



Original Article

Biostratigraphical characteristics of Late Miocene coaly sediments in the Southeastern Red River Delta

Dinh Van Thuan, Ngo Thi Dao, Mai Thanh Tan*, Le Duc Luong,
Trinh Thi Thanh Ha, Nguyen Van Tao

*Institute of Geological Sciences, Vietnam Academy of Science and Technology,
84 Chua Lang, Lang Thuong, Dong Da, Hanoi, Vietnam*

Received 20 May 2019

Revised 15 June 2019; Accepted 20 June 2019

Abstract: Late Miocene biostratigraphy of coaly sediments in the Southeastern Red River Delta are basically interpreted from the analyses of foraminifera, palynology with referencing analyses of petrographic thin section, grain-size and physicochemistry, from the samples of 3 boreholes. Late Miocene/Pliocene stratigraphical boundary is marked by the appearances of planktonic foraminifera as *Neogloboquadrina acostaensis*; *Globigerinoides ruber*, *G. bulloides*, *G. conglobatus*. Sedimentary environments were: tidal flats in the Earlier of Late Miocene; tidal flats and coastal marshes in the Middle of Late Miocene; tidal flats and coastal marshes intercalated with neritic shallow sea in the Later of Late Miocene. The Late Miocene paleoclimate in the study area was characterized by hot subtropical regime in the earlier, changed into tropical intercalated with cooler period in the middle and ended with colder subtropical regime in the later.

Keywords: Biostratigraphy, coaly sediments, Late Miocene, foraminifera, palynology, paleoclimate.

*Corresponding author.

E-mail address: maithanhtan@igs.vn.vast.vn

<https://doi.org/10.25073/2588-1094/vnuees.4394>



Đặc điểm sinh địa tầng trầm tích chứa than Miocen muộn vùng Đông Nam Châu thổ Sông Hồng

Đình Văn Thuận, Ngô Thị Đào, Mai Thành Tân*, Lê Đức Lương,
Trịnh Thị Thanh Hà, Nguyễn Văn Tạo

*Viện Địa Chất, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam
84 Chùa Láng, Láng Thượng, Đống Đa, Hà Nội, Việt Nam*

Nhận ngày 20 tháng 5 năm 2019

Chỉnh sửa ngày 15 tháng 6 năm 2019; Chấp nhận đăng ngày 20 tháng 6 năm 2019

Tóm tắt: Luận giải đặc điểm sinh địa tầng trầm tích chứa than Miocen muộn vùng đông nam châu thổ Sông Hồng được thực hiện dựa trên cơ sở phân tích hóa thạch trùng lỗ và hóa thạch bào tử phần hoa, với sự tham khảo các kết quả phân tích thạch học lát mỏng, thành phần độ hạt, hóa lý, các mẫu lấy từ ba lỗ khoan trong vùng nghiên cứu. Ranh giới địa tầng Miocen muộn/Pliocen trong mặt cắt được xác định bằng sự xuất hiện các trùng lỗ trôi nổi *Neogloboquadrina acostaensis*; *Globigerinoides ruber*, *G. bulloides*, *G. conglobatus*. Môi trường trầm tích là bãi triều ven biển vào Miocen muộn phần sớm; bãi triều và đầm lầy ven biển vào Miocen muộn phần giữa; và bãi triều đầm lầy ven biển xen kẽ biển nông ven bờ vào Miocen muộn phần muộn. Cổ khí hậu thời kỳ Miocen muộn vùng nghiên cứu có chế độ á nhiệt đới nóng ở Miocen muộn phần sớm chuyển sang chế độ nhiệt đới xen kẽ với các đợt lạnh mát hơn ở Miocen muộn phần giữa và kết thúc ở Miocen muộn phần muộn với chế độ á nhiệt đới lạnh hơn.

Từ khóa: Sinh địa tầng, trầm tích chứa than, Miocen muộn, trùng lỗ; bào tử, phần hoa, cổ khí hậu.

1. Mở đầu

Trầm tích Kainozoi, đặc biệt là Neogen ở khu vực đồng bằng Sông Hồng chứa nhiều khoáng sản quan trọng và cần thiết để phát triển kinh tế. Trong số đó đáng kể nhất là than nâu (Vũ Xuân Doanh, 1986; Vũ Nhật Thăng, 1995) [1, 2]. Kết quả nghiên cứu của tập đoàn Công nghiệp Than – Khoáng sản Việt Nam tại vùng châu thổ

Sông Hồng đã phần nào xác định được đặc điểm trầm tích, môi trường thành tạo than, trữ lượng và chất lượng than, điều kiện địa chất, địa chất thủy văn, địa chất công trình và khả năng khai thác than với trình độ và công nghệ khai thác hiện tại trên thế giới [3]. Tuy nhiên, vấn đề nghiên cứu địa chất trong đó có địa tầng, vấn đề quan trọng đầu tiên quyết định tới các hướng nghiên cứu tiếp theo, ở đây đã được đề cập song

*Tác giả liên hệ.

Địa chỉ email: maithanhtan@igs.vn.vast.vn

<https://doi.org/10.25073/2588-1094/vnuces.4394>

chưa được quan tâm thích đáng, làm hạn chế ý nghĩa của kết quả nghiên cứu thăm dò trong việc đánh giá tìm kiếm cho toàn vùng.

Các nhóm vỏ sinh (trùng lỗ, bào tử phần hoa) tuy rất nhỏ nhưng lại dễ được bảo tồn trong trầm tích và mỗi nhóm vỏ sinh lại mang những nét đặc trưng cho điều kiện môi trường khi chúng sinh trưởng và phát triển ở đó, mặt khác sự tiến hóa của các dạng vỏ sinh theo thời gian cũng được ghi nhận bằng các giống, loài đặc trưng (Trương Cam Bảo, 1980; Nguyễn Ngọc và nnk, 2006) [4, 5]. Vì vậy, phương pháp nghiên cứu vỏ sinh là một trong các phương pháp tin cậy được sử dụng để xác định được tuổi địa chất, điều kiện cổ địa lý của các tầng trầm tích chứa chúng, và dựa vào đó tiến hành phân chia, liên hệ địa tầng tại khu vực nghiên cứu (Zubkovits, 1978) [6].

2. Khái quát về địa tầng Neogen vùng châu thổ Sông Hồng

Hệ tầng Phong Châu tuổi Miocen sớm ($N_1^1 phc$) đặc trưng bởi sự xen kẽ liên tục giữa những lớp cát kết hạt vừa, hạt nhỏ xám trắng, xám lục nhạt gắn kết rắn chắc với những lớp cát bột kết phân lớp rất mỏng cỡ mm đến cm tạo thành các dạng mặt, thấu kính, gợn sóng và được gọi là đá “dạng sọc” (Vũ Nhật Thắng, 1995; Đỗ Bạt, 2001; Đỗ Bạt và nnk, 2007) [2, 7, 8]. Cát kết có xi măng gắn kết chủ yếu là carbonat với hàm lượng cao (25%). Khoáng vật phụ gồm nhiều glauconit và pyrit. Bề dày hệ tầng tại mặt cắt chuẩn đạt 1180m.

Hệ tầng Phủ Cừ tuổi Miocen giữa ($N_1^2 pc$) bao gồm trầm tích có tính chu kỳ rõ rệt với các lớp cát kết hạt vừa, bột kết phân lớp mỏng (dạng sóng, thấu kính, phân lớp xiên), bột kết, sét kết cấu tạo khối chứa nhiều hóa thạch thực vật, dấu vết động vật ăn bùn, trùng lỗ. Cát kết có thành phần ít khoáng, độ lựa chọn và mài tròn tốt, khoáng vật phụ ngoài tourmalin, zircon, đôi nơi còn bắt gặp glauconit và granat là những khoáng vật không thấy có trong hệ tầng Phong Châu (Đỗ Bạt, 2001; Đỗ Bạt và nnk, 2007) [7, 8]. Ngoài mặt cắt chuẩn, xem xét thêm nhiều mặt cắt khác, hệ tầng Phủ Cừ có thể chia thành ba phần, mỗi phần là một nhịp trầm tích bao gồm cát kết, bột

kết, sét kết có chứa than và hóa thạch thực vật. Chiều dày của hệ tầng Phủ Cừ thay đổi từ 1500 đến 2000m (Vũ Nhật Thắng, 1995) [2].

Hệ tầng Tiên Hưng tuổi Miocen muộn ($N_1^3 th$) bao gồm các trầm tích có tính phân nhịp rõ ràng, phần thô thường dày hơn phần mịn, các nhịp bắt đầu bằng sạn kết, cát kết chuyển lên bột kết, sét kết, sét than và nhiều vỉa than nâu. Cát kết thường gắn kết yếu hoặc chưa gắn kết, nhiều granat, các hạt có độ lựa chọn và mài tròn kém. Trong phần dưới của hệ tầng, các lớp thường bị nén chặt hơn và bắt gặp cát kết xám trắng chứa kết hạch siderit, xi măng carbonat. Bề dày của hệ tầng tại mặt cắt chuẩn đạt 760m (Vũ Nhật Thắng, 1995; Đỗ Bạt, 2001; Đỗ Bạt và nnk, 2007) [2, 7, 8].

Hệ tầng Vĩnh Bảo tuổi Pliocen ($N_2 vb$) tại mặt cắt chuẩn gồm hai phần. Phần dưới chủ yếu là cát hạt mịn màu xám, vàng chanh, phân lớp dày, có độ lựa chọn tốt, đôi nơi có những thấu kính hay lớp kẹp cuội, sạn hạt nhỏ xen kẽ. Phần trên có hàm lượng bột tăng dần. Bề dày chung của hệ tầng tại mặt cắt chuẩn khoảng 270m. Trong đá gặp nhiều hóa thạch động vật biển như thân mềm, san hô, trùng lỗ (Vũ Nhật Thắng, 1995; Đỗ Bạt, 2001; Đỗ Bạt và nnk, 2007) [2, 7, 8].

