

# PHÂN TẬP ĐỊA TẦNG VÀ XÁC ĐỊNH MÔI TRƯỜNG LẮNG ĐỘNG 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 HỮU CƠ

CN. Mai Hoàng Đảm, ThS. Chu Đức Quang

Viện Dầu khí Việt Nam

Email: dammh@vpi.pvn.vn

## Tóm tắt

**Các kết quả phân tích về môi trường lắng đọng của các tập trầm tích có tuổi từ Miocene sớm đến Oligocene ở bể Cửu Long cho thấy, chủ yếu các trầm tích được thành tạo trong môi trường đầm hồ nước ngọt và đôi khi bị ảnh hưởng của quá trình lợ hóa. Vì vậy, việc sử dụng các phức hệ hóa thạch bào tử phần trở thành phương pháp nghiên cứu chủ đạo trong việc phân chia các tập trầm tích và xác định môi trường lắng đọng dựa trên cơ sở sự phát triển mang tính chu kỳ của các phức hệ tảo (dinocysts, Botryococcus, Pediastrum) nước ngọt. Bên cạnh đó, sử dụng phương pháp phân tích tương hữu cơ nhằm chính xác hóa môi trường lắng đọng và phần mềm CycloLog hỗ trợ việc chính xác hóa các chu kỳ trầm tích theo tài liệu cổ sinh.**

**Từ khóa:** Tảo nước ngọt, tương hữu cơ, vật liệu hữu cơ, phức hệ hóa thạch, phân tập địa tầng, môi trường lắng đọng.

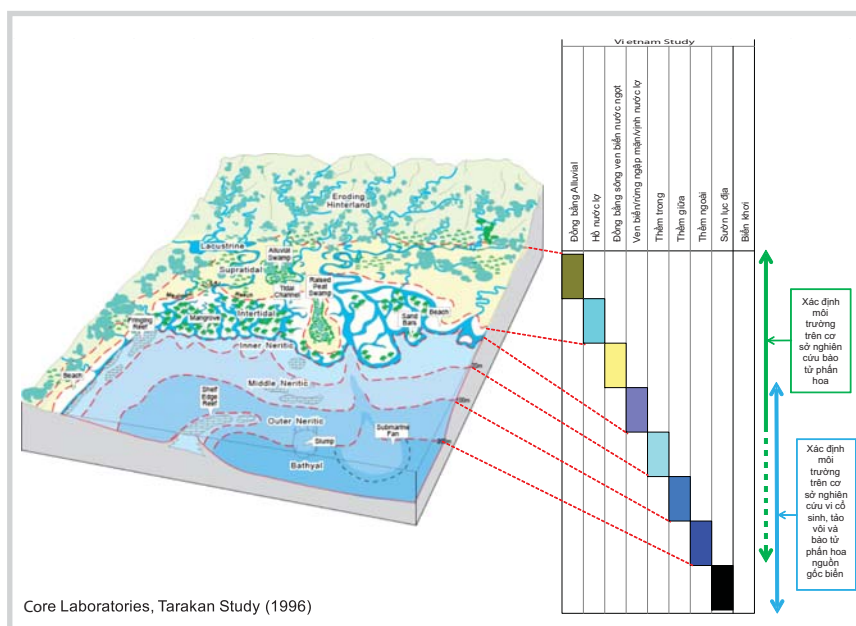
## 1. Giới thiệu

Việc phân chia địa tầng, tập và môi trường lắng đọng trầm tích được thực hiện bằng nhiều phương pháp khác nhau: sinh địa tầng, địa chấn, địa vật lý và thạch học trầm tích. Trong đó, sinh địa tầng là phương pháp truyền thống cung cấp đầy đủ các bằng chứng để luận giải về môi trường lắng đọng, phân chia các tập trầm tích cũng như tuổi tương đối. Từ kết quả phân tích cổ sinh kết hợp với phần mềm CycloLog hỗ trợ việc phân tập trầm tích dựa trên sự thay đổi của mực nước biển toàn cầu dẫn đến sự biến đổi của các phức hệ hóa thạch [1, 2, 3, 11].

Kết quả phân tích cổ sinh địa tầng các giếng khoan trong bể Cửu Long cho thấy các đặc trưng về phức hệ hóa thạch tương ứng với các thời kỳ phát triển của bể, đặc biệt thể hiện rõ trong trầm tích Oligocene là sự phát triển mang tính chu kỳ của các phức hệ hóa thạch tảo nước ngọt (dinocysts, Botryococcus, Pediastrum). Từ đó, xây dựng được mô hình các đới, phức hệ bào tử phần đặc trưng

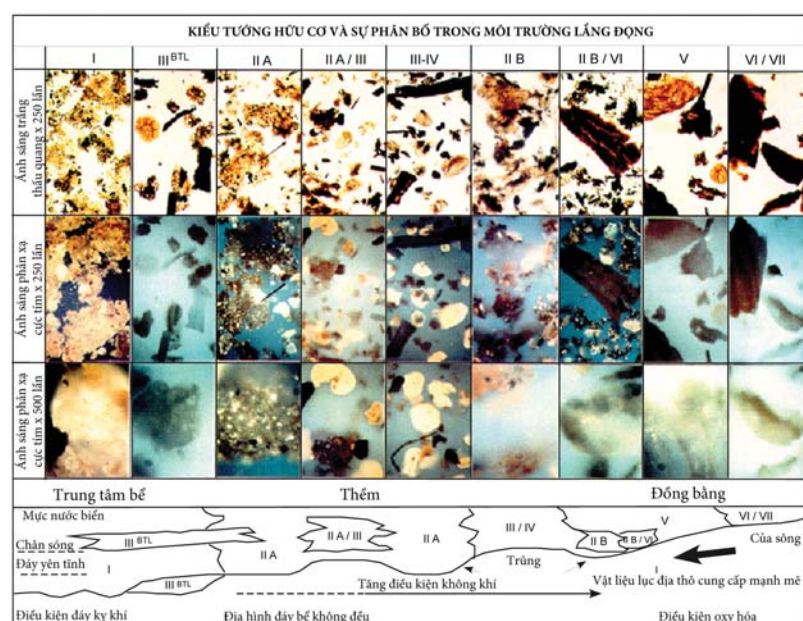
và gần như trùng khớp với các bề mặt địa chấn hiện nay đang sử dụng. Các phát hiện phức hệ bào tử phần đặc trưng này đã giúp ích rất nhiều cho liên kết các đơn vị địa tầng và phân tập trầm tích trong các giếng khoan mà tài liệu địa chấn và địa vật lý giếng khoan bị hạn chế sự phân định trong liên hệ địa tầng.

Thực tế, đối với các trầm tích thuộc Lô 09-3 cũng như trong bể Cửu Long, đối tượng tìm kiếm thăm dò các tích tụ dầu khí chủ yếu là các trầm tích Miocene sớm đến Oligocene được lắng đọng trong môi trường lục địa đến vùng chuyển tiếp. Do vậy, phương pháp nghiên cứu bào tử phần và tương hữu cơ đã trở thành công cụ chủ đạo và xuyên suốt trong việc xác định tuổi, phân tập và môi trường lắng đọng trầm tích.

