

Nghiên cứu chế tạo mô hình tạo viên nén từ chất thải rắn sinh hoạt và phế phụ phẩm nông nghiệp

Võ Đình Long¹, Lê Thị Ngọc Châu², Trà Văn Tung², Trịnh Xuân Hoàng², Trương Thị Tường Vi², Nguyễn Thị Hồng Nhung^{2*}

¹Viện Khoa học Công nghệ và Quản lý Môi trường, Trường Đại học Công nghiệp, Thành phố Hồ Chí Minh 700000, Việt Nam.

² Khoa Khoa học Ứng dụng và Công nghệ, Trường Đại học Nguyễn Tất Thành, Thành phố Hồ Chí Minh 700000, Việt Nam.

*nthnhung@ntt.edu.vn

Tóm tắt

Chất thải rắn sinh hoạt hiện là một trong những nguyên nhân chính gây ô nhiễm môi trường, đặc biệt tại các đô thị lớn như TP Hồ Chí Minh. Ngành nông nghiệp cũng phát sinh hàng trăm triệu tấn phụ phẩm mỗi năm. Trước thực trạng khối lượng chất thải và phụ phẩm ngày càng gia tăng, cần có giải pháp xử lý hiệu quả, bền vững và thân thiện với môi trường. Nghiên cứu nhằm chế tạo mô hình tạo viên nén nhiên liệu như một giải pháp kinh tế tuần hoàn, vừa xử lý chất thải rắn sinh hoạt và tái sử dụng phế phụ phẩm nông nghiệp. Mô hình máy tạo viên nén được chế tạo và thử nghiệm với các tỉ lệ phối trộn khác nhau giữa chất thải rắn sinh hoạt và trấu, xơ dừa, vỏ mì, mùn cưa. Kết quả cho thấy viên nén có độ ẩm thấp (<10 %), hàm lượng tro giảm khi tăng tỉ lệ phế phụ phẩm nông nghiệp. Viên nén HH4 và HH5 (tỉ lệ 50 chất thải rắn sinh hoạt : 50 phế phẩm nông nghiệp) có nhiệt trị cao nhất lần lượt là 15.03 MJ/kg và 15.97 MJ/kg so với các viên còn lại khác. Viên nén thành phẩm có độ bền cơ học cao, chi phí thấp và khả năng bảo quản lâu dài. Nghiên cứu góp phần thúc đẩy mục tiêu phát triển bền vững thông qua việc tái sử dụng chất thải hiệu quả, giảm áp lực lên tài nguyên thiên nhiên.

Nhận 29/06/2025

Được duyệt 29/08/2025

Công bố 26/11/2025

Từ khóa

chất thải rắn sinh hoạt; phế phụ phẩm nông nghiệp; viên nén RDF; kinh tế tuần hoàn; phát triển bền vững

© 2025 Journal of Science and Technology - NTTU

1. Đặt vấn đề

Trong bối cảnh hiện nay dân số tăng nhanh kèm theo sự phát triển công nghiệp hóa hiện đại hóa đất nước (Cục Thống kê TP HCM, 2022). Mặc dù sự phát triển nhằm nâng cao chất lượng đời sống nhưng vô tình gây ra sức ép với môi trường sống [1]. Theo Bộ Tài nguyên và Môi trường, TP HCM hiện nay cứ mỗi ngày lượng thải thu được khoảng 14 000 tấn rác thải chiếm 22 % tổng lượng rác cả nước. Trong tổng số rác thải ra khoảng 85 % được xử lý bằng phương pháp chôn lấp không qua xử lý, trong đó 80 % bãi chôn lấp không hợp vệ sinh và gây ô nhiễm môi trường theo báo cáo Sở tài nguyên môi trường. Rác thải sinh hoạt tại TP HCM có thành phần đa dạng trong đó 70 % là rác thải sinh hoạt, chủ yếu có nguồn gốc hữu cơ, độ ẩm cao và hầu như không phân loại gây khó khăn trong quá trình lựa chọn các phương pháp xử lý [2]. Đô thị hóa phát triển nhanh chóng như hiện nay, dân số tăng nhanh, dẫn đến khối lượng rác cần xử lý ngày một nhiều hơn gây áp lực lớn lên hệ thống thu gom và xử lý còn nhiều hạn chế và không đáp ứng toàn vẹn mục tiêu đề ra [3]. Bên cạnh đó, Việt Nam là đất nước phát triển dựa

