

# TỔNG QUAN KHẢ NĂNG ỨNG DỤNG NĂNG LƯỢNG SINH HỌC TRONG Ô TÔ Ở VIỆT NAM

## POTENTIAL APPLICATION OF BIOENERGY IN VIETNAM'S AUTOMOTIVE SECTOR: A REVIEW

Lương Hùng Truyền<sup>1\*</sup>, Trần Thị Mỹ Tiên<sup>2</sup>, Bùi Văn Ga<sup>3</sup>, Phạm Xuân Mai<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Trường Đại học Nguyễn Tất Thành, Việt Nam

<sup>2</sup>Trường Trung cấp Đông Sài Gòn, Tp. Hồ Chí Minh, Việt Nam

<sup>3</sup>Đại học Đà Nẵng, Việt Nam

<sup>4</sup>Trường Đại học Công nghệ Miền Đông, Việt Nam

\*Tác giả liên hệ / Corresponding author: lhtruyen@ntt.edu.vn

(Nhận bài / Received: 04/01/2025; Sửa bài / Revised: 05/3/2025; Chấp nhận đăng / Accepted: 07/3/2025)

DOI: 10.31130/ud-jst.2025.009

**Tóm tắt** - Bài báo tổng hợp và phân tích tiềm năng, tính khả thi của việc ứng dụng năng lượng sinh học từ biomass trong ngành ô tô tại Việt Nam, bao gồm bioethanol, biodiesel và biogas. Với nguồn sinh khối dồi dào từ phế phẩm nông nghiệp, chăn nuôi và các nguồn khác, Việt Nam có cơ hội lớn để phát triển nhiên liệu sinh học, góp phần giảm phụ thuộc vào xăng dầu nhập khẩu và bảo vệ môi trường. Ngoài ra, còn đề cập giải pháp ứng dụng của hydro xanh sản xuất từ biomass để chế tạo xe buýt pin nhiên liệu hydro (HFCV), góp phần định hướng sử dụng năng lượng sạch ở Việt Nam. Tuy nhiên, bài báo cũng chỉ ra các thách thức về chi phí sản xuất, hạ tầng phân phối và nhận thức người tiêu dùng. Các giải pháp đề xuất gồm tối ưu hóa công nghệ, trợ giá, đầu tư hạ tầng và nâng cao nhận thức cộng đồng.

**Từ khóa** - Năng lượng sinh học; bioethanol; biodiesel; biogas; sinh khối; hydro xanh.

## 1. Giới thiệu

### 1.1. Năng lượng sinh học từ biomass

Năng lượng sinh học từ biomass (sinh khối) là một trong những dạng năng lượng tái tạo quan trọng hiện nay trong bối cảnh biến đổi khí hậu. Biomass là các vật liệu hữu cơ có nguồn gốc từ sinh vật sống, bao gồm các phế phẩm nông nghiệp, lâm nghiệp, chất thải hữu cơ từ chăn nuôi. Năng lượng sinh học từ biomass được chuyển hóa thông qua các quá trình sinh hóa và nhiệt hóa thành các dạng nhiên liệu lỏng (bioethanol, biodiesel), khí (biogas), hoặc năng lượng nhiệt để phát điện. Sinh khối chiếm khoảng 14% tổng năng lượng tái tạo toàn cầu, đóng vai trò quan trọng trong việc phát triển năng lượng bền vững. Trong ngành giao thông vận tải (GTVT), bioethanol và biodiesel là phổ biến nhất, đã được triển khai tại nhiều quốc gia như Brazil, Hoa Kỳ và EU, thay thế một phần đáng kể lượng nhiên liệu hóa thạch trong giao thông [1-4].

Việt Nam là quốc gia có nền kinh tế nông nghiệp phát triển với nguồn tài nguyên sinh học phong phú từ các phế phẩm nông nghiệp, lâm nghiệp và chất thải sinh hoạt, hằng năm sản xuất và thải ra khoảng 43 triệu tấn phế phẩm nông

**Abstract** - This paper synthesizes and analyzes the potential and feasibility of applying bioenergy from biomass in Vietnam's automotive sector, focusing on bioethanol, biodiesel, and biogas. With abundant biomass resources from agricultural and livestock waste and other sources, Vietnam has significant opportunities to develop biofuels, reducing dependence on imported petroleum and protecting the environment. In addition, application solutions of green hydrogen produced from biomass to manufacture hydrogen fuel cell buses (HFCV) are also mentioned, contributing to the direction of clean energy. However, the paper also highlights challenges related to production costs, distribution infrastructure, and consumer awareness. Proposed solutions include optimizing technology, providing subsidies, investing in infrastructure, and raising public awareness.

**Key words** - Bioenergy; bioethanol; biodiesel; biogas; biomass; green hydrogen.

ng nghiệp, bao gồm rơm rạ (24 triệu tấn), bã mía (15 triệu tấn) và vỏ trấu (3 triệu tấn) có tiềm năng để sản xuất bioethanol và biodiesel [5]. Lượng chất thải sinh hoạt đạt khoảng 28 triệu tấn/năm, trong đó 60% là chất hữu cơ có thể được sử dụng để sản xuất biogas. Ước tính Việt Nam có nguồn năng lượng sinh khối khoảng 200 triệu tấn dầu quy đổi, chiếm khoảng 12,5% tổng tiềm năng năng lượng tái tạo [6, 7] được thể hiện trong Hình 1.

### 1.2. Tình hình ô nhiễm và tiêu thụ năng lượng tại Việt Nam

Việt Nam là một trong những quốc gia đang phát triển có tốc độ đô thị hóa và công nghiệp hóa nhanh chóng, kéo theo các vấn đề về ô nhiễm môi trường [8-10], đặc biệt là ô nhiễm không khí như Thủ đô Hà Nội, Thành phố Hồ Chí Minh nằm trong danh sách các thành phố có chất lượng không khí kém khu vực Đông Nam Á. Nguyên nhân chính là do hoạt động GTVT sử dụng nhiên liệu hóa thạch. Ngoài ra, GTVT chiếm tới 23% tổng lượng phát thải khí nhà kính (GHG) tại Việt Nam, tương đương 45 triệu tấn CO<sub>2</sub> mỗi năm [11].