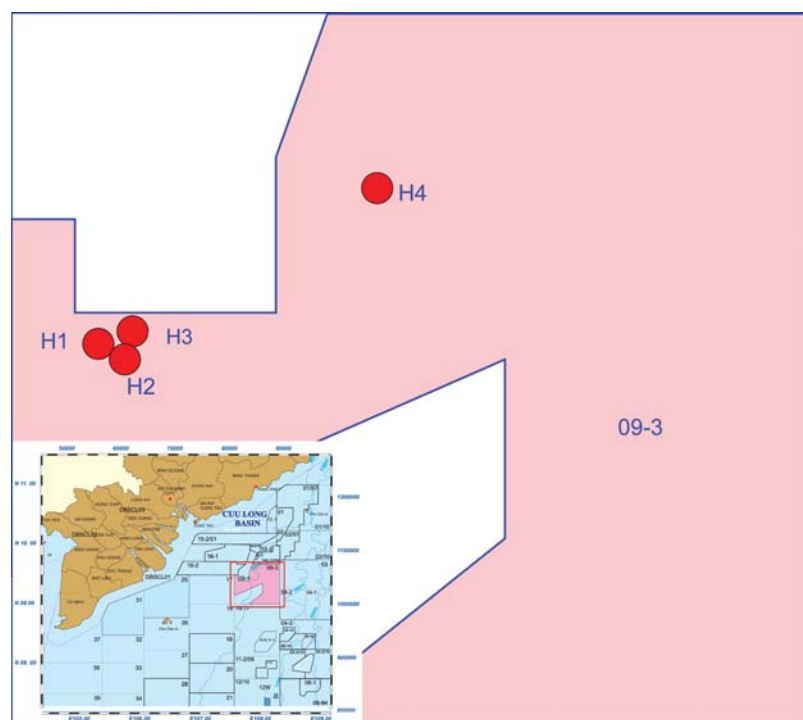


**Hình 1.** Mô hình các đơn vị môi trường lắng đọng trầm tích (theo dự án hợp tác VPI và CoreLab 2009)

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 phần. Các mảnh vật liệu hữu cơ (palynomaceral - PM) được phân loại dựa trên tính chất vật lý và độ nổi gồm: PM1, PM2, PM3, PM4 và loại vật liệu hữu cơ vô định hình (sapropel - SOM). Các điều kiện Eh và pH của môi trường lắng đọng trầm tích đã quyết định đến sự tồn tại của các loại mảnh hữu cơ trong đá trầm tích. Sử dụng quy luật sự phân bố của các loại mảnh vụn hữu cơ (PM) và phức hệ hóa thạch ưu thế nhằm chính xác vị trí môi trường lắng đọng cụ thể và trong phạm vi hẹp hơn. Sự phân bố của vật liệu hữu cơ cũng tuân thủ theo quy luật phân dị trầm tích (Hình 2).



Hình 2. Quy luật phân bố các kiểu hữu cơ trong bể trầm tích



Hình 3. Vị trí tương đối các giếng khoan trong Lô 09-3, bể Cửu Long

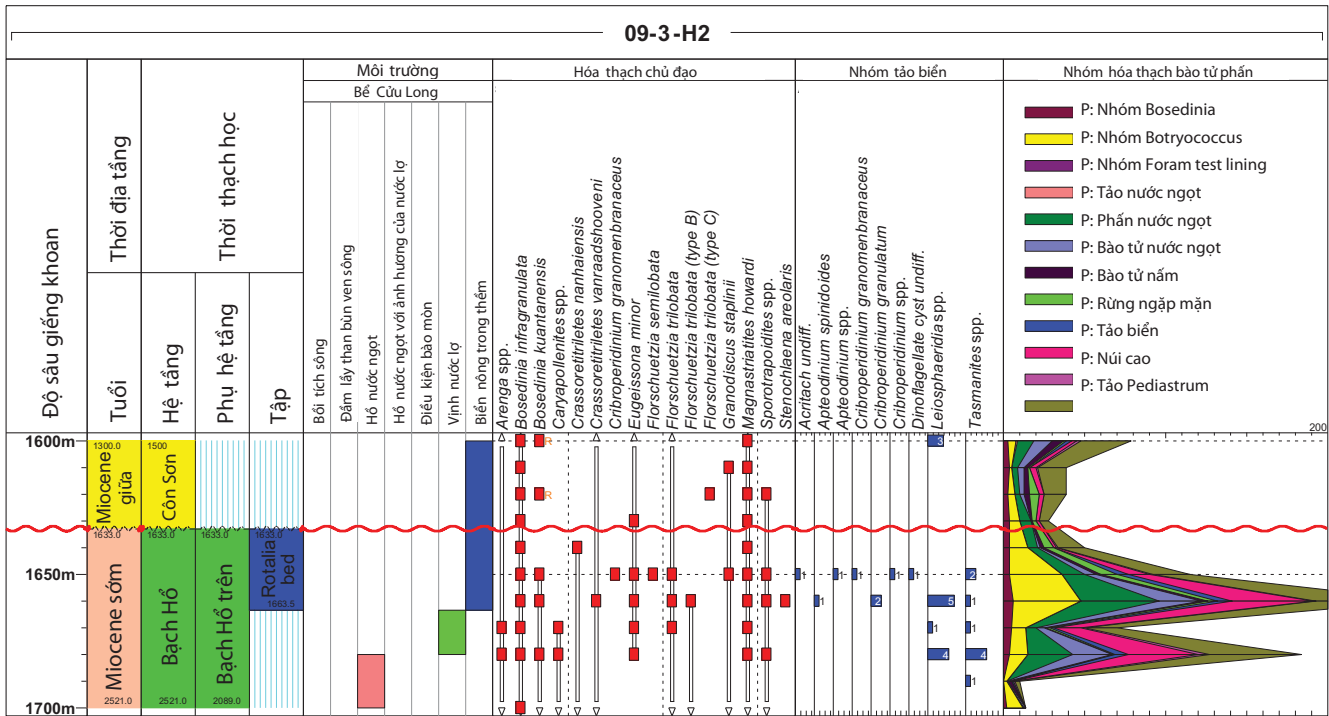
## 2. Đặc điểm môi trường lắng đọng và phân tập trầm tích Lô 09-3

Các trầm tích được thành tạo trong thời kỳ từ Miocene sớm đến Oligocene ở bể Cửu Long nói chung và Lô 09-3 nói riêng được lắng đọng chủ yếu trong môi trường lục địa đến vùng chuyển tiếp và kết thúc bằng pha trầm tích biển nông, đặc trưng bởi sự thành tạo tập sét biển "Rotalid bed" [3, 4]. Đây là thời kỳ các thành tạo trầm tích phát triển mạnh nhất ở các bể trầm tích thềm lục địa Việt Nam chỉ sau giai đoạn Pliocene - Đệ Tứ [5].

Cơ sở phân chia các tập trầm tích trong thời kỳ này chủ yếu dựa vào phức hệ hóa thạch bào tử phần có nguồn gốc thủy sinh như: *Bosedinia*, *Pediastrum*, *Botryococcus* và *Magnastriatites howardi*.