vào nền nông nghiệp vốn có, sản lượng tiêu thụ, xuất khẩu hàng năm là vô cùng lớn, khi sản xuất sơ chế thì dẫn đến việc những phế phẩm loại bỏ tăng lên mỗi ngày ước tính hàng năm khối lượng lên đến 160 triệu tấn, dù đối với loại phế phẩm này có các biện pháp tái sử dụng khác nhau nhưng chỉ loại bỏ được phần nào và vẫn còn một khối lượng khổng lồ đang cần xử lý [4]. Nhiều quốc gia như Thụy Điển và Nhật Bản đã nỗ lực tận dụng rác thải như một nguồn năng lượng tái tạo, biến nguồn rác thải thành tài nguyên có giá trị [5]. Trong bối cảnh dân số tăng nhanh, các ngành công nghiệp phát triển và tiêu thụ một lượng lớn nguồn tài nguyên không tái tạo, việc đề xuất một phương pháp tận dụng được số tài nguyên bỏ đi này thay thế cho nguồn nhiên liệu đang dần cạn đi là hết sức cấp bách. Do đó nghiên cứu đưa ra mô hình chế tạo viên nén nhiên liệu từ chất thải đã được thực hiện nhằm giải quyết các vấn đề về lượng chất thải rắn sinh hoạt (CTRSR) và phế phẩm nông nghiệp ngày càng tăng và thải bỏ ra môi trường nhằm hướng đến kinh tế tuần hoàn và phát triển bền vững.

2. Phương pháp nghiên cứu

2.1. Phương pháp khảo sát và phân tích thành phần chất thải rắn

Phương pháp khảo sát là phương pháp khai thác và thu nhận thông tin thực tế về việc phát sinh chất thải rắn trên địa bàn khu vực nghiên cứu. Nội dung khảo sát về khối lượng, thành phần và nguồn gốc rác thải từ các hộ gia đình. Khảo sát tại một số địa điểm đặt thùng rác trên trục đường chính, các khu tập kết rác và những bãi rác gần các khu dân cư. Các loại phế phẩm được lấy tại các cơ sở sản xuất trên các địa bàn khác nhau.

Phương pháp phân tích thành phần chất thải rắn: do chất thải rắn sinh hoạt tại khu vực không được phân loại trước khi thải bỏ nên dẫn đến thành phần chất thải rắn không đồng nhất dẫn đến việc phân loại khá phức tạp. Phân tích thành phần CTR được áp dụng theo phương pháp “một phần tư”.

2.2. Phương pháp phân tích độ ẩm

Mẫu chất thải bao gồm các loại phế phẩm và CTRSH được lấy mẫu theo hướng dẫn theo Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 12058:2017 và tiến hành phân tích độ ẩm theo phương pháp khối lượng dựa trên hướng dẫn ASTM D4843-88.

Độ ẩm của CTR được xác định khối lượng ướt dựa theo công thức sau:

$$a = \frac{w-d}{w} \times 100 \quad [1]$$

Trong đó:

a: độ ẩm, phần trăm theo khối lượng

W: khối lượng ban đầu của mẫu

d: khối lượng của mẫu sau khi sấy khô

2.3. Phương pháp phân tích độ tro

Phương pháp này dùng để xác định độ tro của viên nén sau khi đã được nén qua mô hình mà nghiên cứu chế tạo thông qua phương pháp khối lượng dựa vào ASTM D3174-12.

$$CHC (\%) = \frac{(M_0 + M_1) - M_2}{M_1} \times 100 \quad [2]$$

Độ tro A (%) = 100 % - CHC %

Trong đó:

M₀ : khối lượng khay đựng viên nén

M₁ : khối lượng ban đầu của viên nén

M₂ : khối lượng sau khi đốt

Viên nén sau khi cân được nung trong 16 h – 18 h với nhiệt độ 550 °C. Phần còn lại trong chén nung đem cân, so sánh với khối lượng ban đầu và xác định được hàm lượng tro có trong mẫu.