Phương tiện GTVT Việt Nam đang tăng trưởng mạnh từ 16%-19%/năm, kéo theo nhu cầu tiêu thụ năng lượng gia

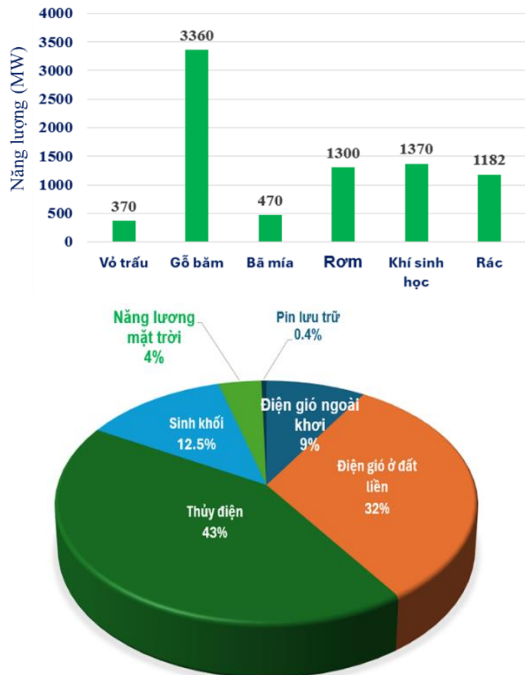
<sup>1</sup> Nguyen Tat Thanh University, Vietnam (Hung Truyen Luong)

<sup>2</sup> Dong Sai Gon College, Hochiminh city, Vietnam (Thi My Tien Tran)

<sup>3</sup> The University of Danang, Vietnam (Van Ga Bui)

<sup>4</sup> Mien Dong Innovative University of Technology, Vietnam (Xuan Mai Pham)

tăng. Đến cuối năm 2023, toàn quốc có trên 5 triệu ô tô và 70 triệu xe máy sử dụng nhiên liệu hóa thạch [8]. Theo Petrolimex, Việt Nam tiêu thụ khoảng 20 triệu tấn xăng dầu mỗi năm, trong đó, GTVT chiếm khoảng 70%.



Hình 1. Các nguồn năng lượng sinh khối và thị phần ở Việt Nam

Trong khuôn khổ Hội nghị các Bên tham gia Công ước Khung của Liên Hiệp Quốc về Biến đổi khí hậu (COP) lần thứ 26-27, Việt Nam sẽ giảm phát thải 43,5% vào năm 2030 so với Kịch bản phát triển thông thường (BAU) khoảng 257,4 triệu tấn CO<sub>2</sub> bằng nguồn lực trong nước và hỗ trợ của quốc tế. Với mức độ ô nhiễm không khí và tốc độ tăng trưởng nhanh chóng của ngành GTVT, nhu cầu chuyển đổi sang các nguồn năng lượng sạch, bền vững trở nên cấp bách. Năng lượng sinh học từ biomass (bioethanol, biodiesel và biogas) là một giải pháp tiềm năng giảm phát thải khí nhà kính và bảo vệ môi trường. Việc triển khai rộng rãi năng lượng sinh học không chỉ giúp cải thiện chất lượng không khí, mà còn góp phần nâng cao an ninh năng lượng cho quốc gia.

## 2. Nguồn tài nguyên sinh học tại Việt Nam

### 2.1. Phế phẩm nông nghiệp và lâm nghiệp

Việt Nam là một quốc gia nông nghiệp với hơn 70% dân số sống ở vùng nông thôn. Lượng phế phẩm nông nghiệp từ các loại lúa, mía, ngô, sắn, cà phê, cây ăn quả,... hằng năm rất lớn [12-16], Việt Nam sản xuất khoảng 43 triệu tấn phế phẩm nông nghiệp/năm từ các loại cây trồng, cung cấp một nguồn nguyên liệu phong phú cho sản xuất nhiên liệu sinh học.

- Rơm rạ: lúa là cây trồng chính của Việt Nam, sản lượng khoảng 44 triệu tấn/năm và cho rơm rạ khoảng 24 triệu tấn/năm, có thể sử dụng để sản xuất bioethanol và chuyển hóa thành biogas. Nếu 50% lượng rơm rạ được tận dụng, có thể được dùng để sản xuất khoảng 12 triệu tấn sinh khối/năm, khoảng 1.179 triệu lít ethanol/năm như trong Hình 2.

- Bã mía: Việt Nam là một trong những nước sản xuất mía đường lớn nhất Đông Nam Á, tổng sản lượng mía đạt

khoảng 15 triệu tấn/năm, tạo ra 4,5 triệu tấn bã mía. Bã mía được chuyển hóa thành bioethanol qua quá trình lên men.

- Vỏ trấu: từ sản xuất lúa gạo, Việt Nam tạo ra khoảng 3 triệu tấn vỏ trấu mỗi năm, được sử dụng để làm nhiên liệu sinh học thông qua việc đốt cháy trực tiếp.

- Ngô và sắn: sản lượng ngô và sắn của Việt Nam đạt lần lượt là 4,5 triệu tấn và 10 triệu tấn/năm và đều được sử dụng để sản xuất bioethanol. Thân, lá ngô và bã sắn có thể tận dụng để sản xuất năng lượng sinh học.



Hình 2. Tổng lượng sản xuất ethanol sinh học từ rơm rạ theo các vùng ở Việt Nam

- Phụ phẩm lâm nghiệp: diện tích rừng khoảng 14,6 triệu ha, từ quá trình khai thác và chế biến gỗ, sẽ tạo ra cành khô, mùn cưa và vỏ cây, có thể dùng sản xuất biogas,...

- Dự kiến sản lượng: nếu tận dụng 50% lượng phế phẩm nông lâm nghiệp, có thể sản xuất 16,5 triệu tấn sinh khối/năm, đặc biệt, sắn là nguyên liệu chính để sản xuất bioethanol khoảng 300 triệu lít/năm. Hai nhóm nhiên liệu sinh học này tương đương lượng nhiên liệu cho công nghiệp năng lượng tái tạo phát triển.