Trong khuôn khổ bài báo này, nhóm tác giả tập trung vào nghiên cứu đặc điểm sinh địa tầng các thành tạo trầm tích Miocen muộn thuộc hệ tầng Tiên Hưng.

3. Tài liệu và phương pháp nghiên cứu

Kết quả phân tích vỏ sinh của 48 mẫu trùng lỗ và 55 mẫu bào tử phần hoa được lấy từ ba lỗ khoan vùng Thái Bình, LK 51SH (độ sâu 265 - 1100m), LK 97SH (độ sâu 290 - 1050m) và LK 102SH (335,2 - 1090m) (Hình 1). Cơ sở tài liệu xây dựng môi trường trầm tích thời kỳ Miocen muộn vùng nghiên cứu.

a) Trùng lỗ (*Foraminifera*)

Đặc điểm hóa thạch trùng lỗ có vai trò rất quan trọng để khôi phục lại các điều kiện của môi trường lắng đọng trầm tích (Nguyễn Ngọc và nnk, 2006) [5]. Trùng lỗ là động vật sống trong môi trường biển có độ muối khác nhau từ lợ đến mặn (Đương Xuân Hào và nnk, 1980; Mai Văn



Hình 1. Vị trí các lỗ khoan nghiên cứu.

Lạc và *nnk*, 2009; Nguyễn Ngọc và Nguyễn Xuân Phong, 2016) [9-11]. Vỏ của chúng thường được bảo tồn tốt trong các lớp đá cho phép khai thác các thông tin về môi trường của quá khứ địa chất (Cushman, 1928 và 1933; Debenay, 2012) [12-14].

b) Bào tử phấn hoa

Cũng như trùng lỗ, đặc điểm các phức hệ bào tử phấn hoa có vai trò quan trọng để khôi phục môi trường trầm tích (Trần Đình Nhân, 1962) [15]. Ứng với mỗi môi trường khác nhau là một phức hệ bào tử phấn hoa đặc trưng cho môi trường đó (Erdtman, 1943, 1952) [16, 17]. Có rất nhiều yếu tố ảnh hưởng tới sinh thái của thực vật, bao gồm khí hậu (nhiệt độ, độ ẩm, ánh sáng), địa hình, đất hay thổ nhưỡng... Sự tồn tại và phát triển của thực vật gắn liền với các yếu tố đó. Nói cách khác, dựa vào sự phân bố của các chi loài thực vật có thể xác định được đặc điểm cổ địa lý (môi trường trầm tích, chế độ khí hậu...) của các thời kỳ khác nhau trong một vùng cụ thể (Phạm Quang Trung, 1998; Đình Văn Thuận, 2005) [18, 19].

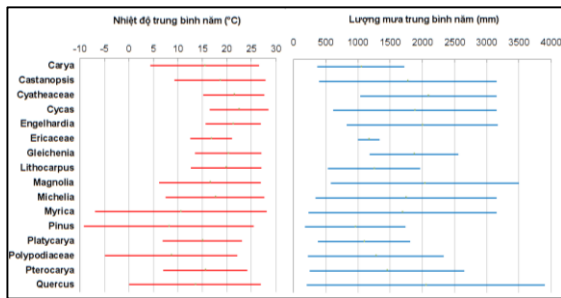
Cổ khí hậu được xác định dựa trên cơ sở tiếp cận đồng tồn tại (Coexistence Approach – CA) do Mosbrugger và Utescher (1997) đưa ra [20].

Theo cách tiếp cận này, các điều kiện khí hậu đối với các chi loài thực vật cổ tương tự như những họ hàng đang sống gần nhất (Nearest Living Relatives – NLR). Mức độ phân giải, độ tin cậy tăng theo số lượng chi loài được phân tích. Thông thường có độ tin cậy tương đối cao khi có trên 10 chi loài được đánh giá về khí hậu, đánh giá này được dựa trên sự có mặt hay vắng mặt của chi loài thay vì độ giàu nghèo của chúng. Mục tiêu của phương pháp CA là xác lập các khoảng giá trị của các tham số khí hậu đối với các thực vật cổ với số lượng tối đa các NLR của hệ thực vật này có thể cùng tồn tại; các khoảng cùng tồn tại được coi là cổ khí hậu phù hợp mà thực vật cổ sinh sống. Các tham số cổ khí hậu thường được xem xét là: Nhiệt độ trung bình năm (MAT – mean annual temperature); Nhiệt độ trung bình tháng lạnh nhất (CMT – mean temperature of the coldest month); Nhiệt độ trung bình tháng nóng nhất (WMT – mean temperature of the warmest month); Lượng mưa trung bình năm (MAP – mean annual precipitation); Lượng mưa tháng nhiều nhất (HMP – precipitation of the wettest month); Lượng mưa tháng ít nhất (LMP – precipitation of the driest month). Trong bài viết này chủ yếu đánh giá theo các thông số nhiệt độ trung bình năm (MAT) và lượng mưa trung bình năm (MAP).

Chỉ thị sinh thái của một số loài dựa theo họ hàng đang sống gần nhất. Các chi loài được phân chia thành các nhóm sinh thái khác nhau dựa theo họ hàng đang sống gần nhất (Suc, 1984; Tomlinson, 1986; Ellison, 2000; Gozalo và *nnk*, 2005) [21-24].

Yếu tố đại nhiệt (Megathermic elements) hay nhiệt đới có nhiệt độ trung bình của tất cả các tháng đều vượt 18°C. Các chi loài thuộc yếu tố này có: *Magnoliapollenites* sp., *Gleichenia* sp., *Cyperus* sp., *Florschuetzia* sp.; *F.levipoli*, *F. meridionalis*, *Zonocostites* sp.

Yếu tố đại – trung nhiệt (Mega-mesothermic element) hay á nhiệt đới có nhiệt độ trung bình tháng lạnh nhất trong khoảng 6 - 18°C. Các chi loài thuộc yếu tố này có: *Cyathea* sp., *Myricapollenites* sp.; *Castanopsisipollenites* sp., *Engelhardtia* sp., *Platycaryapollenites* sp., *Cyperus* sp.



Hình 2. Điều kiện khí hậu một số NLR của các chi loài.

- Yếu tố trung nhiệt (mesothermic element) hay ôn đới nóng có nhiệt độ trung bình tháng lạnh nhất trong khoảng từ -3°C đến 6°C. Các chi loài thuộc yếu tố này có: *Caryapollenites* sp., *Myricapollenites* sp., *Engelhardtia* sp., *Platycaryapollenites* sp., *Pterocaryapollenites* sp., *Quercoidites microhenrici*, *Quercoidites* sp., *Cyperus* sp., *Pinuspollenites* sp.

Điều kiện khí hậu của một số NLR của các chi loài cổ: Nhiệt độ trung bình năm (°C) (MAT) và Lượng mưa trung bình năm (mm) (MAP) của một số NLR của các chi loài trong trầm tích Miocen được xác định theo Quan và nnk (2013) [25] (Hình 2)

4. Kết quả và thảo luận

4.1. Lỗ khoan 51SH

Có tất cả 15 mẫu trùng lỗ, 17 mẫu bào tử phấn hoa được lấy từ độ sâu 265 – 1050m của lỗ khoan 51SH để gia công và phân tích. Thành phần thạch học chủ yếu là cát kết, bột kết, sét kết, sét bột xen kẹp các lớp than, sét than. Dựa vào kết quả phân tích mẫu, mà cụ thể là thành phần giống loài, kiểu sống, đặc điểm vỏ của hóa thạch VCS, thành phần chi loài, tỷ lệ phần trăm ba nhóm chính gồm bào tử dương xỉ, phấn hoa hạt trần, phấn hoa hạt kín, mức độ giàu nghèo, thành phần thành phần thực vật ngập mặn, thực vật đầm lầy... của nhóm hóa thạch bào tử phấn hoa, toàn bộ mặt cắt được chia thành 3 phức hệ cổ sinh theo thứ tự từ cổ đến trẻ như sau (Bảng 1):

- Phức hệ 1, *Acrostichum* – *Pinuspollenites*, được xây dựng từ độ sâu 1050 – 1100m với 1

mẫu được phân tích trùng lỗ ở độ sâu 1085m và 1 mẫu được phân tích bào tử phấn hoa ở độ sâu 1085m. Theo kết quả phân tích, phức hệ này không có hóa thạch trùng lỗ mà chỉ có hóa thạch bào tử phấn hoa. Bào tử Dương xỉ chiếm tỷ lệ tương đối cao 37% với các dạng thường gặp như *Polypodium* sp., *Acrostichum* sp., phấn hoa hạt trần chiếm 25% với dạng thường gặp là *Pinuspollenites* sp., phấn hoa hạt kín chiếm 38% với các dạng thường gặp như *Caryapollenites* sp., *Florshuetzia levipoli*. Trong phức hệ này thực vật ngập mặn chiếm tỷ lệ tương đối cao khoảng 30% với dạng thường gặp là *Florschuetzia levipoli*, *Acrostichum* sp. Phức hệ này được xếp vào tuổi Miocen muộn, trên cơ sở quan hệ địa tầng với các phức hệ nằm trên, môi trường trầm tích được xác định là bãi triều ven biển.

