

Nghiên cứu tiềm năng sản xuất nhiên liệu sinh học từ phế phẩm nông-lâm-công nghiệp cho phương tiện giao thông tại Việt Nam

Dương Hoàng Long¹, Trương Văn Tiến¹, Âu Thị Kim Loan², Lương Hùng Truyền^{1*}

¹ Khoa Kỹ Thuật – Công Nghệ, Đại học Nguyễn Tất Thành, Tp. Hồ Chí Minh, Việt Nam

² Khoa Cơ Khí Chế Tạo Máy, Đại học Sư Phạm Kỹ Thuật, Tp. Hồ Chí Minh, Việt Nam

*lhtuyen@ntt.edu.vn

Tóm tắt

Việt Nam sở hữu nguồn tài nguyên sinh khối phong phú từ các phế phẩm nông lâm và công nghiệp, như rơm rạ, bã mía, vỏ trấu, gỗ vụn và chất thải chăn nuôi, tạo nền tảng cho sản xuất bioethanol, biodiesel, biogas và hydro. Với hàng triệu tấn sinh khối mỗi năm, Việt Nam có tiềm năng lớn để phát triển ngành nhiên liệu sinh học, giảm phụ thuộc vào nhiên liệu hóa thạch và giảm phát thải khí nhà kính. Đặc biệt, hydro xanh từ sinh khối là giải pháp tiên bộ cho phương tiện chạy pin nhiên liệu hydro (FCEV), giúp đạt phát thải ròng bằng không phù hợp mục tiêu trung hòa carbon toàn cầu. Các dự án tiêu biểu gồm nhà máy bioethanol, cơ sở biodiesel từ dầu tái chế, công nghệ khí hóa sinh khối và lên men tiên tiến. Nghiên cứu cũng đề xuất nâng cao nhận thức cộng đồng, thúc đẩy chính sách hỗ trợ và hợp tác quốc tế để mở rộng sản xuất. Với những định hướng này, Việt Nam có thể khẳng định vị thế trong năng lượng tái tạo khu vực, đóng góp vào phát triển kinh tế xanh và bền vững.

© 2025 Journal of Science and Technology - NTTU

Nhận 29/06/2025

Được duyệt 28/07/2025

Công bố 28/09/2025

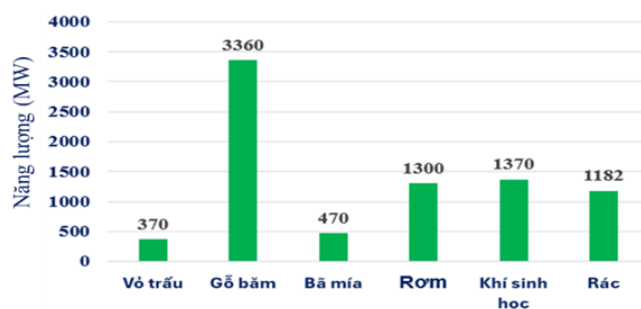
Từ khóa
nhiên liệu sinh học, hydro xanh, sinh khối, bioethanol, biodiesel, biogas

1 Đặt vấn đề

Trong bối cảnh biến đổi khí hậu, năng lượng sinh học từ sinh khối đóng góp khoảng 14% vào nguồn năng lượng tái tạo toàn cầu, là giải pháp bền vững giảm phụ thuộc nhiên liệu hóa thạch. Sinh khối gồm các vật liệu hữu cơ như phế phẩm nông nghiệp, chất thải chăn nuôi, rác thải sinh hoạt, được chuyển hóa thành nhiên liệu lỏng (bioethanol, biodiesel), khí (biogas) hoặc năng lượng nhiệt qua các quá trình sinh hóa và nhiệt hóa. Trong giao thông, bioethanol và biodiesel đã được sử dụng rộng rãi tại Brazil, Mỹ, EU, thay thế nhiên liệu hóa thạch và giảm khí nhà kính [1].

Việt Nam có nguồn sinh khối dồi dào từ phế phẩm nông lâm nghiệp và chất thải sinh hoạt, với hàng năm khoảng 43 triệu tấn, gồm rơm rạ, bã mía và vỏ trấu, là nguyên liệu tiềm năng cho sản xuất nhiên liệu sinh học. Hàng năm, cả nước tạo ra khoảng 43 triệu tấn phế phẩm nông nghiệp, bao gồm 24 triệu tấn rơm rạ, 15 triệu tấn bã mía và 3 triệu tấn vỏ trấu, là những nguyên liệu tiềm năng cho sản xuất bioethanol và biodiesel [2]. Bên cạnh đó, lượng rác thải sinh hoạt đạt khoảng 28 triệu tấn mỗi năm, trong đó 60 % là chất hữu cơ phù hợp để sản xuất biogas, như được minh họa trong Hình 1 [3]. Tổng tiềm năng năng lượng sinh khối của Việt Nam được ước tính tương đương 200 triệu tấn dầu quy đổi, chiếm khoảng 12,5 % tổng tiềm năng năng lượng tái tạo quốc gia [4]. Nguồn tài nguyên này không chỉ mở ra cơ hội phát triển năng

lượng sạch mà còn góp phần giải quyết vấn đề quản lý chất thải, thúc đẩy kinh tế tuần hoàn và phát triển bền vững.



