

## NGHIÊN CỨU SẢN XUẤT DIESEL SINH HỌC CHẤT LƯỢNG CAO TỪ VI TẢO BIỂN *TETRASELMIS* SP.

**Đinh Thị Ngọc Mai, Lê Thị Thơm, Nguyễn Cẩm Hà, Bùi Đình Lãm,  
Hoàng Lan Anh, Đặng Diễm Hồng\***

*Viện Công nghệ sinh học, Viện Hàn lâm KHCNVN, 18 Hoàng Quốc Việt, Cầu Giấy, Hà Nội*

\*Email: ddhong60vn@yahoo.com

Đến Toà soạn: 7/5/2012; Chấp nhận đăng: 3/6/2013

### 1. MỞ ĐẦU

Các nguồn năng lượng cơ bản được sử dụng hiện nay bao gồm dầu mỏ, khí tự nhiên, than đá, năng lượng nước và năng lượng hạt nhân. Nhu cầu năng lượng đang ngày càng tăng cao do sự gia tăng dân số và quá trình công nghiệp hóa. Do vậy, để giảm thiểu những tác động tiêu cực của việc lệ thuộc vào các nguồn năng lượng truyền thống vốn đã bắt đầu cạn kiệt và không có khả năng tái sinh, con người đã bắt tay vào tìm kiếm các nguồn nhiên liệu thay thế. Trong đó, diesel sinh học đang thu hút nhiều sự quan tâm do chúng có khả năng tái sinh, phân hủy sinh học, không độc và thân thiện với môi trường. Việc sản xuất diesel sinh học từ các nguồn nguyên liệu truyền thống như dầu cọ, đậu tương, dầu hạt cải... [1, 2, 14] cần một diện tích đất nông nghiệp rất lớn nên đe dọa đến vấn đề an ninh lương thực. Nhiều nước trên thế giới nghiên cứu về nhiên liệu sinh học đã khẳng định rằng vi tảo là một trong những lựa chọn hàng đầu.

Ý tưởng của việc sử dụng vi tảo làm nguồn nguyên liệu sản xuất diesel sinh học không phải là mới [5, 15, 17] nhưng cho đến gần đây vấn đề này mới được xem xét một cách nghiêm túc do giá dầu mỏ đang tăng cao và quan trọng hơn là tính cấp thiết do sự nóng lên toàn cầu liên quan đến việc sử dụng các nguồn nhiên liệu hóa thạch [9]. Vi tảo có tốc độ sinh trưởng nhanh và hàm lượng lipid cao, dưới điều kiện nuôi cấy thích hợp, nhiều loài vi tảo có thể chứa hàm lượng dầu chiếm đến 70 % trọng lượng khô [6]. Địa điểm để nuôi trồng vi tảo có thể chủ động lựa chọn, có thể bố trí các bể hở hay hệ thống kín tập trung nhằm tận dụng điều kiện tự nhiên sẵn có để hạ giá thành sản phẩm. Ngoài ra, vi tảo có khả năng sử dụng nguồn CO<sub>2</sub> trong khí quyển cũng như hấp thụ nguồn CO<sub>2</sub> được thải ra từ các nhà máy thông qua quá trình quang hợp, góp phần làm giảm thiểu phát thải khí nhà kính gây ra hiện tượng nóng lên của trái đất, giảm biến đổi khí hậu toàn cầu [16].

Nhiều các nghiên cứu và công bố hiện nay về việc sử dụng vi tảo làm nguồn nguyên liệu sản xuất diesel sinh học mới chỉ dừng lại ở việc lựa chọn và nuôi trồng các loài vi tảo tiềm năng. Trong bài báo này, lần đầu tiên chúng tôi công bố các kết quả nghiên cứu thu được về quá trình chuyên hóa diesel sinh học từ sinh khối vi tảo biển *Tetraselmis* sp. ở quy mô phòng thí nghiệm, làm cơ sở cho những cải tiến quy trình công nghệ tiếp theo để có thể sản xuất thương mại diesel sinh học từ vi tảo biển này ở quy mô lớn hơn.