- Phức hệ 2, *Stenochleana*- *Triporopollenites*, được xây dựng từ độ sâu 700 – 1050m với 4 mẫu được phân tích hóa thạch trùng lỗ, 8 mẫu được phân tích bào tử phấn hoa. Theo kết quả phân tích phức hệ này không có trùng lỗ mà chỉ có hóa thạch bào tử phấn hoa trong 7/8 mẫu. Bào tử Dương xỉ chiếm từ 25 – 36%, với các dạng đặc trưng như *Polypodiaceae* gen. indet., *Magnastriatites howardi*, *Crassoretisporites* sp., *Stenochleana* sp., *Acrostichum* sp., *Polypodites* sp..., Phấn hoa hạt trần chiếm tỷ lệ thấp hơn từ 15 – 20% với dạng thường gặp chủ yếu là *Pinuspollenites* sp., *Cycas* sp.. Phấn hoa hạt kín chiếm từ 45 – 55% với các dạng đặc trưng thường gặp như *Quercoidites* sp., *Triporopollenites* sp., *Zonocostites* sp., *Tricolpoporopollenites* sp.,... Trong phức hệ này, thực vật ngập mặn gặp tương đối nhiều, thành phần chi loài cũng đa dạng và phong phú hơn so với phức hệ trước. Trong các phổ phấn chúng chiếm tỷ lệ 25 – 32% và phân bố tương đối liên tục theo độ sâu với các dạng thường gặp như *Acrostichum* sp., *Florschuetzia* sp., *F. levipoli*, *F. meridionalis*, *Zonocostites* sp.. Thành phần thực vật ngập mặn ngoài các chi loài thường gặp như trên, trong hầu hết các mẫu phân tích còn có sự xuất hiện của thực vật ưa ẩm, sống trong môi trường đầm lầy điển hình là loài *Stenochleana* sp. và *Phragmites* sp.. Phức hệ được xếp vào tuổi Miocen muộn trên cơ sở quan

hệ địa tầng với các phức hệ nằm trên. Môi trường thành tạo trầm tích được xác định là môi trường bãi triều, đầm lầy ven biển.

- Phức hệ 3, *Ammonia* – *Stenochleana* – *Quercoidites*, được xây dựng từ độ sâu 265 – 700m với 9 mẫu được phân tích trùng lỗ, 7 mẫu được phân tích bào tử phấn hoa. Trùng lỗ chỉ xuất hiện ở 2/9 mẫu phân tích tại độ sâu 392m với 4 cá thể thuộc giống *Ammonia* và tại độ sâu 650m với hóa thạch tương đối nhiều. Theo kết quả phân tích, 100% hóa thạch trùng lỗ thuộc phức hệ này thuộc nhóm có vỏ tự tiết (vỏ vôi) với các loài điển hình như *Neogloboquadrina acostaensis*; *Globigerinoides ruber*, *G. trilobus*, *Globorotalia* sp.; *Elphidium* sp., *Bolivina* sp., *Ammonia* sp., *A. beccarii*. Theo môi trường cư trú, 70% hóa thạch trùng lỗ trong phức hệ này thuộc nhóm sống đáy (benthos), và đáng lưu ý là 55% số hóa thạch sống đáy này là giống *Ammonia* với các loài điển hình *Ammonia beccarii*, *Ammonia tepida*, *Ammonia* sp., đặc trưng cho môi trường biển nông ven bờ, nơi có độ sâu thủy vực thấp (Nguyễn Ngọc và nnk, 2006) [5]. Ngoài ra, nhóm hóa thạch Trùng lỗ sống trong môi trường biển nông ven bờ trong

phức hệ này còn có *Elphidium* sp., *Cibicides* sp. Bào tử phấn hoa phát hiện trong hầu hết tất cả các mẫu ngoại trừ 1 mẫu ở độ sâu 680m. Bào tử Dương xỉ chiếm 20 – 27% với dạng thường gặp chủ yếu là *Polypodiaceae* gen. indet, *Stenochleana* sp., *Cyathea* sp., *Polypodites* sp., phấn hoa hạt trần chiếm 12 - 15% với dạng thường gặp là *Pinuspollenites* sp.. Phấn hoa hạt kín chiếm trung bình 55 – 65% với các dạng thường gặp như *Magnoliapollenites* sp., *Micheliapollenites* sp., *Platycarypollenites* sp., *Triporopollenites* sp., *Zonocostites* sp., *Florchuetzia levipoli*,... Trong phức hệ này, thực vật ngập mặn chiếm tỷ lệ tương đối cao 25 – 32% với những chi loài rất đặc trưng, điển hình là *Zonocostites* sp., *Florchuetzia meridionalis*, *F.levipoli*. Thành phần thực vật ngập mặn ngoài các chi loài thường gặp như trên, trong hầu hết các mẫu phân tích còn có sự xuất hiện của thực vật ưa ẩm, sống trong môi trường đầm lầy điển hình là *Stenochleana* sp. và *Phragmites* sp. Phức hệ này được xếp vào tuổi Miocen muộn trên cơ sở xác định được loài *Neogloboquadrina acostaensis*, môi trường trầm tích ở đây được xác định là bãi triều, đầm lầy ven biển xen kẽ biển nông ven bờ.

Bảng 1. Phân chia địa tầng lỗ khoan 51SH

Độ sâu (m)	Phức hệ hóa thạch		Tuổi	Môi trường
	Trùng lỗ	Bào tử phấn hoa		
240			Pliocen (?)	?
268	100% vỏ tự tiết (vỏ vôi): <i>Globigerinoides ruber</i> , <i>G. trilobus</i> , <i>Globorotalia</i> sp.; <i>Elphidium</i> sp., <i>Bolivina</i> sp., <i>Ammonia beccarii</i> , <i>Ammonia</i> sp. <i>Neogloboquadrina acostaensis</i> 70% sống đáy, đa số là hóa thạch đặc trưng cho môi trường biển nông ven bờ; 30% trôi nổi.	Bào tử 20-27%: <i>Polypodiaceae</i> gen. indet, <i>Stenochleana</i> sp., <i>Cyathea</i> sp., <i>Polypodites</i> sp. Hạt trần 12-15%: <i>Pinuspollenites</i> sp. Hạt kín 55 – 65%: <i>Magnoliapollenites</i> sp., <i>Micheliapollenites</i> sp., <i>Platycarypollenites</i> sp., <i>Triporopollenites</i> sp., <i>Zonocostites</i> sp., <i>Florchuetzia levipoli</i> . Thực vật ngập mặn 25 – 32%: <i>Zonocostites</i> sp., <i>Florchuetzia meridionalis</i> , <i>Florchuetzia levipoli</i> . Thực vật đầm lầy <i>Stenochleana</i> sp. và <i>Phragmites</i> sp.	Miocen muộn	Bãi triều, đầm lầy ven biển xen kẽ biển nông ven bờ.
700				

1050	<p>Bào tử 25-36%: <i>Polypodiaceae</i> gen. indet., <i>Stenochleana</i> sp., <i>Acrostichum</i> sp., <i>Polypodites</i> sp.</p> <p>Hạt trần 15-20%: <i>Pinuspollenites</i> sp., <i>Cycas</i> sp.</p> <p>Hạt kín 45-55%: <i>Quercoidites</i> sp., <i>Triporopollenites</i> sp., <i>Zonocostites</i> sp., <i>Tricolpoporopollenites</i> sp.</p> <p>Thực vật ngập mặn 25-32%: <i>Acrostichum</i> sp., <i>Florschuetzia</i> sp., <i>Florschuetzi levipoli</i>, <i>Florschuetzia meridionalis</i>, <i>Zonocostites</i> sp.</p> <p>Thực vật đầm lầy: <i>Stenochleana</i> sp. và <i>Phragmites</i> sp.</p>	Miocen muộn	Bãi triều, đầm lầy ven biển
1100	<p>Bào tử 37%: <i>Polypodium</i> sp., <i>Acrostichum</i> sp.</p> <p>Hạt trần 25%: <i>Pinuspollenites</i> sp.</p> <p>Hạt kín 38%: <i>Caryapollenites</i> sp., <i>Florschuetzia levipoli</i>.</p> <p>Thực vật ngập mặn 30%: <i>Florschuetzia levipoli</i>, <i>Acrostichum</i> sp.</p>	Miocen muộn	Bãi triều ven biển

Cơ sở định tuổi cho các phức hệ cổ sinh của lỗ khoan 51SH: Trong phức hệ 3 của lỗ khoan, đối với hóa thạch trùng lỗ đã xác định được loài *Neogloboquadrina acostaensis*. Dựa theo thang địa tầng đối trùng lỗ của Blow xây dựng năm 1969, sự xuất hiện của hóa thạch này tương ứng với đối N16 (Blow, 1969) [26], xuất hiện lần đầu cách ngày nay 10,5 triệu năm – niên đại tuyệt đối theo Berggren and Van Couvering (1974) [27]; 10 triệu năm – niên đại tuyệt đối theo Saito (1977) [28] tương ứng với tuổi Miocen muộn. Ngoài ra còn dựa theo trật tự địa tầng, địa tầng nằm dưới có tuổi cổ hơn so với địa tầng phủ bên trên, đồng thời dựa vào sự biến đổi về thành phần của các phức hệ hóa thạch làm cơ sở để định tuổi cho các phức hệ hóa thạch trong lỗ khoan.