Hình 1. Nguồn năng lượng sinh khối ở Việt Nam

Việt Nam, một quốc gia đang phát triển với tốc độ đô thị hóa và công nghiệp hóa nhanh chóng, đang đối mặt với những thách thức nghiêm trọng về ô nhiễm môi trường, đặc biệt là ô nhiễm không khí tại các đô thị lớn như Hà Nội và Thành phố Hồ Chí Minh, nơi thường xuyên được xếp hạng trong số các thành phố có chất lượng không khí kém nhất khu vực Đông Nam Á. Nguyên nhân chính xuất phát từ lĩnh vực giao thông vận tải (GTVT), vốn phụ thuộc lớn vào nhiên liệu hóa thạch và đóng góp khoảng 23 % tổng lượng phát thải khí nhà kính (GHG) của cả nước, tương đương 45 triệu tấn CO₂ mỗi năm [5]. Số lượng phương tiện GTVT tại Việt Nam tăng trưởng nhanh chóng với tốc độ 16-19 % mỗi năm, dẫn đến nhu cầu tiêu thụ năng lượng ngày càng cao.

Tính đến cuối năm 2023, Việt Nam có hơn 5 triệu ô tô và 70 triệu xe máy sử dụng nhiên liệu hóa thạch [5], tiêu thụ khoảng 20 triệu tấn xăng dầu mỗi năm, trong đó GTVT chiếm 70 %. Tình hình này làm trầm trọng ô nhiễm không khí và gây áp lực lớn lên nguồn năng lượng, đặt ra nhu cầu chuyển đổi sang năng lượng tái tạo và công nghệ giao thông sạch để hướng tới phát triển bền vững.

Trước ô nhiễm không khí ngày càng nghiêm trọng, năng lượng sinh học từ sinh khối như bioethanol, biodiesel và biogas là giải pháp triển vọng giảm phát thải khí nhà kính và cải thiện môi trường đô thị. Việt Nam với nguồn sinh khối dồi dào, ước tính tương đương 200 triệu tấn dầu quy đổi [4], có cơ hội xây dựng hệ thống giao thông xanh, hướng tới trung hòa carbon và kinh tế tuần hoàn. Để hiện thực hóa tiềm năng này, cần chính sách hỗ trợ, đầu tư công nghệ tiên tiến và nâng cao nhận thức cộng đồng.

2. Vật liệu, phương pháp nghiên cứu

Việt Nam, với đặc thù là một quốc gia nông nghiệp, nơi hơn 70 % dân số sinh sống tại khu vực nông thôn, sở hữu nguồn phế phẩm nông nghiệp phong phú từ các loại cây trồng như lúa, mía, ngô, sắn, cà phê và cây ăn quả [6]. Hàng năm, cả nước sản xuất khoảng 43 triệu tấn phế phẩm nông nghiệp, cung cấp nguồn nguyên liệu dồi dào cho sản xuất nhiên liệu sinh học như bioethanol, biodiesel và biogas với quy trình chuyển hóa được thể hiện trong Hình 2.

Rơm rạ: là cây trồng chủ lực, sản lượng lúa gạo đạt khoảng 44 triệu tấn mỗi năm, tạo ra 24 triệu tấn rơm rạ [3]. Nếu khai thác 50 % lượng rơm rạ này, Việt Nam có thể sản xuất khoảng 12 triệu tấn sinh khối, tương đương 1,179 triệu lít bioethanol thông qua quá trình lên men hoặc chuyển hóa thành biogas để sản xuất năng lượng sạch.

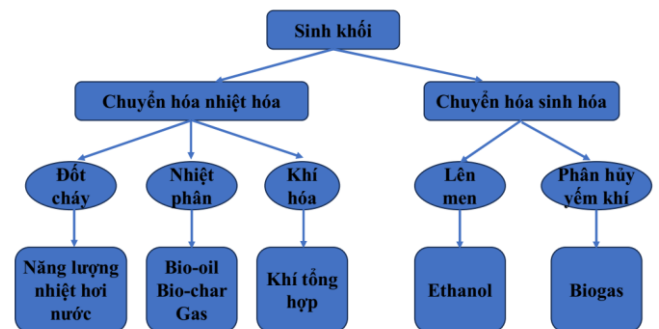
Bã mía: là một trong những quốc gia sản xuất mía đường hàng đầu Đông Nam Á, Việt Nam đạt sản lượng mía khoảng 15 triệu tấn mỗi năm, tạo ra 4,5 triệu tấn bã mía. Loại phế phẩm này là nguyên liệu lý tưởng để sản xuất bioethanol thông qua quá trình lên men, góp phần giảm phụ thuộc vào nhiên liệu hóa thạch.

Vỏ trấu: ngành sản xuất lúa gạo tạo ra khoảng 3 triệu tấn vỏ trấu mỗi năm. Phế phẩm này có thể được sử dụng làm nhiên liệu sinh học thông qua đốt cháy trực tiếp để sản xuất năng lượng nhiệt hoặc điện, mang lại giải pháp năng lượng bền vững và thân thiện với môi trường.