## 2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1. Chủng tảo và điều kiện nuôi cấy

Vi tảo biển *Tetraselmis* sp. được Phòng Công nghệ Tảo, Viện Công nghệ sinh học phân lập tại Hải Phòng vào tháng 3 năm 2008. *Tetraselmis* sp. được nuôi cấy trong các bình nhựa có thể tích 1,5 đến 10 lít trong môi trường Walne có thành phần như sau (g/L nước biển): NaNO<sub>3</sub> (hoặc KNO<sub>3</sub>)- 0,1, Na<sub>2</sub>EDTA.2H<sub>2</sub>O- 0,045, H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>-0,0336, NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O-0,02; FeCl<sub>3</sub>. 6H<sub>2</sub>O- 0,0013, MnCl<sub>2</sub>. 4H<sub>2</sub>O-0,00036; vi lượng gồm (µg/L) ZnCl<sub>2</sub>- 2,1, CoCl<sub>2</sub>. 6H<sub>2</sub>O- 2, (NH<sub>4</sub>)<sub>6</sub> Mo<sub>7</sub>O<sub>2</sub>. 4H<sub>2</sub>O- 0,9, CuSO<sub>4</sub>. 5H<sub>2</sub>O- 2 và vitamin B12- 10 µg/L, vitamin B1- 0,2 mg/L, biotin- 0,2 µg/L, chiếu ánh sáng có cường độ 100 µmol/m<sup>2</sup>s với chu kì sáng: tối là 12 : 12 giờ, sục khí liên tục ở 28 – 30 °C.

### 2.2. Xác định các đặc điểm hình thái tế bào và nhuộm lipid bằng Nile Red của *Tetraselmis* sp.

*Quan sát các đặc tính hình thái:* Dịch nuôi tảo được cố định bằng 3 % glutaraldehyde và quan sát dưới kính hiển vi điện tử quét (SEM) máy JEOL JSM-6400 (Nhật Bản) ở độ phóng đại 1500 lần. Hình thái tế bào *Tetraselmis* sp. cũng được quan sát và chụp ảnh trên kính hiển vi quang học Olympus CX21 (Nhật Bản) với vật kính 40X.

*Nhuộm lipid trong tế bào tảo bằng Nile Red* [12]: Nhuộm tế bào tảo bằng Nile Red (9-(Diethylamino)-5H benzo [α] phenoxazin-5-one) nhằm mục đích phát hiện các hạt lipid không phân cực trong tế bào tảo. 50 µl dung dịch Nile Red có nồng độ 0,1 mg/ml trong acetone được bổ sung vào 1 ml dịch tảo. Hỗn hợp được vortex nhẹ nhàng và ủ tối trong 10 phút ở nhiệt độ phòng. Các tế bào tảo đã được nhuộm Nile Red được quan sát dưới kính hiển vi huỳnh quang (NIKON eclipse 80i-Nhật Bản) với ánh sáng kích thích có bước sóng 450 - 490 nm và ánh sáng phát huỳnh quang của Nile Red ở bước sóng 540 - 640 nm.

### 2.3. Tách chiết lipid

Tách chiết **lipid** từ sinh khối tảo được tiến hành theo phương pháp Bligh và Dyer (1959) [3] với một số cải tiến cho phù hợp với điều kiện phòng thí nghiệm của Việt Nam. Lipid tổng số được tách chiết từ bột tảo khô với 10 ml hỗn hợp dung môi chloroform: methanol (2 : 1). Bã sinh khối được chiết tiếp với chloroform 2 - 3 lần để thu tối đa lipid chứa trong sinh khối tảo. Dịch chiết được trộn đều với nhau, lọc qua giấy lọc GF/C Whatman và chuyển lên phễu chiết. Tiến hành bổ sung thêm 15 ml dung dịch NaCl 0,9 %, trộn đều và để yên ở nhiệt độ phòng qua đêm. Lọc dung môi hữu cơ phía dưới chứa các thành phần lipid được thu nhận. Sau đó, dung môi được loại bỏ hoàn toàn ở 60 °C và làm khô trong desiccator. Tiếp tục hòa tan sản phẩm thu được trong n-hexan, lọc qua giấy lọc để loại bỏ cặn và làm bay hơi hexan để thu hồi **lipid**.

