



Kinh nghiệm quốc tế và đề xuất khung nội dung giám sát môi trường biển tích hợp cho Việt Nam

NGUYỄN LÊ TUẤN, PHẠM MINH DƯƠNG

NGUYỄN HẢI ANH, PHẠM THỊ THỦY

Viện Khoa học môi trường, biển và hải đảo

Biển và đại dương ở nước ta hiện nay được coi là một trong những động lực chính của nền kinh tế. Việc khai thác tài nguyên, môi trường biển đang diễn ra trên khắp cả nước và sẽ là yếu tố đóng góp thiết yếu cho sự phát triển kinh tế, phúc lợi cho con người trong tương lai, trong khi đó tính bền vững của đại dương đang bị đe dọa nghiêm trọng [7]. Ở Việt Nam, việc đo đạc, quan trắc, giám sát để theo dõi hiện trạng và biến động môi trường biển là một trọng tâm trong công tác quản lý môi trường. Qua quá trình thực hiện Đề tài “Nghiên cứu cơ sở khoa học xây dựng mạng lưới điều tra cơ bản và giám sát môi trường biển giai đoạn 2020 - 2030, tầm nhìn 2045”, nhóm tác giả đã thu thập, tổng hợp và phân tích thông tin, kinh nghiệm, các chiến lược và xu hướng xây dựng chương trình giám sát môi trường biển của các quốc gia, tổ chức quốc tế, qua đó, đề xuất khung nội dung giám sát môi trường biển tích hợp cho Việt Nam.

1. XU HƯỚNG CHUNG TRONG THIẾT KẾ CHƯƠNG TRÌNH GIÁM SÁT MÔI TRƯỜNG BIỂN TRÊN THẾ GIỚI

Đo đạc, quan trắc, giám sát môi trường biển là hoạt động nhằm đo lường trực tiếp chất gây ô nhiễm hoặc đo lường gián tiếp tác động của những chất gây ô nhiễm với mục đích đánh giá mức độ và kiểm soát tác động của chúng đối với con người, môi trường. Hiện nay, trên thế giới, các cơ quan chịu trách nhiệm quản lý môi trường đồng tình sử dụng phương pháp giám sát kết hợp các công cụ sinh học với các phép đo hóa học truyền thống nhằm cung cấp thông tin bổ sung liên quan đến việc xác định tác động có hại đối với sinh vật [3, 6]. Ngoài phân tích hóa học của chất ô nhiễm, các thử nghiệm tác động sinh học và biến môi trường (nhiệt độ, độ mặn, lượng thức ăn sẵn có...) cũng sẽ cung cấp thêm thông tin nhằm xác định tổng quan các vấn đề môi trường với những mối liên hệ cần quan tâm trong quản lý, giám sát môi trường biển. Một mạng lưới giám sát môi trường biển hoàn chỉnh được xây dựng đảm bảo đầy đủ nội dung tích hợp bao gồm cả giám sát, đo đạc hóa học, sinh học và vật lý môi trường biển. Mạng lưới này cho phép phát hiện các chất gây ô nhiễm bất ngờ hoặc mới nổi, không nằm trong mục tiêu của quá trình giám sát hóa học môi trường biển; Tăng cường hiệu quả, hiệu suất sử dụng nguồn lực, chi phí; Cung cấp thông tin liên quan sinh thái giữa các chất ô nhiễm và hệ sinh thái biển, vì tác động độc hại của từng chất ô nhiễm phụ thuộc vào sự hình thành hóa chất và tương tác với các yếu tố môi trường.

