

PHÂN TÍCH BIẾN ĐỘNG MÙA CỦA VI KHUẨN PHÙ DU THỦY VỰC NHA PHU, BÌNH CANG VÀ NHA TRANG BẰNG MÁY ĐO DÒNG TẾ BÀO

Lê Thị Thu Nga¹, Đoàn Như Hải², Nguyễn Chí Thời², Thierry Bouvier³,
Yvan Bettarel³, Nguyễn Ngọc Lâm²,

¹ Trường Đại Học Khoa Học Tự Nhiên, Đại Học Quốc Gia Tp Hồ Chí Minh

² Viện Hải Dương Học,

³ Laboratoire Ecosystèmes Lagunaires, Université de Montpellier 2, CNRS-Ifremer-IRD-
UMR5119, Montpellier, cedex 5, France

Email: habsea@dng.vnn.vn

Tóm tắt:

Bài báo này khảo sát biến động mật độ vi khuẩn theo mùa và theo mặt cắt từ đỉnh đầm Nha Phu – vịnh Bình Cang đến vịnh Nha Trang sử dụng máy đo dòng tế bào (flow cytometry) và kỹ thuật hiển vi huỳnh quang. Mật độ vi khuẩn trung bình biến động từ $5 - 103 \times 10^5$ tế bào ml^{-1} và khác biệt rõ rệt giữa tháng, các trạm và theo mùa trong năm. Mật độ vi khuẩn cao nhất ghi nhận trong tháng 12 ($57 \pm 18 \times 10^5$ tế bào ml^{-1}) và có đỉnh cao thứ 2 trong tháng 7. Mật độ vi khuẩn giảm dần theo thứ tự là mùa mưa, vào thời kỳ gió mùa đông bắc ($31,7 \times 10^5$ tế bào ml^{-1}); mùa khô, vào thời kỳ gió mùa tây nam ($24,7 \times 10^5$ tế bào ml^{-1}); giai đoạn chuyển tiếp gió mùa ($18,5 \times 10^5$ tế bào ml^{-1}); và thấp nhất vào mùa khô, thời kỳ gió mùa đông bắc ($15,8 \times 10^5$ tế bào ml^{-1}). Mật độ vi khuẩn biến động khác nhau ở tầng mặt và đáy. Mật độ vi khuẩn ở tầng mặt giao động mạnh từ $13,4 \pm 10,0 \times 10^5$ đến $32,9 \pm 28,7 \times 10^5$ tế bào ml^{-1} , nhưng ít biến đổi hơn ở tầng đáy từ $(13,7 \pm 4,4) \times 10^5$ đến $(24,2 \pm 12,1) \times 10^5$ tế bào ml^{-1} . Mật độ vi khuẩn cao trong thời điểm có độ muối giảm (31-32 ‰) và nhiệt độ thấp ($25,5-26,5$ °C). Vi khuẩn HNA giảm dần từ mùa mưa đến mùa khô, và tăng lại vào cuối mùa khô, thời gian có gió mùa tây nam. Vi khuẩn HNA luôn có mật độ cao hơn vi khuẩn LNA (>50%). Khảo sát qua kính hiển vi huỳnh quang các dạng vi khuẩn khác nhau cho thấy thành phần các loại vi khuẩn có biến động theo mùa. Nhóm cầu khuẩn luôn chiếm tỷ lệ cao nhất qua các mùa (biến động từ 61,0 - 76,7%).

SEASONAL DYNAMICS OF FLOW CYTOMETRIC CHARACTERISTICS OF BACTERIOPLANKTON IN NHA PHU, BINH CANG AND NHA TRANG WATERS

Abstract:

This paper presents seasonal variation of planktonic bacterial density along the transect from Nha Phu lagoon to Binh Cang and Nha Trang bays in 2009-2010 with the application of flow cytometry and fluorescent microscopy

technique. Yearly average bacterial density were from $5.0 - 103.0 \times 10^5$ cells ml^{-1} and showed clear different among stations, seasons and sampling months. Bacterial density reached the highest peak in December ($57.0 \pm 18.0 \times 10^5$ cells ml^{-1}) and another smaller peak in July. Bacterial density were high during wet season with northeast (NE) monsoon and dry season with southwest (SW) monsoon, 31.7 and 24.7×10^5 cells ml^{-1} respectively; and low during the dry with northeast monsoon and dry with transitional monsoon (from NE to SW), 15.8 and 18.5×10^5 cells ml^{-1} respectively. There is also different in density between surface and bottom layers of water column where stronger variation at surface ($13.4 \pm 10.0 - 32.9 \pm 28.7 \times 10^5$ tế bào. ml^{-1}) than at bottom layer ($13.7 \pm 4.4 - 24.2 \pm 12.1 \times 10^5$ cells ml^{-1}). There were negative correlation of bacteria density with salinity and temperature while positive with suspended matter concentration, especially at stations in Nha Phu lagoon. Higher bacterial densities were associated with salinity from 31-32 ‰ and temperature from 25.5-26.5 °C. The FNA bacteria density decreased from wet to dry seasons and always contributed larger proportion (>50%) comparing to LNA bacteria. Investigation on fluorescent microscopy showed there were mainly 4 types of bacteria morphology including coccoid, rod, comma and spiral shapes. Ratio (%) among these groups showed clear different between seasons. The coccoid bacteria contributed the largest proportion (61.0 - 76.7%) among others.