### 2.1. Thành tạo trầm tích hệ tầng Bạch Hổ (tuổi Miocene sớm)

Vào cuối Miocene sớm có sự xuất hiện của các pha trầm tích biển tiến, được đánh dấu bằng sự gia tăng các phức hệ rừng ngập mặn và hiện tượng biển xâm nhập trên phạm vi toàn bể Cửu Long hình thành tập sét đặc trưng có màu xanh, chứa phong phú các hóa thạch vi cổ sinh như: *Amonia spp.* (kích thước nhỏ) và sự xuất hiện đầu tiên của hóa thạch tảo (dinocysts) có nguồn gốc biển *Cribopteridinium granomenbranaceus* và phần hoa *Sporotrapoidites spp.* được tìm thấy ở hầu hết các giếng khoan ở bể Cửu Long. Ngoài ra, còn phát hiện phức hệ hóa thạch bào tử phần khá phong phú và các phức hệ hóa thạch (dinocysts) tảo có nguồn gốc biển như: *Cribopteridinium spp.*, *Apteodinium spp.*, *Spiniferites spp.*, *Systematophora spp.*, *Selenopemphix spp.* Tập sét chứa các phức hệ hóa thạch trên phủ khắp bể Cửu Long và tạo thành tầng chắn khu vực cho toàn bể (tầng sét Rotalid) [17]. Nóc của hệ tầng Bạch Hổ tương đương với NBS M2000 là bề mặt trầm tích hạt mịn theo minh giải đường cong gamma-ray (GR) bằng phần mềm CycloLog.



Hình 4. Tập sét biển nông “Rotalid bed” thành tạo vào cuối Miocene sớm tại giếng khoan 09-3-H2

Phức hệ hóa thạch bào tử phần được tìm thấy trong hệ tầng Bạch Hồ được phân chia thành 2 kiểu phức hệ rõ rệt, đặc trưng cho từng môi trường lắng đọng trầm tích khác nhau. Phức hệ bào tử phần trong phụ hệ tầng Bạch Hồ trên phản ánh quá trình lắng đọng trầm tích từ môi trường biển nông ven bờ chứa tầng sét “Rotalid bed” được phát hiện trong mặt cắt giếng khoan 09-3-H2 đến môi trường vũng vịnh nước lợ - hồ nước ngọt và kết thúc bằng môi trường hồ nước ngọt trong điều kiện lộ trần (exposed condition). Phức hệ bào tử phần tìm thấy trong phụ hệ tầng Bạch Hồ trên tương đối giàu hóa thạch và có xu thế nghèo dần xuống phụ hệ tầng Bạch Hồ dưới, đặc biệt là nhóm hóa thạch trôi nổi (thủy sinh) như: *Bosedinia infragranulata*, *Botryococcus braunii*, *Botryococcus spp.*, *Pediastrum spp.*, *Marsilea spp.*

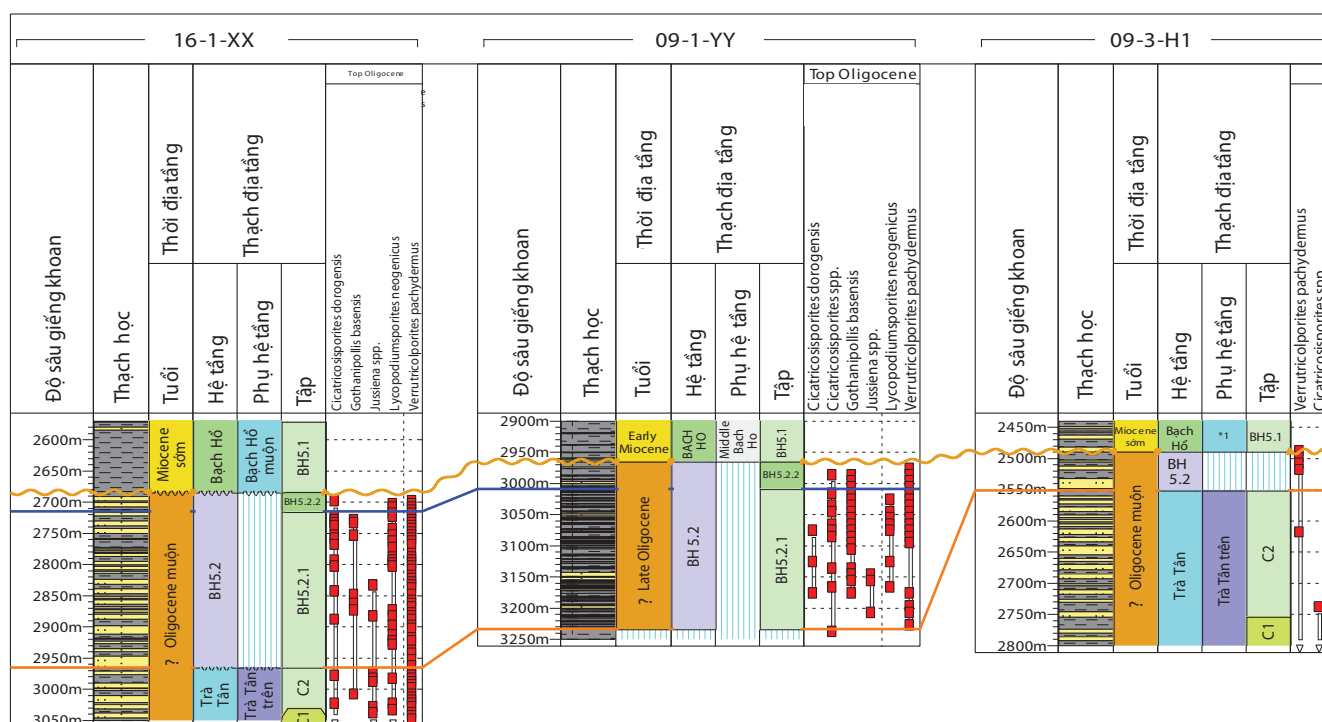
Phức hệ hóa thạch bào tử phần trong phụ hệ tầng Bạch Hồ dưới rất nghèo có nguồn gốc nội lục của thực vật trên cạn và vật liệu hữu cơ trong trầm tích cũng rất nghèo, phản ánh môi trường lắng đọng trầm tích chủ yếu trong giai đoạn này là đồng bằng sông với năng lượng môi trường cao và tồn tại các giai đoạn ngắn là đầm lầy than bùn ven sông - hồ nước ngọt trong điều kiện lộ phơi của môi trường lắng đọng ven bờ. Trong phụ hệ tầng này, có thể phân định được phụ tập BH5.1 có nóc tương đương với NBS M1500 là bề mặt trầm tích hạt mịn và mặt cắt giếng khoan 09-3-H2 đại diện cho Lô 09-3 và nóc của nó thường lắng đọng trong môi trường hồ nước ngọt chứa

phức hệ hóa thạch đặc trưng *Magnastriatites howardi* và *Bosedinia infragranulata* tăng lên đáng kể trong mặt cắt.

**2.2. Thành tạo trầm tích BH5.2 (tuổi Miocene sớm - Oligocene muộn (?))**

Tập trầm tích BH5.2 lần đầu tiên được đặt tên bởi Hoàng Long JOC trong giếng khoan 16-1-TGT-1X (2005). Hiện nay, tập trầm tích BH5.2 được một số công ty dầu khí sử dụng và xếp vào đáy của hệ tầng Bạch Hồ có tuổi Miocene sớm. Trung tâm Phân tích Thí nghiệm (VPI-Labs), Viện Dầu khí Việt Nam đề nghị xếp tập trầm tích BH5.2 vào phần muộn nhất của Oligocene có tuổi Miocene sớm - Oligocene muộn (?), trên cơ sở phân tích mẫu bào tử phần hoa, phát hiện phức hệ hóa thạch xác định tuổi Oligocene muộn ở hầu hết các giếng khoan trong bể Cửu Long.

