



KHẢ NĂNG PHÂN HỦY VỎ CÂY KEO (ACACIA) CỦA MỘT SỐ CHẾ PHẨM SINH HỌC

Nguyễn Hoàng Linh^{1,2}, Trần Đăng Hòa², Trần Thị Xuân Phương^{2,*}

¹ Viện Cây Lương Thực và Cây Thực Phẩm, Liên Hồng, Hải Dương, Việt Nam

² Trường Đại học Nông Lâm, Đại học Huế, 102 Phùng Hưng, Huế, Việt Nam

* Tác giả liên hệ: Trần Thị Xuân Phương <tranthixuanphuong@huaf.edu.vn>

(Ngày nhận bài: 19-7-2023; Ngày chấp nhận đăng: 31-10-2023)

Tóm tắt. Chúng tôi đánh giá khả năng phân hủy vỏ cây keo bằng năm chế phẩm sinh học (Chế phẩm EM, Chế phẩm Emuniv, Chế phẩm Emic, Chế phẩm vi sinh AT-YTB và Chế phẩm Sagi Bio) trong phòng thí nghiệm (45 °C, độ ẩm 60%, 1 g chế phẩm/1 kg vỏ keo) nhằm lựa chọn chế phẩm phù hợp để đưa vào quy trình ủ vỏ keo thành phân hữu cơ. Thí nghiệm được bố trí theo kiểu hoàn toàn ngẫu nhiên, sáu công thức với ba lần nhắc lại. Các chỉ số được theo dõi ở thời điểm: trước ủ và ở ngày thứ 10, 20, 30 sau ủ. Kết quả cho thấy, sau 30 ngày ủ, hàm lượng linhin và xenlulo của vỏ keo ở các công thức đã sụt giảm 7,8–10% và 6,65–8,45%. Hàm lượng linhin (13,8%), xenlulo (22,5%), các chất hòa tan trong nước nóng và còn ở công thức sử dụng Chế phẩm Emic và hàm lượng xenlulo ở công thức sử dụng Chế phẩm Sagi Bio (22,7%) sai khác có ý nghĩa thống kê so với đối chứng. Các chế phẩm đều có ảnh hưởng tốt đến độ ẩm và pH của vỏ keo. Hàm lượng đạm có xu hướng tăng nhẹ từ 0,28 đến 0,38% so với trước ủ. Hàm lượng OC và C/N có xu hướng giảm dần với 16,46–17,56% và 10,2–14,2% so với trước ủ. Trong phòng thí nghiệm, chế phẩm Emic và chế phẩm Sagi Bio có ảnh hưởng tốt đến quá trình phân hủy vỏ keo trong thời gian 30 ngày.

Từ khóa: chế phẩm sinh học, phân hủy, vỏ keo

Decomposition of Acacia's bark by using biological inoculants

Nguyen Hoang Linh^{1,2}, Tran Dang Hoa², Tran Thi Xuan Phuong^{2,*}

¹ Field Crops Research Institute, Lien Hong, Hai Duong, Vietnam

² University of Agriculture and Forestry, Hue University, 102 Phung Hung St., Hue, Vietnam

* Correspondence to Tran Thi Xuan Phuong <tranthixuanphuong@huaf.edu.vn>

(Submitted: July 19, 2023; Accepted: October 31, 2023)

Abstract. We evaluated the capability to degrade acacia bark with five inoculants (Inoculant EM, Inoculant Emuniv, Inoculant Emic, Inoculant AT-YTB, and Inoculant Sagi Bio) in the laboratory (45 °C, 60% humidity, 1 g of product/1 kg of acacia bark) to select the ones suitable to composting. The experiment was arranged in a completely randomized design with six treatments and three replications per treatment. The indicators

were monitored at the time before incubation and on the 10th, 20th, and 30th day after incubation. The results show that, on the 30th day, the lignin and cellulose contents of the acacia's bark in all treatments decreased by 7.8–10% and 6.65–8.45%. The content of lignin (13.8%), cellulose (22.5%), substances soluble in hot water and alcohol in treatment with Inoculant Emic and the content of cellulose in treatment with Inoculant Bio (22.7%) are statistically different compared with the control. All inoculants have a good effect on the moisture and pH of acacia's bark. The total nitrogen content in all treatments tends to increase slightly from 0.28 to 0.38%. The content of OC and C/N tends to decrease gradually over time (by 16.46–17.56% and 10.2 - 14.2%). Under laboratory conditions, the Emic inoculant and the Sagi Bio inoculant have a good effect on the decomposition of acacia's bark during 30 days of incubation.

Keywords: inoculants, decompose, acacia bark

1 Đặt vấn đề

Phụ phẩm có nguồn gốc từ thực vật hay còn được gọi là vật liệu linhin-xenlulo (lignocellulose) là cơ chất khó bị phân hủy sinh học (biodegradation) trong tự nhiên. Nó được cấu tạo bởi các thành phần hóa học chính là xenlulo, hemi-xenlulo, linhin và các chiết xuất hóa học khác [1]. Sự phân hủy nhanh hay chậm là tùy thuộc vào bản chất vật liệu và sự hiện diện của các loại chủng vi sinh vật. Theo Robert, trong tự nhiên quá trình phân hủy của gỗ là nhờ sự có mặt đồng thời của nấm, vi khuẩn và xạ khuẩn [2].