Hình 1. Sơ đồ quy trình chế tạo máy

2.4. Phương pháp chế tạo máy

Sau khi đã đánh giá về các đặc điểm của nguyên liệu phối trộn. Lên ý tưởng nhằm tìm được các đặc điểm máy phù hợp cho các yêu cầu của viên nén với các tỷ lệ hỗn hợp khác nhau, từ đó dựa vào các cấu trúc máy và chức năng thực hiện đánh giá tính khả thi của cấu trúc máy trong việc sản xuất viên nén. Dựa vào tổng quan tài liệu và đặc điểm của viên nén dự kiến sẽ phối trộn chọn được đường kính phù hợp với viên nén thành phẩm. Tính toán kích thước máy móc phù hợp cho việc tạo bản vẽ kỹ thuật và hiệu chỉnh bản vẽ khi có bản vẽ hoàn chỉnh. Bước cuối cùng, thực hiện lắp đặt các cấu trúc máy thành máy ép hoàn chỉnh, sau đó thực hiện kiểm tra và đánh giá tính ổn định của máy và đưa máy vào thử nghiệm.

2.5. Phương pháp phối trộn

Sử dụng CTRSH (sau khi đã phân loại thành các thành phần bao gồm giấy, nhựa, nilong, catton, rác thực phẩm, vải,...) kết hợp cùng với các loại phế phẩm (trấu, xơ dừa, mùn cưa và vỏ mì) theo các tỷ lệ được chia sẵn nhằm tìm ra hỗn hợp cho ra viên nén hiệu quả nhất.

Bảng 1. Ký hiệu cho từng hỗn hợp viên nén

Hỗn hợp	Ký hiệu	Tỷ lệ (%)
CTRSH	HH1	100
CTRSH + Trấu	HH2	50-50
CTRSH + xơ dừa	HH3	50-50
CTRSH + Vỏ mì	HH4	50-50
CTRSH + Mùn cưa	HH5	50-50

Bảng 1 thể hiện ký hiệu năm loại hỗn hợp nguyên liệu với ký hiệu từ HH1 đến HH5, nhằm đánh giá ảnh hưởng của các loại phế phẩm nông nghiệp khác nhau đến chất lượng viên nén. Hỗn hợp HH1 là chất thải rắn sinh hoạt (CTRSH) nguyên chất ở tỷ lệ 100 % . Các hỗn hợp còn lại (HH2-HH5) là sự phối trộn CTRSH với một loại phụ phẩm nông nghiệp theo tỷ lệ 50:50, bao gồm: trấu

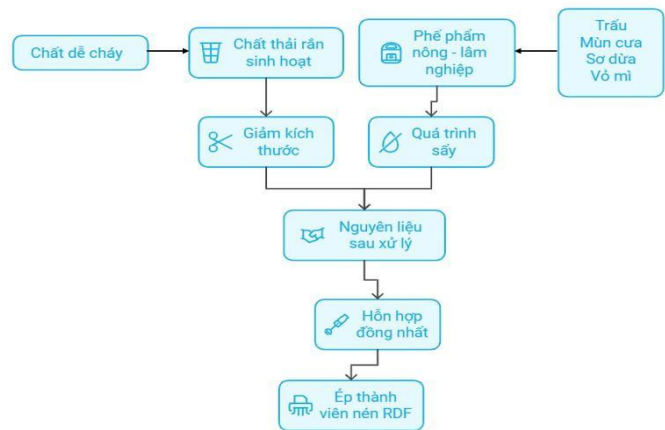
(HH2), xơ dừa (HH3), vỏ mì (HH4) và mùn cưa (HH5). Cách phối trộn này nhằm tận dụng nguồn nguyên liệu sẵn có và đánh giá khả năng cải thiện đặc tính viên nén thông qua từng loại phụ phẩm.

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Cấu tạo máy nén

3.1.1. Quy trình công nghệ sản xuất viên nén RDF

Viên nén từ chất thải được cấu tạo từ sự kết hợp các nguyên liệu được sản xuất thông qua quy trình dưới đây:



Hình 2. Sơ đồ quy trình sản xuất viên nén RDF

Trong quá trình này, hai nguyên liệu chính được lựa chọn là chất thải rắn sinh hoạt và phế phẩm nông nghiệp, một sự kết hợp mang tính chất chiến lược nhằm tối ưu hóa hiệu suất và giảm thiểu tác động đến môi trường.

Quá trình tiền xử lý là một bước quan trọng, nhằm đảm bảo rằng hai loại nguyên liệu này có thể pha trộn với nhau một cách hoàn hảo. Sự đồng nhất của hỗn hợp cuối cùng là yếu tố then chốt, bởi vì nó sẽ quyết định hiệu

suất và chất lượng của viên nén. Để đảm bảo tính hiệu quả trong quá trình sản xuất, sau khi xử lý các chất thải này sẽ được cắt nhỏ xuống kích thước dưới 5 cm, giúp tăng cường khả năng hòa trộn và tăng cường độ đồng nhất của hỗn hợp cuối cùng.