### 2.4. Chuyển hóa diesel sinh học từ sinh khối tảo bằng phương pháp chuyển vị ester tại chỗ sử dụng chất xúc tác axit

Hỗn hợp phản ứng gồm 20 gam bột sinh khối tảo khô *Tetraselmis* sp., 68 ml methanol, 12 ml axit sulphuric đậm đặc và 80 ml chloroform. Phản ứng chuyển hóa được thực hiện trên máy khuấy từ gia nhiệt với điều kiện phản ứng là 70 °C trong 3 giờ và hỗn hợp được đảo trộn liên tục trong quá trình phản ứng. Sau khi phản ứng kết thúc, hỗn hợp được làm nguội đến nhiệt độ phòng. Sau đó, bổ sung vào hỗn hợp 80 ml nước cất và trộn đều trong 45 giây, để yên cho phân lớp trên phễu chiết. Hỗn hợp phân thành 2 lớp, lớp hữu cơ chứa FAME được tách riêng và chuyển vào bình cầu thủy tinh để loại bỏ dung môi bằng máy cất quay chân không. Sản phẩm

thu được tiếp tục được làm sạch bằng hexan, loại bỏ hexan và thu nhận sản phẩm diesel sinh học cuối cùng [12].

### **2.5. Xác định hiệu suất quá trình chuyển hóa và thành phần axit béo của sản phẩm diesel sinh học**

Hiệu suất của quá trình chuyển hóa được xác định dựa trên khối lượng của sản phẩm diesel sinh học thu được so với hàm lượng dầu có chứa trong sinh khối tảo theo công thức sau: Hiệu suất chuyển hóa = (khối lượng của sản phẩm FAME)/(khối lượng dầu chứa trong sinh khối tảo) [18].

Thành phần và hàm lượng axit béo được xác định bằng phương pháp sắc kí khí tại Viện hoá học các hợp chất tự nhiên theo tiêu chuẩn ISO/FDIS 5590:1998, Liên Bang Đức theo phương pháp đã mô tả trong công bố của Đặng Diễm Hồng và cs. (2007) [11].

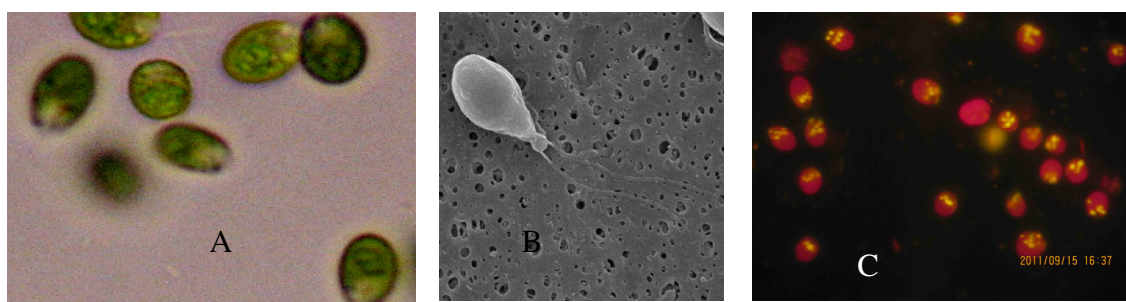
### **2.6. Xác định các đặc tính chính của diesel sinh học**

Các đặc tính chính của diesel sinh học thu được như trọng lượng riêng ở 15 °C, điểm chớp cháy cốc kín, chỉ số iot, độ nhớt động học, trị số xêtan được xác định thông qua các phương trình lí thuyết do Hoekman và cs. (2011) [10] xây dựng.

## **3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN**

### **3.1. Các đặc điểm hình thái tế bào và phát hiện nhanh lipid trong tế bào bằng Nile Red của *Tetraselmis sp.***

*Tetraselmis sp.* là loài vi tảo lục, đơn bào, hình quả tim, tế bào có 4 roi, có khả năng chuyển động, kích thước: dài  $8,4 \pm 1,0 \mu\text{m}$ ; rộng  $4,8 \pm 0,6 \mu\text{m}$  (hình 1A, B). Ngoài ra, khi được nhuộm với Nile Red, các hạt lipid trung tính (màu vàng) trong tế bào *Tetraselmis sp.* cũng dễ dàng được quan sát dưới kính hiển vi huỳnh quang với ánh sáng kích thích 450 – 490 nm (hình 1C). Mức độ bắt màu vàng của tế bào phản ánh gián tiếp hàm lượng lipid trung tính của loài vi tảo đó. Do vậy, nhuộm lipid nội bào với Nile Red được xem là một kĩ thuật sàng lọc nhanh và hiệu quả các chủng vi tảo tiềm năng cho sản xuất diesel sinh học [7].