Ngô và sắn: với sản lượng ngô khoảng 4,5 triệu tấn và sắn 10 triệu tấn mỗi năm, Việt Nam có nguồn nguyên liệu dồi dào để sản xuất bioethanol. Thân, lá ngô và bã

sắn cũng có thể được tận dụng để sản xuất năng lượng sinh học, tối ưu hóa giá trị từ các phế phẩm nông nghiệp. **Phụ phẩm lâm nghiệp:** với diện tích rừng khoảng 14,6 triệu ha, Việt Nam sở hữu nguồn tài nguyên lâm nghiệp phong phú, đóng vai trò quan trọng trong sản xuất nhiên liệu sinh học. Các phụ phẩm từ khai thác và chế biến gỗ, bao gồm cành khô, mùn cưa, vỏ cây và gỗ vụn, có thể được sử dụng để sản xuất biogas, bioethanol hoặc năng lượng nhiệt. Những phế phẩm này không chỉ cung cấp nguồn sinh khối dồi dào mà còn góp phần giảm thiểu chất thải lâm nghiệp, hỗ trợ quản lý rừng bền vững và thúc đẩy kinh tế tuần hoàn.

Chất thải hữu cơ từ công nghiệp và chăn nuôi: Việt Nam mỗi năm tạo ra khoảng 25-26 triệu tấn chất thải hữu cơ từ các ngành công nghiệp chế biến thực phẩm, đồ uống và chăn nuôi, mở ra tiềm năng lớn cho sản xuất nhiên liệu sinh học như biogas [6]. Các nhà máy chế biến nông sản, thủy sản và thực phẩm thải ra 5-7 triệu tấn chất thải hàng năm, là nguyên liệu lý tưởng để sản xuất biogas hoặc bioethanol. Trong ngành chăn nuôi, lượng phân gia súc từ các trang trại lớn đạt 80-85 triệu tấn mỗi năm, có thể khai thác 30 % để tạo ra hàng chục triệu m³ khí methane, cung cấp năng lượng sạch cho các hộ gia đình, trang trại hoặc cơ sở công nghiệp.



Hình 2. Công nghệ chuyển hóa sinh khối

Biogas từ chất thải sinh hoạt: tại các đô thị lớn như Hà Nội và TP. Hồ Chí Minh, nếu thu gom và xử lý 50 % chất thải sinh hoạt hữu cơ (khoảng 60 % trong 28 triệu tấn rác hàng năm), Việt Nam có thể sản xuất khoảng 1,2-1,5 triệu m³ biogas mỗi năm.

3. Kết quả và thảo luận

3.1 Dự án sản xuất nhiên liệu sinh học tại Việt Nam
Việt Nam đã cam kết đạt mục tiêu phát thải ròng bằng không vào 2050 [7], trong đó giảm khí thải ô nhiễm trong lĩnh vực giao thông là ưu tiên. Với nền kinh tế phát triển nhanh, nhu cầu vận tải tăng, hydro xanh được xem là giải pháp bền vững cho giao thông công cộng và các ngành công nghiệp khác. Việt Nam đang triển khai các dự án sản xuất hydro xanh trên cả ba miền trong hai giai đoạn 2021-2030 và 2030-2050, với công suất dự kiến đạt 400000 tấn năm 2030 và 12 triệu tấn năm 2050, như

được trình bày trong Bảng 1 [8]. Các dự án tập trung vào sản xuất hydro xanh từ nguồn năng lượng tái tạo, phát triển hệ thống lưu trữ, phân phối an toàn, đồng thời đánh giá tính kinh tế, xây dựng chính sách hỗ trợ và phân

tích tác động môi trường. Các dự án lớn tại Trà Vinh, Bến Tre và Quảng Trị đang được triển khai nhằm đáp ứng nhu cầu năng lượng trong nước và hướng tới xuất khẩu.

Bảng 1: Danh mục các dự án sản xuất hydro xanh

Mục	Tên dự án	Công suất ước tính (1,000 tấn/năm)	
		2021-2030	2031-2050
1	Nhà máy sản xuất hydro miền Bắc Việt Nam	100-200	1000-6000
2	Nhà máy sản xuất hydro miền Trung Việt Nam	200-400	3000-12000
3	Nhà máy sản xuất hydro miền Nam Việt Nam	200-400	3000-12000

Dự án tại Trà Vinh: nhà máy sản xuất hydro xanh tại Trà Vinh, được xây dựng trên diện tích 21 ha, vốn đầu tư khoảng 8000 tỷ đồng. Nhà máy sử dụng công nghệ điện phân nước biển, tận dụng nguồn điện từ năng lượng tái tạo, với công suất thiết kế 24000 tấn hydro/năm và 195000 tấn oxy y tế/năm. Sản phẩm phục vụ nội địa và xuất khẩu sang Nhật Bản, Hàn Quốc, Singapore và châu Âu. Dự án không chỉ xử lý lượng điện dư từ các nhà máy năng lượng gió, mặt trời trong khu vực mà còn tạo việc làm cho khoảng 300-500 lao động, thúc đẩy kinh tế địa phương và phát triển năng lượng xanh.

