

MÔI TRƯỜNG THÀNH TẠO VÀ ĐỊA TẦNG CÁC TRẦM TÍCH OLIGOCENE - MIOCENE SỚM CẤU TẠO TÊ GIÁC TRẮNG, LÔ 16-1, BỒN TRỪNG CỬU LONG THEO TÀI LIỆU HÓA THẠCH BÀO TỬ PHẦN HOA VÀ TƯỢNG HỮU CƠ

CN. Phạm Thị Duyên, CN. Mai Hoàng Đảm
Viện Dầu khí Việt Nam
Email: duyenpt@vpi.pvn.vn

Tóm tắt

Tổng hợp các kết quả phân tích sinh địa tầng đến thời điểm hiện tại cho thấy trầm tích Oligocene - Miocene sớm khu vực Lô 16-1 bể Cửu Long chủ yếu hình thành trong môi trường đồng bằng sông, đầm hồ nước ngọt, đôi khi chịu ảnh hưởng nước lợ hoặc môi trường chuyển tiếp cho đến khi biển bắt đầu xâm nhập vào khu vực giai đoạn cuối Miocene sớm, đánh dấu bởi tập sét "Rotallid". Vì vậy, việc phân chia các phức hệ trầm tích và xác định môi trường lắng đọng trong giai đoạn này chủ yếu sử dụng phương pháp nghiên cứu các phức hệ bào tử phần hoa và tượng hữu cơ, đồng thời có sự hỗ trợ của phần mềm CycloLog nhằm chính xác hóa các ranh giới trầm tích theo tài liệu cổ sinh.

Từ khóa: Vật liệu hữu cơ, mảnh vật liệu hữu cơ, bào tử phần hoa, tảo nước ngọt, phân tập địa tầng, môi trường lắng đọng.

1. Giới thiệu

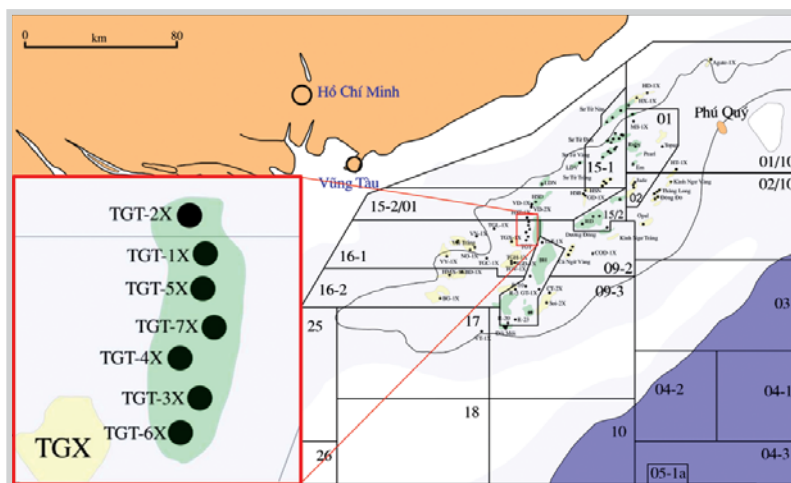
Trong công tác tìm kiếm, thăm dò và khai thác dầu khí, việc nghiên cứu cổ sinh - địa tầng là một trong những công tác quan trọng nhằm cung cấp cơ sở dữ liệu cho việc phân tích, đánh giá môi trường lắng đọng trầm tích; khả năng sinh, khả năng chôn của các tầng trầm tích hạt mịn; góp phần làm sáng tỏ địa tầng giếng khoan cho khu vực cần nghiên cứu. Trên thực tế, địa tầng Oligocene - Miocene sớm luôn là đối tượng nghiên cứu chính trong bồn trũng Cửu Long.

Theo một số tác giả [1 - 3], quá trình biển xâm lấn vào bồn trũng Cửu Long bắt đầu từ hướng Đông Bắc và sự ảnh hưởng của biển tiến phát triển dần xuống phía Nam dọc theo trục dài bể. Vì vậy, việc đánh giá sự biến đổi của môi trường trầm tích theo hướng biển tiến sẽ thấy rõ tại khu vực trung tâm bể Cửu Long.

Khu vực nghiên cứu thuộc cấu tạo Tê Giác Trắng với 7 giếng khoan được phân bố dọc theo cấu tạo có hướng á Bắc - Nam. Cấu tạo Tê Giác Trắng nằm ở phía Đông Bắc của Lô 16-1, bồn trũng Cửu Long, cách Vũng Tàu 100km về phía Đông Nam, cách mỏ Bạch Hổ 20km về phía Tây Bắc và cách mỏ Rạng Đông 35km về phía Tây (Hình 1). Đối tượng chứa chính của mỏ Tê Giác Trắng là các tập cát sét xen kẹp thuộc hệ tầng Bạch Hổ, phụ

tập B1.1 có tuổi Miocene sớm và tầng chứa thứ hai là tập cát thuộc hệ tầng Trà Tân có tuổi Oligocene muộn. Hiện nay, mỏ Tê Giác Trắng có 3 giàn đầu giếng khai thác hoạt động từ các tầng chứa này đạt 40.000 - 42.000 thùng/ngày [4, 5].

Việc nghiên cứu sinh địa tầng ở thềm lục địa Việt Nam hiện nay phục vụ cho công tác tìm kiếm - thăm dò dầu khí chủ yếu dựa vào 3 chỉ tiêu phân tích là: tảo vôi (nannofossil), vi cổ sinh (foraminifera) và bào tử phần hoa (palynology). Trong đó, nhóm hóa thạch tảo vôi và vi cổ sinh là công cụ nghiên cứu chủ đạo trong môi trường biển (marine), bào tử phần hoa có thể mạnh trong môi trường lục địa đến biển nông, vũng - vịnh ven bờ và đặc biệt hữu ích trong môi trường hệ thống sông và tam giác châu [6 - 10]. Thực tế, đối tượng tìm kiếm thăm dò các tích tụ dầu khí chủ yếu trong các trầm tích tại Lô 16-1 cũng như bồn trũng Cửu Long hiện nay là các trầm tích Oligocene đến Miocene dưới, chúng được lắng đọng trong môi trường lục địa đến vùng chuyển tiếp. Do vậy, phương pháp nghiên cứu bào tử phần hoa đã trở thành công cụ chủ đạo và xuyên suốt trong việc phân tập, xác định tuổi và môi trường lắng đọng trầm tích (Hình 2).



Hình 1. Sơ đồ vị trí khu vực nghiên cứu

Nghiên cứu tương hữu cơ (palynofacies) là một công cụ rất hữu ích trong việc chính xác hóa môi trường lắng đọng trầm tích trong phạm vi không gian hẹp hơn. Vật liệu hữu cơ chứa trong trầm tích là đối tượng nghiên cứu của phương pháp phân tích tương hữu cơ khi nghiên cứu bào tử phấn. Các mảnh vật liệu (mảnh vụn) hữu cơ (palynomaceral - PM) được phân loại dựa trên tính chất vật lý về cấu trúc, mức độ thấu quang và độ nổi gồm: Mảnh vụn hữu cơ loại 1 (PM1), loại 2 (PM2), loại 3 (PM3), loại 4 (PM4) và loại vật liệu hữu cơ không cấu trúc (structureless organic matter/sapropel - SOM). Các điều kiện Eh và pH của môi trường lắng đọng trầm tích đã quyết định sự tồn tại của các loại mảnh hữu cơ trong môi trường thành tạo đá trầm tích [11, 12].

Phần mềm CycloLog là công cụ minh giải các chu kỳ trầm tích, dựa trên thuật toán Maximum Entropy Spectral Analysis (MESA) từ số liệu của đường cong gamma ray, để tạo ra một đường cong mới gọi là đường cong INPEFA (Integrated Prediction Error Filter Analysis) thể hiện các xu thế trầm tích. Từ đó xác định được các bề mặt trầm tích hạt mịn (NBS - Negative Bounding Surface) và trầm tích hạt thô (PBS - Positive Bounding Surface), nhằm chính xác hóa ranh giới giữa các tập trầm tích [13, 14, 20].