4.2. Lỗ khoan 97SH

Có tất cả 16 mẫu trùng lỗ, 20 mẫu bào tử phấn hoa được lấy từ độ sâu 290 – 1050m để gia công và phân tích. Thành phần thạch học chủ yếu là cát kết, bột kết, sét kết, sét bột xen kẹp các lớp than, sét than. Sự xuất hiện của hai nhóm hóa thạch, thành phần phân loại của chúng và mức độ giàu nghèo là cơ sở để chia toàn bộ mặt cắt thành 3 phức hệ cổ sinh theo thứ tự từ cổ đến trẻ như sau (Bảng 2):

- Phức hệ 1, *Stenochleana-Triporopollenites*, được thiết lập từ độ sâu 895 - 1050m với 3 mẫu phân tích trùng lỗ và 5 mẫu phân tích bào tử phấn hoa. Phức hệ này không có hóa thạch trùng lỗ mà chỉ có hóa thạch bào tử phấn hoa. Bào tử phấn hoa tương đối nghèo nàn; bào tử Dương xỉ chiếm tỷ lệ trung bình từ 15 – 17% với các dạng thường gặp như *Acrostichum* sp., *Polypodiaceae* gen. indet; phấn hoa hạt trần chiếm tỷ lệ thấp 9 – 13% với dạng phổ biến là *Pinuspollenites* sp.; phấn hoa hạt kín chiếm đa số 70 – 75% với các dạng thường gặp là *Triporopollenites* sp., *Zonocostites* sp., *Florschuetzia* sp., *F.levipoli*,... Trong phức hệ này, thực vật ngập mặn chiếm tỷ lệ tương đối cao 23 – 25% với các dạng đặc trưng thường gặp như *Acrostichum* sp., *Florschuetzia* sp., *F. trilobata*, *Zonocostites* sp. Thực vật ngập mặn ngoài những chi loài nêu trên, tại các mẫu ở độ sâu 926m, 968m và 992m, còn gặp hóa thạch của thực vật sống trong môi trường đầm lầy, điển hình là *Stenochleana* sp.. Phức hệ được xác định có tuổi Miocen muộn trên cơ sở quan hệ địa tầng với phức hệ nằm trên, môi trường lắng đọng trầm tích được xác định là môi trường trầm tích bãi triều, đầm lầy ven biển.

- Phức hệ 2, *Ammonia – Stenochleana – Quercoidites*, được thiết lập từ độ sâu 365 –

895m với 10 mẫu được phân tích hóa thạch trùng lỗ và 15 mẫu được phân tích hóa thạch bào tử phấn hoa. Nhìn chung, hóa thạch trùng lỗ trong phức hệ này rất nghèo nàn, chỉ phát hiện ở 1/10 mẫu ở độ sâu 654m với 6 cá thể thuộc 2 giống *Ammonia* và *Cibicides*. Kết quả phân tích cho thấy: theo cách hình thành vỏ, 100% hóa thạch thuộc nhóm vỏ tự tiết (vỏ vôi); theo môi trường cư trú, 100% hóa thạch thuộc nhóm sống đáy với các dạng đặc trưng cho môi trường biển nông ven bờ. Bào tử phấn hoa phát hiện trong hầu hết các mẫu ngoại trừ 1 mẫu ở độ sâu 400m. Bào tử Dương xỉ chiếm tỷ lệ trung bình từ 30 – 33% với các dạng thường gặp như *Polypodiaceae* gen. indet, *Acrostichum* sp., *Triletes* sp., *Stenochleana* sp., *Cyathea* sp.. Phấn hoa thực vật hạt trần chiếm tỷ lệ tương đối thấp từ 10 – 15% với dạng thường gặp là *Pinuspollenites* sp., *Cycas* sp., phấn hoa thực vật hạt kín chiếm tỷ lệ

tương đối lớn 53 – 56% với các dạng thường gặp như *Triporopollenites* sp., *Caryapollenites* sp., *Florschuetzia* sp., *Zonocostites* sp., *Magnoliapollenites* sp., *Platycaryapollenites* sp., *Caryapollenites* sp.,... Thực vật ngập mặn chiếm tỷ lệ tương đối cao, dao động trong khoảng 28 – 30% và phân bố liên tục trong các phổ phấn; các dạng thường gặp chủ yếu là *Florschuetzia* sp., *F. meridionalis*, *Acrostichum* sp., *Zonocostites* sp., *Florschuetzia levipoli*. Thành phần thực vật ngập mặn ngoài những chi loài được nêu trên, trong phức hệ này còn gặp một số dạng thường sống trong môi trường đầm lầy, điển hình như *Cyperus* sp., *Stenochleana* sp., *Phragmites* sp. Phức hệ được xác định có tuổi Miocen muộn trên cơ sở nằm dưới phức hệ chứa *Globigerina bulloides* được định tuổi Pliocen, môi trường lắng đọng trầm tích là môi trường bãi triều, đầm lầy ven biển xen kẽ biển nông ven bờ.

Bảng 2. Phân chia địa tầng lỗ khoan 97SH

Độ sâu (m)	Phức hệ hóa thạch		Tuổi	Môi trường
	Trùng lỗ	Bào tử phấn hoa		
290	100% vỏ vôi (vỏ tự tiết) 70% hóa thạch sống đáy: <i>Ammonia beccarii</i> , <i>A. tepida</i> , <i>Globigerinoides bulloides</i> , <i>G. conglobatus</i> ,... đặc trưng cho môi trường biển nông ven bờ.	Không có hóa thạch	Pliocen	Biển nông ven bờ
365	Hóa thạch nghèo nàn. 100% vỏ vôi (vỏ tự tiết), 100% hóa thạch sống đáy đặc trưng cho môi trường biển nông ven bờ: <i>Ammonia</i> , <i>Cibicides</i>	Bào tử 30 – 33%: <i>Polypodiaceae</i> gen. indet, <i>Acrostichum</i> sp., <i>Triletes</i> sp. Hạt trần 10 – 15%: <i>Pinuspollenites</i> sp., <i>Cycas</i> sp. Hạt kín 53 – 56%: <i>Triporopollenites</i> sp., <i>Caryapollenites</i> sp., <i>Magnoliapollenites</i> sp., <i>Platycaryapollenites</i> sp., <i>Caryapollenites</i> sp. Thực vật ngập mặn 28 – 30%: <i>Florschuetzia meridionalis</i> , <i>Acrostichum</i> sp., <i>Zonocostites</i> sp., <i>Florschuetzia levipoli</i> . Thực vật đầm lầy <i>Cyperus</i> sp., <i>Stenochleana</i> sp., <i>Phragmites</i> sp.	Miocen muộn	Bãi triều, đầm lầy ven biển xen kẽ biển nông ven bờ

895	Không có hóa thạch	Bào tử 15-17%: <i>Acrostichum</i> sp., <i>Polypodiaceae</i> gen. indet. Hạt trần 9-13%: <i>Pinuspollenites</i> sp. Hạt kín 70 – 75%: <i>Triporopollenites</i> sp., <i>Zonocostites</i> sp., <i>Florchuetzia</i> sp., <i>Florchuetzia levipoli</i> Thực vật ngập mặn 23 – 25%: <i>Acrostichum</i> sp., <i>Florschuetzia</i> sp., <i>Florschuetzia trilobata</i> , <i>Zonocostites</i> sp. Thực vật đầm lầy: <i>Stenochleana</i> sp.	Miocen muộn	Bãi triều, đầm lầy ven biển
1050				

- Phức hệ 3, *Ammonia-Globigerinoides*, được thiết lập từ độ sâu 290-365m với 2 mẫu phân tích hóa thạch trùng lỗ và 1 mẫu phân tích hóa thạch bào tử phần hoa. Theo kết quả phân tích, phức hệ này không có hóa thạch bào tử phần hoa mà chỉ có hóa thạch trùng lỗ. Hóa thạch trùng lỗ có mức độ đa dạng và phong phú ở mức trung bình. Theo cách hình thành vỏ, 100% hóa thạch trùng lỗ thuộc nhóm hóa thạch có vỏ tự tiết (vỏ vôi). Theo môi trường cư trú, 70% hóa thạch trùng lỗ thuộc nhóm sống đáy, với các đại biểu chiếm đa số như *Ammonia beccarii*, *Ammonia tepida*, *Ammonia* sp., *Cibicides* sp.,... 30% hóa thạch còn lại thuộc nhóm sống trôi nổi điển hình như *Globigerinoides bulloides*, *G. conglobatus*, *Globorotalia* sp.; *Elphidium* sp., *Bolivina* sp.. Tập hợp hóa thạch đặc trưng cho môi trường biển nông ven bờ. Phức hệ được xếp vào tuổi Pliocen và môi trường trầm tích là môi trường biển nông ven bờ.

Cơ sở định tuổi cho các phức hệ cổ sinh của lỗ khoan 97SH: Tuổi Miocen muộn của phức hệ 1 và phức hệ 2 được xác định dựa theo trật tự địa tầng, quan hệ về mặt không gian giữa các địa tầng được thành tạo trong cùng thời kỳ Miocen muộn giữa lỗ khoan 51SH và 97SH. Tuổi Pliocen của phức hệ 3: Đối với hóa thạch trùng lỗ, xác định được loài *Globigerina bulloides* với tuổi đồng vị của loài này trong lỗ khoan ở Bắc Đại Tây dương dùng làm chính xác hóa thời điểm bắt đầu các đợt băng hà bắc bán cầu vào cuối Pliocen, 2,5-3 triệu năm [29], cùng với các loài thuộc giống *Globigerinoides* như *Globigerinoides conglobatus* phân bố tương đối phong phú trong các trầm tích Pliocen – Đệ tứ và hiện đại ở thềm lục địa Việt Nam, (tương ứng với đới N21 – thang địa tầng Blow, 1979) [26].