Quan điểm về ranh giới địa tầng Oligocene trên/ Miocene dưới được thể hiện rất khác nhau trong các nghiên cứu đã được công bố. Trong báo cáo “Định danh và liên kết địa tầng trầm tích Đệ Tam thêm lục địa Việt Nam” (2001), tác giả Đỗ Bạt [4] đã xếp trầm tích thuộc đáy hệ tầng Bạch Hồ vào tuổi Oligocene nhưng ranh giới nóc của phần trầm tích này chưa được phân định rõ khi so sánh với mặt phản xạ trong bể Cửu Long. Theo cách phân chia địa tầng của tác giả Ngô Thường San [4], nóc của tập trầm tích Oligocene bể Cửu Long là nóc của hệ tầng Trà Tân. Tác giả Swiecicki và Maynard (2009) [16] xếp phần thấp nhất của hệ tầng Bạch Hồ vào tuổi Oligocene khi so sánh địa tầng - kiến tạo (tectonostratigraphy) với các bề trầm



Hình 5. Mặt cắt liên kết trầm tích tập BH5.2 và hóa thạch đặc trưng cho tuổi Oligocene muộn

tích trong khu vực Đông Nam Á. Tác giả Robert J. Morley khi tổng hợp địa tầng Lô 16-1 cho Hoàng Long JOC cũng xếp tập trầm tích BH5.2 vào nóc trầm tích Oligocene trên [14]. Căn cứ vào các kết quả nghiên cứu về địa tầng trên và sự xuất hiện của tổ hợp hóa thạch chủ đạo xác định tuổi Oligocene muộn, VPI-Labs xếp tập trầm tích BH5.2 vào nóc các trầm tích Oligocene trên (?) và phủ trên hệ tầng Trà Tân. Thực tế, các trầm tích tập BH5.2 phân bố khá rộng trong bể Cửu Long thấy rõ trên tài liệu địa vật lý giếng khoan và địa chấn nhưng có sự phân dị về môi trường trầm tích khá phức tạp. Môi trường hồ chỉ tồn tại trong các lô thuộc trung tâm bể, nhưng vùng ven rìa chủ yếu lắng đọng trong đồng bằng bồi tích sông.

Phức hệ hóa thạch bào tử phần hoa được tìm thấy trong mặt cắt tập BH5.2 thường phong phú tảo *Bosedinia* (khoảng 50 - 60%), *Botryococcus* và *Pediastrum*, điều này thể hiện rõ ở các giếng khoan 09-3-H1 và 09-3-H2. Trong khi đó, các giếng 09-3-H3 và 09-3-H4 rất nghèo phức hệ hóa thạch này, chúng tỏ thuộc phần rìa bể được lắng đọng trong điều kiện môi trường năng lượng cao. Nóc của tập BH5.2 được tìm thấy các hóa thạch đặc trưng cho tuổi Oligocene muộn đó là hóa thạch *Verrutricolporites pachydermus*, *Jussiena spp.*, *Cicatricosisporites dorogensis* và tương đương với PBS O4500P là bề mặt trầm tích hạt thô.

Môi trường lắng đọng trầm tích chủ yếu là đầm hồ nước ngọt ven bờ, năng lượng cao, bởi sự có mặt của phức hệ đặc trưng nhóm tảo nước ngọt *Bosedinia*, *Botryococcus*

và *Pediastrum*. Thành phần vật liệu hữu cơ nghèo, tỷ lệ sapropel biến động mạnh từ rất nghèo đến 50%, chứng tỏ môi trường trầm tích hồ nước ngọt khá phức tạp.

Tuổi Oligocene muộn xác định cho tập trầm tích BH5.2 (Hình 5) cho thấy sự phân bố liên tục các hóa thạch: *Cicatricosisporites dorogensis*, *Cicatricosisporites spp.*, *Jussiena spp.*, *Gothanipollis basensis*, *Lycopodiumsporites neogenicus* và *Verrutricolporites pachydermus* trong trầm tích các giếng khoan 16-1-XX, 09-1-YY và 09-3-H1 thể hiện trên mặt cắt Á vĩ tuyến (phía Tây sang phía Đông) từ Lô 16-1 đến Lô 09-1 và Lô 09-3.

### 2.3. Thành tạo trầm tích hệ tầng Trà Tân (tuổi Oligocene muộn)

Tuổi Oligocene muộn của hệ tầng Trà Tân được xác định trên cơ sở phức hệ các hóa thạch bào tử phần đặc trưng như: *Verrutricolporites pachydermus*, *Lycopodiumsporites neogenicus*, *Cicatricosisporites dorogensis*, *Jussiena spp.*, *Gothanipollis basensis* được tìm thấy ở hầu hết các giếng khoan trong khu vực nghiên cứu cũng như toàn bể Cửu Long, xác định tuổi không trẻ hơn Oligocene muộn [12, 13].

Các trầm tích hệ tầng Trà Tân chứa phức hệ bào tử phần rất phong phú. Và đặc trưng bằng sự chuyển phức hệ hóa thạch thuộc nhóm tảo (dinocysts) nước ngọt *Bosedinia* đại diện cho trầm tích tập C (Trà Tân trên) sang phức hệ hóa thạch chứa tảo lục *Botryococcus* đại diện cho phần trên của tập trầm tích D (Trà Tân dưới).

- Thành tạo trầm tích phụ hệ tầng Trà Tân trên (tập trầm tích C)

Tập trầm tích C nghèo hóa thạch, giảm đáng kể so với tập D. Tuy nhiên, các hóa thạch nhóm tảo *Bosedinia* vẫn chiếm ưu thế từ 50 - 90%. Nóc của trầm tích tập C thường là tập sét kết chứa phong phú tảo *Bosedinia* và phù hợp với bề mặt NBS O4000. Đặc trưng của tập trầm tích C là phong phú hóa thạch nhóm tảo *Bosedinia*, đại diện cho 2 phụ chu kỳ trầm tích phát triển từ quá trình lợ hóa đến môi trường đầm hồ nước ngọt với các đặc điểm nhận diện các đơn vị địa tầng thường kết thúc bằng các pha phát triển mạnh mẽ của nhóm tảo *Bosedinia*.

+ Phụ tập trầm tích C2

Tập hợp hóa thạch nghèo nhưng hóa thạch nhóm tảo *Bosedinia* vẫn chiếm ưu thế, xuất hiện tương đối đều trong mặt cắt 09-3-H1, 09-3-H2 và phong phú ở mặt cắt 09-3-H4. Điều này cho thấy yếu tố hồ nước ngọt trong điều kiện lộ trần (exposed condition) nên phức hệ hóa thạch và lượng vật liệu hữu cơ chứa trong đá trầm tích thường thấp, thành phần sapropel thấp < 10% chỉ ra môi trường lắng đọng trầm tích trong hồ nước nông, năng lượng môi trường khá cao. Nóc của phụ tập trầm tích C2 tương đương với NBS O4000 là bề mặt trầm tích hạt mịn.