Tại Việt Nam, theo Tổng cục Lâm nghiệp thì diện tích keo đạt 2,35 triệu ha (2020), tương đương trên 53% trong tổng diện tích rừng trồng của Việt Nam. Lượng gỗ khai thác đạt 47 triệu m³/năm [3]. Trong cây keo thì vỏ chiếm trọng lượng trung bình từ 5,9%– 6,3% (Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam) [4]. Như vậy, lượng vỏ cây keo thải ra hàng năm ước tính khoảng 1,7 triệu tấn/năm (1 m³ gỗ keo có khối lượng 0,6 tấn). Phần lớn vỏ cây keo đã được tận dụng làm nguyên liệu đốt, phân bón hữu cơ, giá thể đệm lót sinh học trong chăn nuôi gia súc. Tuy nhiên, cho đến nay việc sử dụng nguyên liệu vỏ cây keo làm phân bón hữu cơ còn rất hạn chế trên thế giới cũng như Việt Nam.

Một số kết quả nghiên cứu đã tập trung vào quá trình phân hủy vỏ cây keo bởi vi sinh vật, cụ thể như sau: Ở Indonesia, để phân hủy nhánh, lá, vỏ cây keo đạt tỷ lệ C:N nhỏ hơn 20 bởi các chủng nấm bản địa thì cần thời gian ít nhất ba tháng [5, 6]. Ở Việt Nam, vỏ cây keo cũng đã được nhóm tác giả Lê Văn Tri nghiên cứu ủ vỏ cây keo thành nguyên liệu sản xuất phân hữu cơ vi sinh bởi các chủng vi sinh phân lập tại chỗ với thời gian ủ ít nhất ba tháng ngoài tự nhiên, để đạt được tỷ lệ C:N nhỏ hơn 10. Tuy nhiên, nghiên cứu này chưa đi sâu nghiên cứu khả năng phân hủy các thành phần chính của vỏ cây keo như linhin, hàm lượng xenlulo, các chất hòa tan trong nước nóng và cặn bởi chế phẩm sinh học [7].

Chính vì vậy, việc đánh giá khả năng phân hủy các thành phần của vỏ cây keo bởi chế phẩm sinh học nhằm tuyển chọn được chế phẩm sinh học có khả năng phân hủy vỏ cây keo nhanh và hiệu quả cao là cần thiết. Việc lựa chọn được chế phẩm tốt nhất để sử dụng trong bộ

kỹ thuật gia tốc ủ vò cây keo thành phân hữu cơ sẽ góp phần đáng kể vào việc thúc đẩy nhanh quá trình tuần hoàn vật chất, trả lại cacbon và dinh dưỡng cho đất từ các phụ phẩm nông lâm nghiệp. Bài báo này trình bày kết quả đánh giá khả năng phân hủy vò cây keo bởi các chế phẩm sinh học thương mại được tuyển chọn trên thị trường.

2 Đối tượng và phương pháp nghiên cứu

2.1 Đối tượng nghiên cứu

Vò cây keo (*Acacia*): Vò cây keo khô được thu thập tại các xưởng bóc gỗ được nghiền nhỏ với kích thước 1–3 cm, khối lượng 250 kg/m³ và độ ẩm 40% được sử dụng để nghiên cứu.

Chế phẩm sinh học: Nghiên cứu sử dụng 5 chế phẩm sinh học ở Bảng 1.

2.2 Phương pháp nghiên cứu

Thí nghiệm được bố trí theo kiểu hoàn toàn ngẫu nhiên (RCD) gồm 6 công thức và 3 lần nhắc lại/công thức. Cụ thể như sau: CT1 (đối chứng), không chế phẩm; CT2: Chế phẩm EM; CT3: Chế phẩm Emuniv; CT4: Chế phẩm EMIC; CT5: Chế phẩm AT-YTB; CT6: Chế phẩm Sagi Bio.

Bảng 1. Danh sách các chế phẩm sinh học sử dụng trong thí nghiệm

Chế phẩm sinh học	Thành phần
Chế phẩm EM	80 loài vi sinh vật cả kỵ khí và hiếu khí thuộc 10 chi khác nhau. Bao gồm các vi khuẩn quang hợp, vi khuẩn cố định Nito, xạ khuẩn, vi khuẩn <i>Lactic</i> , nấm men. Công ty Trách nhiệm hữu hạn phát triển công nghệ EM Việt Nhật. Nguồn gốc: Nhật Bản.
Chế phẩm Emuniv	<i>Bacillus subtilis</i> ($3,5 \times 10^{10}$ CFU/g); <i>Bacillus licheniformis</i> ($3,5 \times 10^9$ CFU/g); <i>Bacillus megaterium</i> (3×10^9 CFU/g); <i>Lactobacillus acidophilus</i> $2,2 \times 10^{10}$ (CFU/g); <i>Lactobacillus plantarum</i> $2,2 \times 10^{10}$ (CFU/g); <i>Streptomyces</i> sp (5×10^9 CFU/mL); <i>Saccharomyces cerevisiae</i> $2,5 \times 10^9$ (CFU/g). Công ty cổ phần Vi sinh ứng dụng sản xuất. Bộ Tài nguyên và Môi trường - Tổng cục Môi trường cấp giấy chứng nhận lưu hành số 94/LH-CPSHMT, ngày cấp 30/11/2018.
Chế phẩm Emic	Hỗn hợp vi sinh vật hữu ích thuộc các chi <i>Bacillus</i> , <i>Lactobacillus</i> , <i>Saccharomyces</i> , v.v. với mật độ $> 10^8$ CFU/g và chất mang (bột cám gạo, bột đậu). Sản xuất bởi Công ty cổ phần công nghệ vi sinh và môi trường (MitecOC) theo OCVN 7034-1:2003.
Chế phẩm vi sinh AT-YTB	<i>Bacillus</i> , <i>Lactobacillus</i> , <i>Saccharomyces cerevisiae</i> với mật độ 10^7 CFU/g. Do Trung tâm khoa học kỹ thuật trường đại học Y dược Thái Bình sản xuất và được Tổng cục môi trường - Bộ Tài nguyên và Môi trường cấp giấy chứng nhận số 55/LH/CPSHMT và số 56/LH/CPSHMT ngày 04/4/2018.
Chế phẩm Sagi Bio	Vi khuẩn thuộc chi <i>Bacillus</i> và <i>Streptomyces</i> với mật độ ($\geq 10^9$ CFU/gam) và phụ gia. Tổng cục Môi trường - Bộ Tài nguyên và Môi trường cấp phép lưu hành số 28/LH-CPSHMT ngày 08/8/2013.

