

Dầu tảo: nguồn nhiên liệu tương lai



✦ MINH THẢO

Tảo đang trở thành ứng cử viên đầy hứa hẹn thay thế dầu mỏ trong tương lai. Chỉ cần trồng tảo, thu hoạch và ép thành dầu. Giải pháp không mới, giản đơn nhưng hiệu quả đáng kinh ngạc.

Dầu tảo (algae oil, algal oil)

Tảo sản xuất dầu ngay trong tế bào khi quang hợp với thành phần dầu lên đến 80% khối lượng khô. Dầu tảo có khả năng chuyển đổi thành dầu mỡ nhân tạo hoặc nhiên liệu sinh học sạch và tốt hơn hẳn các loại xăng dầu hiện có.

Theo tiêu chuẩn đánh giá của American Society for Testing Material (ASTM), dầu từ tảo có thuộc tính tương tự các loại dầu thô tiêu chuẩn, nhưng an toàn hơn nhờ nhiệt độ phát cháy cao hơn, ít độc hại, không gây hiệu ứng nhà kính, có thể sử dụng trực tiếp cho động cơ diesel hoặc pha trộn với các loại dầu có nguồn gốc khác theo tỷ lệ khác nhau.

Năng suất cao: tảo sống được khắp nơi, từ vùng nước ngọt, nước lợ, ngập mặn, cho đến nước thải và cả hoang mạc. Nhờ cấu trúc tế bào đơn giản và sinh trưởng trong môi trường có sẵn nước, CO₂, chất dinh dưỡng nên quá trình trao đổi chất trong tảo rất hiệu quả. Tảo sinh trưởng nhanh và ít cần sự chăm sóc.

Mặt khác, hiệu suất sinh dầu của tảo rất tốt, cao nhất nếu so với các loại cây trồng lấy dầu khác như hướng dương, đậu nành, củ cải, mía, ... Mỗi đơn vị diện tích tảo tạo ra lượng dầu gấp 15-300 lần các loại cây khác. Nếu được nuôi trồng trong môi trường giàu CO₂ hoặc nước thải, tỷ lệ này còn có thể cao hơn nữa.

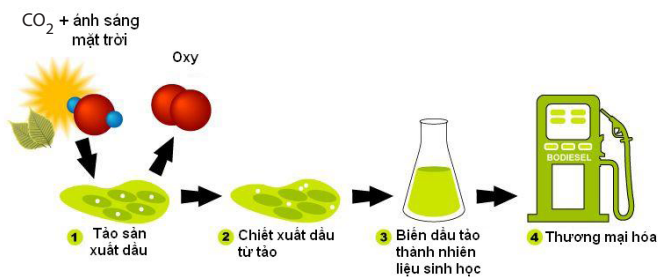
Không tốn diện tích đất trồng

Do sống được cả vùng có nước lẫn hoang mạc (nơi các loại cây khác khó sinh trưởng), tảo hầu như



Tảo sống được trên nước

Việt Nam vừa sản xuất thành công nhiên liệu sinh học từ tảo tuy chỉ ở quy mô phòng thí nghiệm. Đó là kết quả của đề tài cấp nhà nước "Nghiên cứu quy trình công nghệ sản xuất vi tảo biển làm nguyên liệu sản xuất diesel sinh học" thuộc Đề án phát triển nhiên liệu sinh học đến năm 2015 do Viện Công nghệ Sinh học (Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam) thực hiện trong 3 năm (2009-2011).



Nguồn cung cấp dầu hoàn hảo: năng suất cao, thân thiện với môi trường và ít chiếm diện tích đất trồng là ba yếu tố khiến dầu tảo trở thành nguồn nhiên liệu sinh học hấp dẫn.

không chiếm diện tích đất trồng. Một báo cáo của Bộ Năng lượng Mỹ năm 2009 ước tính, chỉ cần sử dụng 15 triệu mẫu đất đang bị hoang mạc hóa tại Mỹ để trồng tảo, nếu khai thác hiệu quả, nước Mỹ sẽ chẳng cần nhập khẩu dầu mỏ từ Trung Đông.