Đồng thời, phế phẩm như trấu, xơ dừa, mùn cưa và vỏ mì cũng được khai thác như những nguyên liệu bổ sung có giá trị. Những phế phẩm này không chỉ dễ cháy mà còn thường xuyên bị bỏ đi trong các hoạt động nông nghiệp, tạo nên một nguồn nguyên liệu dồi dào và tiết kiệm các chi phí. Khi được kết hợp với chất thải rắn sinh hoạt, chúng không chỉ tăng cường giá trị năng lượng của hỗn hợp mà còn giúp giảm lượng rác thải ra môi trường.

Khi hỗn hợp đã đạt yêu cầu, bước nén viên ép sẽ diễn ra. Hỗn hợp này được nén thành các viên nhỏ, có hình dạng và kích thước đã tính toán, sẵn sàng cho việc sử dụng như nguồn năng lượng thay thế cho nhiên liệu hóa thạch trong đốt cháy. Viên nén thành phẩm, với tính chất dễ cháy và khả năng tạo nhiệt cao, sẽ đóng vai trò như một nguồn năng lượng sạch hơn so với các nhiên liệu hóa thạch truyền thống.

Cuối cùng, quy trình này không chỉ mang lại lợi ích cho kinh tế mà còn góp phần cho việc bảo vệ môi trường, giảm thiểu ô nhiễm và sử dụng hợp lý các nguồn tài nguyên.

3.1.2. Cấu tạo và chức năng của các bộ phận

Mô hình máy sản xuất viên nén nhiên liệu bằng thủy lực được cấu tạo từ các hệ thống khác nhau được kết hợp và sử dụng cho ra sản phẩm viên nén được thể hiện dưới bảng sau:

Bảng 3. Thông số thiết bị và chức năng

STT	Thiết bị	Hình ảnh	Thông số	Chức năng
1	Mô tơ máy cắt		Nguồn điện 220V. Động cơ 50/60 Hz Kích thước (25 x 35) cm	Tạo tác động quay cho trục dao cắt của bộ phận cắt.
2	Phễu nguyên liệu		Bán kính phễu 50 cm. Bán kính lỗ thêm nguyên liệu 5 cm.	Nạp nguyên liệu đã qua tiền xử lý vào bộ phận cắt hỗn hợp. Có tác dụng tránh nguyên liệu trong bồn cắt bị bay ra ngoài.
3	Lưỡi dao cắt nguyên liệu		2 lưỡi dao nikel, kích thước (20 x 8) cm, hình thoi được mài sắc 2 cạnh, tốc độ quay tối đa 10 000 vòng/phút.	Tác động trực tiếp lên nguyên liệu trong bồn cắt thông qua trục quay với tốc độ cao khiến nguyên liệu được cắt xén và đánh tơi.

4	Buồng cắt		Kích thước buồng cắt: hình khối trụ kích thước (20 x 40) cm, 1 trục gắn vòng bi giúp kết nối motor và trục lưỡi dao bằng dây curoa. Xử lý được liên tục với khối lượng khoảng 500 g .	Cắt nguyên liệu bằng 2 lưỡi dao thông qua motor tác động lực vào trục dao.
5	Lưới lọc nguyên liệu		Lớp lưới nằm dưới lưỡi dao được làm bằng thép, kích thước lỗ 6 mm.	Lọc nguyên liệu sau khi cắt, những nguyên liệu nào có kích thước nhỏ đạt yêu cầu sẽ qua lỗ lọc và chuyển qua khay nguyên liệu.
6	Máy bơm dầu		Lưu lượng dầu đưa vào xilanh 1,2 lít được tuần hoàn liên tục bằng bơm piston. Công suất Mô-tơ: 4 cực, 3 pha, mức điện áp hoạt động dưới 220 V, tần số hoạt động 50-60 Hz, tốc độ quay 1390-1690 rpm. Độ bền cao, cách điện, chống thấm nước.	Bơm dầu vào cho cánh tay thủy lực hoạt động.
7	Cánh tay thủy lực		Áp suất nén: 100 Mpa. Lực ép: 50 tấn Kích thước (43 x 15) cm	Nhận lực từ lượng dầu máy bơm thông qua ống dẫn dầu khiến nó hoạt động. Trục tiếp tác động lực nén thông qua ti trục vào phễu nén.
8	Phễu ép		Chất liệu thép Kích thước phễu: (25 x 25 x 25) cm Bán kính đầu ra viên nén: Ø 2 cm.	Giúp lực tác động lên nguyên liệu được tối đa hơn, định hình kích cỡ viên nén đầu ra.
9	Thiết bị gia nhiệt		Điện trở khoảng 400 W 1 Rơ le nhiệt và sợi đo cảm biến nhiệt độ.	Tạo nhiệt lượng xung quanh phễu ép đầu ra khoảng 80-100 °C giúp quá trình ép các nguyên liệu được nén chặt