Điều kiện thí nghiệm: Cho 1 kg vỏ keo vào hộp ủ PE chịu nhiệt có thể tích 5 lít, bổ sung các chế phẩm khác nhau với liều lượng 1 g chế phẩm/ 1.000 g vỏ c keo. Điều chỉnh độ ẩm vỏ keo đạt 60% ở tất cả các công thức thí nghiệm. Sau đó, cho vào tủ định ôn duy trì nhiệt độ liên tục ở mức 45 °C trong thời gian 30 ngày.

Các chỉ tiêu theo dõi: Tỷ lệ C/N, OC, pH, hàm lượng linhin, xenlulo và các chất hòa tan trong nước nóng và cùn, độ ẩm, ở các thời điểm: trước ủ, sau ủ 10 ngày, 20 ngày và 30 ngày. Phương pháp phân tích: Nitơ tổng số (TCVN 8557:2010); Các bon hữu cơ tổng số (TCVN 9294:2012); pH (sử dụng pH meter); độ ẩm (TCVN 9297:2012); linhin (tiêu chuẩn TAPPI 222 OC- 98); xenlulo (tiêu chuẩn TAPPI 17 wd-70); các chất hòa tan trong nước nóng (tiêu chuẩn TAPPI T207 cm-99); các chất hòa tan trong cùn (tiêu chuẩn TAPPI T207 cm-97). Địa điểm phân tích: Viện Khoa học kỹ thuật nông lâm nghiệp miền núi phía Bắc.

Phương pháp xử lý số liệu: Số liệu được xử lý ANOVA một nhân tố, sau đó kiểm định bằng Turkey-Kramer test ở mức $P < 0,01$ trên phần mềm Excel 2016 và Statistic 10.0. Tỷ lệ phần trăm được chuyển sang acsin bình phương (acsin square) trước khi xử lý thống kê.

3 Kết quả và thảo luận

3.1 Thành phần lý hóa của vỏ keo

Trước khi tiến hành ủ, mẫu vỏ keo được phân tích nhằm đánh giá một số chỉ tiêu lý hóa tính và thu được kết quả như sau: Xenlulo (30,95%); linhin (23,8%); N (1,12%); P_2O_5 (0,091%); K_2O (0,252%); OC (48,06%); C/N (42,54); chất hòa tan trong nước nóng (15,37%); chất hòa tan trong cùn (16,6%); pH (6,46); độ ẩm 40%. Kết quả cho thấy, hàm lượng các chất linhin, xenlulo, OC và C/N ở mức rất cao, song hàm lượng N, P, K tổng số ở mức rất thấp, đây là đặc trưng của vật liệu thực vật. Giá trị pH ở mức trung tính và độ ẩm ở mức 40%.

3.2 Khả năng phân hủy linhin của các chế phẩm sinh học

Hàm lượng linhin trong mẫu vỏ keo ban đầu là 23,8%, trong quá trình ủ có xu hướng giảm ở tất cả các công thức. Ở ngày thứ 10 và ngày thứ 20 sau ủ hàm lượng linhin không có sự sai khác giữa các công thức thí nghiệm. Ngày thứ 30, hàm lượng linhin ở CT4 sử dụng chế phẩm Emic có sự khác biệt thống kê ở mức $P < 0,01$ và thấp hơn so với CT1 (đối chứng) là 2,2%.

Khả năng kháng cự sự phân hủy bởi vi sinh vật của các phế phụ phẩm có nguồn gốc thực vật là do chứa các hợp chất hữu cơ khó phân hủy như linhin hay các hợp chất phân hủy chậm như xenlulo và hemi-xenlulo [8]. Linhin là một polyme sinh học có trong thành tế bào thực vật không đồng nhất, chứa các hợp chất phenylpropanoit và là nguồn chính của các hợp chất thơm được tìm thấy trong tự nhiên, kháng tốt với hầu hết vi sinh vật [9, 10]. Mức giảm linhin 7,8–10% sau ủ 30 ngày của thí nghiệm này ở tất cả các công thức là tương đồng với mức giảm 8–10% của sự phân

Bảng 2. Ảnh hưởng của chế phẩm sinh học đến hàm lượng linhhin của vỏ keo trong quá trình ủ

Công thức	Hàm lượng linhhin (%)		
	Ngày thứ 10	Ngày thứ 20	Ngày thứ 30
CT1 (ĐC)	20,5 ^a	18,9 ^a	16,0 ^a
CT2	19,8 ^a	18,4 ^a	15,2 ^{ab}
CT3	20,4 ^a	18,8 ^a	15,2 ^{ab}
CT4	19,9 ^a	17,9 ^a	13,8 ^b
CT5	19,5 ^a	17,2 ^a	14,6 ^{ab}
CT6	20,5 ^a	17,6 ^a	15,9 ^a

Ghi chú: *Trung bình trong cùng một cột có chữ cái khác nhau thể hiện sự khác nhau về mặt thống kê bằng phương pháp Turkey-Kramer test ở mức $P < 0,01$, ($n = 18$).