I. MỞ ĐẦU

Trong các vi sinh vật biển, vi khuẩn chiếm ưu thế bởi sự phong phú, đa dạng và hoạt động trao đổi chất. Vi khuẩn biển đóng vai trò quyết định trong phân hủy các chất hữu cơ và chu trình của các chất dinh dưỡng, chúng có thể phân hủy tất cả các hợp chất hữu cơ tự nhiên và nâng cao hiệu quả dinh dưỡng của cá lưới thức ăn ở biển và các quá trình quan trọng (ví dụ, năng suất của ngành thủy sản, sản xuất lượng carbon ở đáy biển (Karl, 2007)). Hiện nay, có nhiều nghiên cứu về vi khuẩn trong hệ sinh thái biển và nước ngọt đã chỉ ra rằng các quần xã vi khuẩn thường bị chi phối bởi các nhóm phân loại rất khác nhau và bởi các yếu tố môi trường khác nhau (Schauer và cs., 2000). Alavandi (1990) cho rằng phân bố của vi khuẩn phụ thuộc vào sự thay đổi về nhiệt độ nước, độ mặn và yếu tố hóa lý khác. Bouvier & del Giorgio (2002) chứng minh sự phân bố của các nhóm vi khuẩn rõ ràng theo gradient độ mặn có liên quan đến lượng mưa hay điều kiện thủy văn. Rheinheimer (1997) cũng đã chỉ ra rằng thành phần của các quần xã vi khuẩn nuôi cấy liên quan chặt chẽ với những thay đổi độ mặn ở các cửa sông.

Ngày nay, phương pháp nghiên cứu vi khuẩn bằng máy đo dòng tế bào (flow cytometry, FCM), được sử dụng phổ biến ở nhiều nơi trên thế giới. Người ta phân biệt vi khuẩn dựa trên việc nhuộm màu huỳnh quang nucleic acid. CFM đã trở thành một trong những công cụ mạnh nhất để nghiên cứu các quần xã vi sinh vật tự nhiên. CFM có thể dễ dàng áp dụng để định lượng vi khuẩn tồn tại trong một mẫu, định lượng chính xác số lượng

vi khuẩn sống, chết, với độ chính xác cao và nhanh hơn so với phương pháp đếm bằng kính hiển vi quang học huỳnh quang.

Các nghiên cứu trên FCM đã cho thấy có sự tồn tại của hai nhóm vi khuẩn khác nhau, đặc trưng bởi hàm lượng acid nucleic cao (HNA) và hàm lượng acid nucleic thấp (LNA). Có những giả thiết cho rằng tỷ lệ HNA/LNA có liên quan đến những biến động của quần thể, nhưng chưa xác định được đó là đặc trưng của những nhóm quần thể khác nhau hay là các giai đoạn sinh lý khác nhau của vi khuẩn (Jochem và cs. 2004, Longnecker và cs. 2005, Moran và cộng sự, 2007). Buovier và cộng sự (2007), cho thấy mặc dù HNA/LNA có mặt trong hầu hết các mẫu, nhưng cấu hình cơ bản CFM thay đổi rất nhiều trong hệ sinh thái khác nhau.

Trên thế giới, trước tình hình biến đổi khí hậu, các nghiên cứu về sinh thái và đa dạng vi khuẩn biển là rất quan trọng. Theo lý thuyết, nhiệt độ tăng sẽ làm tăng hoạt động tiết enzym và cuối cùng là mật độ tế bào cao hơn. Ảnh hưởng của khí hậu nóng lên trên vi khuẩn dị dưỡng có thể kiểm tra được thông qua những thay đổi đa dạng, độ phong phú hoặc hoạt động của chúng với sự thay đổi nhiệt độ trong những điều kiện tự nhiên hiện nay. Trong phân tích của Li và cs. (2004) và Apple và cs. (2008) cho thấy tỉ lệ sinh khối vi khuẩn và thực vật phù du tăng lên tỷ lệ với tăng nhiệt độ.