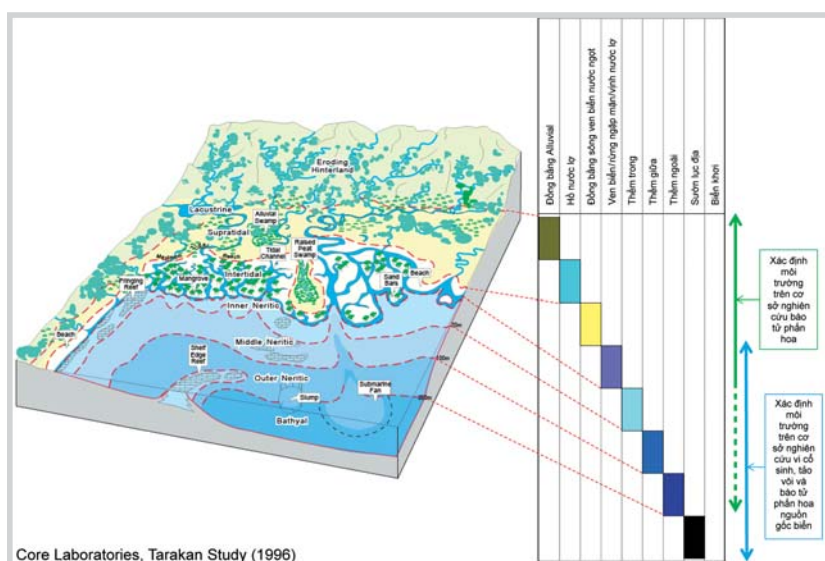
2. Các phức hệ bào tử phấn hoa và tương hữu cơ trong trầm tích Oligocene - Miocene sớm khu vực nghiên cứu

Hiện nay, bốn trầm tích Cửu Long là một trong những bồn được thực hiện nhiều giếng khoan nhất và được nghiên cứu chi tiết nhất trên thềm lục địa Việt Nam. Theo kết quả phân tích sinh địa tầng của hàng trăm giếng khoan cùng với sự hỗ trợ của địa chấn, địa vật lý đã phần nào làm sáng tỏ bức tranh địa chất dầu khí của bồn trũng Cửu Long. Kế thừa những kết quả đã nghiên cứu và tổng hợp các số liệu, từ đó rút ra quy luật phân chia các tập và phụ tập trầm tích tuổi Oligocene - Miocene sớm ở bồn trũng Cửu Long dựa vào các nhóm tảo nước ngọt và hóa thạch bào tử phấn có nguồn gốc thủy sinh như: *Bosedinia*, *Pediastrum*, *Botryococcus*, *Magnastriatites howardi*, *Marsilea* và *Potamogeton*. Mỗi tập hoặc phụ tập

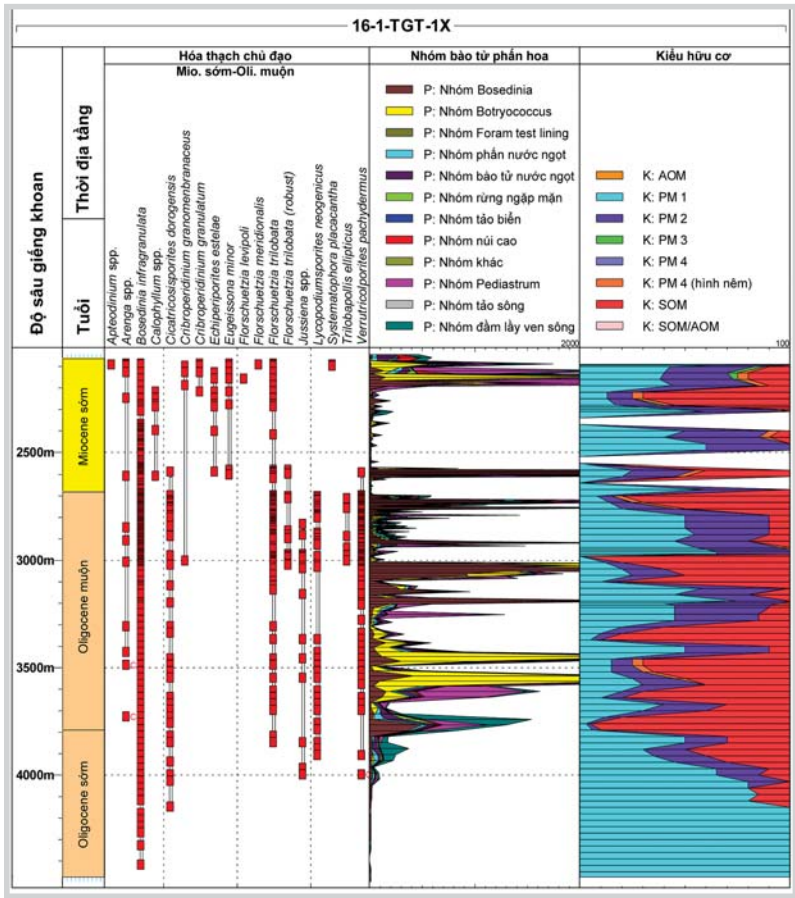
đều có những đặc trưng riêng về phức hệ hóa thạch cũng như tương hữu cơ được phát hiện trong đá trầm tích [6, 8, 13, 15 - 19].

Các phức hệ hóa thạch bào tử phấn hoa trong trầm tích Oligocene - Miocene sớm chủ yếu thuộc các nhóm tảo nước ngọt (algae) như *Pediastrum*, *Bosedinia*, tảo nước lợ *Botryococcus*, các hóa thạch nhóm bào tử-phấn nước ngọt, nhóm đầm lầy ven sông, nhóm hóa thạch ngập mặn (mangrove), khóa tử... với hơn 100 giống loài khác nhau. Các hóa thạch chủ đạo có tính định tầng tốt như: *Cicatricosisporites dorogensis*, *Jussiena spp.*, *Gothanipollis basensis*, *Lycopodiumsporites neogenicus* (định tầng Oligocene); *Verrutricolporites pachydermus* (đặc trưng cho Oligocene muộn), *Cribopteridinium granomenbranceus*, *Sporotrapoidites spp.* (Miocene sớm), *Arenga spp.*, *Echiperiporites estelae*, *Flochuettia levipoli*, *Avicenia spp.*,... (có tuổi không già hơn Miocene sớm) được bắt gặp khá phong phú và liên tục. Đặc biệt, các hóa thạch nhóm tảo nước ngọt và nước lợ phát triển rất mạnh và có tính chu kỳ rõ rệt. Sự phát triển có tính chu kỳ này hỗ trợ rất hiệu quả cho việc phân chia các phức hệ trầm tích. Các phức hệ hóa thạch khác nhau biểu thị cho các môi trường lắng đọng trầm tích khác nhau. Bên cạnh đó, tương hữu cơ cũng góp phần quan trọng trong việc xác định năng lượng môi trường lắng đọng. Trong diện tích nghiên cứu, thành phần vật chất hữu cơ chủ yếu là mảnh vụn hữu cơ loại 1, loại 2 và vật chất hữu cơ không cấu trúc (sapropel). Ngoài ra còn có sự hiện diện với tỷ phần rất nhỏ của mảnh vụn hữu cơ loại 3, loại 4 và vật chất hữu cơ vô định hình (Amorphous Organic Matter - AOM) (Hình 3).

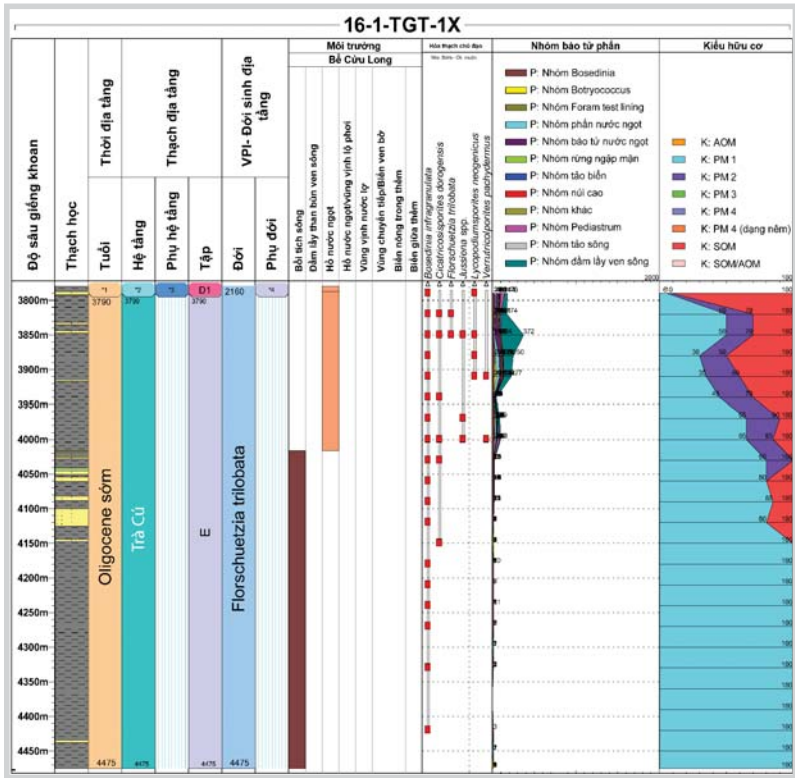
Trầm tích Oligocene sớm hầu như vắng mặt hóa thạch, chỉ rải rác một số loài thuộc nhóm đầm lầy ven sông và nguồn gốc thủy sinh. Thành phần vật chất hữu cơ là mảnh vụn hữu cơ loại 1.



