

ĐÁNH GIÁ NĂNG SUẤT SINH HỌC SƠ CẤP VÙNG BIỂN VỊNH BẮC BỘ

Nguyễn Ngọc Tiến - Viện Địa chất và Địa vật lý biển

Dư Văn Toán - Tổng cục Biển và hải đảo Việt Nam

Đánh giá năng suất sinh học sơ cấp vùng biển vịnh Bắc Bộ (16 - 22°N, 105 - 110°E) được tính toán trên cơ sở các hệ số chuyển hoá năng lượng giữa các bậc dinh dưỡng. Các hệ số này được tìm từ việc giải bài toán mô hình chu trình chuyển hoá Nitơ trong hệ sinh thái vùng biển nghiên cứu. Kết quả cho thấy tại lớp mặt: Năng suất sơ cấp tinh của vùng biển đạt cỡ 5 đến 30 mgC/m³/ngày trong mùa gió đông bắc và 32 đến 33 mgC/m³/ngày trong mùa gió tây nam. Phân bố của năng suất sơ cấp có liên quan mật thiết với trường nhiệt của vùng biển trong các mùa. Năng suất thứ cấp của vùng biển biến đổi trong khoảng 2,5 đến 6,0 mgC/m³/ngày. Năng suất thứ cấp trong mùa gió tây nam cao hơn trong mùa gió đông bắc và phân bố tương đối đồng đều trên vùng biển khoảng 6,3 đến 6,5 mgC/m³/ngày; Tại lớp nước 20 m: Năng suất sơ cấp tinh của vùng biển đạt cỡ 5 đến 30 mgC/m³/ngày trong mùa gió đông bắc và 32 đến 33 mgC/m³/ngày trong mùa gió tây nam. Năng suất thứ cấp của vùng biển biến đổi trong khoảng 2,5 đến 6,0 mgC/m³/ngày trong mùa đông và 6,1 đến 6,6 mgC/m³/ngày trong mùa hè.

1. Giới thiệu

Ở Việt Nam, việc sử dụng các mô hình toán và các phương pháp số trong nghiên cứu đánh giá năng suất sinh học sơ cấp và hiệu quả sinh thái trong hệ sinh thái biển ngày càng có nhiều triển vọng. Hướng nghiên cứu này được xây dựng trên cơ sở mô phỏng toán học chu trình chuyển hoá vật chất trong hệ sinh thái biển nhằm giải quyết, một mặt đánh giá năng suất sinh học sơ cấp cũng như cường độ vận động và chuyển hoá năng lượng theo các kênh dinh dưỡng, hai là, tìm hiểu các quá trình sản xuất năng suất sinh học thứ cấp, đặc biệt là đối với các đối tượng hải sản có giá trị kinh tế. Đó là những thông số quan trọng phục vụ việc nghiên cứu đánh giá các nguồn lợi sinh vật, phục vụ việc định hướng quy hoạch khai thác và sử dụng các vực nước hợp lý và cuối cùng là phục vụ cho công tác đánh giá và quản lý chất lượng môi trường biển.

Bài báo "Đánh giá năng suất sinh học sơ cấp vùng biển vịnh Bắc Bộ" không chỉ nhằm mục đích có được chu trình chuyển hoá Nitơ để đánh giá năng suất sinh học sơ cấp mà mục tiêu chủ yếu của bài báo là ứng dụng phương pháp mô hình hoá toán học trong nghiên cứu môi trường và hệ sinh

thái biển [6].

2. Phương pháp nghiên cứu

Bài báo đã sử dụng mô hình chu trình chuyển hoá Nitơ trong hệ sinh thái biển để tính năng suất sinh học sơ cấp từ đó đánh giá năng suất sinh học sơ cấp tại vùng biển nghiên cứu.

Các quá trình chuyển hoá trong chu trình được diễn tả như sau [3, 4, 5]:

Quá trình chuyển hoá 1: Quang hợp của Phytoplankton.

Quá trình chuyển hoá 2: Hô hấp của Phytoplankton.