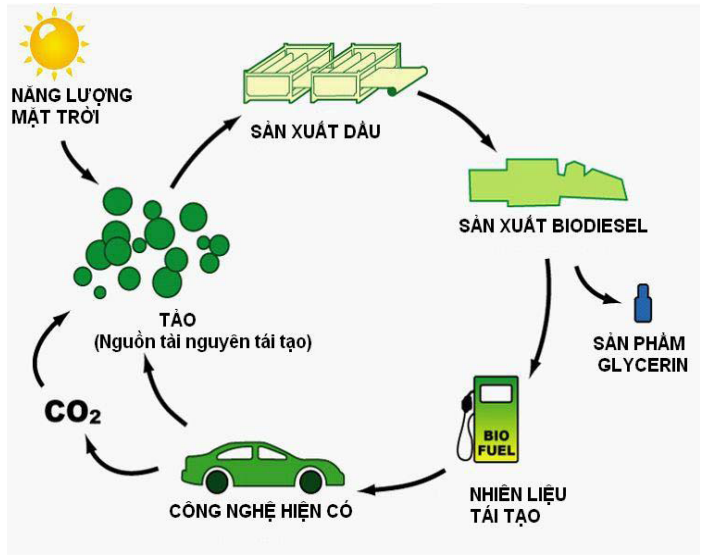


Và trong hoang mạc

Thân thiện với môi trường: các nhà khoa học đã chứng minh, tảo giúp giảm đến 70-90% vấn đề ô nhiễm môi trường. Điều này không cần bàn cãi, bởi quá trình chuyển hóa năng lượng trong tảo hấp thụ một lượng lớn CO₂. Mỗi kg sinh khối tảo tiêu thụ 1,8 kg CO₂ trong quá trình quang hợp. Đó là lý do các nhà máy sản xuất dầu tảo thường đặt gần khu công nghiệp, đặc biệt là gần nhà máy điện vốn dồi dào cả nước thải lẫn CO₂.

Trồng tảo cũng không cần thuốc diệt cỏ hay trừ sâu. Nước thải sau sản xuất có thể tái sử dụng tiếp tục trồng tảo, khí thải sinh ra dùng làm nhiên liệu đốt hoặc khí nén, còn lượng tảo thừa dùng làm phân bón hoặc thức ăn gia súc. Tóm lại là một quy trình sạch và khép kín hoàn hảo!

Có thể thấy, dầu tảo là khám phá có ý nghĩa vô cùng to lớn bởi thế giới vẫn đang nỗ lực tìm giải pháp thay thế cho các nguồn nhiên liệu sinh học thế hệ thứ nhất và thứ hai còn nhiều hạn chế.



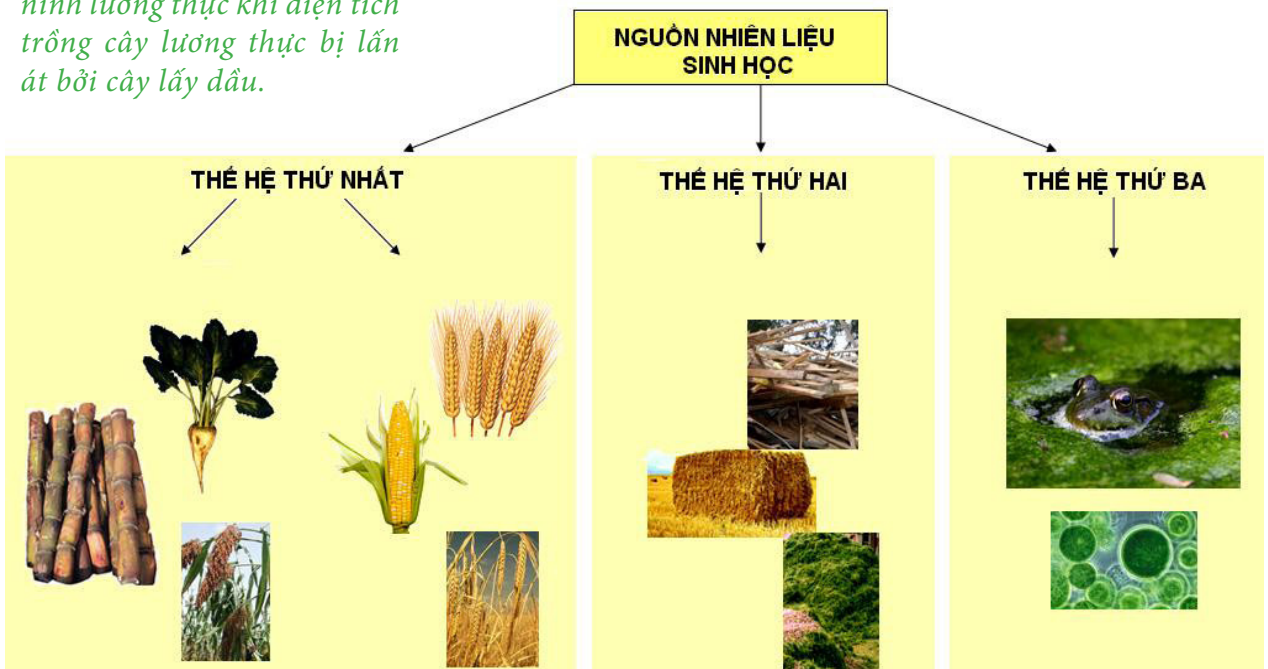
Sản xuất nhiên liệu sinh học từ tảo là quy trình sạch và khép kín