### 2.2. Chất thải công nghiệp và sinh hoạt

Tổng lượng chất thải công nghiệp tại Việt Nam hằng năm khoảng 25-26 triệu tấn chất thải hữu cơ từ các ngành chế biến thực phẩm, đồ uống và chăn nuôi [13, 14, 17-19].

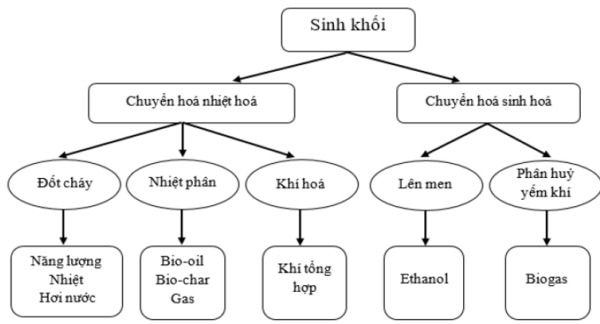
- Chất thải từ ngành chế biến thực phẩm: các nhà máy chế biến nông sản, thủy sản và thực phẩm thải ra một lượng lớn chất thải hữu cơ khoảng 5-7 triệu tấn/năm, có thể sử dụng để sản xuất biogas hoặc các loại nhiên liệu sinh học khác.

- Chất thải từ ngành chăn nuôi: tổng lượng phân gia súc thải ra từ các trang trại chăn nuôi lớn ước tính vào khoảng 80-85 triệu tấn/năm, tạo ra nguồn nguyên liệu dồi dào để sản xuất biogas. Nếu 30% lượng phân gia súc này dùng để sản xuất biogas, có thể tạo ra hàng chục triệu m<sup>3</sup> khí methane mỗi năm.

- Biogas từ chất thải sinh hoạt: khi 50% lượng chất thải sinh hoạt hữu cơ tại Thủ đô Hà Nội và Tp. Hồ Chí Minh được thu gom và xử lý, Việt nam có thể sản xuất khoảng 1,2-1,5 triệu m<sup>3</sup> biogas mỗi năm.

## 3. Các loại nhiên liệu sinh học cho ô tô

Các nguồn sinh học hiện nay được chuyển thành các dạng năng lượng khác nhau như điện năng, nhiệt năng, hơi nước và nhiên liệu cho GTVT bằng các phương pháp chuyển hóa khác nhau [14, 20-29] như Hình 3.



Hình 3. Công nghệ chuyển hóa sinh khối

3.1. Bioethanol

Bioethanol được sản xuất từ các cây trồng chứa đường (mía, củ cải đường) hoặc tinh bột (ngô, sắn, lúa), được chuyển đổi thành ethanol pha trộn với xăng. Ethanol sinh học (bioethanol) là một giải pháp thay thế quan trọng cho nhiên liệu hóa thạch vì nó có khả năng tái tạo và giúp giảm phát thải khí nhà kính. Việt Nam sản xuất khoảng 10 triệu tấn sắn và 15 triệu tấn mía/năm, cung cấp nguyên liệu dồi dào cho các nhà máy sản xuất bioethanol.

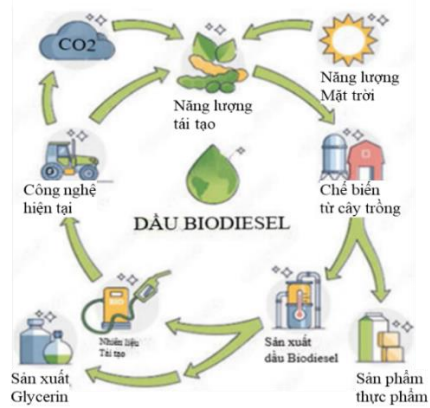
Việt Nam sản xuất khoảng 300 triệu lít bioethanol mỗi năm, chủ yếu từ các nhà máy lớn như bioethanol Dung Quất, bioethanol Phú Thọ và bioethanol Bình Phước. Từ năm 2018, Việt Nam đã áp dụng sử dụng xăng E5, (5% bioethanol và 95% xăng). Lượng tiêu thụ xăng E5 tại Việt Nam chiếm khoảng 12-15% tổng lượng tiêu thụ xăng dầu trong giai đoạn 2018-2020, tương đương khoảng 1,3 triệu m<sup>3</sup>/năm. Tuy nhiên, mặc dù các chính sách hỗ trợ sử dụng xăng sinh học E5 đã được triển khai rộng rãi, việc ứng dụng bioethanol tại Việt Nam vẫn còn hạn chế. Người tiêu dùng Việt Nam vẫn còn e ngại khi sử dụng nhiên liệu sinh học (như xăng E5, E10) vì nhiều lý do, bao gồm cả nhận thức, truyền thông về nhiên liệu sinh học, thói quen và các yếu tố kỹ thuật. Người tiêu dùng chưa được cung cấp đầy đủ thông tin về lợi ích và tính an toàn của nhiên liệu sinh học. Nên vẫn còn lo ngại nhiên liệu sinh học có thể gây ảnh hưởng đến hiệu suất động cơ, hỏng động cơ hoặc giảm tuổi thọ của xe. Người tiêu dùng đã quen với việc sử dụng xăng truyền thống (xăng RON 92, RON 95) và chưa sẵn sàng chuyển sang sử dụng nhiên liệu sinh học. Mặc dù, nhiên liệu sinh học (như xăng E5) thường có giá thấp hơn xăng truyền thống, nhưng mức chênh lệch chưa đủ hấp dẫn để thuyết phục người tiêu dùng chuyển đổi. Thêm vào đó, cơ sở hạ tầng cung cấp nhiên liệu sinh học còn hạn chế, khiến người tiêu dùng gặp khó khăn trong việc sử dụng nhiên liệu sinh học.