Dự án tại Bến Tre: nhà máy hydro xanh tại Bến Tre (22,7 ha, vốn 19500 tỷ đồng) [2], sử dụng công nghệ tiên tiến của Đức, dự kiến vận hành giai đoạn 1 vào quý II/2028, sản xuất 24000 tấn hydro, 150000 tấn amoniac và 195000 tấn oxy mỗi năm. Giai đoạn 2 nâng công suất lên 60000 tấn hydro, 375000 tấn amoniac và 490000 tấn oxy mỗi năm [7]. Dự án tạo việc làm cho 500-1000 lao động, đóng góp khoảng 2000 tỷ đồng mỗi năm vào ngân sách tỉnh, thúc đẩy năng lượng xanh và mục tiêu trung hòa carbon của Việt Nam.

Dự án tại Quảng Trị: dự án sản xuất điện và hydro siêu tái tạo tại Quảng Trị của Công ty Cổ phần Tư vấn Xây dựng Điện 2 (PECC2) và đối tác, với vốn 7,5 tỷ USD qua ba giai đoạn, nhằm xây dựng trung tâm năng lượng tái tạo tại miền Trung, tận dụng gió và mặt trời để đáp ứng nhu cầu trong nước và xuất khẩu. Các dự án hydro xanh tại Trà Vinh, Bến Tre và Quảng Trị không chỉ đảm bảo an ninh năng lượng, thúc đẩy kinh tế tuần hoàn, giảm phụ thuộc nhiên liệu hóa thạch và giúp Việt Nam đạt

3.2 Nhiên liệu sinh học cho phương tiện giao thông vận tải

3.2.1 Biogas

Việt Nam có nguồn phân gia súc khoảng 85 triệu tấn mỗi năm, tạo tiềm năng lớn cho sản xuất biogas, năng lượng

tái tạo từ sinh khối. Ở vùng nông thôn như Đồng bằng Sông Cửu Long, khoảng 85 % hộ gia đình dùng bể biogas để nấu ăn và thắp sáng, giảm phụ thuộc vào củi và nhiên liệu hóa thạch [9]. Các trang trại chăn nuôi lớn tận dụng biogas phát điện công suất 100-350 kW, cung cấp năng lượng địa phương và dư thừa cho lưới điện quốc gia [10].

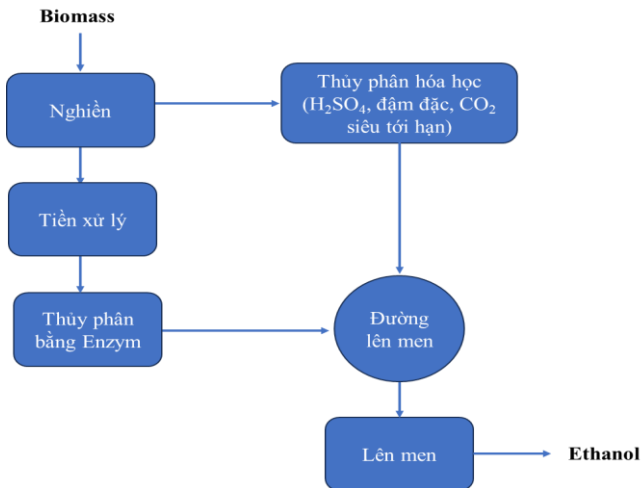


Hình 3. Sơ đồ hệ thống năng lượng tái tạo lai năng lượng mặt trời-sinh khối

Hệ thống kết hợp khí tổng hợp, biogas và hydro (Syngas-Biogas-Hydro) (Hình 3), tối ưu hóa hiệu suất và giảm phát thải. Ngoài ra, biogas nén (CNG) có tiềm năng làm nhiên liệu giao thông, góp phần giảm khí nhà kính. Việc mở rộng ứng dụng biogas, nhờ công nghệ tiên tiến và chính sách hỗ trợ, sẽ giúp Việt Nam khai thác hiệu quả sinh khối, thúc đẩy kinh tế tuần hoàn và hướng tới mục tiêu trung hòa carbon vào năm 2050.

3.2.2 Bioethanol

Bioethanol là nhiên liệu sinh học tái tạo, được sản xuất từ cây trồng giàu đường (mía, củ cải đường) hoặc tinh bột (ngô, sắn, lúa) bằng phương pháp thủy phân enzyme hoặc thủy phân hóa học (Hình 4), thường pha trộn với xăng cho giao thông. Việt Nam sản xuất khoảng 15 triệu tấn mía và 10 triệu tấn sắn hàng năm, cung cấp nguyên liệu phong phú cho lĩnh vực này [4]. Các phế phẩm như bã mía, bã sắn không chỉ hỗ trợ sản xuất bioethanol mà còn thúc đẩy quản lý chất thải nông nghiệp và kinh tế tuần hoàn.