4.3. Lỗ khoan 102SH

Có tất 14 mẫu trùng lỗ, 15 mẫu bào tử phần hoa được lấy từ độ sâu 335m đến 1090m để gia công và phân tích. Thành phần thạch học chủ yếu là cát kết, bột kết, sét kết, sét bột xen kẽ các lớp than, sét than. Sự xuất hiện của hai nhóm hóa thạch, thành phần phân loại của chúng và mức độ giàu nghèo là cơ sở để chia toàn bộ mặt cắt thành 3 phức hệ cổ sinh theo thứ tự từ cổ đến trẻ như sau (Bảng 3):

- Phức hệ 1, *Stenochleana* – *Triporopollenites*, được thiết lập từ độ sâu 821,9m – 1090m với 4 mẫu phân tích hóa thạch trùng lỗ và 4 mẫu phân tích hóa thạch bào tử phần hoa. Theo kết quả phân tích, phức hệ này không có hóa thạch trùng lỗ mà chỉ có hóa thạch bào tử phần hoa. Bào tử Dương xỉ chiếm từ 20 – 23% với các dạng thường gặp *Polypodites* sp., *Polypodiaceae* gen. indet, *Triletes* sp.; phần hoa hạt trần chiếm một tỷ lệ tương đối thấp chỉ xấp xỉ khoảng 10 – 13% với dạng thường gặp là *Pinuspollenites* sp.; phần hoa thực vật hạt kín chiếm đa số với tỷ lệ khoảng 62 – 70% với các dạng đặc trưng thường gặp như *Quercopollenites* sp., *Platycaryapollenites* sp., *Triporopollenites* sp., *Magnoliapollenites* sp., *Caryapollenites* sp.,... Trong phức hệ này thực vật ngập mặn chiếm tỷ lệ trung bình khoảng 15 – 21%, với các dạng đặc trưng như *Acrostichum* sp., *Zonocostites* sp., *Florchuetzia* sp. Thực vật ngập mặn ngoài những chi loài kể trên, trong phức hệ này còn gặp một số dạng thường sống trong môi trường đầm lầy, điển hình là *Stenochleana* sp., *Phragmites* sp., *Cyperus* sp.. Tuổi Miocen muộn của phức hệ được thiết lập dựa vào mối quan hệ về mặt không gian giữa các

địa tầng được thành tạo trong cùng thời kỳ Miocen muộn ở lỗ khoan 51SH và 97SH. Môi trường thành tạo trầm tích là môi trường bãi triều, đầm lầy ven biển.

- **Phức hệ 2, *Ammonia – Stenochleana – Quercoidites***, được thiết lập từ độ sâu 370m – 821,9m với 9 mẫu được phân tích hóa thạch trùng lỗ và 10 mẫu được phân tích hóa thạch bào tử phấn hoa. Nhìn chung hóa thạch trùng lỗ trong phức hệ này rất nghèo nàn, chỉ phát hiện trong 1/9 mẫu phân tích, tại độ sâu 377m với 6 cá thể thuộc *Globorotalia* sp., *Ammonia beccarii*, *Ammonia* sp., *Cibicides* sp. Theo cách hình thành vỏ, 100% hóa thạch phát hiện được thuộc nhóm có vỏ tự tiết (vỏ vôi); theo môi trường cư trú, 80% hóa thạch thuộc nhóm sống đáy, thích nghi trong môi trường biển nông ven bờ nơi có độ sâu thủy vực thấp. Về 11 mẫu phân tích bào tử phấn hoa, có 3 mẫu ở độ sâu 370m, 532m, 630m không chứa bất kỳ hóa thạch nào và 1 mẫu ở độ sâu 445m rất nghèo với 1 hóa thạch phấn hoa và 1 hóa thạch bào tử. Kết quả phân tích cho thấy, Bào tử Dương xỉ chiếm tỷ lệ từ 28 – 33% với các

dạng thường gặp như *Stenochleana* sp., *Polypodiaceae* gen. indet, *Polypodites* sp., *Triletes* sp.; phấn hoa thực vật hạt trần chiếm một tỷ lệ tương đối thấp từ 13 – 15% với dạng thường gặp là *Pinuspollenites* sp.; phấn hoa thực vật hạt kín chiếm từ 45 – 58% với các dạng thường gặp như *Zonocostites* sp., *Quercoipollenites* sp., *Triporopollenites* sp., *Florshuetzia* sp.,... Trong phức hệ này, thực vật ngập mặn chiếm tỷ lệ tương đối cao từ 25 – 28% và xuất hiện liên tục trong các phổ phần với dạng thường gặp là *Zonocostites* sp., *Florschuetzia* sp., *F. meridionalis*, *Acrostichum* sp.. Ngoài các chi loài thực vật ngập mặn nêu trên, trong hầu hết các mẫu được phân tích còn gặp thực vật thích với môi trường đầm lầy, điển hình là *Stenochleana* sp., *Phragmites* sp., *Cyperus* sp.. Phức hệ được xác định có tuổi Miocen muộn dựa trên cơ sở mối quan hệ về trật tự địa tầng, địa tầng nằm dưới cổ hơn so với địa tầng được xác định có tuổi Pliocen phủ bên trên (phức hệ 3). Môi trường lắng đọng trầm tích là bãi triều, đầm lầy ven biển xen kẽ biển nông ven bờ.

Bảng 3. Phân chia địa tầng lỗ khoan 102SH

Độ sâu (m)	Phức hệ hóa thạch		Tuổi	Môi trường
	Trùng lỗ	Bào tử phấn hoa		
335	Rất nghèo nàn: 100% vỏ vôi (vỏ tự tiết) 60% hóa thạch sống đáy: <i>Ammonia beccarii</i> , <i>Ammonia tepida</i> , <i>Ammonia</i> sp., <i>Cibicides</i> sp.,... đặc trưng cho môi trường biển nông ven bờ.	Không có hóa thạch	Pliocen	Biển nông ven bờ
370	Hóa thạch nghèo nàn. 100% vỏ vôi (vỏ tự tiết), 80% hóa thạch sống đáy đặc trưng cho môi trường biển nông ven bờ: <i>Ammonia</i> , <i>Cibicides</i>	Bào tử 28-33%: <i>Polypodiaceae</i> gen. indet, <i>Triletes</i> sp. Hạt trần 13-15%: <i>Pinuspollenites</i> sp. Hạt kín 45-58%: <i>Zonocostites</i> sp., <i>Quercoipollenites</i> sp., <i>Triporopollenites</i> sp., <i>Florshuetzia</i> sp. Thực vật ngập mặn 25-28%: <i>Zonocostites</i> sp., <i>Florschuetzia</i> sp., <i>Florschuetzia meridionalis</i> , <i>Acrostichum</i> sp. Thực vật đầm lầy <i>Cyperus</i> sp., <i>Stenochleana</i> sp., <i>Phragmites</i> sp.	Miocen muộn	Bãi triều, đầm lầy ven biển xen kẽ biển nông ven bờ

821,5	Không có hóa thạch	Bào tử 20-23%: <i>Polypodiaceae</i> gen. indet. Hạt trần 10-13%: <i>Pinuspollenites</i> sp. Hạt kín 62-70%: <i>Quercopollenites</i> sp., <i>Magnoliapollenites</i> sp., <i>Caryapollenites</i> sp. Thực vật ngập mặn 15-21%: <i>Acrostichum</i> sp., <i>Zonocostites</i> sp., <i>Florchuetzia</i> sp. Thực vật đầm lầy <i>Stenochleana</i> sp., <i>Phragmites</i> sp., <i>Cyperus</i> sp.	Miocen muộn	Bãi triều, đầm lầy ven biển
1090				

- Phức hệ 3, *Ammonia* – *Globigerinoides*, được thiết lập từ độ sâu 335m – 370m với 1 mẫu được phân tích hóa thạch trùng lỗ và 1 mẫu được phân tích hóa thạch bào tử phần hoa. Theo kết quả phân tích, phức hệ này không có hóa thạch bào tử phần hoa mà chỉ có hóa thạch trùng lỗ. Hóa thạch trùng lỗ phát hiện được nghèo nàn về số lượng cá thể và thành phần giống loài. Theo cách hình thành vỏ, 100% hóa thạch trùng lỗ thuộc nhóm hóa thạch có vỏ tự tiết (vỏ vôi) với các dạng thường gặp là *Globigerinoides conglobatus*, *Globigerinoides* sp., *Ammonia beccarii*, *Ammonia* sp., *Bolivina* sp.. Theo môi trường cư trú, 60% hóa thạch trùng lỗ thuộc nhóm sống đáy, 40% hóa thạch còn lại thuộc nhóm sống trôi nổi. Nhóm sống đáy với các đại biểu thuộc giống *Ammonia* và *Bolivina* đặc trưng cho môi trường biển nông ven bờ. Phức hệ được xếp vào tuổi Pliocen và môi trường trầm tích là biển nông ven bờ

Cơ sở để định tuổi cho các phức hệ cổ sinh lỗ khoan 102SH: Tuổi Miocen muộn của phức hệ 1 và phức hệ 2 được xác định dựa theo trật tự địa tầng, quan hệ về mặt không gian giữa các địa tầng được thành tạo trong cùng thời kỳ Miocen muộn giữa lỗ khoan 97SH và 102SH. Tuổi Pliocen của phức hệ 3: Được xác định dựa theo loài *Globigerinoides conglobatus* phân bố tương đối phong phú trong các trầm tích Pliocen – Đệ tứ và hiện đại ở thềm lục địa Việt Nam (Nguyễn Ngọc và nnk, 2006) [5]. Ngoài ra, tuổi Pliocen của phức hệ 3 được xác định dựa vào quan hệ về mặt không gian giữa các địa tầng được thành tạo trong cùng thời kỳ Pliocen sớm giữa lỗ khoan 51SH, 97SH và 102SH.

4.4. Môi trường trầm tích

Dựa theo kết quả phân tích cổ sinh, thạch học lát mỏng, thành phần độ hạt, hóa lý, môi trường trầm tích Miocen muộn khu vực Thái Bình được phân chia ra thành ba thời kỳ chính: Miocen muộn phần sớm, Miocen muộn phần giữa và Miocen muộn phần muộn.

Thời kỳ Miocen muộn phần sớm có điều kiện cổ địa lý được luận giải chủ yếu dựa và kết quả phân tích cổ sinh của một mẫu ở phần đáy của lỗ khoan 51SH (từ 1050m đến 1100m). Các thành tạo trầm tích được hình thành trong giai đoạn này bao gồm các lớp cát kết hạt trung, cát bột kết phân lớp mỏng, bột kết, sét kết cấu tạo khối. Đặc điểm của phức hệ bào tử phần hoa cho thấy (phức hệ 1 lỗ khoan 51SH) thực vật ngập mặn chiếm tỷ lệ không nhỏ (trung bình khoảng 20%) với các dạng điển hình như *Acrostichum* sp., *Florchuetzia* sp.. Dựa vào đặc điểm của các thành tạo trầm tích, đặc điểm của phức hệ bào tử phần hoa, có thể khẳng định vào thời kỳ Miocen muộn phần sớm, vùng nghiên cứu là vùng tích tụ có môi trường trầm tích là bãi triều ven biển.