Tuy nhiên, mạng lưới tích hợp này cũng có một số hạn chế nhất định, đặc biệt là đối với giám sát sinh học, như sự phức tạp, khó đồng nhất trong lựa chọn yếu tố ảnh hưởng cũng như loài sinh vật cần được giám sát, hoặc thiếu những công cụ, phương pháp phân tích, thử nghiệm được tiêu chuẩn hóa. Nhiều phản ứng sinh học được đo lường ở các cấp độ tổ chức sinh học khác nhau đã và đang tiếp tục được đề xuất trong tài liệu khoa học, đây là những công cụ giám sát hữu ích trong môi trường nước và trên cạn. Điều này dẫn đến sự nhầm lẫn trong sử dụng các thuật ngữ liên quan như chỉ thị sinh học, giám sát sinh học, dấu ấn sinh học hoặc cảm ứng sinh học. Trong phạm vi bài báo này, nhóm tác giả thống nhất sử dụng thuật ngữ giám sát sinh học, trong đó hoạt động giám sát sinh học sử dụng các chỉ thị sinh học (bioindicator), chỉ dấu sinh học (biomarker) để phục vụ công tác giám sát.

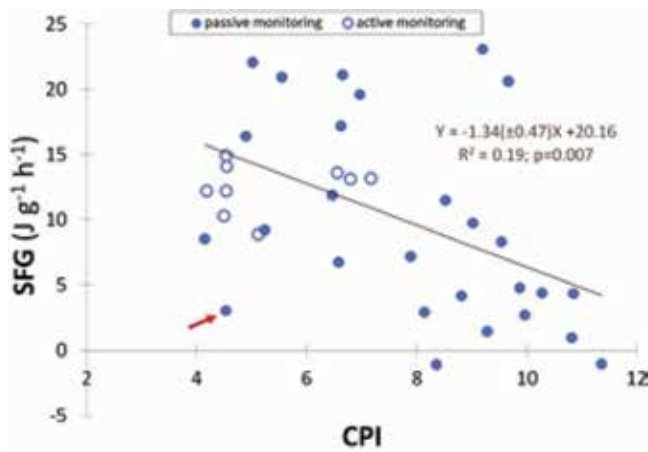
Một chỉ thị có thể được định nghĩa là một đối tượng cung cấp thông tin và về mặt từ nguyên chỉ ra một kết luận nhất định. Do đó, một chỉ thị sinh học là thuật ngữ chung nhất bao gồm những quan sát được thực hiện ở các cấp độ tổ chức sinh học (từ sinh học phân tử đến quần xã), cung cấp thông tin hữu ích về tình trạng ô nhiễm của khu vực nghiên cứu [6]. Cần lưu ý rằng, mỗi một chỉ thị sinh học ở mỗi cấp độ tổ chức sinh học khác nhau sẽ có những ưu điểm và hạn chế nhất định trong cảnh báo về ô nhiễm môi trường.

Ở cấp độ quần xã, tác động của ô nhiễm đối với các quần xã sinh vật thể hiện tốt nhất mối liên hệ sinh thái giữa chất ô nhiễm và quần xã, nhưng thiếu giá trị “cảnh báo sớm”, vì sự suy giảm đáng kể về đa dạng loài diễn ra muộn trong chuỗi các sự kiện diễn thế sinh thái dưới áp lực môi trường do con người gây ra [2]. Hạn chế này có thể được khắc phục bằng cách nghiên cứu các phản ứng sinh học nhạy cảm ở cấp độ tổ chức sinh học thấp hơn. Các chỉ thị sinh học ở cấp độ dưới cơ thể, sử dụng các phản ứng phân tử, tế bào và sinh lý, thường được gọi là chỉ dấu sinh học (biomarker). Việc phân tích các chỉ dấu sinh học trước tiên có thể làm rõ các mối quan hệ nhân quả và để tăng độ nhạy của công cụ giám sát, do đó làm tăng giá trị “cảnh báo sớm”. Các phép đo ở cấp độ thấp của tổ chức sinh học (mô cơ quan, tế bào...) cung cấp dữ liệu chi tiết về cơ chế tác động của các chất ô nhiễm hay sự biến đổi của thành phần môi trường đến sinh vật trong khi các phép đo ở cấp độ cao hơn thể hiện sự liên quan sinh thái của những biến đổi môi trường (biến động quần thể, sinh sản, di trú...).