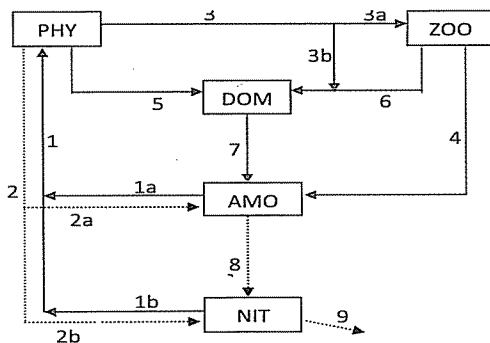
Quá trình chuyển hoá 3: Dinh dưỡng của Zooplankton.

Quá trình chuyển hoá 4: Hô hấp của Zooplankton.

Quá trình chuyển hoá 5 và 6: Chết tự nhiên của quần thể Phytoplankton và Zooplankton.

Quá trình chuyển hoá 7: Khoáng hoá chất hữu cơ.

Quá trình chuyển hoá 8 - Đạm hoá (Nitrification) và quá trình chuyển hoá 9 - Phi đạm hoá (Denitrification).



Trong đó:

PHY: Phytoplankton

ZOO: Zooplankton

DOM: Chất hữu cơ hoà tan

AMO: Amoni

NIT: Nitrat

1... 9: Các quá trình chuyển hoá

—> : Hướng chuyển hoá

Hình 1. Sơ đồ chu trình chuyển hóa Nitơ trong hệ sinh thái biển

NGHIÊN CỨU & TRAO ĐỔI

Theo nguyên lý bảo toàn, tốc độ toàn phần biến đổi sinh khối hoặc nồng độ của một hợp phần sinh, hoá học nào đó chính là tổng đại số tốc độ các quá trình sản sinh làm tăng (nguồn - Production) và phân huỷ làm suy giảm (phân huỷ - Destruction) nồng độ hoặc sinh khối của hợp phần đó. Gọi C_i là nồng độ (hoặc sinh khối) của hợp phần i , $Prod_i$, $Dest_i$ tương ứng là tốc độ các quá trình làm tăng và làm giảm nồng độ (hoặc sinh khối) của hợp phần, ta

có:

$$\frac{dC^i}{dt} = Prod^i - Dest^i \quad (1)$$

Ở đây $i=1..5$ tương ứng là PHY, ZOO, DOM, AMO, NIT.

Từng hợp phần của chu trình Nitơ, các biểu thức mô phỏng $Prod_i$, $Dest_i$ như sau [6, 7]:

$$Prod^{PHY} = L(i).L^*(\xi) \left[\frac{\delta_A^P.AMO}{C_A + AMO} + \frac{\delta_N^P.NIT}{C_N + NIT} Exp(-\lambda..AMO) \right].PHY \quad (2)$$

$$Dest^{PHY} = F_P^N.PHY + \frac{\delta_P^Z.PHY}{C_P + PHY} ZOO + F_P^D.PHY \quad (3)$$

$$Prod^{ZOO} = (1 - X_P) \frac{\delta_P^Z.PHY}{C_P + PHY} ZOO \quad (4)$$

$$Dest^{ZOO} = (F_Z^A + F_Z^D) ZOO \quad (5)$$

$$Prod^{DOM} = \frac{X_P \delta_P^Z.PHY.ZOO}{C_P + PHY} + F_P^D.PHY + F_Z^D.ZOO \quad (6)$$

$$Dest^{DOM} = F_D^A.DOM \quad (7)$$

$$Prod^{AMO} = F_Z^A.ZOO + F_D^A.DOM + \alpha_{AMO} F_P^N.PHY \quad (8)$$

$$Dest^{AMO} = L(i).L(\xi) \frac{\delta_A^P.AMO}{C_A + AMO} PHY + F_A^N.AMO \quad (9)$$

$$Prod^{NIT} = F_A^N.AMO + \alpha_{NIT} F_P^N.PHY \quad (10)$$

$$Dest^{NIT} = L(i).L(\xi) \frac{\delta_N^P.NIT}{C_N + NIT} Exp(-\lambda.AMO).PHY + F_N^O.NIT \quad (11)$$

Đây là hệ phương trình vi phân thường gồm 5 phương trình, có thể giải bằng nhiều phương pháp, ở đây chọn phương pháp Runger Kuta với điều kiện ban đầu:

$$C_i(t=t_0) = C_i^* \text{ (biết trước)} \quad (12)$$

Kết quả của mô hình (12) với điều kiện (13) cho ta biến động theo thời gian của sinh khối, hàm lượng các hợp phần, cùng năng suất sinh học sơ cấp, thứ cấp và các hiệu quả sinh thái của vùng biển.