Thời kỳ Miocen muộn phần giữa, các thành tạo trầm tích có tính phân nhịp rất rõ, bắt đầu từ cát sạn kết sang bột kết xen kẽ nhiều lớp than nâu, đồng thời số lượng nhịp khá nhiều. Thực vật ngập mặn chiếm tỷ lệ tương đối cao với những chi loài của thực vật ngập mặn thực thụ, đồng thời là sự có mặt của thực vật vùng đầm lầy. Kết quả phân tích trùng lỗ ở các lỗ khoan khác trong vùng có sự xuất hiện của trùng lỗ sống trong môi trường hồ, đầm lầy ven biển (lỗ khoan 101; 102) (Đỗ Bạt, 2001) [7]. Kết quả phân tích hóa lý tại

ba lỗ khoan 51SH, 97SH, 102SH cho thấy, trị số pH thường dao động trong khoảng 7,5 – 8. Cá biệt có những mẫu giá trị pH rất thấp, dao động trong khoảng 4,0 – 4,5, cùng với sự có mặt của khoáng vật pyrit hoặc siderit, chứng tỏ chúng được thành tạo trong môi trường hồ đầm lầy dưới điều kiện địa hóa khử đã tạo cho trầm tích có màu xám, xám đen đặc trưng. Từ các đặc điểm mô tả ở trên có thể nhận định vào thời kỳ Miocen muộn phần giữa, vùng nghiên cứu là vùng tích tụ có môi trường trầm tích là bãi triều, đầm lầy ven biển nơi có sự tranh chấp giữa biển và lục địa. Có thể nhận định, vào thời kỳ này các chu kỳ dao động mực nước biển diễn ra đan xen nhau trong thời gian rất ngắn, mang tính cục bộ, tạo điều kiện cho việc hình thành các vùng bãi triều, đầm lầy ven biển xen kẽ nhau.

Thời kỳ Miocen muộn phần muộn, các thành tạo trầm tích thời kỳ này mang tính phân nhịp rất rõ, bắt đầu từ cát sạn kết sang bột kết xen kẽ nhiều lớp than nâu. Chỉ có điểm khác là số lượng lớp than nâu xen kẽ giảm đi đáng kể. Khi tổng hợp các kết quả phân tích cổ sinh, thạch học lát mỏng, Ronghen, hóa lý, nhận thấy vào thời kỳ này ngoài môi trường trầm tích là bãi triều, đầm lầy ven biển tương tự như thời kỳ trước còn xuất hiện các pha biển tiến thực thụ. Bằng chứng là sự có mặt của hóa thạch trùng lỗ, khoáng vật montmorillonit, calcit với tỷ lệ tương đối cao ở một số độ sâu nhất định. Đồng thời giá trị pH dao động trong khoảng 8 – 8,5. Tuy nhiên, các pha biển tiến này chỉ mang tính cục bộ, diễn ra trong khoảng thời gian ngắn. Khi biển tiến bao phủ vùng nghiên cứu, môi trường trầm tích chủ đạo là biển nông ven bờ. Vào sâu trong lục địa, nơi chịu tác động của biển thông qua các đợt triều, môi trường trầm tích chủ đạo là bãi triều ven biển. Khi biển rút đi để lại các vùng bãi triều, đầm lầy rộng lớn thích nghi cho sự phát triển của thực vật tạo than. Chính trong giai đoạn này đã tạo nên các vỉa than xen kẽ vào các lớp đá trầm tích. Từ các đặc điểm mô tả ở trên có thể nhận định vào thời kỳ Miocen muộn phần muộn, vùng nghiên cứu là vùng tích tụ có môi trường trầm tích bãi triều, đầm lầy ven biển xen kẽ biển nông ven bờ.

Cần có cái nhìn tổng thể về cổ địa lý trong thời kỳ Miocen vùng nghiên cứu với sự tiến hóa cổ địa lý hay môi trường trầm tích theo thời gian với bối cảnh tranh chấp giữa lục địa và biển. Các thành tạo trầm tích trong thời kỳ này bị chi phối trực tiếp bởi các hoạt động biển tiến, biển thoái trong khu vực.

4.5. Cổ khí hậu

Lỗ khoan LK51SH

Phân tích cho thấy ở lỗ khoan này có 3 bất thường về thành phần tỷ lệ các yếu tố sinh thái (Hình 3):

- 2 bất thường ở các độ sâu 432m và 730m liên quan đến sự nổi trội về yếu tố mesothermic (71%) và vắng mặt yếu tố megathermic. Ở những thời điểm này khí hậu lạnh nhất (ôn đới) trong toàn bộ đoạn lỗ khoan nghiên cứu.

- 1 bất thường tại độ sâu 877,2m với sự nổi trội tương đối của yếu tố megathermic (67%) so với Mesothermic (33%), không có mặt yếu tố Megamesothermic.

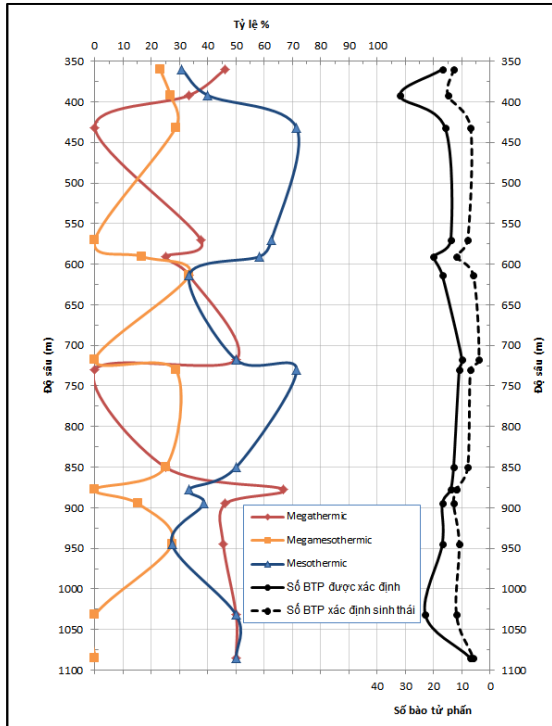
Như vậy, khí hậu trong khoảng độ sâu từ 1085m đến 360m ở lỗ khoan LK51SH có lẽ lúc đầu là khí hậu á nhiệt đới sau đó nóng dần và chuyển sang nhiệt đới ở độ sâu 877m. Từ đây khí hậu lại lạnh dần chuyển sang á nhiệt đới rồi ôn đới ở độ sâu 730m, thể hiện bằng yếu tố mesothermic tăng trong khi yếu tố megathermic và megamesothermic giảm, thậm chí đến không còn yếu tố megathermic. Bắt đầu từ độ sâu 730m, khí hậu lại có xu thế ấm dần, đến độ sâu 613,5m lại đảo chiều chuyển sang lạnh dần và lạnh nhất thuộc khí hậu ôn đới ở độ sâu 432m. Từ đây đến hết đoạn khoan thể hiện xu thế khí hậu nóng dần.

Đánh giá theo tiếp cận đồng tồn tại cho phép xác định điều kiện nhiệt độ trung bình năm (MAT) và lượng mưa trung bình năm (MAP) trong các phức hệ cổ sinh trong lỗ khoan LK51SH như sau (Hình 4):

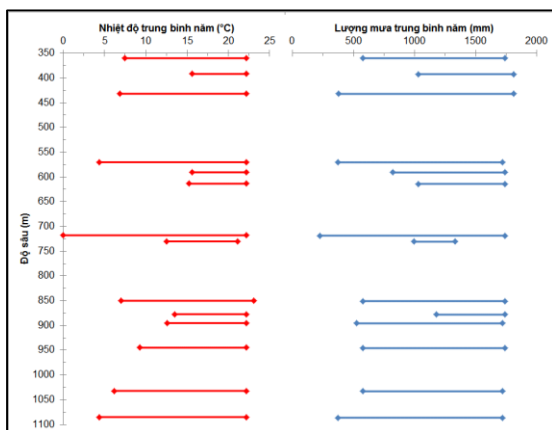
- Phức hệ 1, *Acrostichum – Pinuspollenites*, độ sâu 1050-1100m, có MAT trong khoảng 4,4 – 22,2 °C và MAP trong khoảng 373-1724 mm.

- Phức hệ 2, *Stenochleana-Triporopollenites*, độ sâu 700 – 1050m, có MAT trong khoảng 13,5-21,1°C và MAP trong khoảng 1183-1335 mm.

- Phức hệ 3, *Ammonia – Stenochleana – Quercoidites*, độ sâu 265 – 700m, có MAT trong khoảng 15,6 – 22,2 °C và MAP trong khoảng 1035 – 1724 mm.



Hình 3. Tỷ lệ các yếu tố sinh thái trong lỗ khoan LK51SH.



Hình 4. Các yếu tố nhiệt độ và lượng mưa trong Miocen muộn LK51SH.

Lỗ khoan LK97SH

Tỷ lệ các yếu tố sinh thái biến động theo chiều sâu ở lỗ khoan LK97SH có phức tạp hơn so với lỗ khoan LK51SH (Hình 5).

- Mẫu lấy ở độ sâu sâu nhất (1050m) là mẫu duy nhất có tỷ lệ megathermic vượt trội hẳn (67%) so với megamesothermic (0%) và mesothermic (33%). Khí hậu ở đây có thể là nhiệt đới hoặc á nhiệt đới. Tuy nhiên số lượng bào tử phần ở đây không nhiều nên độ tin cậy không cao.