hủy của lá và nhánh keo sau 30 ngày của Djarwanto và Tachibana. Tuy nhiên, hàm lượng linhhin ban đầu của nhánh và lá keo trong thí nghiệm của Djarwanto và Tachibana ở mức cao hơn hàm lượng linhhin trong thí nghiệm này (38–44%) [5]. Kết quả này thấp hơn so với khả năng phân hủy linhhin bởi ngành nấm lớn (*Basidiomycetes*), mức giảm từ 23,7–39,6% [11]. Hơn nữa, sự phân hủy nhanh hay chậm của phụ phẩm thực vật còn tùy thuộc vào tỷ lệ chất syringyl/guaiacyl trong linhhin, loại tế bào và thậm chí các lớp khác nhau trong một tế bào [2]. Linhhin bị phân hủy trong quá trình phụ thuộc vào nhiệt độ, hàm lượng linhhin ban đầu và độ dày của vật liệu [10]. Trong nghiên cứu này, hàm lượng linhhin đã giảm xuống tới mức thấp 14–16% trong vòng 30 ngày, điều này cho thấy khả năng phân hủy linhhin mạnh của các chế phẩm sinh học. Hàm lượng mùn của sự ủ hoại vật liệu có cấu trúc hóa học minh chứng có thể nó có nguồn gốc từ sự phân hủy linhhin [12, 13].

3.3 Khả năng phân hủy xenlulo của các chế phẩm sinh học

Hàm lượng xenlulo ở tất cả các công thức đều có xu hướng giảm dần trong quá trình ủ, so sánh giữa trước khi ủ và ngày thứ 30 mức giảm là 6,65–8,45%. Ở ngày thứ 30, hàm lượng xenlulo ở CT4 (chế phẩm Emic; 22,7%) và CT6 (chế phẩm Sagi Bio; 22,5%) thấp hơn có ý nghĩa thống kê so với so với công thức CT1 đối chứng không xử lý chế phẩm (24,3%). Sau 30 ngày ủ hàm lượng xenlulo ở các công thức đều ở mức tương đối cao, trên 20%. Tuy nhiên, kết quả này thấp hơn so với kết quả thử nghiệm sử dụng chế phẩm Fito-K ủ vỏ keo thành nguyên liệu phân bón trong thời gian 3 tháng ngoài tự nhiên của Lê Văn Tri [7], hàm lượng xenlulo là 26,8%. Điều quan trọng cần lưu ý là các thành phần của vật liệu linhhin-xenlulo, ngoài linhhin cũng có thể đóng vai trò chống lại sự phân hủy sinh học, bản chất kết tinh đáng kể của xenlulo ở dạng tự nhiên cũng có thể làm chậm quá trình phân hủy sinh học của nó so với vùng có dạng vô định hình trong thành phần xenlulo [13].

Bảng 3. Ảnh hưởng của chế phẩm sinh học đến hàm lượng xenlulo của vỏ keo trong quá trình ủ

Công thức	Hàm lượng xenlulo (%)		
	Ngày thứ 10	Ngày thứ 20	Ngày thứ 30
CT1 (ĐC)	27,6 ^{ab*}	26,3 ^a	24,3 ^a
CT2	27,8 ^{ab}	26,1 ^a	23,4 ^{ab}
CT3	28,6 ^a	26,6 ^a	23,8 ^{ab}
CT4	26,0 ^b	24,9 ^a	22,7 ^b
CT5	27,0 ^{ab}	24,7 ^a	23,0 ^{ab}
CT6	27,2 ^{ab}	24,5 ^a	22,5 ^b

Ghi chú: * Trung bình trong cùng một cột có chữ cái khác nhau thể hiện sự khác nhau về mặt thống kê bằng phương pháp Turkey-Kramer test ở mức $P < 0,01$, ($n = 18$).

3.4 Hàm lượng các chất hòa tan trong nước nóng và còn của vỏ keo trong quá trình phân hủy

Bảng 4 cho thấy ở ngày thứ 10, các chất hòa tan trong nước nóng và còn ở các công thức thí nghiệm không có sự khác biệt về mặt thống kê so với đối chứng. Ngày thứ 20, các chất hòa tan trong nước nóng ở CT3 (ở mức cao nhất 22,5%) sai khác so với các công thức khác ở mức $P < 0,01$ và cao hơn từ 2,9–7,8%. Ngày thứ 30, các chất hòa tan trong nước nóng và còn ở CT4 lại tăng lên cao nhất (24,4% và 25,7%) và đều có sự khác biệt ở mức có ý nghĩa thống kê so với đối chứng. Ngoài ra, CT4 có sự khác biệt về mặt thống kê so với CT3 và CT5 đối với chỉ tiêu các chất hòa tan trong nước nóng và khác biệt với tất cả các công thức còn lại ở chỉ tiêu các chất hòa tan trong cồn. Các công thức còn lại không có sự khác biệt so với đối chứng.

Thông qua hoạt động của các vi sinh vật, các hợp chất hữu cơ phức tạp bị phân hủy thành các phân tử nhỏ hơn mà sau đó các tế bào vi sinh vật có thể sử dụng được [14, 15]. Vi sinh vật có thể sử dụng các phân tử hữu cơ hòa tan trong nước. Nếu độ ẩm giảm xuống dưới mức tới hạn, hoạt động của vi sinh vật sẽ giảm và vi khuẩn không hoạt động. Mặt khác, độ ẩm quá cao có thể gây thiếu thông khí và rửa trôi chất dinh dưỡng [14]. He và cộng sự phát hiện rằng ngoài sự tích tụ của các thành phần axit fulvic và axit humic trong phân hữu cơ ủ hoai, còn có sự sản xuất các hợp chất thơm có thể chiết xuất bằng nước. Các hợp chất như vậy có thể bị rỉ thoát trong một số trường hợp [16]. Những hợp chất hòa tan này có khả năng được sử dụng làm thức ăn cho nấm, vì hàm lượng linhin và xenlulo giảm kém hơn [5].