Với mục đích nghiên cứu hiện trạng phân bố các hợp phần trong chu trình Nitơ và các đặc trưng của

các quá trình sản xuất vật chất hữu cơ bậc thấp ở vùng biển tại một thời điểm nào đấy, bài toán (12) được giải trong điều kiện dừng ($dC_i/dt = 0, i = 1..5$) nghĩa là:

$$Prod_i - Dest_i = 0, i = 1..5 \quad (13)$$

Các dữ liệu ban đầu bao gồm:

Nhiệt độ trung bình theo các tầng sâu chuẩn nhiều năm của 12 tháng. Dữ liệu này được tính toán thống kê trên các ô 0,25 độ kinh - vĩ tại vùng biển nghiên cứu, nguồn từ WOA của NOAA (Mỹ) phát hành năm 2009 [8].

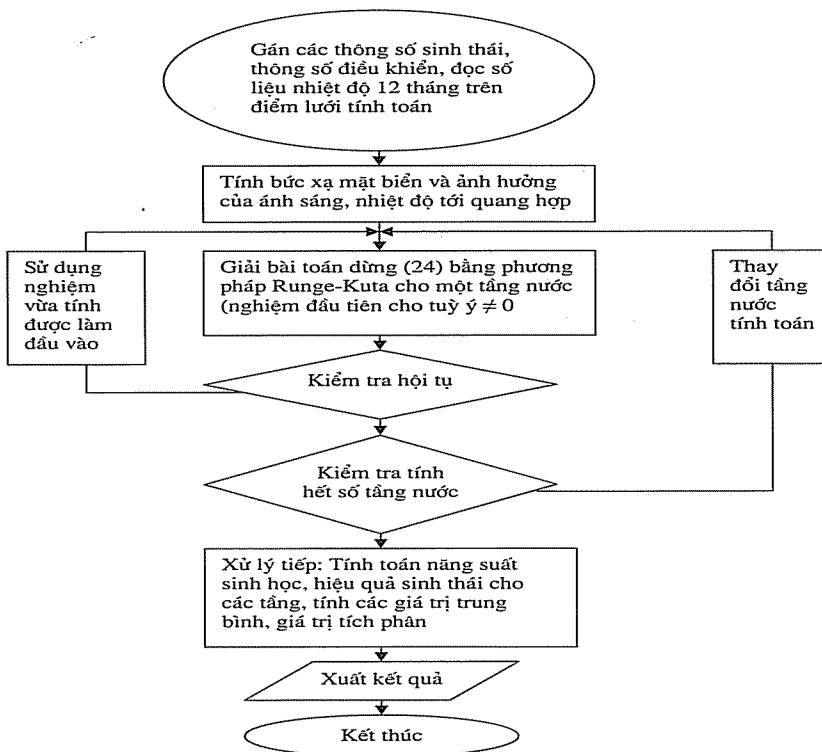
Cường độ bức xạ được tính toán từ các điều kiện thiên văn trung bình trên các vĩ độ ở vùng biển nghiên cứu trong các mùa đặc trưng.

Các tham số sinh thái trong mô hình được lựa chọn phù hợp với điều kiện biển nhiệt đới Việt Nam và vùng biển nghiên cứu [7].