10 Hộp điều khiển



Hệ thống điều khiển: Bao gồm các hệ thống dây điện của 2 motor chính trong máy ép và máy cắt, cùng dây điện tổng, 1 nút nguồn, 1 nút điều chỉnh trục ép, 1 nút khởi động máy cắt, 1 nút chạy tự động tổng thể máy.

Chứa các dây điện và mạch kết nối các công tắc điều khiển và cảm

Cấu trúc máy được chia làm 3 phần chính bao gồm:

+ Hệ thống cắt và sàng lọc nguyên liệu: bao gồm motor, phễu đầu vào, trục dao cắt, bồn cắt, dây curoa, lưới sàng, và máng ra nguyên liệu. Motor thực hiện tác động quay lên trục dao thông qua truyền động bằng dây curoa, trục dao trực tiếp cắt nguyên liệu trong bồn với tốc độ xoay lớn đồng thời dao tác động thay thế cho nghiền. Nguyên liệu sau khi được cắt sẽ đi xuống chạm vào bề mặt lưới sàng và các nguyên liệu có kích thước bé hơn 6 mm sẽ đi qua và tiếp tục được đánh bay ra ngoài bởi tác động của dây nhựa gắn liền với trục ở tầng dưới lớp lưới sàng. Nguyên liệu sau khi cắt nhỏ sẽ được đưa vào miệng phễu ép nguyên liệu.

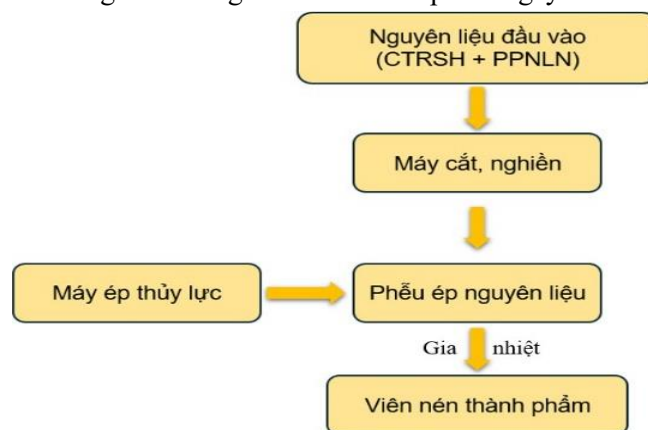
+ Hệ thống ép thủy lực: bao gồm motor bơm dầu, cánh tay thủy lực và ti trục ép. Motor thực hiện bơm và hút dầu từ thùng chứa dầu bên dưới chứa 30 L dầu thủy lực 68 Petrolimex đến cánh tay thủy lực thông qua các van ống dẫn dầu, dầu được tuần hoàn sau khi đi vào cánh tay thủy lực được tái sử dụng cho lần bơm dầu tiếp theo. Cánh tay thủy lực nhận được dầu và thông qua định luật Pascal đưa ty trục đi qua phễu ép nguyên liệu và thực hiện ép nguyên liệu vào trục ép đầu ra với công suất máy thủy lực 0.75 kW giúp cho nguyên liệu được ép chặt hơn.



Hình 3. Máy ép viên nén RDF hoàn chỉnh

+ Phễu ép nguyên liệu: nhận nguyên liệu từ máng ra của

hệ thống cắt và rây, sau đó dưới sự tác động lực của ty trục ép vào nguyên liệu và đưa nguyên liệu nén vào trục đầu ra giúp thành hình viên nén, tạo độ nén từ từ nguyên liệu sẽ được nén chặt và thông qua sự gia nhiệt ở trục đầu ra nguyên liệu sẽ được nén và đẩy ra liên tục. Tổng thể toàn bộ máy có kích thước bao máy (140 x 70 x 120) cm (dài x rộng x cao). Kết hợp giữa chức năng của các bộ phận tạo ra máy ép hoàn chỉnh và được vận hành thông qua sự kết nối mạch điện ở hộp điện. Khi máy hoạt động mỗi bộ phận có một chức năng và nhiệm vụ riêng biệt giúp quá trình sản xuất viên nén diễn ra dễ dàng hơn. Dựa theo các quy trình sản xuất có thể cho viên nén thành phẩm với nhiều nguyên liệu khác nhau với công suất 48 kg viên nén thành phẩm/ngày.