+ Phụ tập trầm tích C1

Đặc trưng chung của phụ tập này cũng tương tự như phụ tập C2 là sự phát triển của tảo *Bosedinia infragranulata*. Hóa thạch của nhóm tảo này có xu thế phát triển mạnh vào thời kỳ cuối của phụ tập trầm tích C1, phản ánh yếu tố hồ nước ngọt trong điều kiện lộ trần nên phức hệ hóa thạch và lượng vật liệu hữu cơ chứa trong đá trầm tích thường thấp. Tuy nhiên, vào cuối chu kỳ trầm tích có hiện tượng lợ hóa môi trường nước ngọt đánh dấu bằng sự có mặt của các hóa

thạch nước lợ như *Tasmanites spp.* và nhóm hóa thạch rừng ngập mặn: *Acrostichum aureum*, *Brownlowia spp.* thể hiện ở giếng khoan 09-3-H1 và 09-3-H2. Nóc của phụ tập trầm tích C1 tương đương với NBS O3500 là bề mặt trầm tích hạt mịn.

- Thành tạo trầm tích phụ hệ tầng Trà Tân dưới (tập trầm tích D)

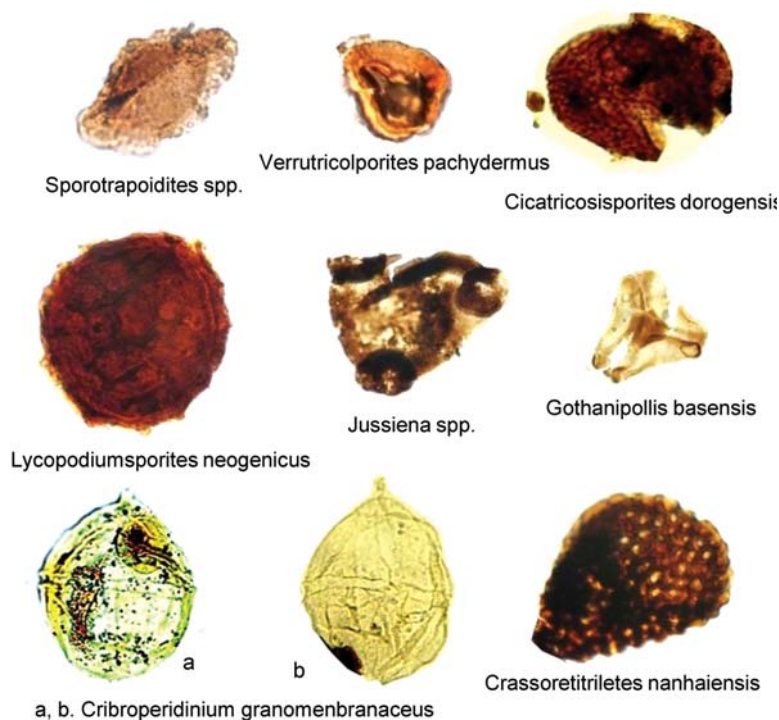
Trầm tích của phụ hệ tầng Trà Tân dưới chứa thành phần vật liệu hữu cơ chủ yếu là sapropel (Hình 7) được lắng đọng trong môi trường năng lượng thấp cho khả năng ưu thế về sinh dầu. Tập trầm tích D có đặc trưng là tỷ lệ phần trăm nhóm tảo *Botryococcus* trong phức hệ hóa thạch tăng lên rõ rệt so với tập trầm tích C.

+ Phụ tập trầm tích D2

Phức hệ hóa thạch đặc trưng cho phụ tập trầm tích D2 là sự phát triển mạnh mẽ (nở rộ/ bloom) của nhóm tảo lục *Botryococcus spp.* và *Botryococcus braunii* cùng với sự phong phú của hóa thạch bào tử phấn *Magnastriatites howardi* và *Potamogeton spp.* Vào cuối thời kỳ thành tạo phụ tập trầm tích D2, nhóm *Botryococcus* có xu hướng giảm mạnh cho đến kết thúc Oligocene. Đây là dấu hiệu quan trọng để phân chia ranh giới phụ tập D2 và D1. Nóc của phụ tập D2 tương đương với NBS O3000 là bề mặt trầm tích hạt mịn.

Trong thời kỳ đầu của thành tạo D2, các trầm tích được lắng đọng chủ yếu trong môi trường vũng vịnh nước lợ. Điều này được chứng minh bởi hiện tượng tăng số lượng hóa thạch có nguồn gốc nước lợ như *Tasmanites spp.*, *Leiosphaeridia spp.* và rừng ngập mặn *Acrostichum aureum*, *Brownlowia spp.* cho thấy môi trường trầm tích bị quá trình lợ hóa.

Phần dưới các trầm tích chuyển sang môi trường lắng đọng trong điều kiện hồ nước ngọt do sự tăng nhẹ của nhóm hóa thạch *Bosedinia* và xu thế kết thúc quá trình nở rộ của nhóm tảo *Botryococcus*. Hàm lượng hữu cơ chứa trong đá khá cao, thành phần sapropel phổ biến ở mức 60 - 80%, có nơi đạt 90%. Môi trường lắng đọng có năng lượng thấp.



Hình 6. Các hóa thạch chủ đạo được tìm thấy trong các giếng khoan Lô 09-3

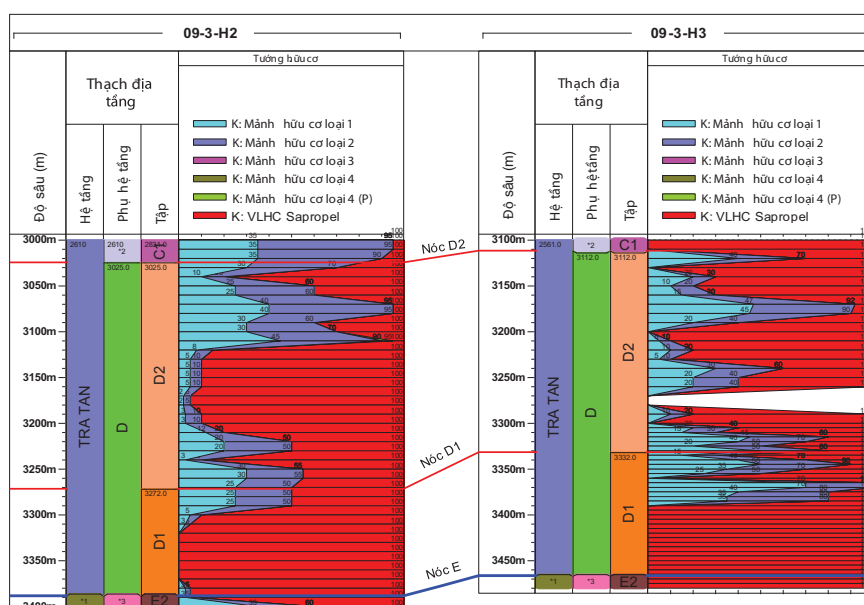
### + Phụ tập trầm tích D1

Phụ tập trầm tích D1 được phân định bằng phức hệ bào tử phần chứa thành phần hóa thạch nhóm tảo lục *Pediastrum*. Số lượng cá thể *Pediastrum* tăng cao vào thời kỳ giữa kéo dài đến cuối thành tạo D1 và giảm mạnh khi kết thúc thành tạo D1, đây là dấu hiệu để phân chia ranh giới giữa phụ tập D1 tập E. Ngoài ra, còn dấu hiệu nhận biết đáy của phụ tập D1 là sự kết thúc của hóa thạch phần *Verrutricolporites pachydermus*. Nhìn chung, tổng hóa thạch trong tập D1 thường thấp hơn phức hệ hóa thạch của phụ tập D2. Nóc của phụ tập D1 tương đương với NBS O2500 là bề mặt trầm tích hạt mịn. Thành phần sapropel 50 - 70%, thậm chí một số mặt cắt đến 100% SOM. Môi trường lắng đọng trầm tích chủ yếu là hồ nước ngọt khá sâu, lắng đọng trong điều kiện năng lượng thấp. Trong mặt cắt một số giếng khoan, phần trên của phụ tập trầm tích này có yếu tố bị lợ hóa thể hiện bởi sự phổ biến của hóa thạch nước lợ như: *Tasmanites spp.*, *Leiosphaeridia spp* và vùng rừng ngập mặn *Acrostichum aureum*.