Trong thí nghiệm này, hàm lượng các chất hòa tan trong nước nóng và còn ở tất cả các công thức đều có xu hướng tăng giữa trước ủ và ngày thứ 30 sau ủ, mức tăng lần lượt là 1,63–9,03% và 2,4–9,1%. Các chất hòa tan trong nước nóng và còn ở CT5 là ở mức thấp nhất, phản ánh khả năng phân giải các chất hữu cơ bởi chế phẩm này thấp nhất. Hàm lượng các chất hòa tan

Bảng 4. Ảnh hưởng của chế phẩm sinh học đến hàm lượng các chất hòa tan trong nước nóng và cặn của vỏ keo trong quá trình ủ

Công thức	Các chất hòa tan trong nước nóng (%)			Các chất hòa tan trong cặn (%)		
	Ngày thứ 10	Ngày thứ 20	Ngày thứ 30	Ngày thứ 10	Ngày thứ 20	Ngày thứ 30
CT1 (ĐC)	18,4 ^{a*}	17,0 ^{ab}	19,6 ^{ab}	19,2 ^a	18,1 ^{abc}	20,4 ^{abc}
CT2	18,9 ^a	17,4 ^{ab}	22,0 ^{abc}	19,6 ^a	19,0 ^{abc}	23,7 ^{ab}
CT3	17,2 ^a	22,5 ^c	18,7 ^{ab}	17,3 ^a	23,6 ^d	20,5 ^c
CT4	19,0 ^a	14,7 ^b	24,4 ^c	21,5 ^a	16,3 ^a	25,7 ^d
CT5	19,0 ^a	17,7 ^a	17,0 ^{ab}	18,1 ^a	19,8 ^c	19,0 ^c
CT6	20,4 ^a	19,6 ^a	20,2 ^{abc}	21,7 ^a	21,6 ^{cd}	21,3 ^{abc}

Ghi chú: *Trung bình trong cùng một cột có chữ cái khác nhau thể hiện sự khác nhau về mặt thống kê bằng phương pháp Turkey-Kramer test ở mức $P < 0,01$, ($n = 18$).

trong nước nóng thấp hơn hàm lượng các chất hòa tan trong cặn ở tất cả các công thức đã phản ánh bản chất quá trình đang phân hủy vật liệu hữu cơ thành các hợp chất dễ tiêu hóa cho vi sinh vật. Mặt khác trong các hợp chất tan trong nước nóng và cặn vẫn có thể bao gồm các hợp chất chống vi sinh vật như hàm lượng tannin của vỏ cây [7].

3.5 Sự thay đổi của ẩm độ, pH của vỏ keo trong quá trình phân hủy

Nhiệt độ tối ưu cho nấm ưa nhiệt là 40–50 °C, đây cũng là nhiệt độ tối ưu cho quá trình phân hủy lignin trong phân compost [10]. Vì vậy, nhiệt độ của thí nghiệm luôn duy trì ở nhiệt độ 45 °C trong suốt quá trình ủ. Chỉ tiêu độ ẩm và pH ở các công thức và ở các thời gian sau ủ đều không có sự khác biệt thống kê. Sự thay đổi các chỉ tiêu độ ẩm và pH trong quá trình ủ của từng công thức không lớn. Giá trị độ ẩm và pH đều luôn duy trì ở mức thích hợp cho sự phát triển của vi sinh vật. Giá trị pH ban đầu ở tất cả các công thức là 6,46. Sau đó, có xu hướng axit nhẹ từ ngày đầu tới ngày thứ 10 (6,1–6,3), rồi kiềm hóa trở lại từ ngày thứ 10 đến ngày thứ 30 (6,2–6,4). Trong thí nghiệm này, độ ẩm vỏ keo ban đầu đã được điều chỉnh về ẩm độ tối thích 60%, và trong suốt quá trình ủ được đậy nắp kín, giá trị độ ẩm ở các công thức ở phạm vi 54,7–65,1%. Điều đó chứng tỏ, độ ẩm trong suốt quá trình ủ luôn được duy trì ở giá trị tối thích cho quá trình ủ vỏ keo. Độ pH của vật liệu và việc axit hóa khi bắt đầu quá trình ủ có thể nguyên nhân là do sự xuất hiện một số nhóm vi sinh vật ảnh hưởng đến quá trình chuyển hóa chất hữu cơ [17]. Theo Crawford [18], Paatero và cs. [19], độ pH giảm do axit hữu cơ được hình thành từ các hợp chất này trong quá trình phân hủy. Ở giai đoạn tiếp theo, vi sinh vật bắt đầu phân hủy protein, dẫn đến giải phóng amoni (NH_4^+) và tăng độ pH.

Độ ẩm cần thiết để duy trì hoạt động của vi sinh vật cho việc chuyển hóa các phân tử hữu cơ (hòa tan trong môi trường) và cho việc trao đổi chất dinh dưỡng qua màng tế bào.