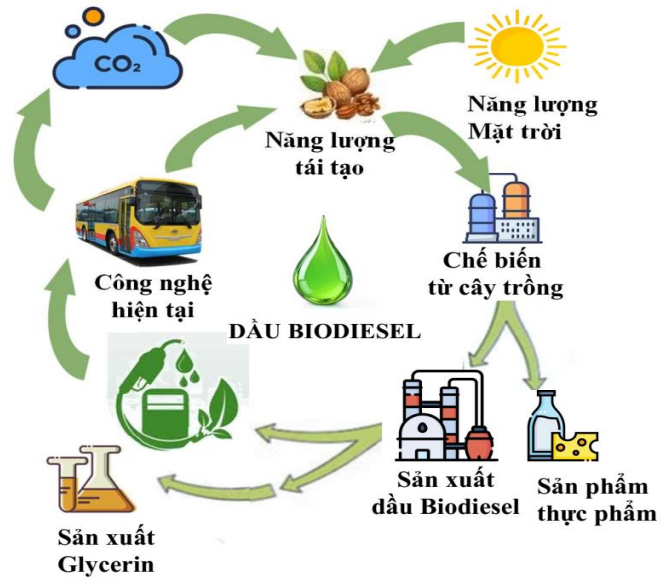


Hình 4. Sơ đồ lên men sản xuất Ethanol

Việt Nam sản xuất khoảng 300 triệu lít bioethanol hàng năm tại các nhà máy như Dung Quất, Phú Thọ và Bình Phước [2]. Từ năm 2018, xăng E5 (5 % bioethanol) được sử dụng rộng rãi, chiếm 12-15 % tổng tiêu thụ xăng dầu, tương đương khoảng 1,3 triệu m³/năm [5]. Nhiên liệu này giúp giảm khí nhà kính và tăng cường an ninh năng lượng bằng cách giảm phụ thuộc vào xăng nhập khẩu.

3.2.3 Biodiesel (Bio-Oil)

Việt Nam có tiềm năng lớn sản xuất biodiesel từ nguồn nguyên liệu phong phú như dầu ăn đã qua sử dụng, dầu thực vật (đậu nành, cọ) và cây cọc rào (Jatropha). Biodiesel, có thể dùng tinh khiết (B100) hoặc pha trộn (B5, B20), giúp giảm phát thải khí nhà kính và phụ thuộc dầu hoá thạch (Hình 5). Quá trình sản xuất bắt đầu từ thu hoạch, chế biến nguyên liệu để chiết xuất dầu, rồi phản ứng chuyển đổi thành biodiesel qua phản ứng hóa học với methanol hoặc ethanol, xúc tác. Sau đó, biodiesel được tách, tinh chế và sử dụng làm nhiên liệu phương tiện, còn glycerin dùng trong ngành công nghiệp. Việt Nam hiện sản xuất khoảng 50000 tấn biodiesel mỗi năm, chủ yếu từ Nhà máy Biodiesel Phú Mỹ và các dự án tại Đồng bằng Sông Cửu Long [2]. Biodiesel giúp thay thế dầu diesel, mang lại lợi ích môi trường và kinh tế.



Hình 5. Quá trình sản xuất dầu Biodiesel thay thế dầu Diesel

3.2.4 Hydro xanh

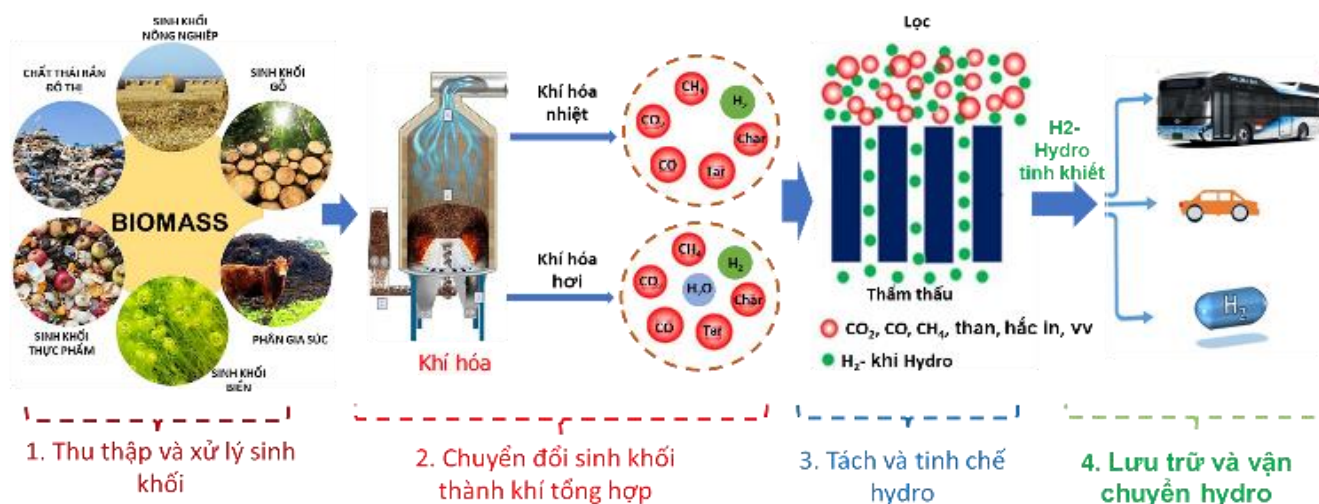
Hydro xanh có tiềm năng sản xuất từ nguồn sinh khối phong phú, ước tính 104,4 triệu tấn/năm, gồm rơm rạ, bã mía, vỏ trấu, phụ phẩm lâm nghiệp, chất thải công nghiệp và phân gia súc [2, 5]. Hydro xanh từ sinh khối chủ yếu được sản xuất qua công nghệ khí hóa và cải tạo hơi nước (Hình 6). Trong quá trình khí hóa, sinh khối phân hủy ở nhiệt độ cao thành khí tổng hợp (syngas), sau đó chuyển thành hydro qua phản ứng dịch chuyển nước-khí và tách bằng hấp phụ áp suất.