Phương pháp lặp Runge- Kutta đã được áp dụng cho bài toán dừng, song cần phải kiểm tra tính hội tụ. Cụ thể, với các điều kiện môi trường không đổi trong suốt quá trình lặp, nếu tại bước tính thứ n đủ lớn mà nghiệm tính được chỉ sai khác với nghiệm ở bước thứ n-1 một giá trị nhỏ bé cho trước thì xem như quá trình đã đạt đến tựa dừng. Với cách xử lý này, nghiệm ban đầu (13) có thể cho trước tùy ý $\neq 0$. Ngoài ra khi xem xét toàn bộ các thông số của

mô hình thấy rằng: Để giải được bài toán này còn cần phải có các thông số sinh thái và các số liệu đo về nhiệt độ, cường độ chiếu sáng tại thời điểm nào đó (khảo sát) tại vùng biển. Toàn bộ giá trị các tham số trên là không đổi trong suốt quá trình lặp đến nghiệm tựa dừng.

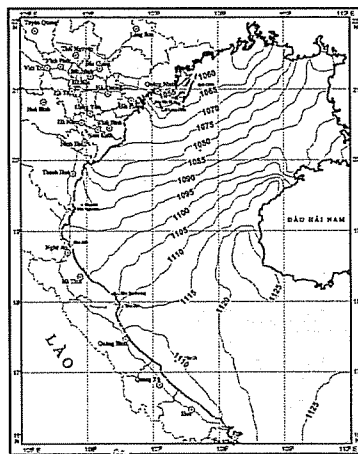
Chúng tôi đã sử dụng và khai thác chương trình NITCYCLE. Đây là một phần mềm mở viết bằng ngôn ngữ Pascal để giải bài toán dừng (12) bằng phương pháp Runge – Kutta áp dụng tại một trạm khảo sát có nhiều tầng khác nhau. Chúng tôi đã viết lại chương trình bằng ngôn ngữ Fortran áp dụng tại 257 điểm cho toàn vùng nghiên cứu. Chương trình Nitcycle được thể hiện trên sơ đồ khối dưới đây (Hình 2).



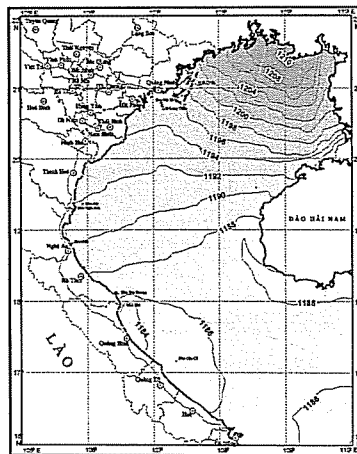
Sơ đồ khối của chương trình NITCYCLE

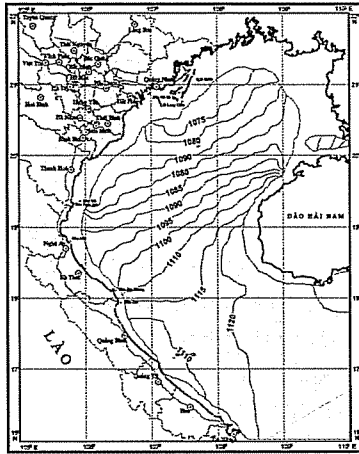
3. Phân bố năng suất sinh học sơ cấp tại vùng biển Vịnh Bắc Bộ