Bảng 5. Ảnh hưởng của chế phẩm sinh học đến sự thay đổi độ ẩm và pH của vỏ keo trong quá trình ủ

Công thức	Độ ẩm (%)			pH		
	Ngày thứ 10	Ngày thứ 20	Ngày thứ 30	Ngày thứ 10	Ngày thứ 20	Ngày thứ 30
CT1 (ĐC)	59,1 ^{a*}	60,9 ^a	59,1 ^{ab}	6,2 ^a	6,4 ^a	6,4 ^a
CT2	60 ^a	58,5 ^a	55,8 ^a	6,3 ^a	6,4 ^a	6,4 ^a
CT3	62,6 ^a	64,4 ^a	65,1 ^b	6,3 ^a	6,3 ^a	6,4 ^a
CT4	61,6 ^a	62,8 ^a	62,5 ^{ab}	6,2 ^a	6,3 ^a	6,4 ^a
CT5	62,3 ^a	61,8 ^a	61,3 ^{ab}	6,1 ^a	6,2 ^a	6,2 ^a
CT6	54,7 ^a	57,7 ^a	61,7 ^{ab}	6,2 ^a	6,3 ^a	6,3 ^a

Ghi chú: * Trung bình trong cùng một cột có chữ cái khác nhau thể hiện sự khác nhau về mặt thống kê bằng phương pháp Turkey-Kramer test ở mức $P < 0,01$, (n = 18).

Thông thường, độ ẩm được khuyến nghị cho chất nền nằm trong khoảng từ 40–60% trọng lượng hoặc cụ thể hơn là tương ứng với 75% khả năng giữ nước của vật liệu. Liên quan đến độ ẩm của quá trình ủ vật liệu thực vật, các tác giả khác nhau đề xuất cần điều chỉnh độ ẩm ở mức 60–70% trọng lượng khi bắt đầu và trong suốt quá trình [20–23]. Trong thí nghiệm này, trong giai đoạn 10 ngày, đã có sự axit hóa nhẹ vật liệu vỏ keo ở tất cả các công thức, mức sụt giảm từ (0,16–0,36), sau đó, giá trị pH tăng dần gần trở lại giá trị ban đầu ở ngày thứ 30. Điều này cũng phù hợp với quy luật ủ compost là giá trị pH sẽ có xu hướng axit nhẹ trong những ngày đầu, sau đó có xu hướng kiềm hóa trở lại. Theo Beck-Friis và cộng sự giá trị pH thay đổi trong quá trình ủ phân, do thay đổi thành phần hóa học [24]. Nói chung, độ pH ban đầu giảm xuống dưới mức trung tính do sự hình thành các axit hữu cơ và sau đó tăng lên trên mức trung tính do các axit được tiêu thụ và do amoni được tạo ra. Giai đoạn cuối, độ pH có xu hướng trở nên trung tính do amoni bị mất đi trong khí quyển hoặc được tích hợp vào sự phát triển của vi sinh vật mới.

3.6 Sự thay đổi của OC, C/N và N của vỏ keo trong quá trình phân hủy

Hàm lượng OC ban đầu của vỏ keo là rất cao 48,06%. Trong quá trình ủ 30 ngày, ở tất cả các công thức, hàm lượng OC đều có xu hướng giảm dần, mức sụt giảm từ 16,46–17,56% giữa trước ủ và ngày thứ 30 sau ủ. Ở ngày thứ 10, hàm lượng OC ở CT3, CT4 và CT6 có sự khác biệt thống kê so với đối chứng ở mức $P < 0,01$. Tuy nhiên, sang ngày thứ 20, các công thức đều không có sự khác biệt với đối chứng và không khác biệt nhau, ngoại trừ có trường hợp CT4 và CT5. Ngày thứ 30, hàm lượng OC ở tất cả các công thức đều không có sự khác biệt thống kê so với nhau và so với đối chứng. Hàm lượng đạm tổng số và tỷ lệ C/N ở tất cả các công thức và ở tất cả các ngày không có sự khác biệt thống kê. Hàm lượng đạm tổng số có xu hướng tăng nhẹ giữa ngày đầu và ngày cuối ở mức 0,1–0,2%, chỉ riêng công thức CT3 không có sự thay đổi. Tỷ lệ C/N có xu hướng giảm từ ngày thứ 10 đến ngày thứ 30, mức giảm dao động từ 10,2–14,2. Hàm lượng cacbon sau 30 ngày ủ vẫn ở mức rất cao 30,5–31,6%, đây là đặc trưng của vật liệu ủ có nguồn gốc thực vật [25].

Theo Golueke các vi sinh vật cần một nguồn cacbon, các chất dinh dưỡng đa lượng như nito, photpho và kali, và một số nguyên tố vi lượng cho sự phát triển của chúng [15]. Cacbon và nito là hai dinh dưỡng thiết yếu cho vi sinh vật vì chúng là yếu tố tạo nên cấu trúc tế bào và là nguồn năng lượng. Các vi sinh vật dị dưỡng sử dụng cacbon như một nguồn năng lượng và để tổng hợp các thành phần tế bào; nito là thành phần của protein, axit nucleic, amino acid, enzym and các co-enzym cần thiết cho sự tăng trưởng và chức năng của tế bào. Nếu nito là một yếu tố hạn chế trong quá trình ủ phân thì quá trình phân hủy sẽ diễn ra chậm. Ngược lại, nếu có quá nhiều nito, nó thường bị mất khỏi hệ thống dưới dạng khí amoniac hoặc các hợp chất nito khác [26]. Cacbon phục vụ chủ yếu như một nguồn năng lượng cho vi sinh vật, trong khi một phần nhỏ cacbon được đưa vào tế bào của chúng. Tỷ lệ C/N tối ưu để bắt đầu quá trình ủ đã được báo cáo là 25–40, nhưng giá trị này thay đổi tùy thuộc vào chất nền. Trong thí nghiệm này, tỷ lệ C/N ban đầu là 42,54; nito là 1,12%; photpho là 0,091% và kali là 0,25%, điều này chứng tỏ dinh dưỡng trong vỏ keo là rất thấp cho sự phát triển của vi sinh vật [25]. Hơn nữa, hàm lượng đạm tổng số, nguồn dinh dưỡng thiết yếu cho sự phát triển của vi sinh vật trong suốt quá trình ủ luôn ở mức thiếu hụt là 1,4–1,5%, điều này là một trong những nguyên nhân khiến cho khả năng phân hủy các chất diễn ra chậm và tỷ lệ C/N vẫn ở mức cao 21,1–21,9 sau 30 ngày ủ. Tuy nhiên, sự thiếu hụt dinh dưỡng lại có thể có lợi cho quá trình phân hủy các chất khó phân hủy. Theo kết quả nghiên cứu của Crawford, J.H. và cộng sự; Paatero, J. và cộng sự, sau khi các nguồn carbon dễ phân hủy đã được tiêu thụ, các hợp chất bền hơn như xenlulo, hemi-xenlulo và lignin sẽ bị phân hủy và chuyển hóa một phần thành mùn [18, 19]. Trong thí nghiệm này, mức sụt giảm của linhin và xenlulo của vỏ keo giữa trước ủ và ngày thứ 30 lần lượt là 7,8–10%; 6,65–8,45% ở tất cả các công thức.