Hình 4. Sơ đồ nguyên lý hoạt động của máy nén

Sơ đồ Hình 4 thể hiện toàn bộ nguyên lý hoạt động của máy nén. Quy trình tạo viên nén RDF từ hỗn hợp chất thải rắn sinh hoạt (CTRSH) và phế phẩm nông nghiệp bao gồm các bước chính: cắt, nghiền nguyên liệu; đưa vào phễu ép; sau đó ép bằng máy ép thủy lực kết hợp gia nhiệt. Quá trình gia nhiệt giúp tăng cường liên kết giữa các thành phần nguyên liệu và chất kết dính sinh học. Viên nén sau khi ép được làm nguội và thu gom để kiểm tra các đặc tính kỹ thuật.

3.2. Đánh giá về cấu trúc, thành phần, đặc tính và tính chất của viên nén với các loại viên nén khác

Bảng 4. Đánh giá hỗn hợp viên nén với các viên nén đã nghiên cứu

Thông số	Tỉ lệ pha trộn (%)	Chiều dài (cm)	Đường kính (cm)	Nhiệt trị (MJ/kg)	Độ ẩm (%)	Hàm lượng tro (%)	TLTK
CTRSH (HH1)	100	3	2	13,25	9	13	Nghiên cứu này
CTRSH + trấu (HH2)	50-50	4	2	14,49	6	29,1	Nghiên cứu này
CTRSH + xơ dừa (HH3)	50-50	4	2	14,66	8,1	12	Nghiên cứu này
CTRSH + vỏ mì (HH4)	50-50	5	2	15,03	8,5	26,32	Nghiên cứu này
CTRSH + mùn cưa (HH5)	50-50	4	2	15,97	9,1	9,1	Nghiên cứu này
Rơm lúa mì	100	3	26	16,74	8	7	[6]
Mùn cưa + CTR	50-50	4	0,6	22	5,38	13,86	[7]
Gỗ cao su + CTRDT	50-50	3,6	0,6	20,99	15	13	[8]
Nhân cọ	100	2,6	1,5	18,42	12	7	[9]
Giấy + rác vườn	50-50	3	0,8	17,09	9,4	7,1	[10]
Rác vườn + Polyethylene Terephthalate (PET)	50-50	3	0,6	17	9	2,18	[11]
Gỗ + nhựa	50-50	3	1,4	29	15	4,33	[12]
Viên nén trấu	100	3	0,6	13,5	5	5	[13]
Viên nén thân cây ngô	100	5	2	14,65	5	8	[13]

Dựa vào Bảng 4, kết quả cho thấy rằng đường kính của viên nén của nghiên cứu này có kích thước tương đối đều nhau. Các viên nén của các nghiên cứu khác có sự đa dạng về kích thước với đường kính từ 0,8 cm đến 2,6 cm. Về chiều dài của các viên nén không giống nhau, phụ thuộc vào từng đặc tính nguyên liệu cho ra các chiều dài khác nhau như 2,6 cm, 3 cm, 4 cm, và 5 cm thể hiện sự đa dạng về kích thước. Tỉ lệ pha trộn của các hỗn hợp giống nhau (100 % và 50 % - 50 %) để có thể so sánh được với các tỉ lệ của viên nén thành phẩm trong nghiên cứu này với các nghiên cứu khác cùng tỉ lệ, thấy được những điểm giống và khác nhau của từng loại viên nén. Kết quả cho thấy viên nén thành phẩm của nghiên cứu này có độ ẩm và hàm lượng tro tương đối cao hơn các nguyên liệu khác. Đối với các viên nén từ các loại nguyên liệu như rơm lúa mì, giấy và rác vườn có độ ẩm và hàm lượng tro thấp so với các viên nén HH4 và HH5 cũng có sự tương đồng với nhau về độ ẩm và hàm lượng tro. Độ ẩm của các viên nén thành phẩm trong nghiên