J. Widdows và các cộng sự đã tiến hành hoạt động giám sát toàn diện bờ biển Bắc ở Vương quốc Anh kết hợp các phép đo khả năng tăng trưởng (SFG) và phân tích hóa học đối với các kim loại vết, tributyltin (TBT), clo hữu cơ và hydrocacbon thơm đa vòng (PAH) trong loài vẹm xanh *Mytilus edulis*. Dữ liệu hóa học được kết hợp để tính toán



chỉ số ô nhiễm hóa chất (Chemical pollution index - CPI) cho từng quần thể vẹt xanh bằng cách sử dụng bộ tiêu chí đánh giá nền của OSPAR [5, 8]. Kết quả cho thấy, tác động tiêu cực đáng kể ($P = 0,007$) của sự tích tụ sinh học hóa chất đối với SFG (Hình 1), nhưng các phân tích hóa học chỉ giải thích được 19% sự biến đổi trong SFG. Tại một trong những địa điểm lấy mẫu (mũi tên đỏ trong Hình 1) có sự dị biệt đáng kể so với xu thế chung, ở địa điểm này CPI và SFG đều thấp. Địa điểm này đã được phân loại là không bị ô nhiễm theo bộ dữ liệu hóa học, nhưng SFG đã chỉ ra các yếu tố không xác định làm mất cân bằng năng lượng của quần thể. Trên thực tế, địa điểm lấy mẫu nằm gần một cửa xả nước thải và chịu ảnh hưởng của dòng chảy ra từ Great Ouse, nơi có những nguồn nước thải chính đã được xác định trong các nghiên cứu trước đây.



▲ Hình 1. Mối quan hệ nghịch đảo giữa SFG và CPI tích lũy của vẹt xanh trong môi trường tự nhiên (giám sát thụ động) và nuôi cấy (giám sát tích cực) ở biển Bắc Vương quốc Anh

Như vậy, một chương trình giám sát tích hợp hoàn chỉnh cần bao gồm các chỉ thị, chỉ dấu sinh học trong nghiên cứu ô nhiễm môi trường, liên quan đến một tập hợp các phản ứng được ghi lại ở cấp độ tổ chức sinh học khác nhau, có thể thu thập bằng chứng về sự hiện diện của các chất có hại và tác động có hại đối với các sinh vật bị phơi nhiễm. Các phản ứng ở mỗi cấp độ tổ chức sinh học cung cấp thông tin giúp con người hiểu, giải thích mối quan hệ giữa phơi nhiễm và tác động bất lợi.

2. MẠNG LƯỚI QUAN TRẮC MÔI TRƯỜNG NƯỚC BIỂN Ở VIỆT NAM HIỆN NAY

Những năm qua, quán triệt, thực hiện các Nghị quyết, Chỉ thị của Đảng, nhất là Nghị quyết số 09-NQ/TW, ngày 9/2/2007 về “Chiến lược biển Việt Nam đến năm 2020”, Nghị quyết số 20-NQ/TW, ngày 1/11/2012 về “Phát triển khoa học và công nghệ phục vụ sự nghiệp công nghiệp hóa, hiện đại hóa trong điều kiện kinh tế thị trường định hướng xã hội chủ nghĩa và hội nhập quốc tế”, Nghị quyết số 36-NQ/TW, ngày 22/10/2018 về “Chiến lược phát triển bền vững kinh tế biển

Việt Nam đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2045”, công tác nghiên cứu, phát triển khoa học, công nghệ biển đã đạt được nhiều kết quả quan trọng. Trong đó, việc nghiên cứu, phát triển và ứng dụng sâu khoa học, công nghệ vào thực tiễn các ngành, lĩnh vực biển đã mang lại hiệu quả kinh tế cao, đặc biệt trong chế biến thủy sản; sản xuất giống thủy sản; BVMT, chống xói lở bờ biển; ứng dụng công nghệ làm đá tuyết từ nước biển phục vụ bảo quản hải sản; ứng dụng công nghệ viễn thám, quan trắc giám sát chất lượng nước; chế tạo thiết bị đánh bắt cá ngừ đại dương; xây dựng cơ sở dữ liệu về các hệ sinh thái và tài nguyên sinh vật biển; điều kiện địa chất, địa hình và tài nguyên khoáng sản biển, hiện trạng môi trường biển, sưu tầm các tư liệu về biển, đảo,... để phục vụ phát triển kinh tế biển và bảo vệ chủ quyền biển, đảo của Tổ quốc.