Bảng 6. Ảnh hưởng của các chế phẩm sinh học đến một số chỉ tiêu OC, C/N và N trong quá trình ủ

Công thức	N (%)			OC (%)			C/N		
	Ngày thứ 10	Ngày thứ 20	Ngày thứ 30	Ngày thứ 10	Ngày thứ 20	Ngày thứ 30	Ngày thứ 10	Ngày thứ 20	Ngày thứ 30
CT1 (ĐC)	1,4 ^a	1,4 ^a	1,5 ^a	46,7 ^a	39,4 ^{ab}	31,6 ^a	34 ^a	28,6 ^a	21,7 ^a
CT2	1,4 ^a	1,5 ^a	1,5 ^a	45,1 ^{abc}	40,3 ^{ab}	31,2 ^a	32,9 ^a	27,3 ^{ab}	21,5 ^a
CT3	1,4 ^a	1,5 ^a	1,4 ^a	44,6 ^{bd}	39,5 ^{ab}	31,5 ^a	32,8 ^a	26,9 ^{ab}	21,9 ^a
CT4	1,3 ^a	1,4 ^a	1,5 ^a	41,5 ^e	37,2 ^a	30,7 ^a	31,3 ^a	26,6 ^{ab}	21,1 ^a
CT5	1,3 ^a	1,5 ^a	1,4 ^a	45,7 ^{abc}	40,4 ^b	30,5 ^a	35,4 ^b	26,6 ^{ab}	21,2 ^a
CT6	1,3 ^a	1,5 ^a	1,4 ^a	42,9 ^{de}	38,4 ^{ab}	30,7 ^a	33,9 ^a	26,1 ^b	21,7 ^a

Ghi chú: * Trung bình trong cùng một cột có chữ cái khác nhau thể hiện sự khác nhau về mặt thống kê bằng phương pháp Turkey-Kramer test ở mức $P < 0,01$, ($n = 18$).

4 Kết luận

Hàm lượng linhin và xenlulo của vỏ keo ở các công thức đã sụt giảm giữa ngày thứ 30 và trước ủ lần lượt là 7,8–10% và 6,65–8,45%. Trong đó, sự sụt giảm lớn nhất là đối với hàm lượng linhin là ở CT 4 (sử dụng chế phẩm Emic) và đối với xenlulo là ở công thức CT6 (sử dụng chế phẩm Sagi bio). Chỉ có hàm lượng linhin ở công thức 4 ở ngày thứ 30 (13,8%) và hàm lượng xenlulo ở công thức 4 (22,5%) và công thức 6 (22,7%) có sự sai khác có ý nghĩa thống kê so với đối chứng. Hàm lượng các chất hòa tan trong nước nóng và cồn ở tất cả các công thức đều có xu hướng tăng, mức tăng lần lượt là 0,4–7,8% và 3,63–10,33% giữa ngày thứ 10 và ngày thứ 30 sau ủ. Hàm lượng các chất hòa tan trong nước nóng và cồn ở công thức 4 (chế phẩm Emic) ở mức cao nhất. Việc sử dụng chế phẩm trong quá trình ủ đã ảnh hưởng tốt đến độ ẩm và pH của vỏ keo. Sau ủ 30 ngày, các công thức có độ ẩm dao động từ 55,8–65,1% và pH từ 6,2–6,4. Hàm lượng đạm tổng số có xu hướng tăng nhẹ ở các công thức thí nghiệm từ 0,28–0,38% so với trước ủ. Hàm lượng OC, tỷ lệ C/N đều có xu hướng giảm dần qua thời gian, mức sụt giảm giữa trước ủ và sau ủ lần lượt là 16,46–17,56% và 20,64–21,44. Như vậy, trong điều kiện phòng thí nghiệm, ngoài chế phẩm Emic, còn có chế phẩm Sagi Bio cũng có ảnh hưởng tốt đến quá trình phân hủy vỏ keo trong thời gian 30 ngày. Hai chế phẩm này sẽ được tiếp tục đánh giá khả năng phân hủy vỏ keo trong điều kiện ngoài tự nhiên nhằm lựa chọn chế phẩm tốt nhất để đưa vào bộ kỹ thuật gia tốc ủ vỏ keo thành phân hữu cơ.