Ba nguồn nhiên liệu sinh học

♦ **Thế hệ thứ nhất:** dùng nguyên liệu nguồn gốc từ cây trồng có hàm lượng đường và tinh bột cao (ngô, sắn, mía, đậu nành, cỏ, hạt cải...), dầu thực vật hoặc mỡ động vật. Hạn chế của nguồn nhiên liệu này là vấn đề an ninh lương thực khi diện tích trồng cây lương thực bị lấn át bởi cây lấy dầu.

♦ **Thế hệ thứ hai:** nguyên liệu là chất thải hoặc phụ phẩm nông nghiệp (rơm, rạ, bã mía, vỏ trấu...). Việc sản xuất nhiên liệu từ nguồn này kém hiệu quả do rào cản kỹ thuật và việc độc canh, gây mất cân bằng sinh thái.

♦ **Thế hệ thứ 3:** nguyên liệu từ các loại tảo, cho năng lượng gấp 7-30 lần hai thế hệ trước trên cùng diện tích trồng.



Chiết xuất dầu từ tảo

Sẽ có năng suất và chất lượng khác nhau tùy thuộc loại tảo sử dụng, cách trồng tảo và phương pháp trích xuất dầu.

Loại tảo sử dụng: có hơn 100.000 loại tảo khác nhau trên trái đất, với đủ màu sắc, hình dạng, sống trôi nổi trong các ao hồ. Các nhà khoa học đã chứng minh, vi tảo (tảo có kích thước rất nhỏ) là loại thích hợp nhất để chế biến dầu nhờ tập hợp một lượng lớn chất béo, dễ chiết xuất dầu sinh học và sinh sản vô tính rất nhanh. Đây là nguồn nguyên liệu dồi dào bởi vi tảo chiếm đến 2/3 lượng tảo trên trái đất.

Vùng trồng tảo: để sản xuất đủ lượng tảo đáp ứng nhu cầu nhiên liệu, tảo cần được nuôi trồng trên quy mô lớn. Hai hệ thống nuôi trồng tảo phổ biến là:

- *Hệ thống mở:* tận dụng các ao, hồ tự nhiên gần khu công nghiệp bởi có sẵn nước, CO₂, ánh sáng.... Đây là phương pháp thông dụng với chi phí thấp, nhưng khó chuẩn hóa chất lượng tảo và phải đối mặt với nguy cơ về dịch bệnh, môi trường nếu mật độ tảo trồng quá dày đặc.

- *Hệ thống đóng:* sử dụng các túi bằng nhựa hoặc thủy tinh trong suốt để tảo tiếp xúc với ánh nắng mặt trời (Vertical growth/closed loop production). Các túi được xếp chồng lên nhau theo chiều dọc, có nắp đậy để tránh mưa và bảo vệ tảo khỏi nhiễm khuẩn. Một cách khác là trồng tảo trong các nhà máy với điều kiện sinh trưởng lý tưởng (losed-tank bioreactor plants). Khi đó, tảo phát triển với tốc độ tối đa và có thể thu hoạch mỗi ngày với sản lượng lớn. Hệ thống đóng tối ưu hóa quy trình sản xuất tảo vì cho phép kiểm soát tất cả các yếu tố môi trường và áp dụng được mọi nơi trên thế giới. Nhược điểm là chi phí cao.

