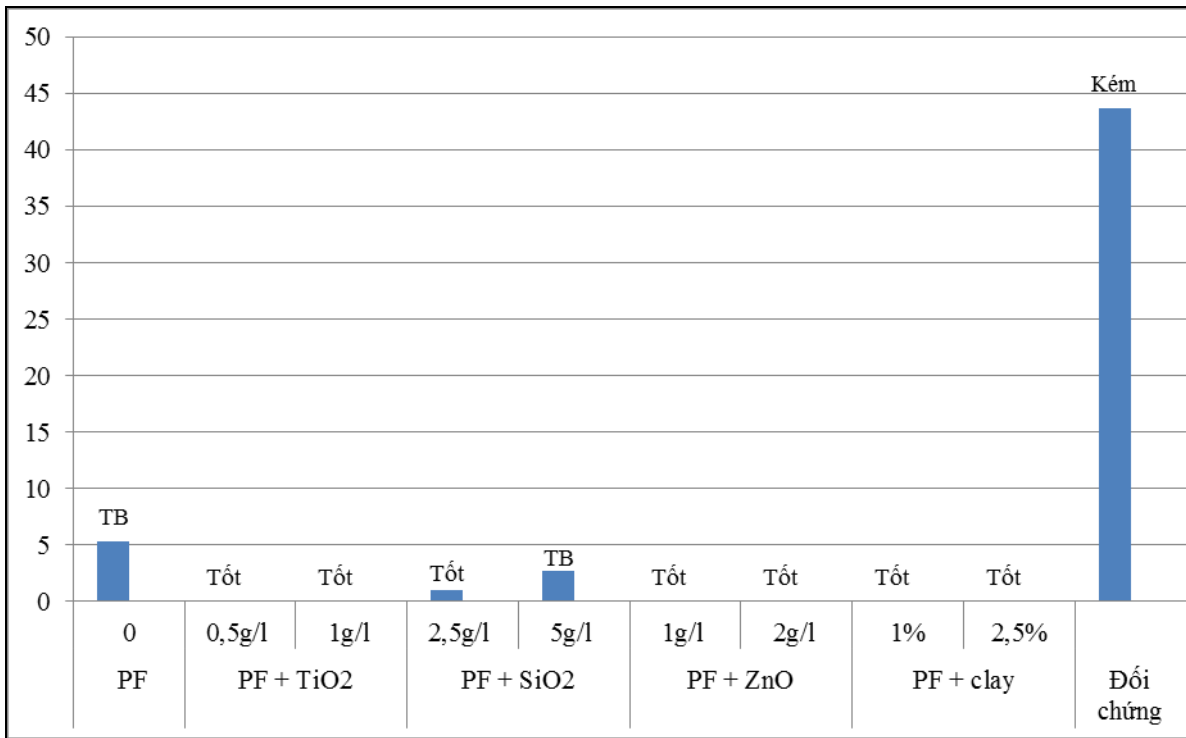
theo mức tăng của nồng độ dung dịch xử lý. Đây là điểm khác biệt so với các loại thuốc bảo quản gỗ thông thường, là hiệu lực với sinh vật gây hại tăng lên tỷ lệ thuận với nồng độ dung dịch xử lý. Hiện tượng này cũng được đề cập trong nghiên cứu của Clausen và đồng tác giả (2007).

**3.2.2. Hiệu lực phòng chống mối *Coptotermes gestroi* của gỗ Bò đề sau xử lý tẩm keo PF có phân tán các vật liệu nano**

Hiệu lực phòng chống mối *C. gestroi* của gỗ Bò đề sau xử lý tẩm keo PF có phân tán các vật liệu nano được thể hiện qua cách tính

điểm vết mối ăn để xếp loại hiệu lực và tỷ lệ % hao hụt khối lượng mẫu thử, thể hiện ở hình 4.

Kết quả ở hình 4 cho thấy gỗ Bò đề xử lý tẩm keo PF hàm lượng 25% đơn thuần thể hiện hiệu lực phòng chống mối trung bình nhưng tỷ lệ hao hụt mẫu thấp đạt 5,3%. Khi gỗ được xử lý keo PF hàm lượng 25% có phân tán nano TiO<sub>2</sub>, SiO<sub>2</sub>, ZnO và nanoclay đều thể hiện hiệu lực tốt với mối. Khả năng phòng chống mối tốt nhất là nhóm các công thức PF có hạt Nano clay phân tán, hạt ZnO phân tán, hạt TiO<sub>2</sub> phân tán và cuối cùng là nhóm công thức có hạt SiO<sub>2</sub> phân tán.



**Hình 4.** Hiệu lực phòng chống mối *C.gestroi* của gỗ Bò đề tẩm keo PF - nano

So sánh với kết quả thử dung dịch nano đơn thuần (hình 3) cho thấy sự kết hợp keo PF và các dung dịch nano TiO<sub>2</sub>, ZnO, SiO<sub>2</sub> và nanoclay làm tăng hiệu lực phòng chống mối chủ yếu trung bình hoặc kém lên mức tốt (hình 4).