- Ở các độ sâu 1020m, 885m và 788m đều không phát hiện thực vật megathermic, tỷ lệ mesothermic thường vượt trội hoặc bằng tỷ lệ megamesothermic. Khí hậu thuộc loại ôn đới hoặc á nhiệt đới lạnh. Tuy nhiên số lượng bào tử phần ở đây không nhiều nên độ tin cậy còn hạn chế. Riêng mẫu ở độ sâu 885m với 19 cá thể được xác định thì có 6 cá thể có đặc trưng sinh thái có thể dùng đánh giá khí hậu khi kết hợp với các kết quả phân tích khác.

- Ở độ sâu 968m yếu tố megathermic (64%) chiếm ưu thế hơn hẳn so với megamesothermic (18%) và mesothermic (18%) thể hiện khí hậu nhiệt đới, á nhiệt đới nóng.

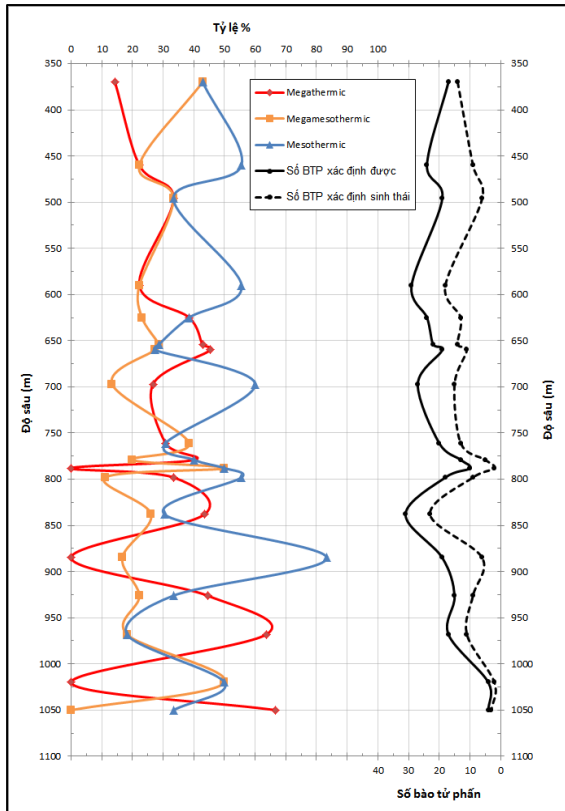
- Ở các độ sâu 697m, 590m và 460m, tỷ lệ thực vật mesothermic cao nhất (56-60%), tỷ lệ megamesothermic và megathermic thấp hơn nhiều. Khí hậu ở đây có thể là ôn đới, á nhiệt đới lạnh.

- Đan xen với các độ sâu nêu trên, ở khoảng độ sâu 761m, 654m, tỷ lệ thực vật megamesothermic cao, tỷ lệ megathermic thường nhỉnh hơn tỷ lệ mesothermic chút ít. Khí hậu ở đây có tính chất nóng hơn so với các khoảng liền kề trên và dưới nó. Khí hậu có lẽ thuộc loại á nhiệt đới nóng.

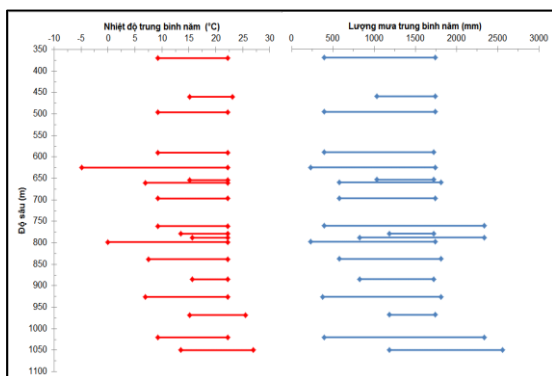
Như vậy, khí hậu trong khoảng độ sâu từ 1050m đến 360m ở lỗ khoan LK97SH có lẽ lúc đầu là khí hậu nhiệt đới, á nhiệt đới nóng, dao động chuyển sang á nhiệt đới lạnh, ôn đới ở độ sâu 885m. Sau đó khí hậu mang tính chất á nhiệt đới với những pha nóng hơn (á nhiệt đới nóng) ở khoảng độ sâu 761m, 654m, xen kẽ với những pha lạnh hơn (á nhiệt đới lạnh hoặc ôn đới) ở các độ sâu 697m, 590m và 460m.

Đánh giá theo tiếp cận đồng tồn tại cho phép xác định điều kiện nhiệt độ trung bình năm (MAT) và lượng mưa trung bình năm (MAP) trong các phức hệ cổ sinh trong lỗ khoan LK97SH như sau (Hình 6):

- Phức hệ 1, *Stenochleana-Triporopollenites*, độ sâu 895 - 1050m, có MAT trong khoảng 15,2-22,2 °C và MAP trong khoảng 1183-1741 mm.
- Phức hệ 2, *Ammonia-Stenochleana-Quercoidites*, độ sâu 365-895m, MAT trong khoảng 15,6-22,2°C và MAP trong khoảng 1183-1724 mm.



Hình 5. Tỷ lệ các yếu tố sinh thái trong lỗ khoan LK97SH.



Hình 6. Các yếu tố nhiệt độ và lượng mưa trong Miocen muộn LK97SH.

Lỗ khoan LK102SH

Ở lỗ khoan LK102SH thực vật megamesothermic trong đoạn từ 548m đến 1090m thường chiếm tỷ lệ cao nhất ngoại trừ mẫu ở độ sâu 1020m (Hình). Khái quát về thành phần các yếu tố sinh thái ở đây như sau:

Ở độ sâu 1020m, mẫu rất nghèo bào tử phấn, chỉ có 5 bào tử phấn được xác định với 1 phần duy nhất (*Caryapollenites* sp.) thuộc loại thực vật mesothermic. Do vậy mẫu này thiếu độ tin cậy

Ở độ sâu 950m không có yếu tố mesothermic, chỉ có megamesothermic (67%) và megathermic (33%). Như vậy có lẽ khí hậu ở đây thuộc loại khí hậu á nhiệt đới nóng.

Ở độ sâu 760m, tương tự như trên, tỷ lệ megamesothermic (50%) cao hơn so với megathermic (25%) và mesothermic (25%) nên khí hậu thuộc loại á nhiệt đới nóng.

Ở các độ sâu 800m và 615m, các yếu tố megamesothermic (45-50%) cao hơn so với mesothermic (25-32%) cao hơn so với megathermic (23-25%), khí hậu á nhiệt đới mang tính chất lạnh.

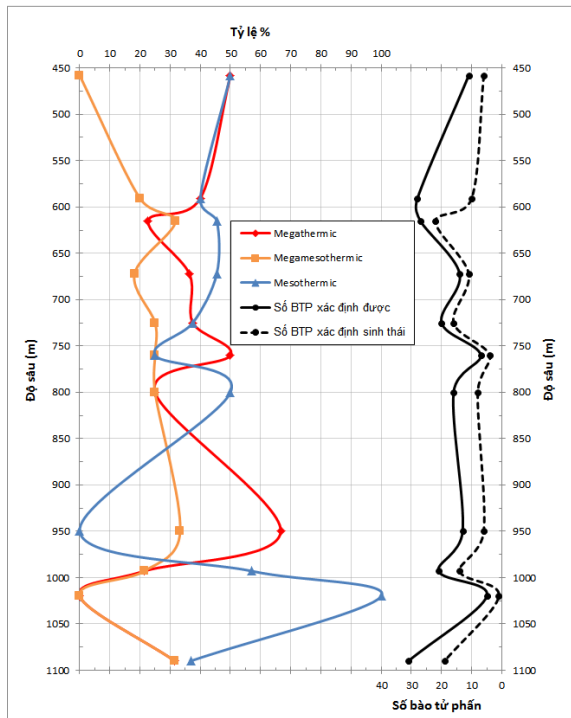
Ở các độ sâu 1090m, 725m, 590 và 485m, thường có tỷ lệ megathermic và mesothermic xấp xỉ nhau, thể hiện tính chất á nhiệt đới thuần.

Như vậy khí hậu trong khoảng độ sâu từ 1090m đến 548m ở lỗ khoan LK102SH có tính chất á nhiệt đới với những thời kỳ nóng hơn tương đối ở độ sâu 950m, 760m và lạnh hơn tương đối ở độ sâu 800m, 615m.

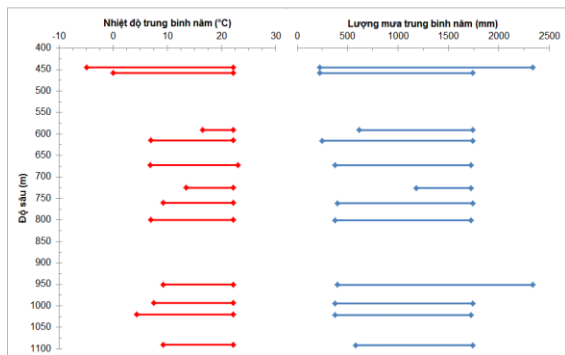
Đánh giá theo tiếp cận đồng tồn tại cho phép xác định điều kiện nhiệt độ trung bình năm (MAT) và lượng mưa trung bình năm (MAP) trong các phức hệ cổ sinh trong lỗ khoan KL102SH như sau (Hình 8):

- Phức hệ 1, *Stenochleana Triporopollenites*, độ sâu 821,9m-1090m, có MAT trong khoảng 9.3-22,2 °C và MAP trong khoảng 578-1724 mm

- Phức hệ 2, *Ammonia – Stenochleana – Quercoidites*, độ sâu 370m – 821,9m, có MAT trong khoảng 16,5 – 22,2 °C và MAP trong khoảng 1183 – 1724 mm.



Hình 7. Tỷ lệ các yếu tố sinh thái trong lỗ khoan LK102SH.



Hình 8. Các yếu tố nhiệt độ và lượng mưa trong Miocen muộn LK102SH.