Hình 2. Sơ đồ phân đới các đơn vị môi trường và phạm vi nghiên cứu của các nhánh cổ sinh (CoreLab và VPI)



Hình 3. Đặc điểm tổ hợp hóa thạch chủ đạo, phức hệ bào tử phần hoa, tướng hữu cơ trong địa tầng Oligocene - Miocene sớm giếng khoan TGT-1X



Hình 4. Mặt cắt trầm tích tập E trong giếng khoan 16-1-TGT-1X

Trầm tích Oligocene muộn có sự phát triển mạnh của nhóm hóa thạch tảo nước ngọt *Bosedinia*. Sự phát triển này có tính chu kỳ rõ rệt. Bên cạnh đó còn có các giai đoạn phát triển vượt trội của nhóm hóa thạch tảo nước ngọt khác là *Pediastrum* và nhóm tảo nước lợ *Botryococcus*. Sự ưu thế trong từng giai đoạn của các nhóm hóa thạch này cùng với các nhóm hóa thạch đầm lầy ven sông, nhóm thực vật ngập mặn... thể hiện rõ các nhịp trầm tích khác nhau. Hàm lượng vật chất hữu cơ có sự ưu thế của thành phần sapropel.

Trầm tích Bạch Hổ dưới rất thưa thớt hóa thạch, chủ yếu là bào tử - phần nước ngọt, hóa thạch đầm lầy ven sông và một số loài tảo, thực vật nguồn gốc thủy sinh như: *Bosedinia*, *Magnastriatites*... với số lượng không đáng kể. Thành phần vật chất hữu cơ chủ yếu là mảnh vụn hữu cơ loại 1 và loại 2.

Trầm tích Bạch Hổ trên rất phong phú các phức hệ hóa thạch với sự phát triển nở rộ của tảo nước ngọt *Pediastrum*, *Bosedinia*, tảo nước lợ *Botryococcus*, thực vật thủy sinh *Magnastriatites*, hóa thạch nhóm đầm lầy ven sông... và có sự xuất hiện của các hóa thạch biển (dinocysts) như *Cribroperidinium granomenbranaceus*, *Operculodinium spp.*, *Thalassiphora spp.*, *Selenopemphix spp.*, *Leiosphaeridia spp.*, *Microhystridium spp.*, *Polysphaeridium spp.*,... thành phần vật chất hữu cơ biến đổi từ sự ưu thế của vật liệu hữu cơ không cấu trúc sang ưu thế của mảnh vụn hữu cơ loại 1 và mảnh vụn hữu cơ loại 2.

3. Phân tập trầm tích và môi trường lắng đọng khu vực cấu tạo Tê Giác Trắng

Dựa vào đặc điểm các phức hệ hóa thạch bào tử phần hoa trong các giếng khoan ở mặt cắt nghiên cứu để phân chia địa tầng và xác định môi trường lắng đọng trầm tích, kết hợp với sử dụng phần mềm CycloLog nhằm chính xác hóa các ranh giới địa tầng, các trầm tích Oligocene - Miocene dưới trong cấu tạo Tê Giác Trắng được phân chia như sau:

3.1. Trầm tích tuổi Oligocene sớm

Trong bể Cửu Long, các trầm tích Oligocene lắng đọng chủ yếu trong môi trường sông/đầm lầy ven sông/hồ nước ngọt. Do vậy, việc xác định tuổi địa chất và môi trường lắng đọng các trầm tích tuổi Oligocene trong bể Cửu Long chủ yếu trên cơ sở nghiên cứu chỉ tiêu bào tử phần và tướng hữu cơ. Trong đó, các nhóm hóa thạch tảo lục *Botryococcus*, *Pediastrum*, tảo hai roi nước ngọt *Bosedinia* và thực vật đầm lầy ven sông có ý nghĩa quan trọng trong việc xác định môi trường lắng đọng trầm tích của các trầm tích tập E - F thuộc hệ tầng Trà Cú tuổi Oligocene sớm ở bể Cửu Long.

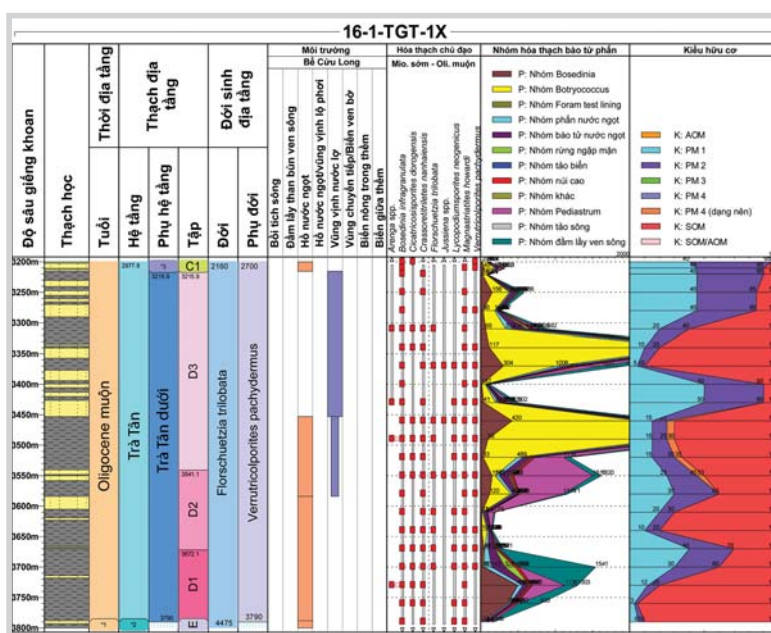
- Trầm tích tập E

Tuổi địa chất tương đối của các trầm tích Oligocene sớm được xác định trên cơ sở tìm thấy các hóa thạch đặc trưng *Cicatricosisporites dorogensis*, *Jussiaea spp.*, *Gothanipollis basensis*, *Lycopodiumsporites neogenicus*, *Magnastriatites howardi*, *Crassoretitrites nanhaiensis* nhưng vắng mặt hóa thạch phần *Verrutricolporites pachydermus* (Hình 4).

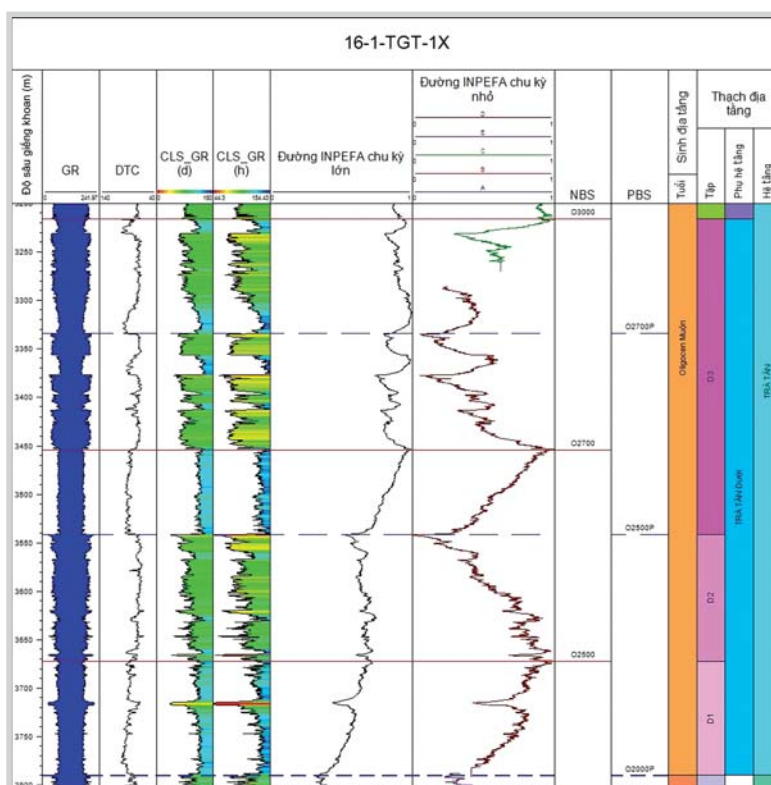
Môi trường lắng đọng trầm tích là trầm tích sông (Freshwater Fluvial) với sự hiện diện chủ yếu của phức hệ hóa thạch đầm lầy than bùn, bào tử - phần nước ngọt và sự xuất hiện của các nhóm tảo nước ngọt: *Bosedinia infragranulata*, *Pediastrum spp.* ở nóc tập E. Hàm lượng vật chất hữu cơ rất phong phú với thành phần chủ yếu là mảnh vụn hữu cơ loại 1 chiếm 100% ở phần dưới và giảm dần ở phần trên (còn khoảng 50 - 70%) đồng thời tăng dần hàm lượng sapropel, phản ánh môi trường năng lượng cao thuộc đới ven bờ trong giai đoạn đầu và sự chuyển dần sang môi trường năng lượng thấp hơn trong giai đoạn cuối của tập trầm tích này.