Các phương pháp khai thác dầu từ tảo

- *Nén, ép (oil press):* làm khô tảo, sau đó ép dầu. Đây là phương pháp vật lý đơn giản nhưng phổ biến, có thể trích xuất đến 75% dầu từ tảo.

- *Dùng dung môi hexan tách dầu trong tảo:* thường sử dụng kết hợp với phương pháp nén, ép. Phần tảo sau khi đã ép dầu được trộn với hexan. Dầu tảo tan trong hexan sẽ được lọc và chưng cất. Cách này có thể thu được đến 95% dầu từ tảo nhưng không an toàn bởi hexane là hóa chất độc hại.

- *Phương pháp chất lỏng siêu tới hạn (supercritical fluids method):* CO₂ được xử lý ở nhiệt độ và áp suất thích hợp (nhiệt độ trên 31 độ C, áp suất trên 73 bar) để trở thành trạng thái siêu tới hạn, có thể hòa tan giống chất lỏng và khuếch tán như chất khí. Trộn CO₂ vào tảo đã sấy khô giúp hòa tan hoàn toàn dầu trong tảo, sau đó giảm áp suất chất lỏng để CO₂ trở



Trồng tảo trong ao



Trồng tảo trong túi nhựa



Một nhà máy tảo

lại trạng thái khí và thu hồi dầu. Phương pháp này ít phổ biến do cần nhiều máy móc, thiết bị nhưng có thể chiết xuất 100% dầu có trong tảo với độ tinh khiết cao, hoàn toàn thân thiện với môi trường.

- *Thủy nhiệt hóa lỏng:* phương pháp mới nhất vừa được phòng thí nghiệm quốc gia Pacific Northwest (PNNL) sáng chế năm 2013. Khác với các phương pháp trên, phương pháp này sử dụng áp suất 206,8 bar và nhiệt độ 350 độ C để chiết xuất dầu mà không cần qua quá trình sấy khô tảo, thời gian thực hiện không quá 30 phút. Đây là phương pháp cho hiệu

quả tốt nhất tính đến thời điểm hiện tại và đã được công bố trên tạp chí Agal Research trong bài viết "Quá trình phát triển của nguyên liệu tảo được thủy nhiệt hóa lỏng trong lò phản ứng dòng chảy liên tục (Process development for hydrothermal liquefaction of algae feedstocks in a continuous flow reactor)".

Chờ quả ngọt sau 30 năm sáng chế

Tảo được khám phá như một nguồn nhiên liệu thay thế từ năm 1978 tại Mỹ dưới thời Tổng thống Jimmy Carter. Đối mặt với cuộc khủng hoảng năng lượng, Phòng Thí nghiệm Năng lượng tái tạo Quốc gia đã tiến hành thử nghiệm trên 3.000 loại tảo và kết luận: tảo có thể thay thế nhiên liệu hóa thạch nếu được sản xuất với số lượng đủ lớn.

Trong cùng năm, Tổng thống Mỹ Jimmy Carter quyết định triển khai dự án APS trị giá 25 triệu USD nhằm phát triển các loài thực vật dưới nước phục vụ cho việc thay thế dầu mỏ. Tuy dự án bị tạm hoãn năm 1996 bởi kết quả đạt được không đáng kể nhưng đã khởi động lại năm 2004 khi chính phủ nhận thấy tầm quan trọng của nguồn nhiên liệu này.

Theo cơ sở dữ liệu sáng chế (SC) tiếp cận được, năm 1980 (tức 2 năm sau khi dự án APS bắt đầu) đã có sáng chế đầu tiên về sản xuất dầu tảo. Hai người Mỹ Cole Edward và Hess Howard, được cấp bằng số US 3606731 cho SC "Quy trình phân tách nhũ tương dầu tảo trong nước (A process for breaking algae oil water emulsions)".