3.2. Biodiesel (Bio-Oil)

Tại Việt Nam, biodiesel chủ yếu được sản xuất từ dầu ăn đã qua sử dụng và dầu thực vật như đậu nành, cọ dầu và cây cocolo (Jatropha curcas). Ngành công nghiệp biodiesel có tiềm năng phát triển do nguồn nguyên liệu dồi dào từ các ngành nông nghiệp và công nghiệp chế biến thực phẩm. Biodiesel có thể được sử dụng ở dạng tinh khiết (B100) hoặc pha trộn với dầu diesel truyền thống ở các tỷ lệ khác nhau như B5 (5% biodiesel, 95% dầu diesel) hoặc B20 (20% biodiesel, 80% dầu diesel) như thể hiện trong Hình 4.

Tổng công suất sản xuất biodiesel hiện tại ở Việt Nam ước tính khoảng 50.000 tấn/năm, chủ yếu từ nhà máy Biodiesel Phú Mỹ và một số dự án ở khu vực Đồng bằng sông Cửu Long. Mặc dù, biodiesel có khả năng thay thế dầu diesel

truyền thống trong các động cơ nhiệt việc áp dụng biodiesel tại Việt Nam vẫn gặp nhiều khó khăn do chi phí sản xuất cao và thiếu đồng bộ cơ sở hạ tầng phân phối nhiên liệu.



Hình 4. Biodiesel được sử dụng để thay thế cho dầu diesel truyền thống

3.3. Biogas

Tại Việt Nam, biogas được sử dụng rộng rãi trong các trang trại chăn nuôi ở nông thôn. Hằng năm Việt Nam có khoảng 85 triệu tấn phân gia súc cho sản xuất biogas. Một hệ thống cung cấp hỗn hợp khí tổng hợp - khí sinh học - hydro (Syngas-Biogas-Hydro) linh hoạt cho động cơ các loại hoạt động trong hệ thống hybrid, năng lượng tái tạo sinh khối mặt trời như mô tả trong Hình 5.



Hình 5. Sơ đồ hệ thống năng lượng tái tạo lai năng lượng mặt trời-sinh khối

Biogas tại Việt Nam chủ yếu được sử dụng trong hai lĩnh vực chính: sinh hoạt hộ gia đình và sản xuất điện tại các trang trại chăn nuôi. Khoảng 85% các hộ gia đình nông thôn ở miền Tây lắp đặt bể biogas để nấu ăn. Một số trang trại chăn nuôi lớn đã sử dụng biogas để phát điện, cung cấp năng lượng cho các hoạt động trang trại. Một số dự án sản xuất điện từ biogas tại Đồng bằng Sông Cửu Long đã đạt công suất phát điện từ 100-500 kW, cung cấp năng lượng cho toàn bộ trang trại và bán điện thừa vào lưới điện quốc gia. Biogas nếu được xử lý tốt có thể lưu trữ dạng khí nén cho các phương tiện GTVT.

4. Phân tích tính khả thi về kỹ thuật và kinh tế

4.1. Tính khả thi kỹ thuật

Ứng dụng năng lượng sinh học từ biomass trong ô tô và động cơ tại Việt Nam (bioethanol, biodiesel và biogas), có tính khả thi cao về mặt kỹ thuật do sự phát triển của các

công nghệ chuyển hóa sinh khối và hạ tầng liên quan [14, 25-27, 30]. Tuy nhiên, để hiểu rõ hơn về tính khả thi kỹ thuật, cần phân tích chi tiết từng loại nhiên liệu sinh học.

Bioethanol được pha trộn với xăng để sử dụng trong các động cơ đốt trong, mức pha trộn 5% (E5) và 10% (E10) mà không yêu cầu thay đổi lớn, cho thấy tính khả thi kỹ thuật cao. Các động cơ linh hoạt (flex-fuel engines), có khả năng hoạt động với tỷ lệ bioethanol cao (tối đa E85), đã được áp dụng rộng rãi trên thế giới, đặc biệt tại Brazil và Hoa Kỳ. Việt Nam cũng đã thử nghiệm các dòng xe sử dụng nhiên liệu sinh học và đến năm 2018, xăng E5 được phân phối rộng rãi trên toàn quốc. Tuy nhiên, cần hạ tầng lưu trữ và phân phối tối ưu hóa đảm bảo chất lượng. Để vận hành hệ thống phân phối xăng E5 ổn định, cần đầu tư bổ sung vào bể chứa và hệ thống bơm nhiên liệu tại các trạm xăng để ngăn ngừa hiện tượng nước xâm nhập.

Biodiesel được pha trộn với dầu diesel theo B5 (5% biodiesel, 95% diesel) và B20 (20% biodiesel, 80% diesel) ở động cơ diesel mà không cần thay đổi kỹ thuật lớn, do tính chất của biodiesel gần giống với dầu diesel hóa thạch. Tuy nhiên, biodiesel tinh khiết (B100) có thể yêu cầu một số thay đổi hệ thống nhiên liệu, đặc biệt là khi vận hành trong điều kiện thời tiết lạnh, do biodiesel có điểm đông đặc cao hơn so với diesel thông thường.

Về mặt kỹ thuật, việc sử dụng nhiên liệu biodiesel dẫn đến giảm đáng kể lượng khí thải PM, HC và CO đi kèm với tình trạng thất thoát công suất không đáng kể [31]. Cho thấy tính khả thi kỹ thuật cao của biodiesel trong GTVT tại Việt Nam. Nghiên cứu về tổng quan sản xuất nhiên liệu sinh học Biodiesel [1], kết quả thí nghiệm đo phát thải của các loại hỗn hợp nhiên liệu Biodiesel cho thấy, các chất phát thải nguy hại giảm đáng kể khi tăng tỉ lệ Biodiesel trong hỗn hợp. Trong nghiên cứu về nhiên liệu Biodiesel sử dụng trên động cơ diesel [22], góc đánh lửa được thay đổi bằng cách tăng lên  $10^\circ$  so với góc đánh lửa ban đầu thì đặc tính kinh tế kỹ thuật của động cơ tăng gần 30% tại vị trí tay ga 10% và không thay đổi ở vị trí tay ga 50%.