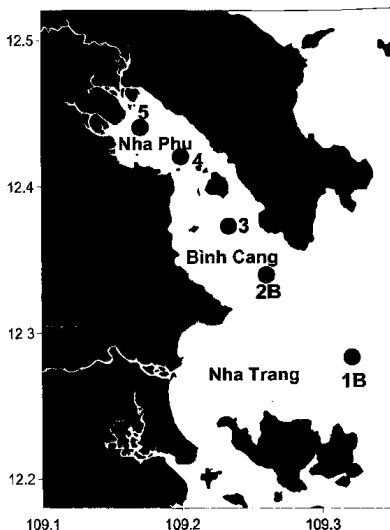
Ở Việt Nam, nghiên cứu vi khuẩn ở biển chưa được quan tâm nhiều. Qua các đề tài nghiên cứu của Viện Hải Dương Học trong những năm 2001-2006, ở các vùng biển ven bờ nam trung bộ và nam bộ, cho thấy số lượng vi khuẩn rất cao ở những nguồn nước bị ô nhiễm (Võ Hải Thi và cs. 2001, Dương Văn Thắng và cs. 2003, Lê Lan Hương và cs. 2006), đặc biệt là các vi khuẩn gây bệnh (Võ Hải Thi và cs. 2003).

Bài báo này nhằm tìm hiểu các biến động của các yếu tố thời tiết (mùa) cùng với môi trường (nhiệt độ, độ mặn, độ đục) ảnh hưởng đến mật độ và thành phần vi khuẩn phù du như thế nào trong thủy vực Nha Phu, Bình Cang và Nha Trang.

II. MẪU VẬT VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Các mẫu vật sử dụng từ chương trình thu mẫu của dự án ClimeeViet (Viện Hải Dương Học). Mẫu được thu từ tháng 8/2009 đến tháng 7/2010, ở 5 trạm theo mặt cắt từ đỉnh đầm Nha Phu ra ngoài giữa vịnh Nha Trang (Hình 1) ở tầng mặt và tầng gần đáy. 15 mL mẫu được rút ra từ các chai thu mẫu, lọc qua rây có mắt lưới 20 μm và chứa trong các lọ vô trùng có dung tích 1,5 mL. Mẫu được cố định bằng 10 μl dung dịch paraformaldehyde bão hòa. Mẫu sau khi cố định được để trong điều kiện nhiệt độ thường trong 10 phút và sau đó nhanh chóng đông lạnh trong nitơ lỏng. Sau đó chúng được lưu trữ đông lạnh ở -30°C cho đến khi phân tích.

Sử dụng phương pháp đếm bằng máy đếm dòng tế bào (flow cytometry) FACS Canto II để khảo sát biến động số lượng vi khuẩn tổng thể và biến động thành phần vi khuẩn HNA và vi khuẩn LNA. Mẫu được rửa đông ở nhiệt độ phòng, sau đó nhuộm SYBR green II (Molecular Probes) 10 phút, pha loãng với nước cất (khí cân thiết), thêm vào dung dịch bead (Truocount, BD), sau đó chạy mẫu bằng máy flow cytometry (Marie và cs. 1997).



Hình 1. Bản đồ vị trí trạm thu mẫu

Sử dụng kính hiển vi quang học huỳnh quang để khảo sát các hình dạng vi khuẩn khác nhau và biến động tỉ lệ của chúng. Mẫu được rã đông, 0.5 mL được lọc mẫu qua màng Whatman Anodisc (đường kính lỗ lọc $0.02\mu\text{m}$, đường kính màng lọc 19 mm), nhuộm bằng SYBR Gold (Molecular Probes) 10 phút, sau đó đặt màng đã lọc trên lam kính có chứa dung dịch cityflour và đặt lại bằng lamen (Chen & Wang 2007) và quan sát bằng kính hiển vi huỳnh quang Leica DMLB ở độ phóng đại 1000x.

Khu vực nghiên cứu chịu ảnh hưởng của khí hậu gió mùa nhiệt đới và có 2 mùa mưa và khô rõ rệt nên có thể chia các giai đoạn với ảnh hưởng khí hậu khác nhau như sau:

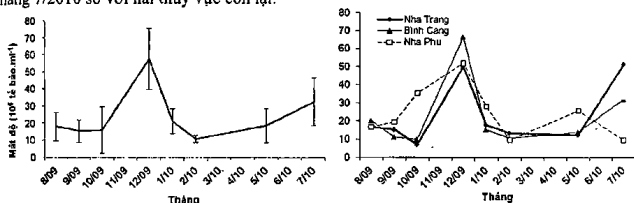
- + Mùa mưa, gió mùa đông bắc, kí hiệu: mưa, ĐB - gồm tháng 9-12/2009.
- + Mùa khô, gió mùa đông bắc, kí hiệu: khô, ĐB - gồm tháng 1, 2, 3/2009.
- + Mùa khô, giai đoạn chuyển tiếp gió mùa, kí hiệu: khô, CT - gồm tháng 4, 5/2010.
- + Mùa khô, gió mùa tây nam kí hiệu: khô, TN - gồm các tháng 8/2009 và 7/2010.

II. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU:

II.1. Biến động mật độ vi khuẩn phù du theo mùa

Mật độ vi khuẩn trong toàn khu vực nghiên cứu dao động trong khoảng 5.10^5 - 103.10^5 tế bào. ml^{-1} . Mật độ vi khuẩn cao nhất ghi nhận được trong tháng 12 là $57,0 \times 10^5$ tế bào. ml^{-1} ($50,0 - 66,6 \times 10^5$ tế bào. ml^{-1}). Đỉnh cao thứ 2 ghi nhận trong tháng 7 đạt $32,3 \pm 14,0 \times 10^5$ tế bào. ml^{-1} ($19,3-51,6 \times 10^5$ tế bào. ml^{-1}). Những tháng còn lại, mật độ vi khuẩn thấp ($7,14 \times 10^5 - 20,05 \times 10^5$ tế bào. ml^{-1}) (Hình 2).

So sánh các thủy vực khác nhau bao gồm đầm Nha Phu (trạm 4, 5), vịnh Bình Cang (trạm 2, 3), và vịnh Nha Trang (trạm 1) cho thấy biến động năm của mật độ vi khuẩn phù du ở các thủy vực này là khá tương tự nhau (Hình 2). Điểm khác biệt trong biến động năm ở đầm Nha Phu là mật độ vi khuẩn cao hơn hẳn trong tháng 10/2009 và thấp hơn trong tháng 7/2010 so với hai thủy vực còn lại.



Hình 2: Biến động mật độ vi khuẩn trung bình theo các tháng thu mẫu của toàn khu vực nghiên cứu (hình trái) và các thủy vực khác nhau (hình phải)

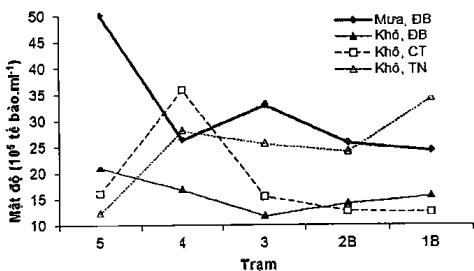
Mật độ vi khuẩn cao hơn trong mùa mưa, thời kỳ gió mùa đông bắc ($31,8 \pm 26,0 \times 10^5$ tế bào. ml^{-1}) và mùa khô, thời kỳ gió mùa tây nam ($24,8 \pm 13,8 \times 10^5$ tế bào. ml^{-1}), thấp hơn trong thời kỳ chuyển tiếp gió mùa từ đông bắc sang tây nam ($18,5 \pm 8,3 \times 10^5$ tế bào. ml^{-1}) và thấp nhất trong mùa khô, thời kỳ có gió mùa đông bắc ($15,8 \pm 6,6 \times 10^5$ tế bào. ml^{-1}). Mật độ vi khuẩn trong tất cả các mùa đều khác nhau (t -test, $p < 0.5$).

II.2. Biến động mật độ vi khuẩn mặt cắt

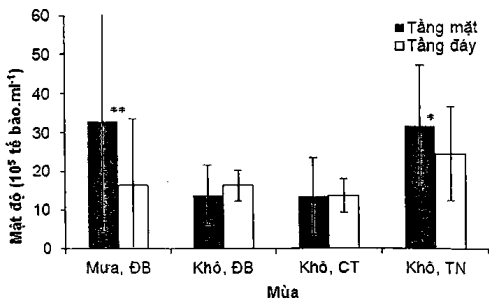
Trong thời gian gió mùa đông bắc ở cả mùa khô và mùa mưa, thời gian mùa khô, chuyển tiếp gió mùa, mật độ vi khuẩn đều có xu hướng giảm dần từ trong bờ ra biển, riêng trong mùa khô, thời gian có gió tây nam thì mật độ vi khuẩn có xu hướng ngược lại, tăng từ trong bờ ra biển (Hình 3).

II.3. Biến động mật độ vi khuẩn phù du giữa tầng mặt và đáy

Biến động mật độ của vi khuẩn ở tầng mặt rất cao từ $(13,4 \pm 10,0) \times 10^5$ đến $(32,9 \pm 28,7) \times 10^5$ tế bào. ml^{-1} , trong khi ở tầng đáy ít biến động hơn từ $(13,7 \pm 4,4) \times 10^5$ đến $(24,2 \pm 12,1) \times 10^5$ tế bào. ml^{-1} (Hình 4).

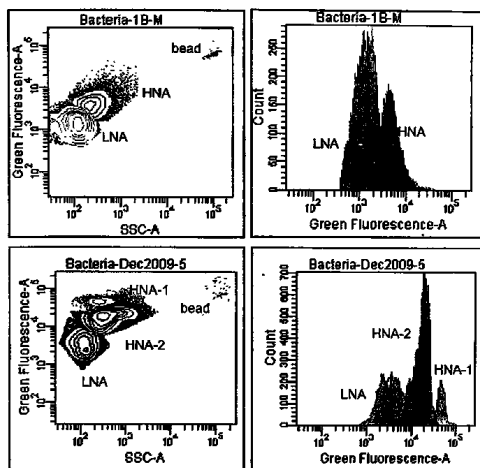


Hình 3: Biến động mật độ vi khuẩn tại các trạm thu mẫu theo mùa



Hình 4. Biến động mật độ vi khuẩn theo tầng mặt và đáy (** khác nhau $p < 0.1$; * khác nhau $p < 0.5$, T-test)