Việc sử dụng nhiên liệu hydro cho xe buýt tại Hà Nội và TP.HCM [4] giúp giảm phát thải đáng kể, nhưng còn đối mặt với thách thức về chi phí, hạ tầng và công nghệ chưa tối ưu. Việt Nam cần tập trung đầu tư nghiên cứu khí hóa, điện phân, xây dựng khung pháp lý và phát triển trạm nạp hydro tại Duyên hải Nam Trung Bộ và Tây Nam Bộ. Các dự án thí điểm dự kiến giảm 3,9 triệu tấn CO₂ vào 2030 và 363,8 triệu tấn vào 2050 [6], thúc đẩy giao thông xanh, an ninh năng lượng và kinh tế tuần hoàn.

4. Phân tích khả năng ứng dụng tại Việt Nam

Ứng dụng năng lượng sinh học trong ô tô tại Việt Nam rất khả thi về kỹ thuật nhờ sự phát triển công nghệ chuyển hóa sinh khối và hạ tầng liên quan [11-12].

Bioethanol được pha trộn với xăng (E5: 5%, E10: 10%) để sử dụng trong động cơ đốt trong mà không đòi hỏi thay đổi kỹ thuật đáng kể, cho thấy tính khả thi cao. Tuy nhiên, để đảm bảo chất lượng, cần đầu tư tối ưu hóa hạ tầng lưu trữ và phân phối, bao gồm bể chứa và hệ thống bơm tại các trạm xăng để ngăn hiện tượng nước xâm nhập.



Hình 6. Quá trình công nghệ sản xuất hydro sinh học cho phương tiện giao thông

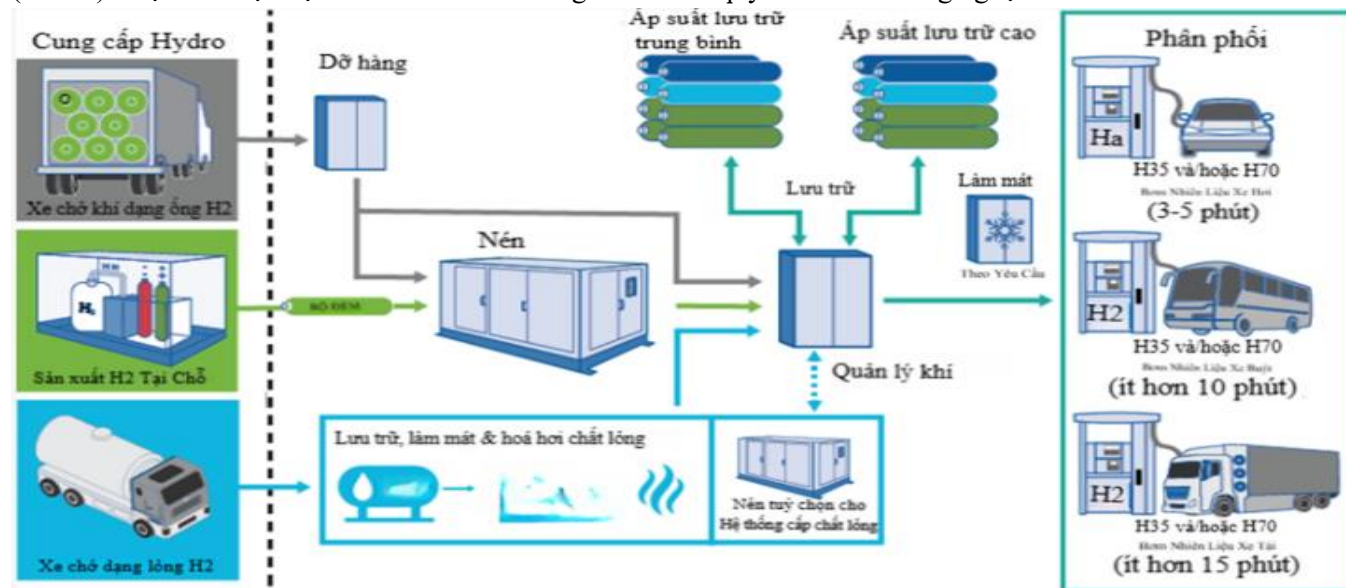
Biodiesel có thể pha trộn với dầu diesel và vận hành trong động cơ diesel mà không cần sửa đổi lớn, do tính chất tương đồng. Biodiesel tinh khiết (B100) yêu cầu thay đổi hệ thống nhiên liệu, đặc biệt trong điều kiện lạnh do điểm đông đặc cao hơn. Biodiesel giúp giảm khí thải HC, CO mà không gây tổn thất công suất đáng kể [13]. Một nghiên cứu khác [11] cho thấy điều chỉnh góc đánh lửa tăng 10° giúp tăng hiệu quả kỹ thuật của động cơ diesel khoảng 30 % ở mức ga 10 %.