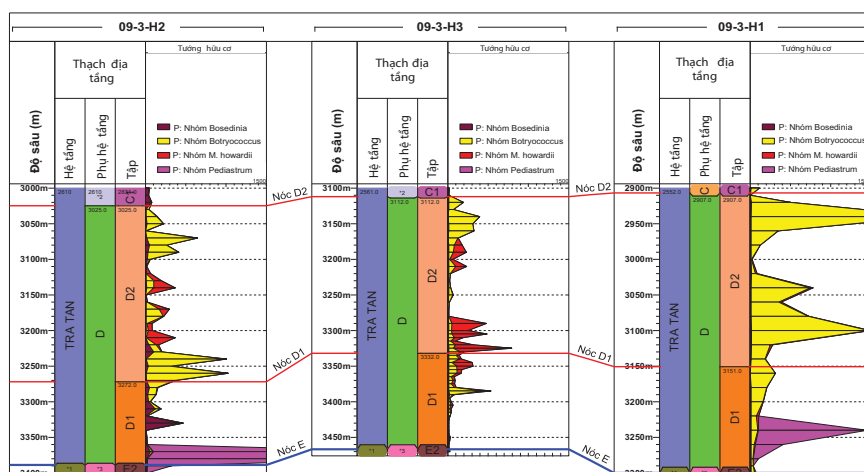
Nói chung, phức hệ hóa thạch sử dụng để phân tập và xác định môi trường trong Oligocen muộn chủ yếu gồm các nhóm chính như: *Bosedinia infragranulata*, *Botryococcus spp.*, *Pediastrum spp.*, *Magnastriatites howardi*, *Potamogeton spp* và nhóm *Dinoflagellate cyst undiff*. Trên cơ sở, sự phát triển có tính chu kỳ và sự phong phú chiếm ưu thế của các nhóm trên vào những thời kỳ khác nhau để phân định các tập và môi trường khác nhau (Hình 8).

### 2.4. Các trầm tích thuộc hệ tầng Trà Cú

Trong bể Cửu Long, hệ tầng Trà Cú phủ trực tiếp lên móng ở một số đối năng hoặc có thể phủ lên các



Hình 7. Vật liệu hữu cơ ở tập D chủ yếu là sapropel được lắng đọng trong môi trường năng lượng thấp cho khả năng ưu thế về sinh dầu tại giếng khoan H2 và H3

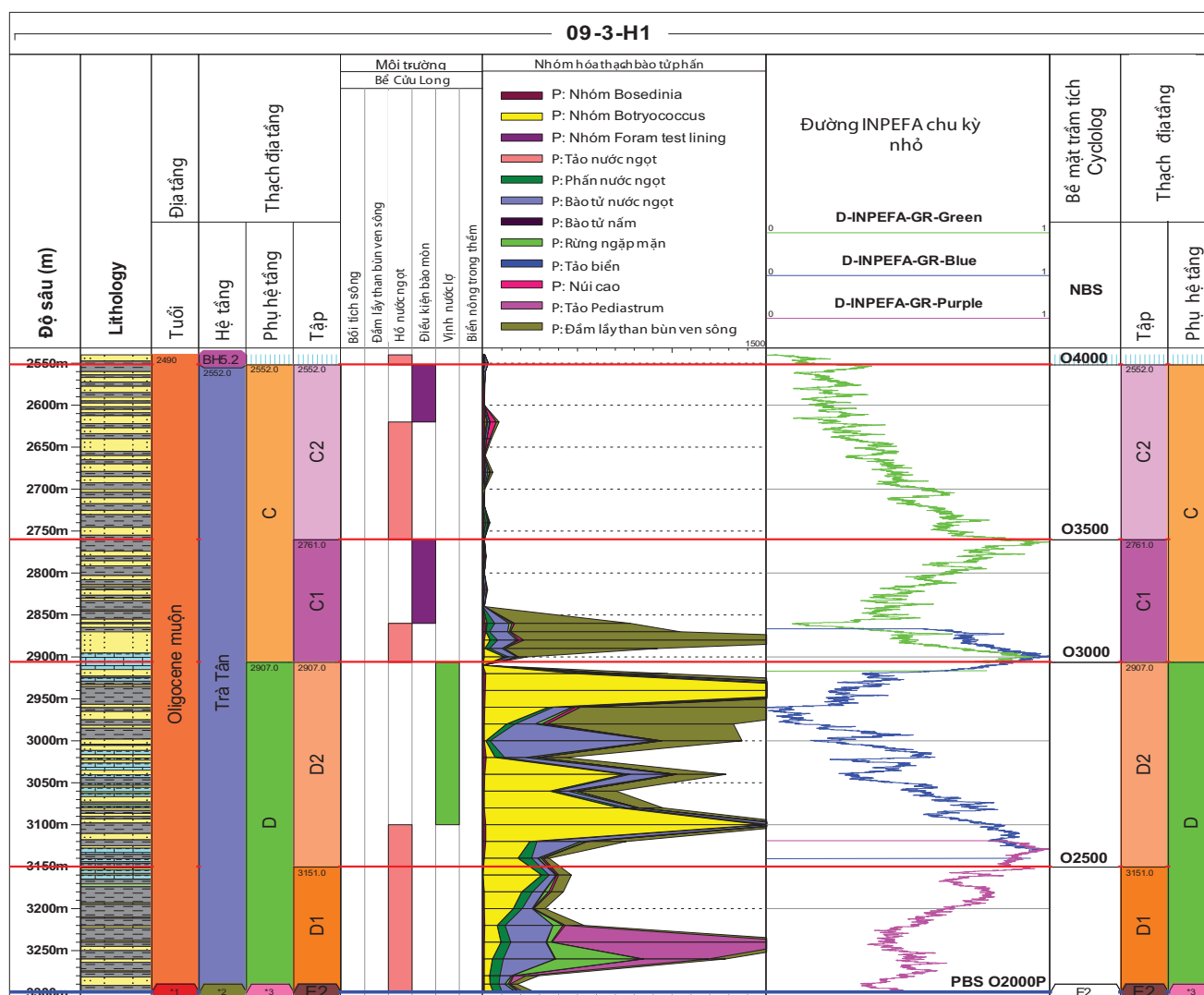


Hình 8. Sự phát triển có tính chu kỳ của nhóm tảo Botryococcus, Pediastrum đặc trưng cho tập D tại các giếng khoan H2, H3 và H1

trầm tích tuổi Eocene ở những trũng sâu. Các trầm tích hệ tầng Trà Cú trong bể Cửu Long thường lấp đầy các thung lũng trong móng khối tầng nên diện tích phân bố thường không đều và nhỏ hẹp.