Hiện nay, mạng lưới quan trắc môi trường nước biển ở Việt Nam đã được xây dựng bao gồm: Mạng lưới quan trắc môi trường biển thuộc Tổng cục Môi trường (cũ), bao gồm 5 trạm trên phạm vi 5 vùng biển nước ta, trong đó 3 trạm ở vùng ven bờ, 2 trạm ở vùng ngoài khơi. Những trạm này chỉ quan trắc theo mùa nhằm đánh giá môi trường cho các vùng biển Bắc bộ, Bắc Trung bộ, Nam Trung bộ, Đông Nam bộ, Tây Nam bộ. Mạng lưới quan trắc biển và hệ thống giám sát tài nguyên của Trung tâm Viễn thám (nay là Cục Viễn thám quốc gia) bao gồm 3 trạm quan trắc ven bờ (cho khu vực biển miền Bắc, miền Trung và miền Nam) và 2 trạm ngoài khơi. Tuy nhiên, chu kỳ quan trắc vẫn còn thưa và chưa thể đáp ứng được nhu cầu cung cấp thông tin TN&MT biển của Việt Nam. Quan trắc này chỉ quan tâm đánh giá môi trường vào các thời điểm mùa để hiệu chỉnh ảnh viễn thám cho các vùng biển Bắc bộ, Bắc Trung bộ, Nam Trung bộ, Đông Nam bộ, Tây Nam bộ. Mạng lưới của Trung tâm Trắc địa bản đồ biển thuộc Cục Biển và Hải đảo Việt Nam, bao gồm hai trạm thu tín hiệu vệ tinh Beacon tại Đồ Sơn và Beacon tại Vũng Tàu đang hoạt động. Hệ thống các lưới tọa độ Nhà nước hạng I, II, III và các mạng lưới địa chính đủ đảm bảo cho công tác đo đạc, hiệu chỉnh, thành lập các thể loại bản đồ vùng ven biển Việt Nam. Mạng lưới ra đa biển đo sóng, dòng chảy mặt, gồm 3 trạm do Trung tâm Hải văn thuộc Cục Biển và Hải đảo Việt Nam quản lý gồm: Hòn Dấu, Nghi Xuân, Đông Hới và trạm thu Trung tâm tại Hà Nội.

Mạng trạm quan trắc môi trường biển thuộc Hệ thống mạng trạm quan trắc môi trường quốc gia hiện có 5 trạm vùng, trong đó 3 trạm vùng ven bờ (25 điểm quan trắc) và 2 trạm vùng biển khơi (30 điểm quan trắc). Hệ thống quan trắc và phân tích môi trường biển gồm các điểm quan trắc tác động (thực hiện ở khu vực nhạy cảm) và các điểm quan trắc nền (Bạch Long Vĩ, Cồn Cỏ, Phú Quý, Côn Sơn...). Chương trình quan trắc và phân tích môi trường biển hàng năm được thực hiện với tần suất từ 2 - 4 lần; bộ thông số quan trắc gồm các hợp phần môi trường nước (21 nhóm yếu tố), môi trường trầm tích (11 nhóm yếu tố) và thủy sinh vật (4 nhóm). Trong đó, các thông số sinh vật biển



chủ yếu tập trung vào định lượng nhóm động vật nổi, thực vật nổi và sinh vật đáy. Số liệu quan trắc và phân tích môi trường biển hàng năm được tập hợp để xây dựng báo cáo hiện trạng và diễn biến môi trường quốc gia.