Biogas công nghệ động cơ sử dụng khí nén sinh học (Compressed Biogas - CBG) có hiệu suất cao, với khả năng giảm phát thải CO<sub>2</sub> tới 70% so với nhiên liệu hóa thạch. Tại Việt Nam, ngoài biogas sử dụng cho các hệ thống phát điện trang trại nông nghiệp và hộ gia đình. Trong nghiên cứu về ứng xử của động cơ sử dụng nhiên liệu khí tổng hợp- khí sinh học - hydro [18], tác giả đã thử nghiệm trên động cơ để ứng dụng trên ô tô và rút ra được các kết quả quan trọng về góc đánh lửa tối ưu cho các nhiên liệu, phần trăm tối ưu của sinh khối và hydro trong hỗn hợp khí tổng hợp sử dụng trên động cơ đốt trong.

#### 4.2. Tính khả thi kinh tế

Tính khả thi kinh tế ứng dụng nhiên liệu sinh học trong ô tô tại Việt Nam phụ thuộc vào nhiều yếu tố chi phí sản xuất, đầu tư hạ tầng và các chính sách hỗ trợ từ chính phủ.

Giá thành sản xuất bioethanol từ sắn vào khoảng 0,7 - 0,86 USD/lít, chi phí sản xuất biodiesel từ dầu ăn đã qua sử dụng và dầu thực vật dao động từ 0,9 - 1,2 USD/lít, trong khi giá xăng dầu nhập khẩu khoảng 0,60 - 0,65 USD/lít. Còn mật độ năng lượng của xăng và diesel cao hơn bioethanol và biodiesel từ 10% - 62%. Điều này có nghĩa là bioethanol hiện đang có giá thành cao hơn xăng dầu từ 7% đến 43%, chưa kể các chi phí liên quan đến phân phối, lưu trữ và bảo quản. Khi bioethanol

chưa nhận được hỗ trợ tài chính đáng kể từ chính phủ (như trợ giá, ưu đãi thuế), thì rất khó để cạnh tranh về mặt kinh tế so với nhiên liệu hóa thạch. Điều này tạo ra thách thức lớn về cạnh tranh giá với nhiên liệu hóa thạch, khi giá dầu thế giới biến động mạnh. Tuy nhiên, giá thành biodiesel có thể giảm nếu quy mô sản xuất lớn và công nghệ được tối ưu hóa. Và việc phát triển năng lượng sinh học như bioethanol có ý nghĩa chiến lược quan trọng như, giảm phụ thuộc vào nhiên liệu hóa thạch và an ninh năng lượng, giảm phát thải khí nhà kính và bảo vệ môi trường, phát triển nông nghiệp và tạo việc làm trong nước, và thực hiện cam kết quốc tế về giảm phát thải ô nhiễm.

Việc ứng dụng nhiên liệu sinh học trong ô tô yêu cầu đầu tư lớn vào hạ tầng, bao gồm các trạm xăng sinh học (bioethanol) và trạm bơm khí nén (biogas). Tại Việt Nam, hạ tầng cho nhiên liệu sinh học (E5) chỉ khoảng 10% trạm xăng trên toàn quốc. Chi phí đầu tư vào các trạm xăng sinh học dao động từ 50.000 đến 100.000 USD mỗi trạm. Đối với biogas, các trạm bơm CBG cần khoảng 300.000 - 500.000 USD/trạm, cho an toàn và công nghệ bảo quản.

Về dài hạn, việc phát triển nhiên liệu sinh học giúp Việt Nam giảm chi phí nhập khẩu xăng dầu, cải thiện cán cân thương mại và tăng cường an ninh năng lượng. Theo Petrolimex, nếu tỷ lệ sử dụng bioethanol đạt 10% (E10), sẽ tiết kiệm khoảng 500 triệu USD/năm từ việc giảm nhập khẩu xăng dầu. Ngoài ra, việc giảm phát thải khí nhà kính từ GTVT có thể giúp giảm chi phí y tế và bảo vệ sức khỏe cộng đồng, đóng góp khoảng 200 triệu USD/năm.

## 5. Giải pháp và đề xuất

### 5.1. Giải pháp về công nghệ

Tối ưu hóa quy trình sản xuất, bảo quản và phân phối bioethanol và biodiesel.

- Nghiên cứu công nghệ sản xuất bioethanol thế hệ thứ hai: bioethanol (sản xuất từ các nguồn nguyên liệu phi thực phẩm như rơm rạ, bã mía) có tiềm năng lớn để giảm chi phí sản xuất và tăng hiệu suất, giúp giảm chi phí sản xuất tới 20-30% so với nguyên liệu sắn và mía thông thường, là một hướng đi tiềm năng [5].

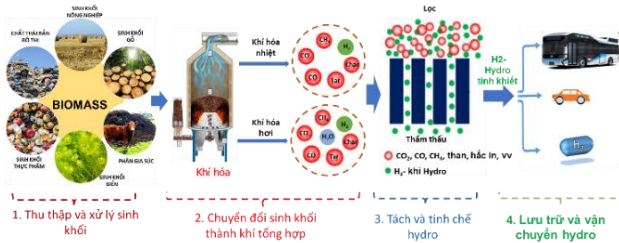
- Cải tiến công nghệ sản xuất biodiesel từ dầu ăn đã qua sử dụng: tái chế dầu ăn đã qua sử dụng để sản xuất biodiesel giảm chi phí sản xuất xuống dưới 0,6 USD/lít, cạnh tranh với dầu diesel với công nghệ tiên tiến đảm bảo chất lượng nhiên liệu đạt chuẩn [32].

- Phát triển hệ thống trạm bơm CBG: Việc thiếu hệ thống trạm bơm khí nén biogas là một trong những rào cản lớn đối với việc áp dụng biogas trong GTVT. Cần đầu tư ít nhất 50-100 trạm bơm CBG tại các thành phố lớn và khu vực chăn nuôi để đáp ứng nhu cầu. Chi phí đầu tư cho mỗi trạm bơm khí CBG khoảng 300.000 - 500.000 USD.

Nghiên cứu chế tạo ô tô buýt sử dụng pin nhiên liệu hydro xanh (Hydro Fuel Cell Bus - HFCB).