Kết quả phân tích phát hiện được phức hệ hóa thạch bào tử phần *Crassoretitrites nanhaiensis*, *Crassoretitrites vanraadshooveni*, *Crassoretitrites spp.*, *Magnastriatites howardi*, *Cicatricosisporites dorogensis*, *Jussiena spp.* và *Bosedinia infragranulata*; vắng mặt phần *Verrutricolporites pachydermus*. Kết hợp với kết quả minh giải trên phần mềm CycloLog, các trầm tích này được xác nhận tuổi Oligocene sớm. Phức hệ hóa thạch đặc trưng này là cơ sở định tuổi cho toàn bộ các trầm tích thuộc hệ tầng Trà Cú trong bể Cửu Long [12, 13]. Các trầm tích của hệ tầng Trà Cú (phần Trà Cú trên) lấp đầy các trũng và phát triển trên diện rộng trong phạm vi nghiên cứu. Nóc của hệ tầng này tương đương với PBS O2000P bề mặt trầm tích hạt thô.

Môi trường lắng đọng trầm tích trong điều kiện hồ nước ngọt khá sâu đặc trưng bởi phức hệ tảo *Bosedinia infragranulata*, *Pediastrum spp.*, *Botryococcus*



**Hình 9.** Sự tương quan giữa các chu kỳ trầm tích (CycloLog) và sự phát triển của dinocysts nước ngọt trong hệ tầng Trà Tân giếng khoan 09-3-H1

| Tuổi                    |                | Địa tầng |             |         | Tập                    | Đời bào tử phấn (VPI)                    |                               | Môi trường trầm tích               |                |                  |              |               |              |      |  |  |  |  |
|-------------------------|----------------|----------|-------------|---------|------------------------|------------------------------------------|-------------------------------|------------------------------------|----------------|------------------|--------------|---------------|--------------|------|--|--|--|--|
|                         |                | Hệ tầng  | Phụ hệ tầng | Tầng    |                        | Đời                                      | Phụ đời                       | Tướng palynology chủ yếu           | Đồng bằng sông | Đầm lầy ven sông | Hồ nước ngọt | Rừng ngập mặn | Vịnh nước lợ | Biển |  |  |  |  |
| Miocene                 | Sớm            | Bạch Hổ  | Trên        | Rotalid | B1.2                   | Cribroperidium<br>Sporotrapodites        | Mảnh hữu cơ                   |                                    |                |                  |              |               |              |      |  |  |  |  |
|                         |                |          | Dưới        |         |                        |                                          |                               |                                    |                |                  |              |               |              |      |  |  |  |  |
| Miocene sớm - Oligocene | BH5.2          | Trên     |             |         | B1.1                   | Nghèo bào tử phấn và vật chất hữu cơ     | Botryococcus, Boeodinia.      |                                    |                |                  |              |               |              |      |  |  |  |  |
|                         |                |          | BH5.1       |         |                        |                                          |                               |                                    |                |                  |              |               |              |      |  |  |  |  |
| Oligocene               | Oligocene muộn | Trà Tân  | Trên        | C       | Forschuetzia trilobata | Cica. dorogensis -L. neogenicus-Jussiera | Verutricolporites pachydermus | Bosedinia, Botryococcus M. howardi |                |                  |              |               |              |      |  |  |  |  |
|                         |                |          |             |         |                        |                                          |                               | Bosedinia, Botryococcus            |                |                  |              |               |              |      |  |  |  |  |
|                         |                |          |             |         |                        |                                          |                               | Bosedinia, Botryococcus            |                |                  |              |               |              |      |  |  |  |  |
|                         |                |          |             |         |                        |                                          |                               | Bosedinia, Botryococcus            |                |                  |              |               |              |      |  |  |  |  |
|                         |                |          |             |         |                        |                                          |                               | Botryococcus, Bosedinia            |                |                  |              |               |              |      |  |  |  |  |
|                         |                |          |             |         |                        |                                          |                               | Pediastrum                         |                |                  |              |               |              |      |  |  |  |  |
| Móng                    | Trà Cú         | Trên     | E           | E       |                        |                                          | Sapropel                      |                                    |                |                  |              |               |              |      |  |  |  |  |
|                         |                |          |             |         |                        |                                          |                               |                                    |                |                  |              |               |              |      |  |  |  |  |

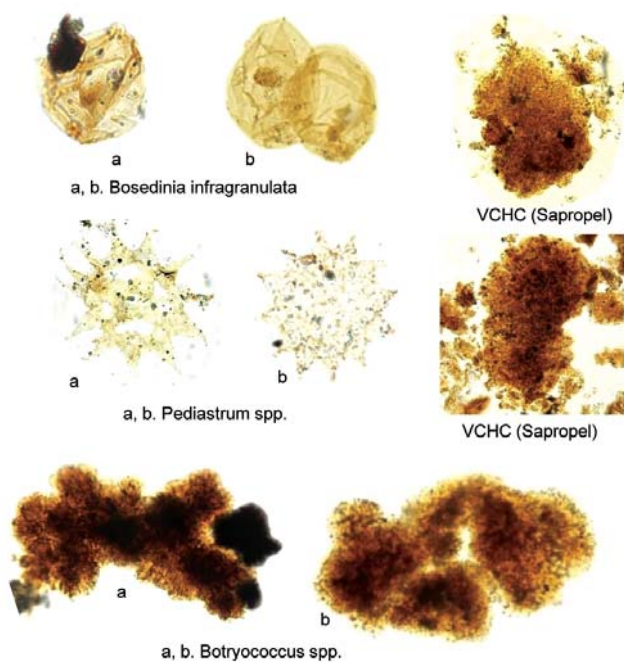
**Hình 10.** Bảng tóm tắt sinh địa tầng và môi trường lắng đọng Lô 09-3 bể Cửu Long

*spp.* và thành phần sapropel phổ biến từ 60 - 100% cho thấy môi trường lắng đọng trầm tích với điều kiện năng lượng thấp, yên tĩnh.

### 3. Kết luận

Hệ tầng Bạch Hổ có môi trường lắng đọng trầm tích thay đổi khá phức tạp với năng lượng cao từ biển nông ven bờ đến bồi tích sông ở toàn bộ khu vực nghiên cứu. Phức hệ hóa thạch bào tử phấn cũng như vật chất hữu cơ (palynomaceral chủ yếu là loại 1 và loại 2) rất nghèo nàn, có sự đan xen giữa các tập sét mỏng với các tập cát có bề dày lớn là đối tượng chứa quan trọng được chẩn bởi nóc hệ tầng là tập sét Rotalid.

Tập trầm tích BH5.2 được thành tạo chủ yếu trong môi trường đầm hồ nước ngọt ven bờ chứa các hóa thạch bào tử phấn hoa xác định tuổi Oligocene muộn. Nhìn chung, thời kỳ thành tạo các trầm tích hệ tầng Bạch Hổ và BH5.2 trên toàn diện tích Lô 09-3 là vùng lắng đọng trầm tích gần nguồn cung cấp là khối nâng Côn Sơn, với nguồn năng lượng cao là nguyên



**Hình 11.** Bảng tóm tắt sinh địa tầng và môi trường lắng đọng Lô 09-3 bể Cửu Long

nhân chủ yếu dẫn đến kết quả hóa thạch cũng như vật chất hữu cơ chứa trong trầm tích nghèo nàn.