Dù vậy, tính đến năm 2013 chỉ có khoảng 260 SC sản xuất dầu tảo được đăng ký. Trong giai đoạn đầu lượng SC không nhiều, chủ yếu do rào cản về chi phí và giá xăng dầu thời điểm đó tương đối thấp. Phải đến những năm 2006, khi thế giới bắt đầu tìm kiếm nguồn nhiên liệu sinh học thay thế, dầu tảo mới được chú ý với lượng



Sản xuất dầu tảo

SC tăng dần, nổi bật là năm 2010 với 35 SC. Trong các quốc gia, Trung Quốc dẫn đầu số lượng SC đăng ký, chiếm gần 36% tổng số SC, kế đến là Mỹ (27,19%), Tổ chức Sở hữu Trí tuệ Thế giới - WO (22,8%) và Cơ quan Sáng chế châu Âu-EP (5,26%).

Vượt rào chi phí

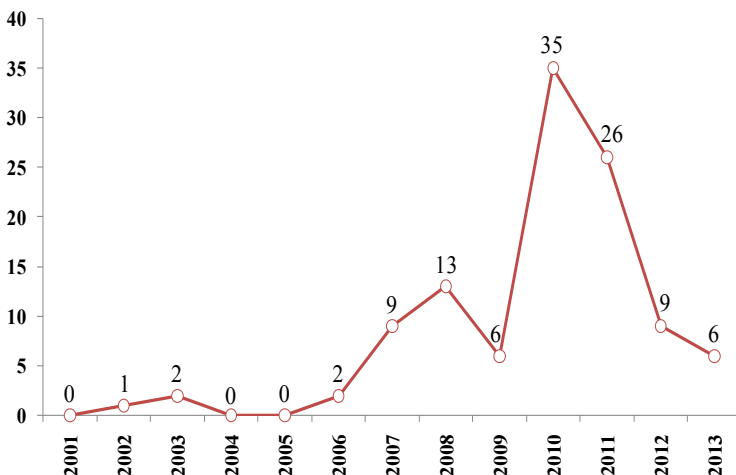
Dù những nghiên cứu bắt đầu từ hơn 30 năm trước, sản xuất dầu tảo vẫn là công nghệ khá non trẻ bởi rào cản lớn nhất là chi phí.

Một nghiên cứu đăng trên tạp chí Biotechnology Advances năm 2007 từng trình bày công thức tính giá của dầu tảo nếu muốn đủ sức cạnh tranh với dầu thô trên thị trường:

$$\text{Giá dầu tảo} = 25,9 \times 10^{-3} \text{ Giá dầu thô (đơn vị: USD/thùng)}$$

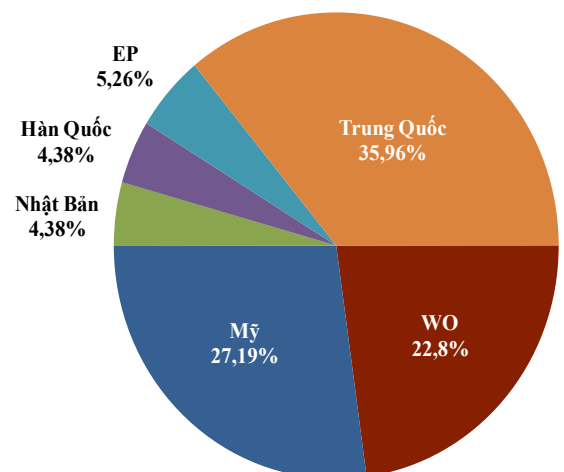
(Giá định giá trị năng lượng trong dầu tảo bằng 80% năng lượng dầu thô)

Số lượng SC sản xuất dầu tảo trong giai đoạn 2010 - 2013



Nguồn: Wipsglobal, TN.

Tỷ lệ đăng ký SC sản xuất dầu tảo trên thế giới



Nguồn: Wipsglobal, TN.

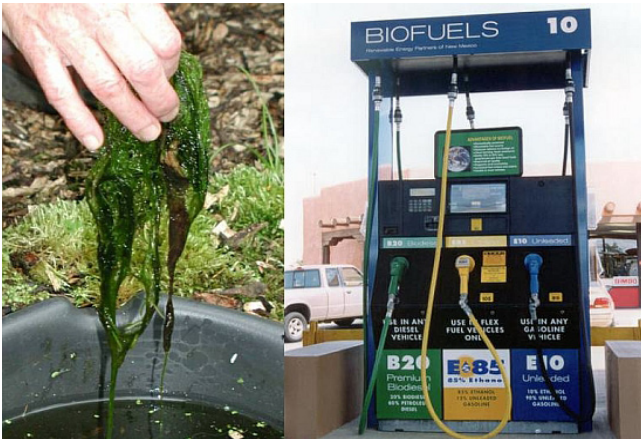
Theo công thức này, nếu áp dụng giá dầu năm 2013 thì giá mỗi thùng dầu tảo không thể vượt quá 120 USD. Trong khi đó, với công nghệ hiện có và giả thiết CO₂ hoàn toàn miễn phí, chi phí sản xuất dầu tảo vẫn lên đến 800 USD mỗi thùng.