Ô tô buýt sử dụng HFCB là giải pháp tiềm năng nhằm giảm phát thải khí nhà kính và ô nhiễm không khí ở Tp. Hồ Chí Minh và Hà Nội [11]. Pin nhiên liệu hydro hoạt động trên nguyên lý phản ứng giữa hydro và oxy trong không khí, tạo ra điện năng để vận hành động cơ điện, với sản phẩm phụ duy nhất là nước. Việt Nam có tiềm năng lớn về năng lượng biomass, tạo điều kiện sản xuất hydro xanh.

Quá trình công nghệ sản xuất hydro sinh học từ biomass để sử dụng cho ô tô buýt như Hình 6.



**Hình 6.** Quá trình công nghệ sản xuất hydro sinh học cho ô tô

Hiệu quả về môi trường có thể giảm phát thải khoảng 100 tấn CO<sub>2</sub>/năm/xe, không phát sinh NO<sub>x</sub> hay bụi mịn PM2.5. Về kinh tế: Chi phí vận hành giảm khoảng 30% so với xe diesel truyền thống. Về xã hội: Tạo việc làm trong lĩnh vực năng lượng tái tạo và sản xuất công nghệ cao.

Với nguồn năng lượng tái tạo dồi dào và lực lượng lao động kỹ thuật cao, các cơ sở sản xuất ô tô lớn như Thaco, Kim Long Motor, Vinfast, Việt Nam có đủ điều kiện để phát triển ô tô buýt sử dụng pin nhiên liệu hydro xanh, góp phần xây dựng GTVT bền vững và hiện đại.

**5.2. Giải pháp về kinh tế**

Trợ giá và ưu đãi thuế cho sản xuất và sử dụng nhiên liệu sinh học

- Trợ giá sản xuất: chính phủ cần hỗ trợ một phần (10-25%) chi phí cho các doanh nghiệp sản xuất bioethanol và biodiesel, đặc biệt đối với các nguyên liệu khó sản xuất như bã mía, rơm rạ và dầu ăn đã qua sử dụng, giúp giá nhiên liệu sinh học cạnh tranh hơn với xăng dầu.

- Ưu đãi thuế cho người tiêu dùng: để khuyến khích người tiêu dùng chuyển sang sử dụng nhiên liệu sinh học, chính phủ cần áp dụng các biện pháp ưu đãi thuế cho người mua xăng E5, E10 và biodiesel [8, 9]. Miễn giảm thuế tiêu thụ đặc biệt cho các loại nhiên liệu sinh học giúp tăng đáng kể nhu cầu thị trường và giảm phụ thuộc vào xăng dầu hóa thạch.

Tài trợ và hỗ trợ vốn vay cho các dự án hạ tầng nhiên liệu sinh học

Việc mở rộng mạng lưới trạm xăng sinh học và trạm bơm biogas đòi hỏi nguồn vốn lớn. Chính phủ cần phối hợp với các tổ chức tài chính trong và ngoài nước cung cấp các gói vay ưu đãi cho doanh nghiệp đầu tư vào hạ tầng phân phối nhiên liệu sinh học.

Hỗ trợ vốn vay ưu đãi: chính phủ có thể hợp tác với các ngân hàng World Bank hoặc ADB (Ngân hàng Phát triển Châu Á) cung cấp các khoản vay ưu đãi cho các dự án phát triển hạ tầng nhiên liệu sinh học.

**5.3. Các giải pháp khác**

- Mở rộng số lượng trạm xăng sinh học: mục tiêu đặt ra là đến năm 2030, ít nhất 50% số trạm xăng trên toàn quốc phải cung cấp các loại nhiên liệu sinh học E5, E10 và biodiesel.

- Phát triển các trạm bơm CBG cho biogas: để khuyến khích sử dụng biogas [28] trong GTVT cần xây dựng mạng lưới các trạm bơm CBG tại các đô thị lớn và khu vực có nhiều trang trại chăn nuôi. Mở rộng quy mô sử dụng biogas trong GTVT và tạo điều kiện cho các trang trại chăn nuôi tận dụng nguồn khí biogas dư thừa.

- Xây dựng hạ tầng hydro xanh: để triển khai và ứng dụng hiệu quả ô tô buýt sử dụng pin nhiên liệu hydro xanh (HFCB), việc xây dựng và phát triển hạ tầng hydro xanh đóng vai trò cốt lõi như: 1) Cơ sở sản xuất hydro xanh với sự triển khai các nhà máy sản xuất hydro gần nguồn năng lượng tái tạo để giảm chi phí truyền tải, phát triển các nhà máy quy mô nhỏ (dưới 10 tấn/ngày) cho giai đoạn đầu và mở rộng quy mô (trên 50 tấn/ngày) khi nhu cầu tăng. 2) Lưu trữ và vận chuyển hydro. 3) Xây dựng trạm nạp hydro xanh là thành phần chính trong hạ tầng hỗ trợ HFCB với các trạm nhỏ (công suất <200 kg/ngày) phục vụ từ 5–10 xe, phù hợp cho thí điểm tại các đô thị lớn. Các trạm lớn (công suất >500 kg/ngày) cho 20–50 xe, triển khai cho mạng lưới xe buýt quy mô lớn.

- Giải pháp về chính sách: Hoàn thiện khung pháp lý và tiêu chuẩn quốc gia về nhiên liệu sinh học. Khuyến khích các chương trình nghiên cứu và phát triển (R&D). Nâng cao nhận thức người dân. Mở chiến dịch truyền thông toàn quốc.

Một bản đánh giá cụ thể và chi tiết về các tiêu chí kỹ thuật, kinh tế và tính khả thi của các loại nhiên liệu sinh học từ biomass được cho trên Bảng 1.