Hình 2. Phân bố thực vật phù du ($mg-tươi/m^3$) tầng mặt mùa gió đông bắc

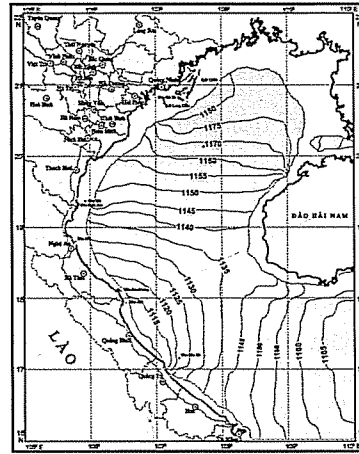


Hình 3. Phân bố thực vật phù du ($mg-tươi/m^3$) tầng mặt mùa gió tây nam

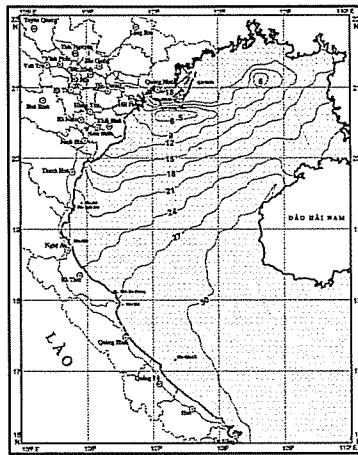




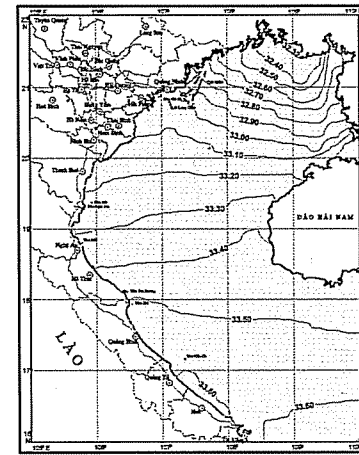
Hình 4. Phân bố thực vật phù du ($\text{mg tươi}/\text{m}^3$) tầng 20 m mùa gió đông bắc



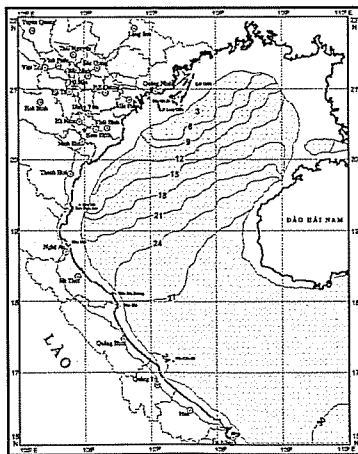
Hình 5. Phân bố thực vật phù du ($\text{mg tươi}/\text{m}^3$) tầng 20 m mùa gió tây nam



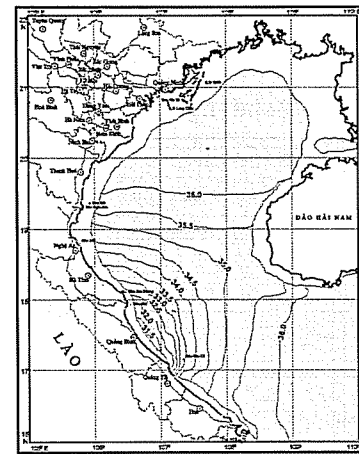
Hình 6. Phân bố năng suất tinh ($\text{mg-tươi}/\text{m}^3$) tầng mặt mùa gió đông bắc



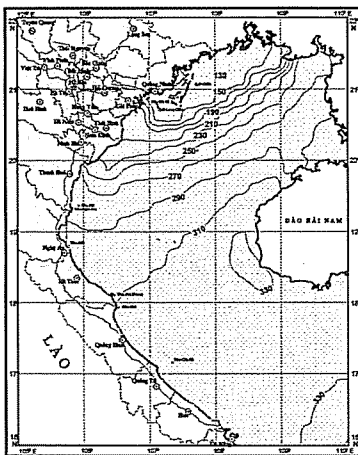
Hình 7. Phân bố năng suất tinh ($\text{mg-tươi}/\text{m}^3$) tầng mặt mùa gió tây nam



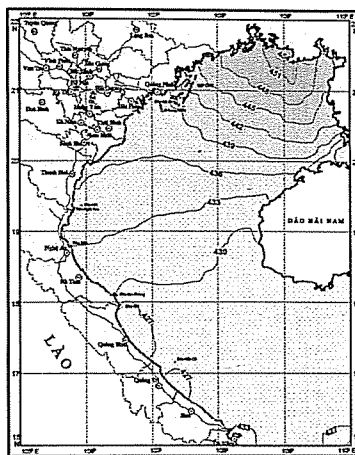
Hình 8. Phân bố năng suất tinh ($\text{mg-tươi}/\text{m}^3$) tầng 20 m mùa gió đông bắc