*Hình 1.* Hình thái tế bào và ảnh chụp lipid của *Tetraselmis sp.* A: Hình thái tế bào *Tetraselmis sp.* dưới kính hiển vi quang học với độ phóng đại 2100 lần. B: Hình thái tế bào *Tetraselmis sp.* dưới kính hiển vi điện tử quét (SEM) với độ phóng đại 1500 lần. C: Ảnh chụp lipid trong tế bào *Tetraselmis sp.* dưới kính hiển vi huỳnh quang sau khi nhuộm Nile Red với độ phóng đại 1500 lần.

### 3.2. Sản xuất diesel sinh học từ vi tảo *Tetraselmis* sp.

Để xác định tiềm năng của vi tảo sử dụng làm nguyên liệu cho sản xuất diesel sinh học thì việc tách chiết lipid từ sinh khối vi tảo là cần thiết. Đồng thời việc xác định chính xác hàm lượng lipid trong sinh khối tảo cũng đóng vai trò quan trọng trong việc tính toán hiệu suất của quá trình chuyển hóa diesel sinh học. Hàm lượng lipid tổng số trong sinh khối tảo *Tetraselmis* sp. được xác định là 13,5 % trọng lượng khô.

Diesel sinh học được chuyển hóa từ sinh khối khô *Tetraselmis* sp. bằng phương pháp chuyển vị ester tại chỗ sử dụng chất xúc tác axit. Phương pháp này đã được chứng minh là đơn giản, tiết kiệm thời gian và phù hợp với các loại nguyên liệu có hàm lượng axit béo tự do cao như ở vi tảo [8]. Hiệu suất của quá trình chuyển hóa diesel sinh học từ vi tảo *Tetraselmis* sp. đạt được là 71 % (tính theo trọng lượng dầu). Ngoài ra, hiệu quả chuyển hóa còn được đánh giá thông qua thành phần axit béo của sản phẩm FAME. Kết quả này cung cấp thêm các dữ liệu về chất lượng và độ tinh sạch của sản phẩm diesel sinh học thu được. Kết quả phân tích GC được trình bày trong bảng 1 và sắc ký đồ hình 2.

Bảng 1. Thành phần và hàm lượng axit béo của sản phẩm FAME chuyển hóa từ vi tảo *Tetraselmis* sp.

Công thức hóa học	Tên khoa học	Tên thường gọi	Hàm lượng (% so với tổng số axit béo)
C16:0	Axit Hexadecanoic	Palmitic	26,742
C16:1n-7	Axit 9- Hexadecanoic	Palmitoleic	2,413
C17:1n-7	Axit 10- Heptadecanoic	-	2,742
C18:0	Axit Octadecanoic	Stearic	12,848
C18:1n-9	Axit 9- Octadecanoic	Oleic	8,659
C18:2n-6-t	Axit 9,12-octadecenoic	Linoleic	11,002
C18:3n-6	Axit gamma-linolenic	GLA	29,563
Mức độ không bão hòa			1,25