Tài liệu tham khảo

1. Tạ Thị Phương Hoa, Vũ Đình Thịnh, Vũ Huy Đại (2013), Thành phần hóa học và tính chất vật lý chủ yếu của vỏ cây tai tượng, *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn*, 2(22), 117–120.
2. Robert, A. (1995), Degradation of the lignomellulose complex in wood, *Canadian Journal of Botany*, 73, 999–1010.
3. Tổng cục lâm nghiệp (2020), Tình hình sản xuất cây keo.
4. Nguyễn Trọng Nhân, Nguyễn Đình Hợi (2005), Nghiên cứu xác định đặc điểm cây gỗ Keo tai tượng, Keo lá trà, Keo lai ở Đông Hà Quảng trị, Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam.
5. Djarwanto and Tachibana, S. (2010), Decomposition of lignin and holomellulose on *Acacia mangium* leaves and twigs by six fungal isolates from nature, *Pakistan Journal of Biological and Sciences*, 604–609.
6. International Tropical Timber Organization (ITTO), Yokohama, Japan (2004), *Report on Organic Fertilizer from Acacia mangium Bark*, ITTO Project PD No. 58/99 Rev. 1(I) SEAMEO BIOTROP Bogor, Indonesia, 17–31.

7. Lê Văn Tri (2016), Xử lý vỏ cây keo bằng chế phẩm sinh học để làm nguyên liệu sản xuất phân bón hữu cơ vi sinh phục vụ cho nhu cầu chăm sóc cây nông lâm nghiệp, Báo cáo tổng kết đề tài cấp cơ sở của Sở Khoa học công nghệ Hòa Bình.
8. Komilis, D. P., Ham, R. K. (2003), The effect of lignin and sugars to the aerobic decomposition of solid wastes, *Waste Management*, 23(5), 419–423.
9. Dekker, R. F. H., Barbosa, A. M. and Sargent, K. (2002), The effect of lignin-related compounds on the growth and production of laccases by the ascomycete, *Enzyme and Microbial Technology*, 30(3), 374–380.
10. Tuomela, M., Vikman, M., Hatakka, A. and Itavaara, M. (2000), Biodegradation of lignin in a compost environment: A review, *Bioresource, Technology*, 72(2), 169–183.
11. Osono, T., Fukasawa, Y. and Takeda, H. (2003), Roles of diverse fungi in larch needle –litter decomposition, *Mycologia*, 95(5), 820–826.
12. Hachicha, R., Rekik, O., Hachicha, S., Ferchichi, M., Woodward, S., Moncef, N., Cegarra, J., Mechichi, T. (2012), Co-composting of spent coffee ground with olive mill wastewater sludge and poultry manure and effect of *Trametes versicolor* inoculation on the compost maturity, *Chemosphere*, 88(6), 677–682.
13. Hubbe, M. A., Nazhad, M., Sanchez, C. (2010), Composting as a way to convert cellulosic biomass and organic waste into high-value soil amendments, *BioResources*, 5(4), 2808–2854.
14. Golueke, C. G. (1992), Bacteriology of composting, *Biomyycle*, 33, 55–57.
15. Golueke, C. G. (1991), Principles of composting. In: The Staff of Biomyycle Journal of Waste Recycling, The Art and Science of Composting, *The JG Press Inc.*, Pennsylvania, USA, 14–27.
16. He, X. S., Xi, B. D., Jiang, Y. H., He, L. S., Li, D., Pan, H. W., Bai, S. G. (2013), Structural transformation study of water-extractable organic matter during the industrial composting of cattle manure, *Micromhem. J.*, 106, 160–166.
17. Sundberg, C., Jönsson, H. (2008), Higher pH and faster decomposition in biowaste composting by increased aeration, *Waste Manage*, (Oxford) 28(3), 518–526. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2007.01.011>.
18. Crawford, J. H. (1983), Composting of agricultural wastes- a review, *Promess Biomhem*, 18, 14–18.
19. Paatero, J., Lehtokari, M., Kemppainen, E. (1984), Kompostointi, WSOY, *Juua* (in Finnish).
20. Belyaeva, O. N., Haynes, R. J. (2009), Chemical, microbial and physical properties of manufactured soils produced by co-composting municipal green waste with coal fly ash. *Biore-source Technology*, 100(21), 5203–5209. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2009.05.032>.
21. Belyaeva, O. N., Haynes, R. J., Sturm, E. C. (2012), Chemical, physical and microbial properties and microbial diversity in manufactured soils produced from co-composting green waste

- and biosolids, *Waste Management*, 32(12), 2248–2257. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2012.05.034>.
22. Zhang, L., Sun, X. (2014), Changes in physical, chemical, and microbiological properties during the two-stage co-composting of green waste with spent mushroom compost and biomhar, *Bioresource Technology*, 171, 274–284.
 23. Zhang, L., Sun, X. (2017), Addition of seaweed and bentonite accelerates the two-stage composting of green waste, *Bioresource Technology*, 243, 154–162. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2017.06.099>.
 24. Beck-Friis, B., Smårs, S., Jönsson, H., Eklind, Y. & Kirchmann, H. (2003), Composting of source-separated household organics at different oxygen levels: Gaining an understanding of the emission dynamics, *Compost Science & Utilization*, 11, 41–50.
 25. Reyes-Torres, M., Oviedo-Omaña, E.R., DOMinguez, I., Komilis, D., Sánchez, A. (2018), A systematic review on the composting of green waste: Feedstomk quality and optimization strategies, *Waste Management*, 77, 486–4.
 26. Epstein, E. (2011), *Industrial Composting: Environmental Engineering and Facilities Management*, CRC, Tailor & Francis Group, Press, Boma Raton, 314.