cứu này cho kết quả độ ẩm tương đối thấp hơn so với các nghiên cứu khác chỉ đứng sau hỗn hợp mùn cưa + giấy, nhựa, cao su (5,38 %). Trong khi các viên nén như viên nén nhân cọ (12 %) và viên nén gỗ cao su + CTRDT (15 %) với độ ẩm cao hơn có thể làm giảm hiệu suất đốt cháy. Xét về độ tro so với các nghiên cứu khác cho thấy viên nén HH4 và HH5 có giá trị độ ẩm ngang với mùn cưa + giấy, nhựa, cao su và gỗ cao su + CTRDT, 4 viên này có sự tương đồng về giá trị. Rác vườn + PET (2,18 %) nổi bật với hàm lượng tro thấp nhất. Tiếp theo đó, viên nén gỗ + nhựa (4,33 %) và viên nén nhân cọ (7%) có hàm lượng tro thấp hơn so với nhiều hỗn hợp khác, giúp duy trì chi phí bảo trì ở mức hợp lý và hiệu suất đốt cháy ổn định. Các viên nén thành phẩm có hàm lượng tro tương đối cao nhưng so với một số nghiên cứu có độ tro tương tự vẫn không quá gây ảnh hưởng. Ở đặc điểm độ ẩm và hàm lượng tro của các viên nén thành phẩm có thể thấy viên nén HH4 và HH5 ổn định nhất trong số các viên nén còn lại.

Các viên nén HH1-5 có nhiệt trị cao hơn các viên nén trấu và viên nén thân ngô có trên thị trường nhưng thấp hơn so với một số viên nén khác. Nhiệt trị của viên nén HH4 và HH5 có sự tương đồng với viên nén giấy + rác vườn và rác vườn + Polyethylen Terephthalate (PET).

Khác với các nghiên cứu trước chủ yếu sử dụng các nguồn nguyên liệu thuần túy như mùn cưa, trấu, rơm rạ hoặc rác vườn, nghiên cứu này phối trộn CTRSH và các loại phế phẩm nông nghiệp khác nhau, với nguyên liệu đầu vào phức tạp kết quả của sự pha trộn giữa các nguyên liệu khác nhau theo tỷ lệ cụ thể. Điều này không chỉ làm tăng hiệu quả tận dụng chất thải tổng hợp mà còn mở ra hướng đi mới cho xử lý CTRSH thông qua công nghệ tạo viên nén RDF, góp phần vào mục tiêu kinh tế tuần hoàn.

4. Kết luận

Kết quả cho thấy các viên nén có tỉ lệ 50-50 % sau quá trình ép viên thì độ ẩm của nguyên liệu được giảm xuống

tương đương với khả năng thoát nước của các viên nén tốt. Hàm lượng tro của viên nén sau quá trình đốt để lại khá cao chủ yếu là ở trấu và sơ dừa, ngoài ra thành phần CTRSH cũng là nguyên nhân chính khiến hàm lượng tro trong viên nén tăng. Đối với các viên nén có tỉ lệ 50-50 % thì viên nén HH4 và HH5 có nhiệt trị cao nhất lần lượt là 15,03 MJ/kg và 15,97 MJ/kg so với các viên còn lại. Viên nén HH1 với 100 % nguyên liệu CTRSH có hàm lượng tro và độ ẩm tốt, giá trị nhiệt trị 13,25 MJ/kg tuy thấp nhất trong các viên nén của nghiên cứu, tuy nhiên viên nén có hiệu suất cháy tương đối ổn định sử dụng được cho nhu cầu hiệu suất đốt trung bình, đồng thời góp phần xử lý được lượng CTRSH lớn.

Lời cảm ơn

Nghiên cứu này được tài trợ bởi trường Đại học Nguyễn Tất Thành, Thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam, mã đề tài 2025.01.134.