**IV. KẾT LUẬN**

Gỗ Bò đề tẩm dung dịch TiO<sub>2</sub> 0,4%; CuO 0,1 - 0,2% với chế độ tẩm 0,7Mpa, thời gian duy trì áp lực tẩm 60 phút đạt hiệu lực tốt với nấm mục *P. ostreatus*. Các dung dịch nano đơn thuần còn lại đều đạt hiệu lực từ trung bình đến kém với nấm mục. Gỗ Bò đề tẩm keo PF



25% đơn thuần và PF 25% có phân tán vật liệu nano với chế độ tẩm 0,7Mpa, thời gian duy trì áp lực tẩm 120 phút đều đạt hiệu lực tốt phòng chống nấm mục *P. ostreatus*.

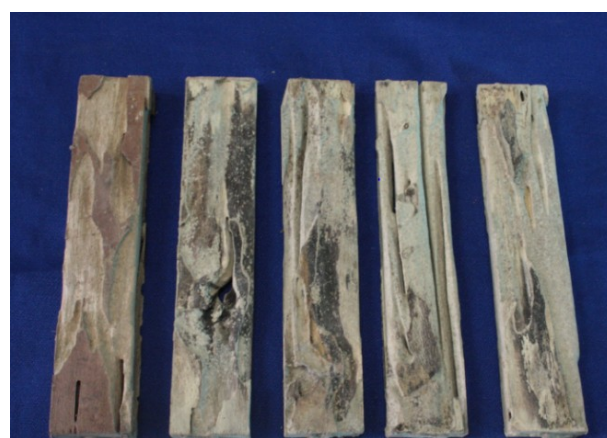
Gỗ Bò đề xử lý tẩm dung dịch TiO<sub>2</sub> nồng độ 0,2%; CuO 0,1 - 0,2%; ZnO 0,3 và 0,4% với chế độ tẩm 0,7Mpa, thời gian duy trì áp lực tẩm 60 phút có hiệu lực tốt với mối *C. gestroi*. Các nano này ở các nồng độ khác đạt hiệu lực trung bình. Riêng nano SiO<sub>2</sub> và nano clay đạt

hiệu lực kém. Gỗ tẩm keo PF 25% với chế độ tẩm 0,7Mpa, thời gian duy trì áp lực tẩm 120 phút, có hiệu lực trung bình và các công thức PF 25% có phân tán vật liệu nano đều cho hiệu lực tốt đối với mối hại gỗ.

Kết quả đánh giá hiệu lực phòng chống côn trùng và nấm là cơ sở khoa học tốt, cùng với các đánh giá khác về khả năng cải thiện tính chất cơ lý của gỗ sau xử lý để lựa chọn những công thức phù hợp nhất để xử lý gỗ.



**Ảnh 1.** Mẫu gỗ Bò đề tẩm PF phân tán nano TiO<sub>2</sub> thử nấm *Pleurotus ostreatus* (Mẫu thử ở 2 bên, mẫu đối chứng ở giữa)



**Ảnh 2.** Mẫu gỗ Bò đề tẩm PF phân tán nano TiO<sub>2</sub> thử mối *Coptotermes gestroi* (bên trái) và mẫu đối chứng (bên phải)



**TÀI LIỆU THAM KHẢO**

1. Cao Quốc An, 2013. Nghiên cứu ứng dụng vật liệu nano để nâng cao chất lượng ván lạng. Báo cáo tổng kết đề tài cấp Bộ (2012 - 2013), Bộ Nông nghiệp & PTNT.
2. Nguyễn Thị Bích Ngọc, 2013. Nghiên cứu xử lý gỗ rừng trồng bằng hợp chất vô cơ nhằm nâng cao độ bền tự nhiên, độ ổn định kích thước và khả năng chống cháy. Báo cáo tổng kết đề tài cấp Bộ (2010 - 2012), Bộ Nông nghiệp & PTNT.
3. Nguyễn Quang Trung, 2010. Nghiên cứu xử lý một số loại gỗ rừng trồng từ nhóm V đến nhóm VIII làm nguyên liệu đóng tàu thuyền đi biển. Báo cáo tổng kết đề tài Khoa học & Công nghệ trọng điểm cấp Nhà nước, Bộ Khoa học và Công nghệ.
4. Bak M., Yimmou B. M., Csupor K., Nemeth R. , Csoka L., 2012. Enhancing the durability of wood against wood destroying fungi using nano-zinc, International Scientific Conference on Sustainable Development & Ecological Footprint.
5. Clausen C.A., 2007. Nanotechnology: Implications for the wood preservation industry, The international research group on wood protection, IRG/WP 07 - 30415.
6. Clausen C.A., Yang V. W., Arango R. A., Green F., 2009. Feasibility of Nanozinc Oxide as a Wood Preservative, Proceeding One Hundred Fifth Annual Meeting of the AMERICAN WOOD PROTECTION ASSOCIATION, Vol. 105, pp. 255 - 260.
7. Cookson L. J., Damian Kile Scown, Kevin James McCarthy and Narelle Chew, 2007. “The effectiveness of silica treatments against wood boring invertebrates”, *Holzforschung*, 61, 326 - 332.
8. Giovanni De Filpo, 2013. Preventing fungal growth in wood by titanium dioxide nanoparticles, *International Biodeterioration & Biodegradation*, Vol 85, pp: 217 - 222.
9. Kartal S.N., Green F., Clausen C.A., 2009. “Do the unique properties of nanometals affect leachability or efficacy against fungi and termites?”, *International Biodeterioration & Biodegradation* 63, pp.490 - 495.

**Người thẩm định:** PGS.TS. Nguyễn Thị Bích Ngọc