Mật độ vi khuẩn tầng mặt rất cao vào mùa mưa, thời gian có gió Đông Bắc (32.94 ± 28.70) $\times 10^5$ tế bào.ml⁻¹ và mùa khô, thời gian có gió Tây Nam (31.44 ± 15.49) $\times 10^5$ tế bào.ml⁻¹ và cao hơn ở tầng đáy. Mật độ vi khuẩn ở tầng mặt và đáy không khác nhau trong các mùa còn lại. Biến động mật độ vi khuẩn trong khu vực chịu sự chi phối của biến động tại tầng mặt.



Hình 5. Biểu đồ phân tích flowcytometry biểu diễn phân bố các nhóm vi khuẩn của trạm 1B-tháng 5-2010, ở tầng mặt và trạm 5-tháng 12-2009 (HNA- vi khuẩn có hàm lượng acid nucleic cao; LNA- vi khuẩn có hàm lượng acid nucleic thấp, bead – hạt cầu)

II.4. Biến động các nhóm vi khuẩn HNA và LNA

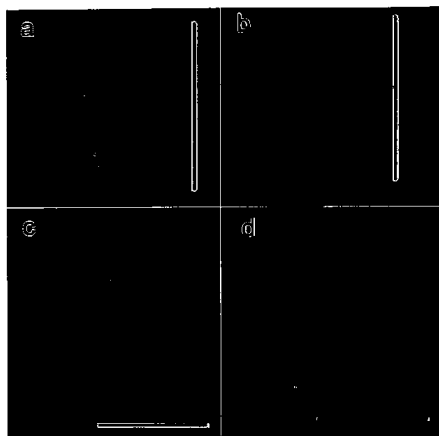
Các nhóm vi khuẩn HNA và LNA biến động khác nhau theo mùa và trạm (Hình 5). Tỷ lệ phần trăm của vi khuẩn HNA cao hơn vi khuẩn LNA và luôn trên 50% qua các mùa. Tỷ lệ mật độ của vi khuẩn HNA và LNA thay đổi qua các mùa, tỷ lệ vi khuẩn HNA giảm dần từ mùa mưa đến mùa khô và tăng lại vào cuối mùa khô, thời kỳ có gió mùa tây nam.

II.5. Ảnh hưởng của các yếu tố nhiệt độ, độ mặn, độ đục đến mật độ vi khuẩn phù du

Kết quả chúng tôi thu được cho thấy mật độ vi khuẩn cao nhất ở khoảng nhiệt độ 25,5-26,5°C, độ muối 31-32‰. Tương quan giữa các yếu tố này với mật độ vi khuẩn giảm dần từ đỉnh đầm Nha Phu đến vịnh Nha Trang. Ở trạm đỉnh đầm (trạm 5) hệ số tương quan giữa mật độ vi khuẩn và độ mặn, nhiệt độ và độ đục lần lượt là -0,9, -0,4, và 0,7; trạm 4 là 0,4, 0,3, và -0,6; trạm 3 chỉ có tương quan thấp với nhiệt độ tại tầng mặt (-0,5) và độ đục tại tầng đáy (0,5). Trạm ở vịnh Nha Trang (trạm 1B) là trạm sâu nhất (độ sâu 32m) thì mật độ vi khuẩn không có tương quan mạnh với các yếu tố khảo sát ở tầng mặt, ở tầng đáy lại có tương quan dương với độ mặn (0,5) và tương quan âm với độ đục (-0,5).

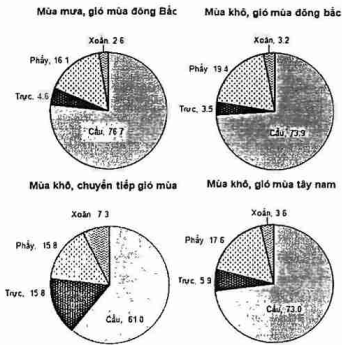
II.6. Biến động mùa của tỉ lệ các dạng tế bào vi khuẩn khác nhau

Khảo sát tỉ lệ % các dạng vi khuẩn khác nhau bao gồm các cầu khuẩn, phẩy khuẩn, trực khuẩn và xoắn khuẩn (Hình 6) cho thấy có biến động rõ rệt theo mùa, trong đó biến động thành phần vi khuẩn từ mùa khô, giai đoạn chuyển tiếp gió mùa qua các mùa khác là rõ nét nhất (Hình 7). Cầu khuẩn luôn chiếm tỷ lệ cao nhất qua các mùa (biến động từ 61,0 - 76,7%).