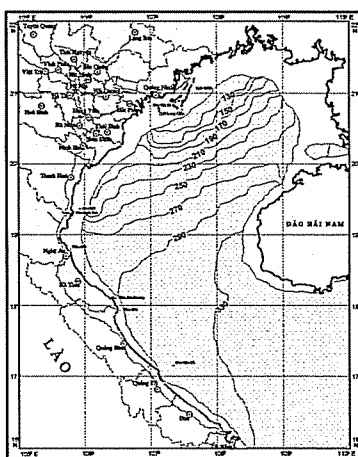
Hình 9. Phân bố năng suất tinh ($\text{mg-tươi}/\text{m}^3$) tầng 20 m mùa gió tây nam



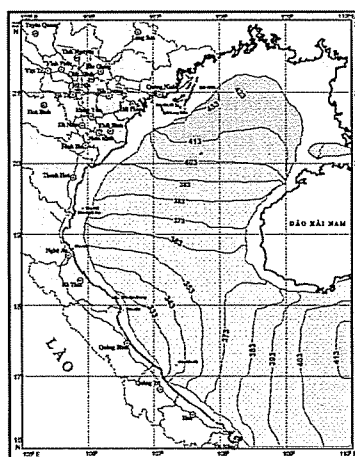
Hình 10. Phân bố động vật phù du (mg tươi/ m^3) tầng mặt mùa gió đông bắc



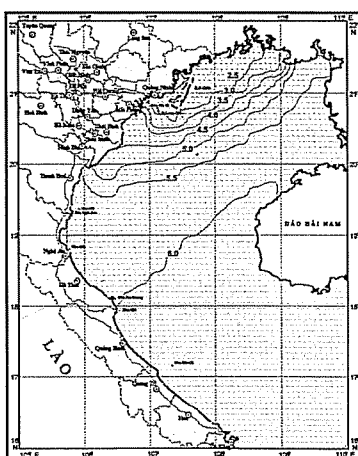
Hình 11. Phân bố động vật phù du (mg tươi/ m^3) tầng mặt mùa gió tây nam



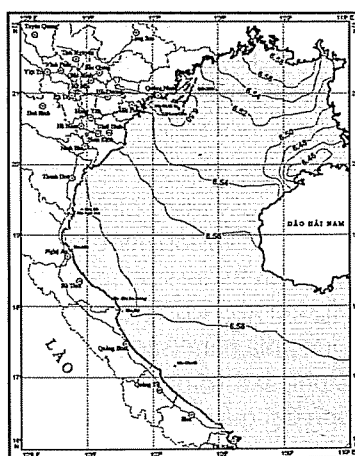
Hình 12. Phân bố động vật phù (mg tươi/ m^3) du tầng 20 m mùa gió đông bắc



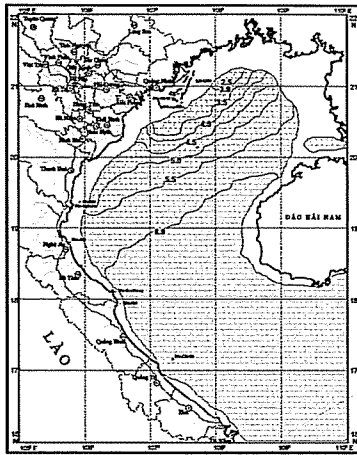
Hình 13. Phân bố động vật phù du (mg tươi/ m^3) tầng 20 m mùa gió tây nam



Hình 14. Phân bố năng suất thứ cấp ($\text{mgC}/\text{m}^3/\text{ngày}$) của động vật phù du tầng mặt mùa gió đông bắc



Hình 15. Phân bố năng suất thứ cấp ($\text{mgC}/\text{m}^3/\text{ngày}$) của động vật phù du tầng mặt mùa gió tây nam



Hình 16. Phân bố năng suất thứ cấp (mgC/m³/ngày) của động vật phù du tầng 20 m mùa gió đông bắc