3.2. Các trầm tích tuổi Oligocene muộn

Các trầm tích tuổi Oligocene muộn trong bể Cửu Long được xác định bởi phức hệ hóa thạch *Cicatricosisporites dorogensis*, *Jussiaea spp.*, *Gothanipollis basensis*, *Lycopodiumsporites neogenicus* và đặc biệt là phần hoa *Verrutricolporites pachydermus* chỉ phát triển trong Oligocene muộn. Trầm



Hình 5. Phức hệ hóa thạch đặc trưng trong tập D giếng 16-1-TGT-1X



Hình 6. Minh giải chu kỳ trầm tích tập D trên giếng 16-1-TGT-1X

tích Oligocene muộn được phân chia thành các tập trầm tích tương đương với sự phân chia của địa chấn gồm: tập D (phụ hệ tầng Trà Tân dưới), tập C (phụ hệ tầng Trà Tân trên). Trầm tích Oligocene muộn bắt gặp trong tất cả các giếng khoan trong tuyến mặt cắt nghiên cứu và thường phát triển chủ yếu là phức hệ tảo nước ngọt với số lượng lớn. Trầm tích thuộc phụ hệ tầng Trà Tân dưới (tập D) thường phong phú hóa thạch bào tử phần hơn phụ hệ tầng Trà Tân trên (tập C) và chúng có những đặc trưng về môi trường trầm tích khác nhau.

3.2.1. Các trầm tích tập D

- Trầm tích phụ tập D1:

Trầm tích phụ tập D1 chỉ bắt gặp trong giếng khoan 16-1-TGT-1X. Trầm tích này rất phong phú và đa dạng các phức hệ hóa thạch, đặc trưng bằng sự phát triển chiếm ưu thế của nhóm hóa thạch tảo nước ngọt: *Bosedinia*, *Pediastrum*, bào tử *Magnastriatites howardi* và sự hiện diện phong phú của các phức hệ hóa thạch bào tử phần thuộc nhóm đầm lầy than bùn ven sông. Môi trường lắng đọng trầm tích trong trầm tích phụ tập D1 chủ yếu là hồ nước ngọt, chứa phong phú phức hệ hóa thạch tảo nước ngọt *Pediastrum-Botryococcus-Bosedinia* (khoảng 60 - 70% tổng lượng hóa thạch). Hàm lượng vật chất hữu cơ cao, chủ yếu là sapropel với thành vật liệu trầm tích mịn hạt cho thấy môi trường lắng đọng là môi trường nước sâu, năng lượng thấp, yên tĩnh. Nóc của phụ tập D1 tương ứng với bề mặt trầm tích hạt mịn NBS O2500, giới hạn trầm tích trong nửa chu kỳ từ PBS O2000P đến NBS O2500 (Hình 6).

- Trầm tích phụ tập D2:

Trầm tích phụ tập D2 đặc trưng bởi sự hiện diện chủ yếu của tổ hợp tảo *Pediastrum*, *Botryococcus* và *Bosedinia*, các phức hệ hóa thạch bào tử phần nước ngọt và thường có đặc điểm phát triển cao tảo *Pediastrum*. Đây là dấu hiệu để nhận biết phụ tập này trong mặt cắt giếng khoan. Môi trường tích tụ trong phụ tập D2 chủ yếu là hồ nước ngọt. Hàm lượng vật chất hữu cơ rất cao chủ yếu là sapropel (70%) cho thấy điều kiện lắng đọng là xa bờ với năng lượng môi trường thấp và yên tĩnh, thuận lợi cho quá trình bảo tồn vật chất hữu cơ và chuyển hóa thành hydrocarbon. Phần trên của phụ tập có sự tăng dần của nhóm tảo nước lợ *Botryococcus*, hàm lượng sapropel tăng dần tương ứng với môi trường hồ nước ngọt bị ảnh hưởng của nước lợ. Bề mặt ranh giới của tập trầm tích D2 được xác định dựa trên sự minh giải các chu kỳ trầm tích trên CycloLog. Đó là khoảng bán chu kỳ bắt đầu từ bề mặt hạt mịn NBS O2500 đến bề mặt hạt thô PBS O2500P (Hình 6).

- Trầm tích phụ tập D3:

Phụ tập D3 đặc trưng bởi sự hiện diện của tổ hợp tảo *Pediastrum*, *Botryococcus* và *Bosedinia*. Đặc biệt là sự nở rộ vượt trội của nhóm tảo *Botryococcus*.

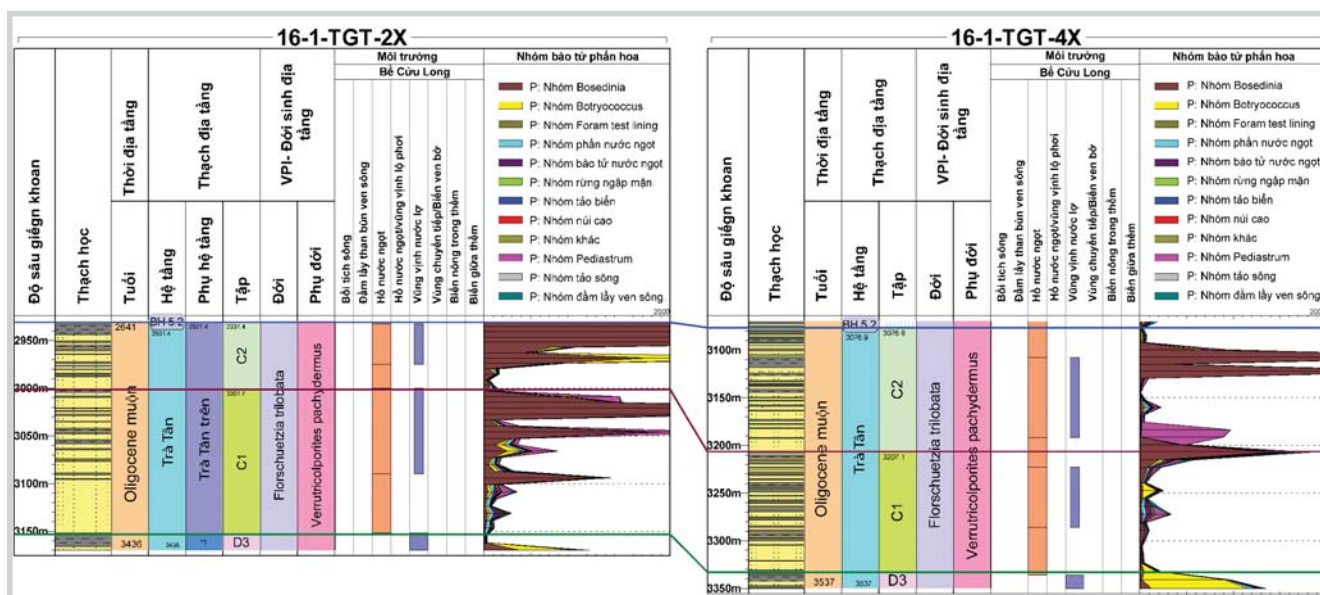
Môi trường lắng đọng trầm tích trong phụ tập D3 vào giai đoạn đầu chủ yếu là hồ nước ngọt chịu ảnh hưởng của nước lợ, đặc trưng bởi sự phong phú hóa thạch tảo nước ngọt nhưng có sự gia tăng hiện diện của các hóa thạch chỉ thị cho môi trường nước lợ như *Botryococcus*, *Tasmanites spp.* và sự hiện diện của số ít hóa thạch có