Hình 6. Các dạng hình thái vi khuẩn chụp qua kính hiển vi huỳnh quang, thước 10 μm , a - xoắn khuẩn, b - phẩy khuẩn, c - trực khuẩn, d - cầu khuẩn.

Trong thời gian gió mùa đông bắc ở cả mùa mưa và mùa khô, mùa khô có gió tây nam tỉ lệ vi khuẩn dạng cầu chiếm ưu thế nhất (trên 70%), sau đó là phẩy khuẩn (biến động 16,1-19,4 %), sau đó là tỷ lệ trực khuẩn (biến động từ 3,54-5,89%), sau đó là tỷ lệ xoắn khuẩn ít nhất (biến động từ 2,6-3,6%); riêng mùa khô, giai đoạn chuyển tiếp gió mùa thì tỷ lệ các thành phần vi khuẩn với cầu khuẩn vẫn là chiếm ưu thế nhất nhưng chiếm tỷ lệ thấp hơn các mùa khác (61,0%), thay vào đó là các tỷ lệ que khuẩn, xoắn khuẩn tăng lên (15,8%, 7,3%); Tỷ lệ phẩy khuẩn trong quần hợp vi khuẩn cũng tương đối ổn định (biến động từ 16,12-19,35%) qua các mùa (Hình 7).



Hình 7. Biến động tỷ lệ % các dạng vi khuẩn: xoắn khuẩn, phẩy khuẩn và trục khuẩn khác nhau theo các mùa.

III. THẢO LUẬN

Mật độ vi khuẩn từ khu vực nghiên cứu biến động từ 5.10^5 - 103.10^5 tế bào. ml^{-1} là phù hợp với những nghiên cứu trước đây, nhất là ở khu vực nhiệt đới (Jochem và cs. 2004) hay khu vực cửa sông nhiệt đới (Jochem 2003). Theo Whitman và cs. (1998), Jochem (2003), Jochem và cs. (2004) mật độ vi khuẩn phù du ở biển trung bình từ 10^5 - 10^7 tế bào. ml^{-1}

Biến động mật độ theo mùa của vi khuẩn được khảo sát từ nhiều nghiên cứu trước đây và có liên quan đến nhiệt độ như mật độ cao ghi nhận trong những tháng mùa hè và thấp trong những tháng mùa đông (Li 1998, Steinberg và cs. 2001, Alonso Saz và cs. 2008, Gameau và cs. 2008). Thay đổi mật độ theo mùa có thể do sự thay đổi về trao đổi chất của vi khuẩn (Kirchman và cs. 1993, Carlson & Ducklow 1996). Kết quả khảo sát mật độ vi khuẩn trong vùng nghiên cứu cũng cho thấy mật độ vi khuẩn biến động theo mùa và biến động theo các tháng trong năm. Mùa mưa có mật độ vi khuẩn cao do lượng vật chất hữu cơ được tải ra biển nhiều hơn cung cấp lượng carbon dồi dào cho vi khuẩn. Đồng thời với lượng carbon từ đất liền, sinh trưởng của tảo trong thủy vực cũng cao trong mùa mưa nên còn bổ sung thêm cho hệ từ nguồn carbon nội tại trong thủy vực. Các mùa khô từ tháng 1- tháng 3 có gió mùa đông bắc thủy vực không nhận được nguồn vật chất hữu cơ dồi dào từ đất liền và nhiệt độ nước biển thấp là những nguyên nhân dẫn đến mật độ vi khuẩn không cao. Trong thời kỳ gió mùa chuyển tiếp (tháng 4-5), mật độ vi khuẩn có cao hơn vì những cơn mưa tiêu man trong thời kỳ này có thể cung cấp một lượng vật chất hữu cơ đáng kể từ đất liền. Trong những tháng mùa hè (tháng 7-8) có gió mùa tây nam mật độ của thực vật phù du thường cao (Ho Văn The & Nguyễn Ngọc Lâm 2005, Nguyễn thị Mai Anh và Đoàn

Như Hải 2005, Nguyễn Ngọc Lâm và cs. 2006) nên tuy không được bổ sung vật chất hữu cơ từ đất liền do mưa mà có thể chính từ nguồn sản sinh trong thủy vực mà mật độ vi khuẩn đạt đỉnh cao thứ 2 trong năm.

Wang và cs. (2007) khảo sát nhiệt độ tăng trưởng tối ưu cho vi khuẩn phù du bằng nuôi cấy cho thấy khoảng nhiệt độ tối ưu cho sinh trưởng là 20-30 °C. Trong khảo sát của chúng tôi, mật độ cao của vi khuẩn thường ghi nhận trong khoảng nhiệt độ 25,5-26,5 °C trong khi biên độ dao động nhiệt độ nước biển trong thời gian khảo sát là 23-33°C. Mật độ cao của vi khuẩn còn ghi nhận trong mùa mưa nữa nên có thể thấy rằng vi khuẩn có điều kiện sinh trưởng tốt nhất trong thời kỳ mùa mưa (lượng vật chất hữu cơ cao) và trong thời gian có nhiệt độ thích hợp.