Phân tích kết quả

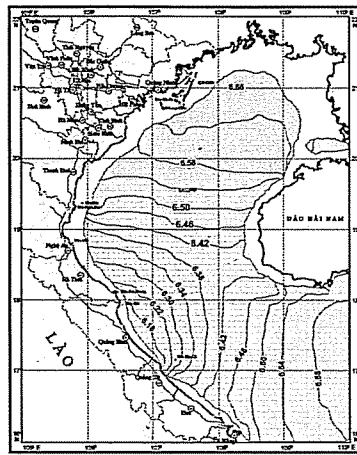
Mùa gió đông bắc

Trong gió mùa đông, xu hướng phát triển của thực vật nổi tại vịnh Bắc Bộ tăng dần từ bờ ra khơi, sinh khối của thực vật nổi ở khu vực này đạt khoảng 1055 - 1125 mg-tươi/m³ trung bình 1090 mg-tươi/m³ (Hình 2) đối với lớp nước mặt và 1075 - 1120 mg-tươi/m³ (Hình 4) đối với lớp nước tầng 20 m. Vùng nước lạnh ven bờ phía bắc và tây bắc vịnh có nhiệt độ trong khoảng 18 - 21°C không thuận lợi cho quang hợp, tại đây sinh khối chỉ đạt cỡ 1055 - 1090 mg tươi/m³.

So với các thời kỳ khác trong năm thì mùa đông không phải là thời kỳ phát triển của thực vật nổi do nhiệt độ nước giảm thấp, cường độ bức xạ không lớn, lượng dinh dưỡng do các sông tải ra vịnh cũng không nhiều. Đặc biệt, sự giảm thấp của nhiệt độ nước, với dải nhiệt tương đối rộng (18 - 23°C), là một nhân tố bất lợi cho sự phát triển của thực vật nổi. Đây là thời kỳ có sinh khối thực vật nổi thấp nhất trong năm.

Năng suất sinh học sơ cấp tinh dao động trong khoảng 5 đến 30 mgC/m³/ngày trung bình khoảng 17 mgC/m³/ngày (Hình 6) đối với lớp nước mặt và 3 đến 30 mgC/m³/ngày (Hình 8) đối với lớp nước 20 m. Phân bố năng suất sinh học sơ cấp ở vùng biển có đặc điểm là khu vực phía nam (sản phẩm tinh) cao hơn hẳn khu vực phía bắc (Hình 6, 8), trong đó khu vực ngoài cửa vịnh đạt giá trị cao nhất trên 30 mgC/m³/ngày đối với sản phẩm tinh.

Đối với sản phẩm thứ cấp (động vật nổi), nét tương đồng giữa bức tranh phân bố sinh khối và năng suất của chúng thể hiện khá rõ (Hình 10, 12,



Hình 17. Phân bố năng suất thứ cấp (mgC/m³/ngày) của động vật phù du tầng 20 m mùa gió tây nam

14, 16) và rất phù hợp với phân bố của năng suất sinh học sơ cấp của thực vật nổi, nhất là đối với sản phẩm tinh. Đây là sự biểu hiện rõ nhất và đúng quy luật về quan hệ dinh dưỡng bậc thấp ở vùng biển nghiên cứu. Trong đó sinh khối Động vật nổi tầng mặt và tầng 20m (Hình 10, 12) đạt giá trị trong khoảng 130 - 330 mg-tươi/m³, giá trị trung bình 230 mg-tươi/m³, sản phẩm năng suất thứ cấp (Hình 14, 16) giá trị trung bình 4,25 mgC/m³/ngày và biến đổi trong khoảng 2,5 - 6,0 mgC/m³/ngày.

Mùa gió tây nam

Trong gió mùa tây nam, được xem là mùa phát triển của thực vật nổi với sinh khối hầu khắp vịnh đạt trong khoảng 1184 - 1210 mg-tươi/m³ (Hình 3), giá trị trung bình lớn nhất đạt 1197 mg-tươi/m³ đối với lớp nước mặt và 1115 - 1165 mg-tươi/m³ (Hình 5) đối với lớp nước tầng 20 m. Xu hướng phát triển của của thực vật nổi ngược lại sơ với tháng mùa đông và tháng chuyển tiếp, sinh khối tăng dần từ khơi vào bờ. Nguyên nhân là nhiệt độ nước tầng mặt tương đối cao trên dao động từ 29 - 30°C tăng dần từ ngoài khơi vào bờ, lượng dinh dưỡng bổ sung từ lục địa rất dồi dào được cung cấp bởi các con sông do mưa lũ đặc biệt vùng ven bờ và cửa sông có sinh khối đạt 1210 mg-tươi/m³. Đây là những điều kiện sinh thái thuận lợi cho quá trình tổng hợp chất hữu cơ của thực vật nổi trong vùng biển nghiên cứu nhất là khu vực ven bờ tây vịnh Bắc Bộ.