nguồn gốc biển như *Selenopemphix spp.*, *Spiniferites spp.*. Hàm lượng vật chất hữu cơ cao chủ yếu là sapropel (chiếm khoảng 75 - 85%) thể hiện điều kiện lắng đọng trong môi trường nước sâu, năng lượng thấp, yên tĩnh. Trong giai đoạn sau, môi trường lắng đọng trầm tích trong toàn cấu tạo là vũng vịnh nước lợ do có sự xuất hiện thường xuyên của tảo nước lợ và tảo biển: *Tasmanites spp.*, *Leiosphaeridia spp.*, *Dinoflagellate cyst undiff.*, *Polysphaeridium spp.*, *Spiniferites spp.*, *Selenopemphix spp.*, *Impagidinium spp.*, *Micrhystridium spp.*... Hàm lượng vật chất hữu cơ khá cao với thành phần chủ yếu là mảnh vụn hữu cơ loại 1 và loại 2 cho thấy môi trường lắng đọng có năng lượng cao. Phụ tập D3 giới hạn trong khoảng trầm tích từ PBS O2500P đến NBS O3000 (Hình 6).

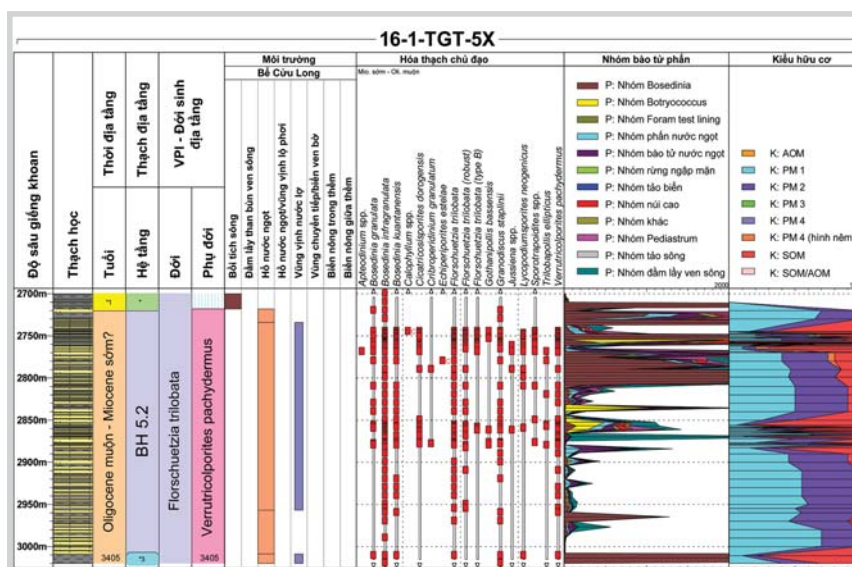
3.2.2. Các trầm tích tập C

Tập trầm tích C bắt gặp trong tất cả các giếng khoan thuộc cấu tạo nghiên cứu. Tổ hợp hóa thạch trong trầm tích tập C không đa dạng bằng tập D và đặc trưng bằng sự phát triển vượt trội của nhóm tảo *Bosedinia*, tuy nhiên sự phát triển của hóa thạch này cũng có tính chu kỳ. Dựa vào sự phát triển mang tính chu kỳ của nhóm hóa thạch này cùng với vật liệu hữu cơ, tập C có thể được phân chia thành hai phụ tập C1 và C2. Bề dày của phụ tập C1 và C2 ở khu vực phía Bắc cấu tạo tương đối biến đổi so với khu vực phía Nam. Dọc theo mặt cắt nghiên cứu từ Bắc tới Nam cấu tạo, trong khi bề dày của phụ tập C1 mỏng dần thì phụ tập C2 tăng dần. Giới hạn khoảng trầm tích trong tập C tương ứng với bề mặt trầm tích hạt mịn NBS O3000 đến NBS O4000.

Các trầm tích tập C được lắng đọng chủ yếu trong môi trường hồ nước ngọt chịu ảnh hưởng lợ hóa. Trong đó phụ tập C1 được xác định bởi tổ hợp của các hóa thạch chủ yếu là *Bosedinia* cùng với các nhóm *Pediastrum*, *Botryococcus*... với hàm lượng vật liệu hữu cơ rất cao (gần 100%) chủ yếu là mảnh vụn hữu cơ loại 1 (45 - 50%) và mảnh vụn hữu cơ loại 2 (PM1 + PM2 lên đến 85 - 100%), thành phần sapropel rất ít chứng tỏ môi trường lắng đọng trầm tích là hồ nông, năng lượng cao. Phụ tập C2 đặc trưng bởi sự vượt trội hoàn toàn của hóa thạch nhóm *Bosedinia*, cùng với vật liệu hữu cơ rất cao (~100%) chủ yếu là sapropel (85 - 100%), chứng tỏ trầm tích phụ tập này được lắng đọng trong môi trường hồ nước ngọt sâu với năng lượng thấp, yên tĩnh (Hình 7). Bên cạnh đó sự hiện diện của nhóm hóa thạch rừng ngập mặn và tảo nước lợ/biển: *Tasmanites spp.*, *Leiosphaeridia spp.*, *Dinoflagellate cysts undiff.*, *Selenopemphix spp.*, *Apteodinium spp.* cũng cho thấy sự ảnh hưởng của nước lợ trong các trầm tích tập C.



Hình 7. Sự thay đổi bề dày trầm tích của các phụ tập C1 và C2 dọc theo cấu tạo Tê Giác Trắng



Hình 8. Đặc trưng tập trầm tích BH5.2 trong giếng 16-1-TGT-5X

3.3. Oligocene muộn - Miocene sớm?

Tập BH5.2 được phát hiện trong tất cả các giếng khoan trong cấu tạo nghiên cứu, bề dày trầm tích ổn định và tương đối lớn, khoảng 300m, phủ trực tiếp lên tập C. Nóc của tập được xác định bởi sự kết thúc của của tổ hợp hóa thạch *Cicatricosporites dorogensis*, *Jussiena spp.*, *Gothanipollis basensis*, *Lycopodiumsporites neogenicus*, *Verrutricolporites pachydermus* và sự chấm dứt nhịp phát triển của nhóm hóa thạch tảo *Bosedinia*. Các phức hệ hóa thạch trong tập trầm tích BH5.2 trong cấu tạo nghiên cứu tương đối phong phú, chủ yếu là các hóa thạch nhóm tảo nước ngọt *Bosedinia*, *Botryococcus*, *Pediastrum* và các phức hệ hóa thạch nhóm đầm lầy ven sông và được đặc trưng bởi sự phát triển mạnh của hóa thạch nhóm tảo *Bosedinia* ở nóc tập (Hình 8).

Môi trường lắng đọng là hồ nước ngọt chịu ảnh hưởng của nước lợ, có hàm lượng vật chất hữu cơ rất cao (80 - 100%) với thành phần chủ yếu

là mảnh vụn hữu cơ loại 1 chiếm 50 - 60% và mảnh vụn hữu cơ loại 2 chiếm 30 - 35%, thành phần sapropel chiếm không nhiều (10 - 15%). Phần nóc tập BH5.2 ở một số giếng (TGT-7X) tồn tại giai đoạn lắng đọng trong điều kiện lộ phôi (exposion condition) cho thấy có sự hạ thấp mực nước và xảy ra bóc mòn các trầm tích có trước trong giai đoạn này.

3.4. Các trầm tích tuổi Miocene sớm, hệ tầng Bạch Hồ

Các hoạt động kiến tạo tạo ríff kết thúc vào cuối Oligocene muộn, qua Miocene sớm bắt đầu chuyển sang giai đoạn lún chìm nhiệt bình ổn. Các trầm tích của hệ tầng Bạch Hồ phát triển rộng khắp bể, không bị biến vị và trầm tích gần như nằm ngang. Vào cuối Miocene sớm (nóc hệ tầng Bạch Hồ) xảy ra biến cố lún chìm sâu của bể đánh dấu bởi tập sét "Rotalid" biển nông rộng khắp và tạo nên tầng đánh dấu địa tầng và tầng chắn khu vực khá tốt cho toàn bể. Nóc của hệ tầng được giới hạn bởi bề mặt trầm tích hạt mịn NBS M2000.