Hệ tầng Trà Tân gồm thành tạo trầm tích tập C và D được lắng đọng chủ yếu trong môi trường đầm hồ nước ngọt. Thời kỳ thành tạo trầm tích tập C (phụ hệ tầng Trà Tân trên) có sự khác biệt môi trường trầm tích khu vực các giếng khoan H1, H2 và H3 gần nguồn cung cấp trầm tích nên năng lượng cao dẫn đến hóa thạch và vật chất hữu cơ chứa trong đá khá nghèo. Nhưng khu vực giếng khoan H4 lại là hồ nước ngọt thực thụ phát triển phong phú hóa thạch tảo *Bosedinia infragranulata*. Thời kỳ thành tạo tập trầm tích D (phụ hệ tầng Trà Tân dưới) phát triển toàn bộ khu vực Lô 09-3, môi trường trầm tích phát triển từ hồ nước ngọt lên vùng vịnh nước lợ với năng lượng môi trường thấp nên chứa phong phú hóa thạch bào tử phần chủ yếu là các loại dinocysts nước ngọt và giàu vật chất hữu cơ (80 - 90% sapropel). Vì vậy, tập trầm tích D được đánh giá là nguồn sinh hydrocarbon chủ yếu của khu vực.

Hệ tầng Trà Cú (tập E) được thành tạo trong môi trường đầm hồ nước ngọt được phát hiện trong cả bốn giếng khoan và phủ trực tiếp lên móng trước Đệ Tam. Phức hệ hóa thạch bào tử phần phong phú và giàu vật chất hữu cơ (90 - 100% sapropel) với thành phần thạch học hạt mịn thuận lợi cho khả năng sinh hydrocarbon và khả năng chắn cho các đối tượng chứa móng nứt nẻ.

Nhìn chung, môi trường lắng đọng trầm tích từ Miocene sớm đến Oligocene trong các giếng khoan nghiên cứu chủ yếu là lắng đọng trong môi trường hồ. Do

vậy, diện phân bố của các thân cát (đá chứa) có qui mô lớn và ổn định hơn. Đây cũng là các tiền đề quan trọng trong nghiên cứu các bẫy phi cấu tạo trên diện tích Lô 09-3 nói riêng và bể Cửu Long nói chung.

Các phức hệ tảo *Bosedinia*, *Pediatrum*, *Botryococcus* và *Magnastriatites howardi* là các thực vật thủy sinh có ý nghĩa quan trọng trong xác định môi trường trầm tích và là đặc điểm quan trọng trong phân tập trầm tích bể Cửu Long cho từng thời kỳ phát triển của mỗi hóa thạch này trong mặt cắt trầm tích giếng khoan.

### Tài liệu tham khảo

1. Chu Đức Quang. *Môi trường lắng đọng, tương trầm tích và tương hữu cơ trong thời kỳ Miocene sớm - Oligocene muộn trên mỏ Sư Tử Đen, Lô 15.1 bể Cửu Long*. Tuyển tập Báo cáo Hội nghị Khoa học Công nghệ "30 năm Dầu khí Việt Nam: Cơ hội mới, thách thức mới". Hà Nội. 2005: trang 469 - 479.
2. 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.
3. Chu Đức Quang, Nguyễn Thị Thắm. *Xác định tuổi địa chất của tập trầm tích G Lô 15-1/05 bể Cửu Long và mối tương quan giữa các phức hệ hóa thạch với chu kỳ phát triển trầm tích*. Tạp chí Dầu khí. 2013; 12: trang 14 - 19.
4. Đỗ Bạt. *Định danh và liên kết địa tầng trầm tích Đệ Tam thềm lục địa Việt Nam*. Hà Nội. 2001.
5. Hoàng Đình Tiến. *Những đặc điểm chính về kiến tạo các bể trầm tích thềm lục địa Việt Nam và biển Đông*. Tạp chí Dầu khí. 2011; 4: trang 16 - 30.
6. J.H.Germeraad, C.A.Hopping, J.Muller. *Palynology of tertiary sediments from tropical areas*. Review of Palaeobotany and Palynology. 1968; 6(3-4): p. 189 - 348.
7. J.Muller. *A palynological contribution to the history of the mangrove vegetation*. In: L.M.Cranwell, Ancient Pacific Floras: The Pollen Story Hawaii. 1964. p. 33 - 42.
8. J.Muller. *Montane pollen from the Tertiary of NW Borneo*. Journal Blumea - Biodiversity, Evolution and Biogeography of Plants. 1966; 14(1): p. 231 - 235.
9. J.Muller. *Palynological evidence for change in geomorphology, climate and vegetation in the Miocene - Pliocene of Malesia*. In "The Quaternary Era in Malesia". 1972: p. 6 - 34.
10. Jim Cole. *Freshwater dinoflagellate cysts and*

acritarchs from Neogene and Oligocene sediments of the South China sea and adjacent areas. In "Neogene and Quaternary Dinoflagellate Cysts and Acritarchs". 1992: p.181 - 196.

11. Jim Cole. *Sinh tướng, địa tầng phân tập từ Oligocen đến Pliocen bể Cửu Long và Nam Côn Sơn Việt Nam*. Tuyển tập Báo cáo Hội nghị Khoa học và Công nghệ quốc tế "Dầu khí Việt Nam: Tăng tốc phát triển". 2010: trang 311 - 328.

12. R.J.Morley. *Tertiary stratigraphic palynology in Southeast Asia: Current status and new direction*. Bulletin of the Geological Society of Malaysia. 1991; 28: p. 1 - 36.

13. R.J.Morley. *Palynology of tertiary and quaternary sediments in Southeast Asia*. 6<sup>th</sup> Annual Convention Proceedings, Indonesian Petroleum Association. 1977; 1: p. 255 - 276.

14. Robert J.Morley. *Biofacies analysis of the Bach Ho*

*and upper Tra Tan Formations, Te Giac Trang field, Cuu Long basin, offshore. Vietnam*. Hoang Long JOC. 2009.

15. Robert J.Morley. *Origin and evolution of tropical rain forests*. Copyright 2000 by John Wiley & Son Ltd.

16. R.J.Morley, T.Swiecicki. *A sequence stratigraphic framework for the sunda region, based on integration of biostratigraphic, lithological and seismic data from Nam Con Son basin, Vietnam*. Proceedings, Indonesian Petroleum Association. Thirty-Fifth Annual Convention & Exhibition, May 2011.

17. Tập đoàn Dầu khí Việt Nam. *Địa chất và Tài nguyên Dầu khí Việt Nam*. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật. 2005.

18. VPI-Labs. *Báo cáo sinh địa tầng các giếng khoan 09-3-DM-1X, 09-3-DM-2X, 09-3-DM-3X, 09-3-SOI-2X, 09-1-GT-1X, 09-2/09-KNT-2X*.

## Sequence stratigraphy and determination of Early Miocene - Oligocene sedimentation environments of block 09-3 in Cuu Long basin based on the characteristics of freshwater dinocyst groups and palynofacies analysis

Mai Hoang Dam, Chu Duc Quang  
Vietnam Petroleum Institute

### Summary

**The analysis results of Early Miocene - Oligocene sedimentation environments in the Cuu Long basin show that the sedimentary material was mainly deposited in freshwater lacustrine environment and sometimes influenced by brackish water. The use of palynomorph assemblages therefore becomes the mainstream research method in sequence stratigraphy division and depositional environment determination based on the periodic development of freshwater assemblages (dinocysts, Botryococcus, Pediastrum). Simultaneously, palynofacies analysis is conducted to accurately determine the depositional environments and CycloLog software is used to standardise the sedimentary depositional cycles according to biostratigraphic data.**

**Key words:** Freshwater dinocysts, palynofacies, sapropel organic matter, palynomorph assemblages, sequence stratigraphy, depositional environment.