Từ các phân tích trên có thể nhìn tổng quan khí hậu thời kì Miocen muộn vùng nghiên cứu có chế độ á nhiệt đới nóng ở Miocen muộn phần sớm chuyển sang chế độ nhiệt đới xen kẽ với các đợt lạnh mát hơn ở Miocen muộn phần giữa và kết thúc ở Miocen muộn phần muộn với chế độ á nhiệt đới lạnh hơn. Do số lượng mẫu hạn chế, số lượng chi loài thực vật ít nên kết quả đánh giá định lượng về chế độ nhiệt độ và lượng mưa ở đây

còn hạn chế. Tuy nhiên có thể thấy, lượng mưa có xu thế giảm dần từ >2000mm/năm ở Miocen muộn phần sớm - giữa đến <2000mm/năm ở Miocen muộn phần muộn.

5. Kết luận

Địa tầng trầm tích chứa than vùng Thái Bình có tuổi Miocen muộn được xây dựng trên cơ sở phân tích cổ sinh của các nhóm hóa thạch bào tử phấn hoa và trùng lỗ.

Sự xuất hiện một số giống loài Trùng lỗ nhóm trôi nổi (plankton) như *Neoglobaquadrina acostaensis*; *Globigerinoides ruber*, *G. bulloides*, *G. conglobatus*, là cơ sở để xác định tuổi và ranh giới địa tầng Miocen muộn với Pliocen trong các mặt cắt.

Tập hợp hóa thạch trùng lỗ nhóm bám đáy (benthos) và thành phần hệ sinh thái thực vật ngập mặn và đầm lầy cho phép xác định môi trường trầm tích trong Miocen muộn như sau:

Thời kỳ Miocen muộn phần sớm, môi trường trầm tích là bãi triều ven biển.

Thời kỳ Miocen muộn phần giữa, môi trường trầm tích là bãi triều đầm lầy ven biển.

Thời kỳ Miocen muộn phần muộn, môi trường trầm tích là bãi triều đầm lầy ven biển xen kẽ biển nông ven bờ.

Cổ khí hậu thời kì Miocen muộn vùng nghiên cứu có chế độ á nhiệt đới nóng ở Miocen muộn phần sớm chuyển sang chế độ nhiệt đới xen kẽ với các đợt lạnh mát hơn ở Miocen muộn phần giữa và kết thúc ở Miocen muộn phần muộn với chế độ á nhiệt đới lạnh hơn. Lượng mưa có xu thế giảm dần từ >2000mm/năm ở Miocen muộn phần sớm giữa đến < 2000mm/năm ở Miocen muộn phần muộn.

Lời cảm ơn

Bài báo được hoàn thành trong khuôn khổ đề tài cấp Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam mã số VAST05.04/17-18. Các mẫu phân tích được lấy từ các lỗ khoan do Liên đoàn Địa chất Quốc tế thực hiện với sự đồng ý của cơ quan chủ quản là Tổng cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam.

Tài liệu tham khảo

- [1] Vũ Xuân Doanh, Báo cáo Tổng kết địa chất và độ chứa than miền võng Hà Nội, Lưu trữ Trung tâm Thông tin Lưu trữ Địa chất, Hà Nội, 1986.
- [2] Vũ Nhật Thăng (chủ biên), Báo cáo đo vẽ bản đồ địa chất và tìm kiếm khoáng sản tỷ lệ 1/50.000 nhóm từ Nam Định – Thái Bình, Lưu trữ Trung tâm Thông tin Lưu trữ Địa chất, Hà Nội, 1995.
- [3] Tập đoàn Công nghiệp Than – Khoáng sản Việt Nam, Tóm tắt báo cáo kết quả thi công đề án Thăm dò than khu Nam Thịnh, huyện Tiên Hải, tỉnh Thái Bình, Lưu Tập đoàn Công nghiệp Than – Khoáng sản Việt Nam, Hà Nội, 2016.
- [4] Trương Cam Báo, Cổ sinh vật học, NXB Đại học và Trung học chuyên nghiệp, Hà Nội, 1980.
- [5] Nguyễn Ngọc, Nguyễn Hữu Cừ, Đỗ Bạt, Hóa thạch Trùng lỗ (foraminifera) Kainozoi thêm lục địa và các vùng lân cận ở Việt Nam, NXB Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam, Hà Nội, 2006.
- [6] M. E. Zubkovits, Phương pháp nghiên cứu cổ sinh địa tầng – cơ sở sinh địa tầng, NXB Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội, 1978. (người dịch: Trịnh Đánh, Nguyễn Ngọc, Nguyễn Văn Trinh).
- [7] Đỗ Bạt (chủ biên), Định danh và liên kết địa tầng trầm tích Đệ Tam thêm lục địa Việt Nam, Báo cáo tổng kết nhiệm vụ nghiên cứu khoa học cấp ngành, Lưu Viện Dầu khí Việt Nam, Hà Nội, 2001.
- [8] Đỗ Bạt, Nguyễn Dịch Dỹ, Phan Huy Quỳnh, Phạm Hồng Quế, Nguyễn Quý Hùng, Đỗ Việt Hiếu, Địa tầng các bể trầm tích Kainozoi Việt Nam, Địa chất và tài nguyên dầu khí Việt Nam, NXB Khoa học Kỹ thuật, Hà Nội, 2007.
- [9] Dương Xuân Hào (Chủ biên), Hóa thạch đặc trưng ở miền Bắc Việt Nam, NXB Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội, 1980.
- [10] Mai Văn Lạc, Vũ Anh Thư, Đỗ Thị Bích Thược, Phân dị sinh thái và phân dị tiến hóa của Foraminifera Vịnh Bắc Bộ, Tạp chí các Khoa học về Trái đất 31 (2) (2009) 139-147.
- [11] Nguyễn Ngọc, Nguyễn Xuân Phong, Một số nét về hóa thạch Trùng lỗ kích thước lớn và ý nghĩa của việc nghiên cứu đối tượng này. Tạp chí Thăm dò – Khai thác Dầu khí 5 (2016) 22-28.
- [12] J.A. Cushman, Foraminifera and their classification and economic use, Contribution from the Cushman Laboratory for Foraminiferal Research 4 (1928) 1-401.
- [13] J.A. Cushman, The Foraminifera of the tropical Pacific collections of the “Albatross”, 1899-1900. Pt.2-Lagenidae to Alveolinellidae. Bull. U.S. Nat. Mus., Washington, 161 (1933) 1-79.
- [14] J.P. Debenay, A Guide to 1,000 Foraminifera from Southwestern Pacific New Caledonia. IRD Editions. Institut de recherche pour le développement. Paris: Marseille, Publications Scientifiques du Muséum, Muséum national d’Histoire naturelle, 2012, pp. 1–378.
- [15] Trần Đình Nhân, Áp dụng phương pháp phân tích bào tử phấn hoa vào việc nghiên cứu địa chất ở nước ta”, Nội san Địa chất 5 (1962) 22-23.
- [16] G. Erdtman, An Introduction to Pollen Analysis. Waltham, Mass. 1943, pp. 1-239.
- [17] G. Erdtman, Pollen Morphology and Plant Taxonomy, Angiosperms (An Introduction to Palynology. 1), Stockholm, 1952, pp. 1-539.
- [18] Phạm Quang Trung (chủ biên), Các phức hệ bào tử phấn hoa trong trầm tích Paleogen bắc bể Sông Hồng và vùng ven rìa, mối quan hệ của chúng với môi trường trầm tích. Báo cáo nhiệm vụ cấp ngành dầu khí, Viện Dầu khí Việt Nam, 1998.
- [19] Đinh Văn Thuận, Các phức hệ bào tử phấn hoa trong trầm tích Đệ tứ đồng bằng Nam bộ, ý nghĩa địa tầng và cổ địa lý của chúng, Luận án Tiến sĩ Địa chất, Đại học Mỏ-Địa chất Hà Nội, Hà Nội, 2005.
- [20] V. Mosbrugger, T. Utescher, The coexistence approach-a method for quantitative reconstructions of Tertiary terrestrial paleoclimate data using plant fossils, Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology 134 (1997) 61-86.
- [21] J.P. Suc, Origin and evolution of the Mediterranean vegetation and climate in the Europe. Macmillan Journal Ltd, 1984, pp. 429-435.
- [22] P.B. Tomlinson, The botany of mangroves. Cambridge University Press, Cambridge, 1986, pp. 1-413.
- [23] A.M. Ellison, Mangrove restoration: Do we know enough?. Restoration ecology, 2000, pp. 142-155.
- [24] Gozalo Jiménez-Moreno, Martin Head, Mathias Harzhauser, Early and Middle Miocen dinoflagellate cyst stratigraphy of the Central Paratethys, Central Europe. The Micropaleontological Society, 2005, pp. 113-139.
- [25] Yong Quan, Shuai Wang, Ming Gu, Jun Kuang. Field measurement of wind speeds and wind-induced responses atop the Shanghai world financial center under normal climate conditions. Hindawi publishing corporation, 2013, pp.1-14.
- [26] W.H. Blow, Late middle Miocene to Recent planktonic foraminiferal biostratigraphy. In Bronnimann, P.Renz, H.H (eds), Proceedings of the First International Conference on Planktonic Microfossils, Geneva 1 (1969) 199-422.
- [27] Berggren, Van Couvering, Neogen chronostratigraphy, planktonic foraminiferal zonation and the radiometric time scale. W.H.O.I., part1, 1974.
- [28] T. Saito, Late Cenozoic planktonic foraminiferal datum levels: the present state of knowledge toward accomplishing Pan-Pacific correlation. Proceed 1 Intern. Cong. pacific Neogene strstigraphy, Tokyo, 1976, pp. 61-80.
- [29] G. Bartoli, M. Samthein, M. Weineil, H. Erenkeuser, D. Garbe-Scheonberg, D. W. Lea, Final closure of Panama and the onset of northern hemisphere glaciation, Erath and Planetary Science Letters 237 (2005) 33-44.