Troussellier và cs. (1999), Gasol và del Giorgio (2000), Lebaron và cs. (2002), Servais và cs. (2003) cho rằng các tế bào HNA có trao đổi chất và tỷ lệ tăng trưởng đặc biệt cao hơn so với các tế bào LNA, và những thay đổi về độ phong phú của vi khuẩn thường liên quan đến những thay đổi của nhóm HNA. Kết quả của chúng tôi về thành tỉ lệ vi khuẩn trùng hợp với những quan điểm trên cho thấy tỷ lệ vi khuẩn HNA luôn cao hơn vi khuẩn LNA và luôn trên chiếm trên 50% so với vi khuẩn LNA. Tuy nhiên cũng có một số quan điểm khác cho rằng các tế bào LNA cũng có thể hoạt động, và thậm chí chiếm ưu thế quần xã vi khuẩn phù du ở biển (Zubkov và cs. 2001, Jochem và cs. 2004).

Lời cảm ơn

Công trình này là một trong các nội dung nghiên cứu của dự án CLIMEEViet (2009-2011).

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Alavandi, S. V., 1990. Relationship between heterotrophic bacteria and suspended particulate matter in the Arabian Sea (Cochin). *Indian J. Mar. Sci.*, 30, p.89-92.
- Alonso-Sáez L., Vázquez-Domínguez E., Cardelús C., Pinhassi J., Sala M.M., Lekunberri I., Balagué V., Vila-Cost M., Unrein F., Massana R., 2008. Factors controlling the year-round variability in carbon flux through bacteria in a coastal marine system. *Ecos.* 11: 397-409.
- Apple, J. K., Smith, E. M., and Boyd, T. J. 2008. Temperature, salinity, nutrients, and the covariation of bacterial production and chlorophyll-a in estuarine ecosystems. *J. Coast. Res.*, 55: 59 - 75.
- Bouvier T., del Giorgio P. A. & Gasol J. M. 2007. A comparative study of the cytometric characteristics of High and Low nucleic-acid bacterioplankton cells from different aquatic ecosystems. *Environmental Microbiology*, 9(8): 2050-2066.
- Bouvier, T. C. & del Giorgio, P. A., 2002. Compositional changes in free-living bacterial communities along a salinity gradient in two temperate estuaries", *Limnology and oceanography*, 47(2), p. 453-470.
- Carlson, C. A., and Ducklow, H. W., 1996. Growth of bacterioplankton and consumption of dissolved organic carbon in the Sargasso Sea", *Aquat. Microb. Ecol.*, 10, p. 69-85.
- Chen F. & Wang K, 2007. Protocols for Counting Viruses and Bacteria using SYBR Gold Stain. Center of Marine Biotechnology. <http://www.umbi.umd.edu/>

9. Dương Văn Thắng, Lê Lan Hương, Lê Hoài Thương, Võ Hải Thi 2003. Đặc điểm phân bố của vi khuẩn khử sunphat ở khu vực Cà Mau và Trà Vinh”, *Tuyển tập nghiên cứu biển*, 13:137–142.
10. Garneau, M.-E., Roy, S., Lovejoy, C., Y. Gratton & W.F. Vincent, 2008. Seasonal dynamics of bacterial biomass and production in a coastal arctic ecosystem: Franklin Bay, western Canadian Arctic, *J. Geophys. Res.*, 113.
11. Gasol J.M. & del Giorgio P.A., 2000. Using flow cytometry for counting natural planktonic bacteria and understanding the structure of planktonic bacterial communities, *Sci Mar* 64:197–224.
12. Hồ Văn Thê, Nguyễn Ngọc Lâm, 2005. Tảo Hai roi trong vịnh Nha Trang. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Biển*, 4(5): 83–97.
13. Jochem, F.J., 2003. Photo- and heterotrophic pico- and nanoplankton in the Mississippi River plume: distribution and grazing activity. *Journal of Plankton research* 25 (10): 1201–1214.
14. Jochem, F.J., Lavrentyev, P.J., & First, M.R., 2004. Growth and grazing rates of bacteria groups with different apparent DNA content in the Gulf of Mexico, *Mar. Biol.* 145(6), p. 1213–1225.
15. Karl, D. M., 2007. Microbial oceanography: paradigms, processes and promise, *Nature Publishing Group*, 5:759-769.
16. Kirchman, D.L., Lancelot, C., Fasham, M.J.R., Legendre, L., Radach, G. & Scott, M. 1993. Dissolved organic matter in biogeochemical models of the ocean. In Evans, G.T. & Fasham, M.J.R. (eds), *Towards a Model of Ocean Biogeochemical Processes*. Springer-Verlag, Berlin, pp. 209–225.
17. Lê Lan Hương, Lê Hoài Thương, Võ Hải Thi (2006), “Đánh giá chất lượng nuôi tôm trong hàu (*Crassostrea Lugubris*) nuôi ở đầm Nha Phu”, *Tuyển tập nghiên cứu biển*, 15: 216 – 222.
18. Lebaron, P., Servais, P., Baudoux, A.C., Bourrain, M., Courties, C., & Parthuisot, N., 2002. Variations of bacterial specific activity with cell size and nucleic acid content assessed by flow cytometry. *Aquat Microb Ecol*, 28, p. 131–140.
19. Li, W. K. W. 1998. Annual average abundance of heterotrophic bacteria and *Synechococcus* in surface ocean waters. *Limnol. Oceanogr.*, 43:1746–1753.
20. Li, W. K. W., Head, E. J. H., and Harrison, W. G. 2004. Macroecological limits of heterotrophic bacterial abundance in the ocean. *Deep-Sea Res. I*, 51:1529–1540.
21. Longnecker, K., Sherr, B.F., and Sherr, E.B. 2005. Activity and phylogenetic diversity of bacterial cells with high and low nucleic acid content and electron transport system activity in an upwelling ecosystem. *Appl Environ Microbiol* 71: 7737–7749.
22. Marie, D., Partensky, F., Jacquet, S., Vaulot, D., 1997. Enumeration and cell cycle analysis of natural populations of marine picoplankton by flow cytometry using the stain SYBR Green I. *Appl Environ Microbiol*, 63, p. 186–193.
23. Morán, X.A.G., Bode, A., Suárez, L.A., & Nogueira, E. 2007. Assessing the relevance of nucleic acid content as an indicator of marine bacterial activity. *Aquat Microb Ecol* 46: 141–152.