3.4.1. Phụ hệ tầng Bạch Hồ dưới

Trầm tích phụ hệ tầng Bạch Hồ dưới tương ứng với phụ tập địa chấn

Bl.1. Trầm tích phủ không chỉnh hợp lên nóc của trầm tích Oligocene trên. Phức hệ hóa thạch trong phụ hệ tầng tương đối nghèo và phức hệ hóa thạch tảo nước ngọt không còn đặc trưng cho các tập trầm tích tuổi Miocene sớm trở lên.

Trong phụ hệ tầng Bạch Hổ dưới được phân chia thành hai phần, phần bên dưới xác định được phụ tập BH5.1, theo CycloLog nóc của phụ tập này tương ứng với bề mặt trầm tích hạt mịn NBS M1000. Phần nóc của Bạch Hổ dưới được giới hạn bởi bề mặt trầm tích hạt thô PBS M1000P.

Trầm tích BH5.1 chứa phong phú hóa thạch hơn so với phần trên của Bạch Hổ dưới, chủ yếu là phức hệ hóa thạch tảo nước ngọt *Bosedinia*, *Pediastrum* và *Botryococcus* giúp xác định một giai đoạn ngắn môi trường lắng đọng các tích tụ đầm hồ trong khoảng trầm tích này. Tuy nhiên, ở phần đáy và nóc phụ tập BH5.1 vẫn là sự hiện diện của môi trường tích tụ đồng bằng sông, tương ứng với sự vắng mặt của các phức hệ tảo nước ngọt kể trên.

Phần trên của trầm tích Bạch Hổ dưới rất nghèo hóa thạch, chủ yếu thuộc nhóm hóa thạch ven sông. Phần nóc phụ hệ tầng này hóa thạch bắt đầu trở nên phong phú hơn, chủ yếu thuộc các nhóm bào tử - phần nước ngọt và đầm lầy than bùn ven sông.

Nhìn chung, môi trường trầm tích trong toàn phụ hệ tầng Bạch Hổ dưới chủ yếu được lắng đọng trong điều kiện đồng bằng sông với năng lượng môi trường cao, hàm lượng vật chất hữu cơ rất nghèo với mảnh vụn hữu cơ loại 1 là chủ yếu, còn lại là loại 2, sapropel hầu như vắng mặt.

3.4.2. Phụ hệ tầng Bạch Hổ trên

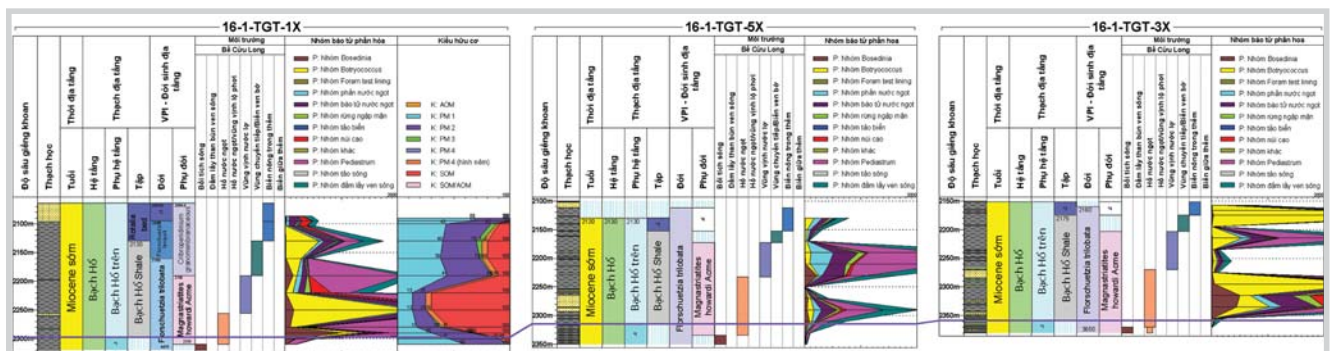
Phụ hệ tầng Bạch Hổ trên được phân chia thành hai khoảng trầm tích tương ứng với các đặc trưng khác nhau:

Phần dưới của phụ tập Bạch Hổ trên là tập sét Bạch Hổ (Bạch Hổ Shale), đặc trưng của tập sét này chứa phong

phú các phức hệ hóa thạch, đây là thời kỳ phát triển cực thịnh của nhóm hóa thạch *Botryococcus* được tìm thấy trong toàn bộ cấu tạo nghiên cứu. Bên cạnh đó, các nhóm hóa thạch *Pediastrum*, *Bosedinia*, *Magnastriatites howardi* và phức hệ hóa thạch rừng ngập mặn cũng được tìm thấy trong hầu hết các giếng khoan nghiên cứu. Hàm lượng vật chất hữu cơ trong phụ tập này từ trung bình đến tương đối tốt, chủ yếu là mảnh vụn hữu cơ loại 1 và loại 2.

Môi trường trầm tích phần dưới chủ yếu được lắng đọng trong điều kiện đầm hồ nước ngọt chuyển dần lên phần trên là môi trường vũng vịnh nước lợ/chuyển tiếp. Các giếng khu vực phía Bắc cấu tạo có sự hiện diện của môi trường biển nông ven bờ ở nóc phụ tập này ứng với sự hiện diện của các hóa thạch tảo biển (marine dinocysts) (Hình 9).

Phần trên cùng là tập sét "Rotalid" đánh dấu sự kết thúc của hệ tầng Bạch Hổ, tuổi Miocene sớm. Về mặt cổ sinh đây là tầng sét biển nông có màu xanh chứa phong phú hóa thạch vi cổ sinh như nhóm Amonia (kích thước nhỏ), về mặt bào tử phần chứa hóa thạch đặc trưng xác định tuổi Miocene sớm như: *Cribroperidinium granomenbranaceus*, *Sporotrapoidites spp.* và các hóa thạch có nguồn gốc biển như: *Tasmanites spp.*, *Apteodinium spp.*, *Nematosphaeropsis spp.*, *Operculodinium spp.*, *Thalassiphora spp.*, *Selenopemphix spp.*, *Leiosphaeridia spp.*, *Microhystridium spp.*, *Polysphaeridium spp.*,... (Hình 10). Trong mặt cắt nghiên cứu, tập sét "Rotalid" được phát hiện ở hầu hết các giếng khoan trong cấu tạo Tê Giác Trắng. Tổng lượng hóa thạch có sự suy giảm đáng kể so với trầm tích Bạch Hổ Shale bên dưới, chủ yếu là các hóa thạch thuộc nhóm đầm lầy ven sông, hóa thạch vùng núi cao và phát triển phức hệ hóa thạch có nguồn gốc biển *Dinoflagellate*, đặc biệt là *Cribroperidinium granomenbranaceus* tìm thấy trong tập sét "Rotalid" định tuổi Miocene sớm. Các hóa thạch nhóm tảo nước ngọt như *Bosedinia*, *Pediastrum* hầu như vắng mặt, chỉ còn sự xuất hiện thưa thớt của nhóm tảo nước lợ *Botryococcus*. Tuy nhiên, phần nóc tập sét này được xác định nhờ vào sự minh giải chu kỳ trầm tích trên



Hình 9. Sự phong phú của hóa thạch trong trầm tích Bạch Hổ trên - cấu tạo Tê Giác Trắng

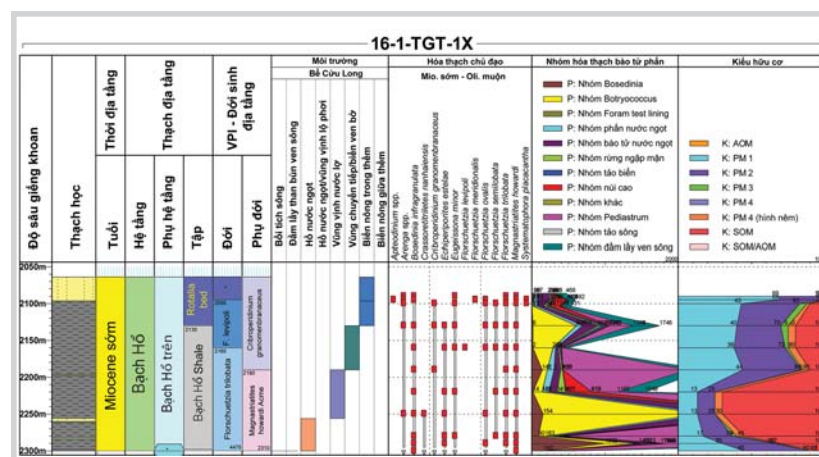
CycloLog do không có mẫu nghiên cứu. Nóc tập sét “Rotalid” được đánh dấu bằng bề mặt trầm tích hạt mịn NBS M2000.