Tài liệu tham khảo

1. Trang, Đ. T. & Bích, N. T. N (2021). “Ô nhiễm rác thải sinh hoạt nông thôn Việt Nam: Nguyên nhân do đâu?”. Đại học Quốc gia Hà Nội.
2. Ủy ban Nhân dân Thành phố Hồ Chí Minh (2024), Quyết định số 12/2024/QĐ-UBND ngày 17 tháng 3 năm 2024 Về Quản lý chất thải rắn sinh hoạt tại Thành phố Hồ Chí Minh.
3. Doãn, H.N., Phạm, H.N., Phạm, X.S. (2021). Bảo vệ quyền con người được sống trong môi trường trong lành nhìn từ khía cạnh xử lý rác đô thị ở Việt Nam, Tạp chí Công Thương.
4. Lê Thị Mai Hương. (2024). Phát triển ngành nông nghiệp Việt Nam trong giai đoạn hiện nay. Tạp chí Phát triển và Hội nhập.
5. Nguyễn Văn Lành. (2022). Kinh nghiệm quốc tế về phát triển nền kinh tế tuần hoàn và bài học cho Việt Nam. Tạp chí Kinh tế Châu Á – Thái Bình Dương.
6. Smith, I. E., Probert, S D, Stokes, R E, & Hansford, R J. (2021.). “The Briquetting of Wheat Straw”. In J. agric. Engng Res.
7. Chotikhun, A., Laosena, R., Kittijaruwattana, J., Lee, S. H., Sae-Ueng, K., Nakason, C., Pianroj, Y., & Salca, E. A. (2023). “Elemental compositions of wood plastic pellets made from sawdust and Refuse-Derived Fuel (RDF) waste”. Applied Sciences (Switzerland).
8. Laosena, R., Palamanit, A., Luengchavanon, M., Kittijaruwattana, J., Nakason, C., Lee, S. H., & Chotikhun, A. (2022). “Characterization of mixed pellets made from Rubberwood (*Hevea brasiliensis*) and Refuse-Derived Fuel (RDF) waste as pellet fuel”. Materials.
9. Razuan, R., Finney, K. N., Chen, Q., Sharifi, V. N., & Swithenbank, J. (2011). “Pelletised fuel production from palm kernel cake”. Fuel Processing Technology.
10. Fauziah, E. N., Sari, M. M., & Suryawan, I. W. K. (2023). “Possibility of municipal waste management with Refuse-Derived Fuel (RDF) mixed paper and garden in Depok city”. Indonesian Journal of Applied Environmental Studies.
11. Zahra, N. L., Septiariva, I. Y., Sarwono, A., Qonitan, F. D., Sari, M. M., Gaina, P. C., Ummatin, K. K., Arifianti, Q. A. M. O., Faria, N., Lim, J. W., Suhardono, S., & Suryawan, I. W. K. (2022). “Substitution of garden and Polyethylene”. International Journal of Renewable Energy Development.
12. Madadian, E., Akbarzadeh, A. H., Orsat, V., & Lefsrud, M. (2019). “Pelletized composite wood fiber mixed with plastic as advanced solid biofuels: Physico- chemo-mechanical analysis”. Waste and Biomass Valorization.
13. Phúc Trường. (2020). Nhiên liệu Viên nén trấu đốt lò hơi – Giải pháp hiệu quả cho sản xuất năng lượng công nghiệp.

Research on manufacturing a model to make pellets from domestic solid waste and agricultural by-products

Vo Đình Long¹, Le Thi Ngoc Chau², Tra Van Tung², Trinh Xuan Hoang², Truong Thi Tuong Vi², Nguyen Thi Hong Nhung^{2*}

¹Institute of Science, Technology and Environmental Management, Industrial University, Ho Chi Minh City, 700000, Việt Nam.

²Faculty of Applied Science and Technology (FAST), Nguyen Tat Thanh University, Ho Chi Minh City, 700000, Việt Nam.

*nthnhung@ntt.edu.vn

Abstract Domestic solid waste is a major cause of environmental pollution, especially in large cities such as Ho Chi Minh City. The agricultural sector also generates hundreds of millions of tons of by-products each year. Faced with this increase, effective and sustainable treatment solutions are needed. This study aims to produce fuel pellets (RDF) as a circular economy solution, simultaneously treating municipal solid waste and reusing agricultural by-products. A pellet machine model was manufactured and tested with different mixing ratios between MSW and rice husks, coconut fiber, cassava husks, and sawdust. Results showed pellets had low moisture (< 10 %), ash content decreased with higher agricultural by-product ratios, and at a 50-50 % ratio, HH4 and HH5 achieved the highest calorific values of 15,03 MJ/kg and 15,97 MJ/kg, respectively. The pellets showed high mechanical strength, low cost, and good preservation. The study supports sustainable development through effective waste reuse and reduced pressure on natural resources.

Keywords Domestic solid waste; agricultural by-products; RDF pellets; circular economy; sustainable development