Biogas, mang lại hiệu suất cao và giảm phát thải CO_2 tới 70 % so với nhiên liệu hóa thạch. Ngoài ứng dụng trong phát điện trang trại và hộ gia đình, biogas cũng được nghiên cứu cho dùng trong động cơ ô tô. Thử nghiệm [12] trên động cơ sử dụng hỗn hợp khí sinh học, khí tổng hợp và hydro đã xác định được góc đánh lửa tối ưu và tỷ lệ sinh khối-hydro phù hợp, chứng minh tiềm năng ứng dụng trong đốt trong.

Hydro, là nhiên liệu sạch dành cho phương tiện giao thông công cộng, đặc biệt xe buýt dùng pin nhiên liệu (FCEV). Việt Nam đặt mục tiêu triển khai khoảng 20000

xe buýt trong các đô thị lớn từ 2021-2030. Ưu tiên nghiên cứu gồm: triển khai xe buýt hydro, phát triển hạ tầng trạm sạc và tiếp nhiên liệu, thay thế xe cũ chạy xăng dầu, và xây dựng mạng lưới giao thông tích hợp giữa xe buýt truyền thống và điện. Ví dụ điển hình là các trạm tiếp nhiên liệu hydro (Hình 7 [14]) với các thông số kỹ thuật như công suất, thời gian tiếp nhiên liệu, áp suất hydro và chi phí nhiên liệu.

Xét về tính khả thi kinh tế, nhiên liệu sinh học phụ thuộc vào chi phí sản xuất, hạ tầng và chính sách hỗ trợ. Chi phí sản xuất bioethanol từ sắn khoảng 0,7-0,86 USD/lít, biodiesel từ dầu ăn cũ và dầu thực vật khoảng 0,9-1,2 USD/lít, cao hơn nhiều so với xăng nhập khẩu (0,6-0,65 USD/lít). Do năng lượng của bioethanol và biodiesel thấp hơn xăng/diesel từ 10-62 %, nên giá bioethanol cao hơn 7-43 %, chưa kể chi phí phân phối và lưu trữ. Thiếu hỗ trợ tài chính khiến bioethanol khó cạnh tranh với nhiên liệu hóa thạch, nhất là khi giá dầu biến động, nhưng biodiesel có thể giảm giá nhờ sản xuất quy mô lớn và công nghệ cải tiến.



Hình 7. Minh họa mô hình cung cấp nhiên liệu hydro tại các trạm tiếp nhiên liệu

Trong dài hạn, nhiên liệu sinh học giúp giảm chi phí nhập khẩu xăng dầu, cải thiện cán cân thương mại và tăng cường an ninh năng lượng.

5. Kết luận

Việt Nam có tiềm năng lớn trong sử dụng năng lượng sinh học từ sinh khối cho giao thông, gồm bioethanol, biodiesel, biogas và hydro xanh để phát triển năng lượng sạch và bảo vệ môi trường. Bioethanol phù hợp cho xe chạy xăng, giảm phát thải và phụ thuộc nhiên liệu hóa thạch. Biodiesel thay thế diesel, giảm ô nhiễm như CO₂, SO₂ và bụi mịn, phù hợp cho xe buýt và phương tiện nặng. Biogas là lựa chọn tiềm năng cho xe khí nén, phù hợp với giao thông công cộng đô thị. Hydro xanh giúp giảm khí nhà kính, nâng cao chất lượng không khí, thúc đẩy ngành ô tô phát triển và tạo cơ hội việc làm mới.

Để đạt mục tiêu phát thải ròng bằng không vào 2050, Việt Nam đẩy mạnh sản xuất nhiên liệu sinh học tái tạo cho giao thông và ngành công nghiệp. Các dự án tại Trà Vinh, Bến Tre, Quảng Trị dự kiến đạt công suất 400.000 tấn vào 2030 và 12 triệu tấn vào 2050, tập trung vào sản xuất, lưu trữ và phân phối hydro xanh, tạo việc làm và

thúc đẩy kinh tế địa phương. Các dự án này tăng cường an ninh năng lượng, giảm phụ thuộc nhiên liệu hóa thạch, mở cơ hội xuất khẩu và nâng cao vị thế Việt Nam trên thị trường năng lượng toàn cầu. Tuy nhiên, còn đối diện với thách thức về chi phí cao, hạ tầng hạn chế, cạnh tranh với nhiên liệu hóa thạch và thiếu chính sách hỗ trợ đồng bộ.

Để vượt qua thách thức, cần triển khai giải pháp toàn diện về công nghệ, kinh tế, hạ tầng và chính sách. Tối ưu hóa quy trình sản xuất, mở rộng mạng lưới trạm nhiên liệu sinh học và biogas, cùng chính sách trợ giá và ưu đãi thuế sẽ thúc đẩy ngành. Nâng cao nhận thức cộng đồng về lợi ích của nhiên liệu sinh học cũng rất cần thiết để khuyến khích chuyển đổi từ nhiên liệu hóa thạch. Với sự hỗ trợ từ chính phủ và đầu tư doanh nghiệp, nhiên liệu sinh học có thể trở thành yếu tố chính của chiến lược năng lượng bền vững, giảm ô nhiễm, đảm bảo an ninh năng lượng và phát triển kinh tế xanh.