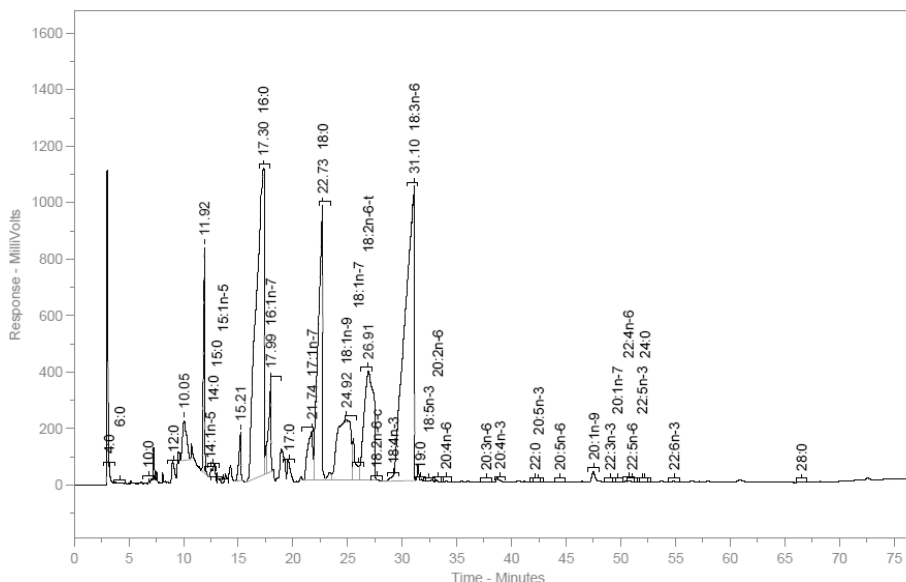
Ghi chú: Mức độ không bão hòa = [1 x (% monene) + 2 x (% diene) + 3 x (% triene) ...]/100 [4].

Kết quả chỉ ra trên bảng 1 và hình 2 cho thấy, các axit béo chứa trong sản phẩm FAME chuyển hóa từ sinh khối khô *Tetraselmis* sp. gồm các axit béo có từ 16 đến 18 cacbon, trong đó một số axit béo có hàm lượng lớn như axit palmitic (26,74 % so với tổng số axit béo), GLA (chiếm 29,56 % so với tổng số axit béo), axit stearic (chiếm 12,85 % so với tổng số axit béo), axit linoleic (chiếm 11,00 % so với tổng số axit béo). Mức độ không bão hòa của sản phẩm FAME là 1,25.

### 3.3. Tính chất chính của sản phẩm diesel sinh học thu được từ sinh khối *Tetraselmis* sp.

Mức độ không bão hòa của các acid béo chứa trong sản phẩm FAME là một yếu tố quan trọng, có ảnh hưởng đến các tính chất của nhiên liệu [10]. Do vậy, dựa vào mức độ không bão hòa nêu trên cùng với các phương trình lí thuyết về mối tương quan giữa mức độ không bão hòa và các tính chất đặc trưng của sản phẩm FAME được xác định bằng phương trình lí thuyết do Hoekman và cs. (2011) [10] đã xây dựng, chúng tôi đã xác định được các giá trị lí thuyết của

một số chỉ tiêu chất lượng quan trọng của sản phẩm diesel sinh học như trị số xêtan, điểm chớp cháy cốc kín, độ nhớt động học ở 40 °C, chỉ số iot, trọng lượng riêng ở 15 °C. Kết quả tính toán lí thuyết 5 chỉ tiêu chính nêu trên của diesel sinh học được chỉ ra trên bảng 2.



Hình 2. Sắc kí đồ thành phần axit béo của sản phẩm FAME chuyển hóa từ sinh khối khô *Tetraselmis sp*.

Bảng 2. Kết quả xác định 5 chỉ tiêu chất lượng chính của sản phẩm diesel sinh học thu được từ sinh khối tảo *Tetraselmis sp*. được dự đoán theo phương trình lí thuyết của Hoekman và cs. (2011).

Các chỉ tiêu của diesel sinh học	Phương trình lí thuyết	FAME sản xuất từ <i>Tetraselmis sp</i> .	Mức cho phép (theo tiêu chuẩn Việt Nam)
Trọng lượng riêng ở 15°C (kg/m <sup>3</sup> )	$Y = 0,0055X + 0,8726$ , $R^2 = 0,6644$	879	860-900
Độ nhớt động học ở 40°C (cSt)	$Y = -0,631X + 5,2065$ , $R^2 = 0,6704$	4,4	1,9 – 6,0
Điểm chớp cháy cốc kín (°C)	$Y = 31,598X + 118,71$ , $R^2 = 0,6364$	158	Min 130
Chỉ số iot (mg KOH/g)	$Y = 74,373X + 12,71$ , $R^2 = 0,9484$	106	Max 120
Trị số xêtan	$Y = -6,6684X + 62,876$ , $R^2 = 0,8049$	55	Min 47