Môi trường lắng đọng trầm tích tập sét “Rotalid” thuộc đới biển nông trong thềm đặc trưng bởi các phức hệ hóa thạch nguồn gốc biển, hóa thạch vùng núi cao và các hóa thạch nhóm đầm lầy ven sông và rừng ngập mặn. Hàm lượng hữu cơ từ trung bình đến khá, chủ yếu là mảnh vụn hữu cơ loại 1 và loại 2 đặc trưng cho đới lắng đọng trong môi trường năng lượng tương đối cao, gần bờ.

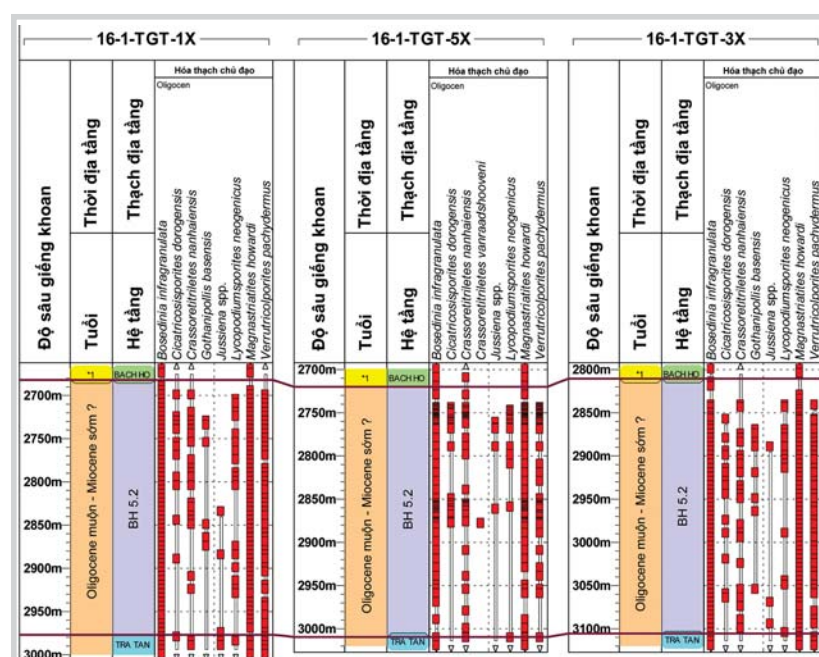
4. Trao đổi và thảo luận

4.1. Tuổi địa chất của tập trầm tích BH5.2

Tập địa chấn BH5.2 lần đầu tiên được Hoàng Long JOC dùng để chỉ tập trầm tích thấp nhất của hệ tầng Bạch Hổ. Hiện nay, theo quan điểm của các công ty dầu khí khác trong nước dựa trên việc phân tập địa chấn, tập trầm tích này được cho là có tuổi Miocene sớm. Tuy nhiên, dựa theo các kết



Hình 10. Đặc trưng của tập Rotalid trong giếng 16-1-TGT-1X



Hình 11. Các hóa thạch chỉ thị (marker) cho địa tầng Oligocene muộn trong tập BH5.2 cấu tạo Tê Giác Trắng

quả phân tích sinh địa tầng, với sự hiện diện tương đối phong phú của các hóa thạch chỉ thị (marker) cho tuổi địa tầng Oligocene muộn, VPI Labs và một số tác giả khác [14, 22] xếp tập trầm tích này vào phần trên cùng của Oligocene muộn.

Trong cấu tạo Tê Giác Trắng, tập trầm tích BH5.2 được tìm thấy trong cả 7 giếng khoan nghiên cứu. Các hóa thạch định tầng cho tuổi Oligocene muộn xuất hiện phong phú và liên tục: *Cicatricosporites dorogensis*, *Jussiena spp.*, *Gothanipollis basensis*, *Lycopodiumsporites neogenicus* và *Verrutricolporites pachydermus*; đồng thời vắng mặt các hóa thạch định tầng cho tuổi Miocene sớm (Hình 11). Các phức hệ hóa thạch nói trên cho thấy rất có thể tuổi địa chất của trầm tích tập BH5.2 là Oligocene muộn.

Tuy nhiên, sự không đồng nhất giữa việc phân tập theo địa chấn và theo sinh địa tầng dẫn đến sự chưa thống nhất về tuổi địa chất của tập trầm tích này. Do vậy, nhóm tác giả nhận định tuổi địa chất của tập BH5.2 trong cấu tạo Tê Giác Trắng là Oligocene muộn - Miocene sớm (?).

4.2. Sự biến đổi về môi trường thành tạo của các trầm tích Oligocene - Miocene sớm trong cấu tạo Tê Giác Trắng

Dựa vào sự phát triển của các phức hệ hóa thạch bào tử phần và tương hữu cơ bất gặp trong các giếng khoan nghiên cứu, xu thế biến đổi môi trường trong mặt cắt liên kết theo thời gian của cấu tạo Tê Giác Trắng được phác họa tương đối như sau:

- Giai đoạn đầu của quá trình tạo lập cấu tạo (Oligocene sớm) chủ yếu là môi trường đồng bằng sông với các trầm tích tương đối mịn hạt cùng với sự xuất hiện thưa thớt của một số loài hóa thạch đầm lầy than bùn và bào tử - phần nước ngọt;
- Tiếp theo là giai đoạn lún chìm dần dần của bể (đầu Oligocene muộn): các phức hệ trầm tích được lắng đọng trong môi trường đầm hồ nước ngọt với sự hiện

diện phong phú của các hóa thạch tảo nước ngọt và các mảnh vụn hữu cơ sapropel chiếm ưu thế;

- Sau đó là giai đoạn biển tiến vào bờ hơn dẫn đến giai đoạn lắng đọng trầm tích hồ nước ngọt chịu ảnh hưởng nước lợ (giữa Oligocene muộn): đặc trưng bởi sự phát triển nở rộ của nhóm hóa thạch tảo nước lợ *Botryococcus*.

- Cuối Oligocene là thời kỳ địa hình được nâng lên tạo ra những bề mặt bào mòn và giai đoạn lắng đọng trong điều kiện lộ phôi cho thấy có sự hạ thấp mực nước và xảy ra bóc mòn các trầm tích có trước trong giai đoạn này.

- Sự sụt lún xảy ra vào đầu Miocene sớm thành tạo các trầm tích đầm hồ nước ngọt, sau đó là môi trường chuyển tiếp và tiếp tục sụt lún cho đến khi biển bắt đầu xâm nhập vào khu vực giai đoạn cuối Miocene sớm, đánh dấu bởi tập sét "Rotalid".

Về mặt không gian, theo mặt cắt dọc cấu tạo nghiên cứu từ Bắc đến Nam cũng có những biến đổi đáng lưu ý:

- Sự phát triển mạnh của nhóm hóa thạch *Botryococcus* ở khu vực phía Bắc cấu tạo trong giai đoạn Oligocene (phụ tập D3 và tập C) cho thấy trong giai đoạn này có sự hoạt động mạnh hơn của nước lợ ở khu vực phía Bắc so với khu vực phía Nam cấu tạo;

- Bề dày trầm tích phụ tập C2 thay đổi rất rõ rệt, càng tiến về phía Nam phụ tập này càng dày. Điều này có thể do trong giai đoạn này khu vực phía Nam có sự sụt lún nhiều hơn và nhận nhiều vật liệu trầm tích hơn;

- Khu vực phía Bắc cấu tạo môi trường bị lợ hóa và yếu tố biển xâm nhập vào cuối Miocene sớm trước hơn so với khu vực phía Nam cấu tạo: giai đoạn trầm tích nước ngọt ở khu vực phía Nam cấu tạo kéo dài hơn khu vực phía Bắc với sự phát triển mạnh mẽ hơn về phía Nam của nhóm hóa thạch *Bosedinia*. Giai đoạn trầm tích nước lợ ở khu vực phía Nam cũng kéo dài hơn đặc trưng bởi sự phát triển mạnh mẽ của nhóm *Botryococcus*. Trong khi đó sự ảnh hưởng của biển ở khu vực phía Bắc cấu tạo diễn ra sớm hơn, giai đoạn biển nông ven bờ ở khu vực này cũng kéo dài hơn so với phía Nam cấu tạo đặc trưng bởi sự hiện diện của các hóa thạch có nguồn gốc biển. Những biến đổi này cũng rất tương đồng với quan điểm của một số tác giả về sự xâm nhập từ hướng Đông Bắc của biển vào bể Cửu Long vào giai đoạn cuối Miocene sớm.