Theo Rex Tillerson - giám đốc điều hành Exxon Mobil nhận định, cần thêm khoảng 25 năm nữa trước khi dầu tảo có thể thương mại hóa thực sự.

Dù vậy, thành quả đạt được trong chiết xuất dầu tảo bằng phương pháp thủy nhiệt hóa lỏng của

Phòng Thí nghiệm Quốc gia Pacific Northwest (PNNL) cuối năm 2013 vừa qua đầy hứa hẹn sẽ rút ngắn thời điểm thương mại hóa dầu tảo. Chỉ mất 30 phút, quy trình mới nhất này sử dụng tảo ướt (không cần sấy khô), cực kỳ tiết kiệm thời gian, năng lượng, chi phí và hoàn toàn đủ sức sản xuất trên quy mô công nghiệp.

Một khi thương mại hóa thành công, dầu tảo nhiều khả năng trở thành đối thủ cạnh tranh đáng gờm của các quốc gia đang độc quyền về dầu mỏ. □



Dầu tảo nhiên liệu tương lai



Phòng thí nghiệm Quốc gia Pacific Northwest (Mỹ) tìm ra phương pháp sản xuất dầu từ tảo ướt.

Truyện cười



Sống với nghề

Một dự báo viên khí tượng sao 30 năm dành dụm mua được một ngôi nhà. Bạn bè đến chơi thắc mắc:

- Tại sao anh lại mua nhà mà phía bắc của ngôi nhà là trại chăn nuôi lợn, phía tây là khu xử lý nước thải, phía đông là xưởng sản xuất amoniac, còn phía nam là công ty chế biến cá?

- Như vậy sẽ luôn đoán được hướng gió chính xác!

Con không muốn đến trường

Buổi sáng, bà mẹ đánh thức con trai của mình: dậy đi con, tới lúc phải đến trường rồi.

Con: Nhưng tại sao con phải tới trường. Con không muốn tới đó đâu!

Mẹ: Sao con lại không muốn đến trường?

Con: Bọn trẻ ghét con và các thầy cô giáo cũng ghét con.

Mẹ: Những lý do ấy không chính đáng chút nào. Dậy ngay đi. Thứ nhất, con đã 52 tuổi rồi và thứ hai, con là hiệu trưởng!

Điểm cao nhất!

Đang dò xem kết quả điểm thi hết môn học tại chức của mình, người cha chợt reo lên "Ồ! Qua rồi".

Đứa con đang học lớp 2 đứng cạnh bên hỏi: Ba ơi! Ba được mấy điểm mà thấy ba mừng quá vậy?

Ba: ờ, 5 điểm con à!

Con: nhưng mấy điểm là cao nhất?

Ba: là 10 điểm.

Con: vậy mà cũng mừng! Sao hôm qua con được 8 điểm môn toán mà ba lại rầy con?!

Bố cháu ở đâu?

Tèo vô tình làm đổ cái xe chở ngô. Bác hàng xóm nghe thấy tiếng động liền bảo: Tèo, không sao đâu. Sang đây ăn cơm với bác rồi lát nữa bác lật lại xe cho.

Tèo: bác thật là tốt, nhưng mà cháu sợ bố cháu không thích.

Bác hàng xóm: vớ vẩn, sang đây.

Với vẻ mặt lo lắng Tèo trả lời: thôi được, nhưng mà thể nào bố cháu cũng sẽ mắng cháu.

Sau bữa cơm thân mật, Tèo cảm ơn bác hàng xóm tốt bụng và nói: cháu cảm thấy thoải mái hơn rất nhiều rồi ạ, nhưng mà cháu biết bố cháu sẽ bực... bực... bực lắm.

Bác hàng xóm mỉm cười: đồ ngốc, thế bố cháu đang ở đâu?

Tèo: Dạ, dưới cái xe ạ.