Lời cảm ơn

Nghiên cứu được tài trợ bởi Trường Đại học Nguyễn Tất Thành, Thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam.

Tài liệu tham khảo

- [1] D. N. Quynh, S. Kinya. (2011). Potential of Bioethanol Production from Agricultural Residues in the Mekong Delta, Vietnam. *International Energy Journal*, vol. 12, p. 145-154.
- [2] N. M. Nhut *et al.* (2022). Biomass from agricultural by-products: potential and application directions for renewable energy in the Mekong Delta. *Science Journal - Can Tho University*, vol. 58, p. 201-213.
- [3] ThuanHai. (2024). Biomass in Vietnam: Prospect and challenge. <https://thuanhai.com.vn/tin-tuc/tin-thi-truong/tiem-nang-nang-luong-biomass-tai-viet-nam.html>.
- [4] Prime Minister. (2024). *Approving the Plan to implement the National Power Development Plan for the period 2021 - 2030, with a vision to 2050*, 262/QĐ-TTg.
- [5] X. Dong. (2024). Green transition in transport will not be easy. <https://laodong.vn/xa-hoi/chuyen-doi-xanh-trong-giao-thong-se-khong-phai-la-con-duong-de-dang-1386707.lido>.
- [6] T. S. Nam *et al.* (2022). Biogas production from different waste sources in the mekong delta. *Science Journal - Can Tho University*, vol. 58, p. 239-251.
- [7] VGP. (2021). Full remarks by PM Pham Minh Chinh at COP26. <https://primeminister.chinhphu.vn/full-remarks-by-pm-pham-minh-chinh-at-cop26-11240273.htm>.
- [8] Vepg. (2023). Vietnam's hydrogen energy development strategy and lng power development plan in line with the national energy master plan. https://vepg.vn/wp-content/uploads/2024/05/1_EN_MOIT-Presentation-on-LNG-and-Hydrogen_23-May_KE2.pdf.
- [9] T. Thuy. (2023). Vietnam prioritizes the development of biomass power, electricity produced from garbage and solid waste. <https://moit.gov.vn/tin-tuc/hoat-dong/viet-nam-uu-tien-phat-trien-cac-loai-hinh-dien-sinh-khoi-dien-san-xuat-tu-rac-va-chat-thai-ran.html>.
- [10] T. S. Nam *et al.* (2021). Implementation of biogas digester to clean up pig livestock and provide the community with biogas renewable energy (CBRE). *Science Journal - Dong Thap University*, vol. 10, no. 3 p. 64-76.
- [11] B. V. Ga *et al.* (2023). Flexible syngas-biogas-hydro fueling spark-ignition engine behaviors with optimized fuel compositions and control parameters. *International Journal of Hydrogen Energy*, vol. 48, no. 18, p. 6722-6737.
- [12] P. X. Mai *et al.* (2024). Green hydrogen mobility: advances in biomass-ased fuel cell vehicles and applicability in Vietnam. in Proc. The 10th International Conference on Engineering for Waste and Biomass Valorisation, WasteEng2024. Sendai, Japan.

- [13] Monika et al. (2023). Biodiesel production from waste cooking oil: A comprehensive review on the application of heterogenous catalysts. *Energy Nexus*, vol. 10.
- [14] Gilbarco. (2023). Hydrogen compress system lay out. <https://www.gilbarco.com/eu/our-solutions/hydrogen-refuelling-station-solutions/hydrogen-compression>.

Study on the potential of biofuel production from agricultural, forestry and industrial waste for transportation in Viet Nam

Hoang Long Duong¹, Tien Van Truong¹, Thi Kim Loan Au², Hung Truyen Luong^{1*}

¹Faculty of Engineering and Technology, Nguyen Tat Thanh University, Ho Chi Minh City, Vietnam

²Faculty of mechanical engineering, Ho Chi Minh University of Technology and Education, Ho Chi Minh City, Vietnam

*lhtruyen@ntt.edu.vn

Abstract Viet Nam possesses abundant biomass resources from agricultural, forestry, and industrial by-products such as rice straw, sugarcane bagasse, rice husks, wood chips, and livestock waste, providing a strong foundation for producing biofuels like bioethanol, biodiesel, biogas, and hydrogen. With millions of tons of biomass produced annually, Viet Nam has significant potential to develop the biofuel industry, reducing reliance on fossil fuels, optimizing the national energy structure, and mitigating greenhouse gas emissions. Notably, green hydrogen derived from biomass offers an advanced solution for fuel cell electric vehicles (FCEVs), achieving net-zero emissions and aligning with global carbon neutrality goals. The study highlights notable projects, including bioethanol plants, biodiesel production facilities from recycled vegetable oil, and advanced technologies like biomass gasification and fermentation. It also proposes raising public awareness, promoting supportive policies, and fostering international collaboration to scale up production. With these strategies, Viet Nam can establish its position in the regional renewable energy landscape, contributing to a green and sustainable economy.

Keywords biofuel, green hydrogen, biomass, bioethanol, biodiesel, biogas