Như vậy, các kết quả nghiên cứu thu được trong bảng 2 đã cho ta thấy về trọng lượng riêng, độ nhớt động học, điểm chớp cháy cốc kín, chỉ số iot và trị số xêtan của sản phẩm diesel sinh học được sản xuất từ sinh khối của vi tảo biển *Tetraselmis sp*. đều nằm trong mức cho phép của sản phẩm diesel sinh học gốc B100 theo tiêu chuẩn Việt Nam công bố [19]. Kết quả này là cơ sở quan trọng để chúng tôi tiếp tục nghiên cứu ở các quy mô lớn hơn nhằm tạo đủ 3 lít nhiên

liệu đem kiểm tra và phân tích chất lượng tại Tổng cục tiêu chuẩn chất lượng, Trung tâm kỹ thuật tiêu chuẩn đo lường chất lượng 1, Bộ Khoa học và Công nghệ.

#### 4. KẾT LUẬN

Từ các kết quả nghiên cứu trên chúng tôi rút ra một số kết luận sau:

Các hạt lipid trung tính trong tế bào *Tetraselmis* sp. có thể được quan sát bằng phương pháp nhuộm Nile Red. Đây là phương pháp hiệu quả cho phép sàng lọc nhanh các chủng tảo có hàm lượng lipid cao làm nguyên liệu sản xuất diesel sinh học. Bên cạnh đó, các kết quả quan sát hình thái dưới kính hiển vi quang học và kính hiển vi điện tử quét cung cấp thêm các dữ liệu về đặc tính cấu trúc của tế bào vi tảo *Tetraselmis* sp.

Phương pháp chuyển vị ester tại chỗ sử dụng chất xúc tác axit là phương pháp phù hợp, hiệu quả để sản xuất diesel sinh học từ vi tảo biển *Tetraselmis* sp. Hiệu suất của quá trình chuyển hóa được xác định là 71 % (tính theo trọng lượng dầu). Các axit béo chứa trong sản phẩm FAME gồm các axit béo có từ 16 đến 18 cacbon như axit palmitic, GLA, axit stearic, axit linoleic. Các giá trị về trọng lượng riêng ở 15 °C, độ nhớt động học ở 40 °C, chỉ số iot, điểm chớp cháy cốc kín và trị số xêtan của sản phẩm diesel sinh học sản xuất từ *Tetraselmis* sp. tính toán được theo phương trình lí thuyết đều nằm trong mức cho phép của sản phẩm diesel sinh học gốc B100 theo tiêu chuẩn Việt Nam công bố.

**Lời cảm ơn.** Công trình được hỗ trợ kinh phí của đề tài “Nghiên cứu quy trình công nghệ sản xuất vi tảo biển làm nguyên liệu sản xuất diesel sinh học” cấp Bộ Công thương 2009-2011 thuộc Đề án phát triển nhiên liệu sinh học đến năm 2015 và tầm nhìn đến năm 2020.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Ahmad A. L., Yasin M., Derek and Lim J. K. - Microalgae as a sustainable energy source for biodiesel production, Trends in Biotechnology **14** (2010) 584-593.
2. Al-Widyan M. I., Al-Shyoukh A. O. - Experimental evaluation of the transesterification of waste palm oil into biodiesel, Bioresour Technol **85** (2002) 253-256.
3. Bligh E. G. and Dyer W. J. - A rapid method of total lipid extraction and purification, Can. J. Biochem. Physiol. **37** (1959) 911-917.
4. Chen F., Johns M. R. - Effect of C/N ratio and aeration on the fatty acid composition of heterotrophic *Chlorella sorokiniana*, Journal of Applied Phycology **3** (1991) 203-209.
5. Chisti Y. - An unusual hydrocarbon, J. Ramsay Soc. **27-28** (1980-1981) 24-26.
6. Chisti Y. - Biodiesel from microalgae beats bioethanol, Trends Biotechnol **26** (3) (2008) 126-131.
7. Doan T. T. Y., Sivaloganathan B., Obbard J. P. - Screening of marine microalgae for biodiesel feedstock, Biomass and Bioenergy **35** (2011) 2534-2544.
8. Ehimen E. A., Sun Z. F., Carrington C. G. - Variables affecting the in situ transesterification of microalgae lipids, Fuel **89** (2010) 677-684.
9. Gavrilescu M., Chisti Y. - Biotechnology a sustainable alternative for chemical industry, Biotechnol. Adv. **23** (2005) 471-479.