**Bảng 1.** Tiêu chí kỹ thuật, kinh tế và tính khả thi các loại nhiên liệu sinh học từ biomass

Tiêu chí	Bioethanol	Biogas	Biodiesel	Biohydro
<b>Nguồn nguyên liệu chính</b>	Sắn, ngô, lúa, mía. Chất thải từ công nghiệp thực phẩm.	Chất thải sinh hoạt, phân động vật. Chất thải công nghiệp.	Dầu thực vật (cây cọ, đậu nành, cám gạo). Dầu mỡ thải, tái chế	Phế phẩm nông nghiệp. Nước thải CN giàu hữu cơ.
<b>Đặc điểm kỹ thuật</b>	Chứa 95-99% ethanol.	Thành phần chính là methane (50–75%).	Ester methyl/fatty acid methyl ester (FAME).	Khí H <sub>2</sub> tinh khiết cao (>99%).
<b>Hiệu suất động cơ</b>	Thấp hơn xăng, cần pha trộn (E5, E10).	Hiệu suất cao với động cơ khí nén.	Hiệu suất tương tự dầu diesel.	Hiệu suất rất cao trong động cơ FC
<b>Phát thải KNK</b>	Giảm ~35–50% so với xăng	Giảm ~60–70% so với nhiên liệu hóa thạch.	Giảm ~50–70% so với dầu diesel.	Không phát thải CO <sub>2</sub> , chỉ có H <sub>2</sub> O.
<b>Đặc điểm phát thải</b>	Ít NO <sub>x</sub> , CO, PM so với xăng.	Phát thải rất ít NO <sub>x</sub> , không phát thải CO.	Giảm SO <sub>x</sub> , PM2.5 ; NO <sub>x</sub> cao hơn diesel.	Không phát thải KNK, chỉ có H <sub>2</sub> O.
<b>Tính khả thi</b>	Nguyên liệu dồi dào Sản sắn (E5, E10)	Dễ sản xuất. Phù hợp xe thương mại	Nhập khẩu dầu cọ, đậu nành. Phù hợp B5, B10	Đầu tư lớn sản xuất H <sub>2</sub> xanh.
<b>Chi phí sản xuất</b>	0,6–0,8 USD/L,	0,3–0,4 USD/m <sup>3</sup> ,	0,9–1,2 USD/L,	4–6 USD/kg H <sub>2</sub>
<b>Khả năng Euro 5</b>	Đáp ứng với hỗn hợp E5/E10	Đáp ứng tiêu chuẩn, đặc biệt xe CNG.	Đáp ứng tiêu chuẩn với các loại B5, B10.	Dễ dàng đáp ứng, không KNK

**6. Kết luận**

Việt Nam có tiềm năng lớn trong việc ứng dụng năng lượng sinh học từ biomass cho ngành GTVT, đặc biệt là bioethanol, biodiesel và biogas với nhu cầu cấp bách về năng lượng sạch và bảo vệ môi trường là cơ sở vững chắc để phát triển ngành nhiên liệu sinh học. Bioethanol phù hợp với các loại xe chạy xăng, giúp giảm phát thải và tăng hiệu suất động cơ, giảm sự phụ thuộc vào nhiên liệu hóa thạch. Biodiesel là giải pháp thay thế dầu diesel truyền thống giúp giảm phát thải các chất gây ô nhiễm như CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> và bụi mịn, góp phần cải thiện chất lượng không khí, đặc biệt hiệu quả với xe buýt và các phương tiện vận tải nặng. Biogas là lựa chọn tiềm năng cho các phương tiện chạy bằng khí nén,

đặc biệt trong giao thông công cộng và vận tải đô thị. Hydro xanh là nhiên liệu khí sử dụng trên ô tô sẽ giảm đáng kể sự phát thải khí nhà kính, giảm ô nhiễm không khí tại các đô thị lớn dùng thay thế nhiên liệu hóa thạch, tăng cường sự cạnh tranh trong lĩnh vực ô tô và tạo ra cơ hội phát triển kinh tế và việc làm cho xã hội. Tuy nhiên, ngành này vẫn đối mặt với nhiều thách thức như chi phí sản xuất cao, hạn chế về hạ tầng phân phối, cạnh tranh với nhiên liệu hóa thạch và sự thiếu đồng bộ trong chính sách hỗ trợ.

Để khắc phục những khó khăn này, cần có các giải pháp toàn diện về công nghệ, kinh tế, hạ tầng và chính sách. Việc tối ưu hóa quy trình sản xuất, mở rộng hệ thống trạm xăng sinh học và trạm bơm biogas, cùng với các chính sách trợ giá và ưu đãi thuế sẽ thúc đẩy phát triển ngành nhiên liệu sinh học. Đồng thời, cần tăng cường nâng cao nhận thức cộng đồng nhiên liệu sinh học để tạo động lực cho người tiêu dùng chuyển đổi từ nhiên liệu hóa thạch.