5. Kết luận

Dựa vào những đặc trưng về các phức hệ hóa thạch và tướng hữu cơ, địa tầng cấu tạo Tê Giác Trắng có thể

được phân chia thành các tập và phụ tập như sau: trầm tích Oligocene sớm - tập E thành tạo trong môi trường trầm tích sông; các trầm tích Oligocene muộn - tập C, D được lắng đọng trong môi trường hồ nước sâu, năng lượng thấp, yên tĩnh; trầm tích tập BH5.2 thành tạo trong điều kiện hồ nước ngọt chịu ảnh hưởng của nước lợ; các trầm tích thuộc hệ tầng Bạch Hổ - BH5.1, tập sét Bạch Hổ (Bạch Hổ Shale) và "Rotalid" - được trầm tích trong điều kiện môi trường có sự phát triển tiến hóa từ đồng bằng sông sang hồ nước ngọt, vũng vịnh nước lợ và cuối cùng là biển nông trong thềm và được đánh dấu bởi trầm tích sét biển nông trong thềm của tầng "Rotalid".

Sự biến đổi của môi trường lắng đọng trầm tích trong cấu tạo nghiên cứu vào cuối Miocene sớm khi yếu tố biển xâm nhập vào bể Cửu Long từ phía Đông Bắc được xác định rõ khi nghiên cứu sự biến đổi của các phức hệ hóa thạch và tướng hữu cơ trong các giếng khoan theo mặt cắt từ Bắc đến Nam cấu tạo.

Việc tìm thấy tương đối phong phú và liên tục các hóa thạch chỉ thị cho địa tầng Oligocene muộn trong trầm tích tập BH5.2 của cấu tạo Tê Giác Trắng cho thấy có khả năng tập trầm tích này được thành tạo trong giai đoạn Oligocene muộn - Miocene sớm?. Tuy nhiên, vẫn cần có các nghiên cứu tiếp theo ở các khu vực lân cận, đặc biệt là khu vực gần trung tâm bể Cửu Long để làm rõ hơn về tuổi thành tạo của tập trầm tích này.

Tài liệu tham khảo

1. Nguyễn Tiến Long, Sung Jin Chang. *Địa chất khu vực và lịch sử phát triển địa chất bể Cửu Long*. Hội nghị Khoa học Công nghệ ngành Dầu khí trước thềm thế kỷ 21. 2000: trang 436 - 453.
2. Đỗ Bạt, Nguyễn Địch Vỹ, Phan Huy Quỳnh và nnk. *Địa tầng các bể trầm tích Kainozoi Việt Nam*. Địa chất và Tài nguyên dầu khí Việt Nam. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật. 2005: trang 156 - 162.
3. Trần Lê Đông, Phùng Đắc Hải. *Bể trầm tích Cửu Long và Tài nguyên dầu khí*. Địa chất và Tài nguyên dầu khí Việt Nam. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật. 2005: trang 278 - 282.
4. Đình Nhân. *Đón dòng dầu đầu tiên từ giàn đầu giếng H5 mỏ Tê Giác Trắng*. Tạp chí Dầu khí. 2015; 8: trang 71.
5. VPI Labs. *Báo cáo sinh địa tầng các giếng khoan 16-1-TGT-1X, 16-1-TGT-2X, 16-1-TGT-3X, 16-1-TGT-4X, 16-1-TGT-5X, 16-1-TGT-6X, 16-1-TGT-7X và một số cấu tạo lân cận thuộc lô 09-1, 09-2, 16-1 bể Cửu Long*.

6. VPI and Core Laboratories Sales NV. *Vietnam Reservoirs and Seals: Cuu Long, Nam Con Son and Malay Tho Chu basins*. Lưu trữ tại Viện Dầu khí Việt Nam. 2009.
7. Dominic Emery, Keith Myers. *Sequence stratigraphy*. Wiley - Blackwell. August 1996: 304p.
8. Robert J. Morley. *Origin and evolution of tropical rain forests*. Copyright by John Wiley & Son Ltd. 2000.
9. J. Muller. *A Palynological contribution to the history of the mangrove vegetation in Borneo*. Ancient Pacific Floras: The Pollen Story Hawaii. 1964: p.33 - 42.
10. J. Muller. *Montane pollen from the Tertiary of NW Borneo*. Blumea - Biodiversity, Evolution and Biogeography of Plants. 1966; 14(1): p. 231 - 235.
11. Alfred Traverse. *Paleopalynology: Second edition*. Springer Science. 2007.
12. J.P.G. Fenton. *Palynology report No.3 guide to palynofacies analysis*. Robertson Research. 1984.
13. Chu Đức Quang. *Một số kết quả nghiên cứu địa tầng kết hợp với phương pháp Cyclostratigraphy trong các bể trầm tích thềm lục địa phía Nam Việt Nam*. Tạp chí Dầu khí. 2010, 4: trang 29 - 35.
14. Mai Hoàng Đàm, Chu Đức Quang. *Phân tập địa tầng và xác định môi trường lắng đọng trầm tích tuổi Miocene sớm - Oligocene Lô 09-3 bể Cửu Long trên cơ sở những đặc trưng của nhóm hóa thạch tảo (Dinocysts) nước ngọt và phân tích tương hỗ cơ*. Tạp chí Dầu khí. 2015; 7: trang 24 - 32.
15. Geochem Group Limited. *Technical and financial draft proposal for a regional geochemical study of the offshore basins, Vietnam*. Prepared for Petrovietnam. 1989.
16. James M. Cole. *Freshwater Dinoflagellate cysts and Acritarchs from Neogene and Oligocene sediments of the South China sea and adjacent areas*. American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation. 1992.
17. R.J. Morley. *Tertiary stratigraphic palynology in Southeast Asia: current status and new direction*. Geological Society of Malaysia. Bulletin. November 1991; 28: p. 1 - 36.
18. Phan Huy Quynh. *Significance of the spore Magnastriatites howardi in stratigraphic and paleoenvironmental studies on the Vietnamese continental shelf*. Paper presented at the Petrovietnam: Seminar on Vietnam Oil and Gas. 1993.
19. A.J. Powell. *A stratigraphic Index of dinoflagellate cysts*. London; New York: Chapman & Hall. 1992.
20. Enres international. *Enres stratigraphic methods and workflow approaches in subsurface well correlations*. 2013.
21. R.J. Morley. *Palynology of Tertiary and Quaternary sediments in Southeast Asia*. Indonesia Petroleum Association. 1977; 1: p. 255 - 276.
22. R.J. Morley. *Biofacies analysis of the Bach Ho and upper Tra Tan Formations, TGT field, Cuu Long basin, offshore Vietnam*. Prepared for Hoang Long JOC. 2009.

Sequence stratigraphy and depositional environment of Oligocene - Early Miocene sediments of Te Giac Trang structure, block 16-1 in Cuu Long basin based on the characteristics of palynology and palynofacies

Pham Thi Duyen, Mai Hoang Dam
Vietnam Petroleum Institute
Email: duyenpt@vpi.pvn.vn

Summary

The biostratigraphy studies of Early Miocene - Oligocene sediments of Block 16-1 in Cuu Long basin showed that the sedimentary material was mainly deposited in river delta and freshwater lacustrine environment, and sometimes influenced by brackish water or transitional environment until the sea began entering this area in the last period of Early Miocene, marked by Rotalid bed. The sequence stratigraphic division and depositional environment determination in this period are mainly based on palynomorph assemblages and palynofacies, using CycloLog software to provide accurate and detailed division of the sequence stratigraphic boundaries.

Key words: Organic matters, palynomaceral, palynomorph, freshwater algae, stratigraphic division, depositional environment.