10. Hoekman K., Broch A., Robbins C., Cenicero E. - Investigation of biodiesel chemistry, carbon footprint and regional fuel quality, Coordinating Research Council Report (2011) No. AVFL-17a.
11. Đặng Diễm Hồng, Hoàng Minh Hiền, Nguyễn Đình Hưng, Hoàng Sỹ Nam, Hoàng Lan Anh, Ngô Hoài Thu, Đinh Khánh Chi - Nghiên cứu về quá trình sinh tổng hợp DHA từ các loài vi tảo biển dị dưỡng mới *Labyrinthula*, *Schizochytrium* và ứng dụng, Tạp chí Khoa học và Công nghệ **45** (1B) (2007) 144-153.
12. Jara A. D. L., Mendoza H., Martel A., Molina C. - Flow cytometric determination of lipid content in a marine dinoflagellate, *Cryptothecodinium cohnii*, Journal of Applied Phycology **15** (2003) 433-438.
13. Johnson M. B., Wen Z. Y. - Production of biodiesel fuel from the microalgae *Schizochytrium limacinum* by direct transesterification of algal biomass, Energy Fuel **23** (2009) 5179-5183.
14. Lang X., Dalai A. K., Bakhshi N. N., Reaney M. J., Hertz P. B. - Preparation and characterization of bio-diesels from various bio-oils, Bioresour Technol. **8** (2001) 53-62.
15. Nagle N., Lemke P. - Production of methyl ester fuel from microalgae, Appl. Biochem. Biotechnol. **24-25** (1990) 355-361.
16. Pokoo-Aikins G., Nadim A., El-Halwagi M. M., Mahalec V. - Design and analysis of biodiesel production from algae grown through carbon sequestration, Clean Techn Environ. Policy **12** (2010) 239-254.
17. Sawayama S., Inoue S., Dote Y., Yokoyama S. Y. - CO<sub>2</sub> fixation and oil production through microalgae, Energy Convers Manag. **36** (1995) 729-31.
18. Sharma Y. C., Singh B. - Development of biodiesel: Current scenario, Renewable and Sustainable Energy Reviews **13** (2009) 1646-1651.
19. TCVN 7717: 2007, Nhiên liệu diesel sinh học gốc (B100) Yêu cầu kỹ thuật

#### ABSTRACT

#### HIGH QUALITY BIODIESEL PRODUCTION FROM A MARINE MICROALGA *TETRASELMIS SP.*

Dinh Thi Ngoc Mai, Le Thi Thom, Nguyen Cam Ha, Bui Dinh Lam,  
Hoang Lan Anh, Dang Diem Hong\*

*Institute of Biotechnology, VAST, 18 Hoang Quoc Viet, Cau Giay, Hanoi, Vietnam*

\*Email: *ddhong60vn@yahoo.com*

The world is facing declining fossil fuel reserves at a time when energy demand is exploding. In this context, biodiesel attracts increasing attention worldwide as a clean energy for the future to substitute conventional fuel. However, the lack of oil feedstocks limits the large-scale development of biodiesel to a large extent. Recently, microalgae have long been identified as a potential feedstock due to their many advantages for biodiesel production. Compared to traditional feedstocks such as rapeseed, jatropha and soybean, microalgae can rapidly grow on nonagricultural land or in brackish water with high oil content, rapid growth rate, less affection

by venue, season and climate, and easier to scale up. Moreover, they can absorb carbon dioxide as the carbon source for growth. This work was undertaken to obtain high quality biodiesel production from a local marine microalga *Tetraselmis* sp. The *in situ* acidcatalysed transesterification resulted in a biodiesel yield of 71 % based on algal oil. The prediction values of density at 15 °C, viscosity at 40 °C, flash point, iodine value, cetane number meet the B100 biodiesel quality standard of Vietnam. In addition, the structural morphology and lipid staining of *Tetraselmis* sp. were also studied.

*Keywords:* biodiesel, in situ transesterification, lipid, marine microalga, Nile Red, *Tetraselmis* sp..

**Ý kiến TBT:**

Đề nghị bổ sung Tóm tắt (Tiếng Việt và Từ khoa. Phần này cần tương thích với Abstract & Keywords.