Phân bố năng suất sinh học sơ cấp, lượng sản phẩm tinh dao động trong khoảng 32,32 - 33,60 mgC/m³/ngày (Hình 7, 9) cả tầng mặt và tầng 20 mét nước và tương đối đồng đều, cao hơn hẳn so với các tháng mùa đông, dao động trong khoảng

nhỏ. Điều này liên quan chặt chẽ tới các điều kiện sinh thái thuận, trong đó lượng dinh dưỡng ở khu vực cửa sông thường cao do vào các tháng mùa hè là do mùa lũ lượng dinh dưỡng từ các con sông tải ra rất lớn [1, 2]. Sinh khối động vật nổi (Hình 11) dao động trong khoảng 427 - 454 mgC/m³/ngày đối với

tầng mặt và 333 - 423 mgC/m³/ngày đối với tầng 20 mét nước, năng suất thứ cấp (Hình 15, 17) dao động trong khoảng 6.46 - 6.58 mgC/m³/ngày. Đây là những giá trị đặc trưng cho vùng biển nhiệt đới ven bờ giàu dinh dưỡng và có năng suất sinh học sơ cấp cao.

Tài liệu tham khảo

1. Nguyễn Tác An, Năng suất sinh học sơ cấp và hiệu ứng sinh thái của dòng nước trôi ở vùng biển Nam Trung Bộ, Các công trình nghiên cứu vùng nước trôi mạnh Nam Trung bộ, Nxb. KH & KT Hà Nội, 1977, tr. 114-130.
2. Đỗ Trọng Bình, Kết quả tính toán năng suất sinh học sơ cấp và hiệu quả sinh thái của thực vật nổi vào mùa khô (tháng 1-1997) tại vịnh Hạ Long, Tài nguyên và Môi trường Biển, Nxb. KH & KT Hà Nội, T.4, 1997, tr. 206-213.
3. Đoàn Bộ, Mô hình toán học phân bố sinh vật nổi và năng suất sinh học sơ cấp ở vùng nước trôi thềm lục địa Nam Trung Bộ, Tạp chí Sinh học, T.19, No 4, 1997, tr. 35-42.
4. Đoàn Bộ, Nghiên cứu năng suất sinh học quần xã Plankton vùng đầm phá Tam Giang-Cầu Hai bằng phương pháp mô hình toán, Tạp chí khoa học ĐHQGHN: Tuyển tập các công trình khoa học Hội nghị Khoa học ĐHKHTN: Ngành Khí tượng - Thủy văn - Hải dương, 1998, tr. 1-7.
5. Đinh Văn Úu, Đoàn Văn Bộ và nnk, Nghiên cứu cấu trúc 3 chiều (3D) thủy nhiệt động lực học biển Đông và ứng dụng của chúng, Báo cáo tổng kết đề tài NCKH cấp nhà nước KHCN-06-02, tài liệu lưu trữ tại Chương trình Biển KHCN-06, Hà Nội 2000.
6. Doan Bo. Using the mathematical models to study the marine ecosystem of Binh Thuan-Ninh Thuan sea Area and Tam Giang-Cau Hai lagoon
7. Doan Bo, Liana McManus and others, 1997: Primary productivity of phytoplankton in study area of RP-VN JOMSRE-SCS 1996. Proceedings: Conference on the Philippines-Vietnam Joint Oceanographic and Marine Scientific Research Expedition in the South China Sea 1996, Hanoi, 22-23 April 1997, pp 72-86.
8. World Ocean Atlas (WOA- Database). CD-Rom, NOAA, 2009.