Với sự hỗ trợ mạnh mẽ từ chính phủ và sự đầu tư của các doanh nghiệp, nhiên liệu sinh học sẽ trở thành một phần quan trọng trong chiến lược năng lượng bền vững, giảm thiểu ô nhiễm môi trường, đảm bảo an ninh năng lượng và thúc đẩy phát triển kinh tế xanh trong tương lai.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] P. Q. Khanh and H. N. Nam, "Biodiesel Production in Vietnam: A Review", *Renewable Energy Journal*, 2019.
- [2] Y.Y. Lam, K. Sriram, and N. Khera, "Strengthening Vietnam's Trucking Sector", *Vietnam Transport Knowledge Series*, The World Bank 2019, 1818 H Street NW, Washington DC 20433, USA.
- [3] D. N. Quynh and S. Kinya, "Potential of Bioethanol Production from Agricultural Residues in the Mekong Delta, Vietnam", *International Energy Journal*, vol. 12, pp. 145-154, 2011.
- [4] Vietnam oil and gas group (PVN), "Annual report 2021", *PetroVietnam Oil Corporation – CTCP*, HCMC, Vietnam, 2022.
- [5] N. M. Nhut *et al.*, "Biomass from agricultural by-products: potential and application directions for renewable energy in the Mekong Delta", *Science Journal - Can Tho University*, vol. 58, pp. 201-213, 2022.
- [6] L. M. Huong, "Renewable Energy in Vietnam: Potential, Current Situation and Development Solutions", *mof.gov.vn*, Oct 06, 2017. [Online]. Available: [https://mof.gov.vn/webcenter/portal/btcvn/pages\\_r1/tin-bo-tai-chinh?dDocName=MOFUCM115185](https://mof.gov.vn/webcenter/portal/btcvn/pages_r1/tin-bo-tai-chinh?dDocName=MOFUCM115185). [Accessed June 20, 2024].
- [7] Prime Minister, *Approving the Plan to implement the National Power Development Plan for the period 2021 - 2030, with a vision to 2050*, 262/QĐ-TTg, 2024.
- [8] P. Anh, N.T. K. Ngan, and N. T. T. Huong, "Vietnam's National Energy Development Strategy to 2030 and Outlook to 2045", *International Journal of Economics and Business Administration*, vol. 8, no. 4, pp. 1023-1032, 2020.
- [9] Vietnamese ministry of Industry and trade, "Report on production and consumption of E5 gasoline in Vietnam in the period 2018-2020", Hanoi, Vietnam 2021.
- [10] N. Q. Huy *et al.*, "Greenhouse Gas Emissions from Bioethanol Production and Use in Vietnam", *Energy Policy*, 2021.
- [11] X. Dong, "Green transition in transport will not be easy", *laodong.vn*, August 30, 2024. [Online]. Available: <https://laodong.vn/xahoi/chuyen-doi-xanh-trong-giao-thong-se-khong-phai-la-con-duong-de-dang-1386707.ldo> [Accessed November 10, 2024].
- [12] K. H. Trung *et al.*, "Current status and future plan of development of bioenergy crops as renewable energy sources in Vietnam", *Journal of Biology and Nature*, vol. 5, no. 1, pp. 1-8, 2016.
- [13] M. A. Raqeeb and B. R., "Biodiesel production from waste cooking oil", *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, vol. 7. No. 12, pp. 670-68, 2015.
- [14] N.V. Phuc *et al.*, "Optimization of biodiesel production from waste cooking oil using static mixer technology in Vietnam", *Biofuels*, vol. 9, no. 5, pp. 567-574, 2018.
- [15] T. S. Nam *et al.*, "Biogas production from different waste sources in the mekong delta", *Science Journal - Can Tho University*, vol. 58, pp. 239-251, 2022.
- [16] V. Doai, "The Netherlands Development Organization plans to implement the project "Biogas for low-emission livestock industry" in Tra Vinh province", *lhhkkt.travinh.gov.vn*, May 06, 2022. [Online]. Available: <https://lhhkkt.travinh.gov.vn/nong-lam-ngu-nghiep/to-chuc-phat-trien-ha-lan-du-kien-trien-khai-du-an-khi-sinh-hoc-cho-nganh-chan-nuoi-phat-thai-th-658148> [Accessed May 02, 2023].
- [17] T. Thuy, "Vietnam prioritizes the development of biomass power, electricity produced from garbage and solid waste", *moit.gov.vn*, March 21, 2023. [Online]. Available: <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> [Accessed March 02, 2024].
- [18] T. S. Nam *et al.*, "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 pp. 64-76, 2021.
- [19] V. T. L. Ha *et al.*, "Study on the biogas potential from pig farms in vietnam", *TNU Journal of Science and Technology*, vol. 229, no. 05, pp. 35-42, 2024.
- [20] P. X. Mai *et al.*, "Research on power generation system using biogas generated from waste from pig farms – Binh Duong Province", *JICA Project*, HCM City University of technology, 2011.
- [21] B. V. Ga *et al.*, "Zero-Emission Vehicles Penetration into the ASEAN Market: Challenges and Perspective", in *Proc. CIGOS 2021, Emerging Technologies and Applications for Green Infrastructure*, vol. 203, pp. 1733–1742, 2021.
- [22] B. V. Ga *et al.*, "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, pp. 6722-6737, 2023.
- [23] P. X. Mai *et al.*, "Green hydrogen mobility: advances in biomass-assed fuel cell vehicles and applicability in Vietnam", in *Proc. The 10th International Conference on Engineering for Waste and Biomass Valorisation*, WasteEng2024. Sendai, Japan, 2024.
- [24] Vietnam Electricity (EVN), "Biogas development in Vietnam – potential and challenges", *evn.com.vn*, October 19, 2022. [Online]. Available: <https://www.evn.com.vn/d6/news/Phat-trien-khi-sinh-hoc-tai-Viet-Nam-tiem-nang-va-thach-thuc-100-668-56253.aspx> [Accessed July 10, 2024].
- [25] N. T. Xuan *et al.*, "Synthesis and evaluation of quality standards of waste fat fish biodiesel", *The University of Danang - Journal of Science and Technology*, vol. 18, no.5.1, pp. 89-95, 2020.
- [26] T. V. Nam and D. V. Dung, "Research on the effect of fuel injection angle on the performance of diesel engine using Biodiesel B25", *The University of Danang - Journal of Science and Technology*, vol. 1, no. 74, pp. 43-47, 2014.
- [27] V. T. Chau *et al.*, "A modification study on the fuel supply system of motorbike engine fueled with ethanol fuel", *Journal of Science and Technology – IUH*, vol. 52, no. 04, 2021.
- [28] H.T. Cong and N. Q. Khanh, "Biogas engine, status & trends research", *Journal of Science & Technology development*, vol. 18, pp. 22-30, 2015.
- [29] T. N. Toan, "Biofuel and current status of production and use in Vietnam", *nangluongvietnam.vn*, March 30, 2012. [Online]. Available: <https://nangluongvietnam.vn/nhien-lieu-sinh-hoc-va-hien-trang-san-xuat-su-dung-o-viet-nam-168.html> [Accessed July 10, 2024].
- [30] P. H. Tuyen and N. T. Truc, "Current status and proposed solutions to promote the development of bio gasoline in Vietnam", *Ministry of Transport, Science and Technology sector*, unit 23, pp. 228-237, 2023.
- [31] J. Xue, T. E. Grift, and A. C. Hansen, "Effect of biodiesel on engine performances and emissions", *Journal of Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 15, no. 2, pp. 1098-1116, 2011.
- [32] Monika *et al.*, " Biodiesel production from waste cooking oil: A comprehensive review on the application of heterogenous catalysts", *Energy Nexus*, vol. 10, 2023. Bioethanol Production and Use in Vietnam", *Energy Policy*, 2021.