24. Nguyễn Ngọc Lâm, Nguyễn Thị Mai Anh, Đoàn Như Hải & Hồ Văn Thế, 2006. Thực vật Phù du Đầm Nha Phu, Khánh Hòa, Việt Nam. *Tuyển tập Nghiên cứu Biển*, 15: 117-135.
25. Nguyễn Thị Mai Anh, & Đoàn Như Hải, 2005. Biến đổi mùa vụ tảo Silic *Chaetoceros* Ehrenberg (Bacillariophyceae) trong vịnh Nha Trang năm 2003. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Biển*, 4: 117-135.
26. Rheinheimer, G. 1997. The influence of natural salinity gradients on bacteria communities of flowing waters. *Limnologia*, 27: 29-35.
27. Schauer, M., R. Massana, & C. Pedros-Alio, 2000. Spatial differences in bacterioplankton composition along the Catalan coast (NW Mediterranean) assessed by molecular fingerprinting. *FEMS Microbiol. Ecol.* 33, p. 51-59.
28. Servais, P., Casamayor, E.O., Courties, C., Catala, P., Parthuisot, N., & Lebaron, P. 2003. Activity and diversity of bacterial cells with high and low nucleic acid content. *Aquat Microb Ecol*, 33, p. 41-51.
29. Steinberg, D. K., Carlson, C. A., Bates, N. R., R.J. Johnson, A.F. Michaels & A.H. Knap 2001. Overview of the US JGOFS Bermuda Atlantic time-series study (BATS): a decade-scale look at ocean biology and biogeochemistry. *Deep-Sea Res. II*, 48, p. 1405-1447.
30. Troussellier, M., Courties, C., Lebaron, P., & Servais, P. 1999. Flow cytometric discrimination of bacterial populations in seawater based on SYTO 13 staining of nucleic acids. *FEMS Microbiol Ecol*, 29, p. 319-330.
31. Võ Hải Thi, Lê Lan Hương, Dương Văn Thắng, Lê Hoài Thương (2003), "Biến động số lượng *Vibrio* theo mùa trong các khu vực nuôi tôm tại tỉnh Cà Mau và Trà Vinh", *Tuyển tập nghiên cứu biển*, 13: 143 - 150.
32. Võ Hải Thi, Lê Lan Hương, Lê Hoài Thương (2001), "Đặc điểm phân bố một số nhóm vi khuẩn tại cửa sông Cái và cửa Bé - Nha Trang", *Tuyển tập nghiên cứu biển*, 11: 175-184.
33. Wang, Y., Hammes, F., Boon, N., Egli, T. 2007. Quantification of the filterability of freshwater bacteria through 0.45, 0.22, and 0.1 mm pore size filters and shape-dependent enrichment of filterable bacterial communities. *Environ Sci Technol*, 41, p. 7080-7086.
34. Whitman, W. B., Coleman, D. C. & Wiebe, W. J. 1998. Prokaryotes: the unseen majority. *Proc. Natl Acad. Sci.*, 95, p. 6578-6583
35. Zubkov, M. V., Fuchs, B. M., Burkill, P. H., Amann, R. 2001. Comparison of cellular and biomass specific activities of dominant bacterioplankton groups in stratified waters of the Celtic Sea. *Appl Environ Microbiol*, 67, p. 5210-5218