3. ĐỀ XUẤT KHUNG NỘI DUNG GIÁM SÁT MÔI TRƯỜNG BIỂN TÍCH HỢP CHO VIỆT NAM

Xét trong điều kiện Việt Nam hiện nay, theo số liệu quan trắc định kỳ hàng năm và Báo cáo hiện trạng môi trường quốc gia giai đoạn 2016 - 2020, chất lượng môi trường biển của Việt Nam vẫn tốt, chỉ số ô nhiễm trong giới hạn cho phép [1]. Tuy nhiên, các khu vực ven biển, cửa sông có nguy cơ ô nhiễm cao, đã xảy ra các sự cố ô nhiễm môi trường biển nghiêm trọng. Điển hình như năm 2016, vụ xả nước thải của doanh nghiệp Hưng Nghiệp Formosa gây ô nhiễm bờ biển nghiêm trọng cho vùng ven biển các tỉnh Hà Tĩnh, Quảng Bình, Quảng Trị, Thừa Thiên - Huế; một số sự cố tràn dầu vẫn diễn biến phức tạp và tiềm ẩn nguy cơ cao đối với vùng biển Việt Nam. Tình trạng ô nhiễm do rác thải, nước thải từ đất liền và các hoạt động kinh tế - xã hội ven biển vẫn chưa được ngăn chặn triệt để. Do đó, rác thải và ô nhiễm nhựa gây tổn hại và suy thoái các hệ sinh thái ven biển là vấn đề đáng báo động.

Bảng 1. Khung nội dung giám sát môi trường biển

Chương trình giám sát tích hợp	Đối tượng lấy mẫu giám sát	Mục tiêu đánh giá	Nội dung giám sát
	Giám sát sinh học		
	Quần xã	Mức độ đa dạng, phong phú	Nhóm chỉ số quần xã
	Quần thể	Hiện hữu/vắng mặt	Loài chỉ thị
	Cá thể sinh vật	Tác động sinh học	Chỉ dấu sinh học
	Trầm tích, nước	Độc tính	Sinh thử nghiệm (bioassay)
	Giám sát hóa học		
	Môi trường nước biển	Hàm lượng chất ô nhiễm và một số đặc tính của môi trường nước (pH, DO...)	Hóa học môi trường nước biển
	Trầm tích biển		Hóa học trầm tích biển
	Sinh vật biển		Tích lũy sinh học
	Giám sát vật lý		
	Sóng	Chiều cao, chu kì, hướng sóng	Khí tượng, vật lý hải dương
	Dòng chảy	Tốc độ, hướng dòng chảy	
	Khí tượng	Hướng, tốc độ gió, độ ẩm, nhiệt độ...	
	Nhiệt muối	Profile nhiệt muối	

Trong khi đó, các hoạt động giám sát môi trường biển mới chỉ dừng lại ở giám sát các chỉ tiêu chất lượng môi trường nước biển và trầm tích, hầu như thiếu vắng hoạt động giám sát sinh học được tích hợp, đồng bộ và hệ thống hóa với giám sát hóa học và vật lý. Vì vậy, nguyên tắc chung cần được xem xét áp dụng để xây dựng chương trình giám sát môi trường biển ở Việt Nam là lấy sinh vật, hệ sinh thái làm trung tâm, mọi hoạt động giám sát hóa học, vật lý và sinh học đều xoay quanh mục tiêu thu thập dữ liệu, làm sáng tỏ mối quan hệ giữa môi trường biển, sinh vật, hệ sinh thái và con người (Bảng 1).

Với khung nội dung đã nêu tại Bảng 1, nội dung này có sự giao thoa nhất định giữa giám sát hóa học, vật lý và sinh học. Nếu coi sinh vật là một phần không thể tách rời của môi trường biển, thì ngoài việc đánh giá hàm lượng chất ô nhiễm trong môi trường vật lý (nước, trầm tích) cần phải đánh giá cả sự tích lũy của các chất này trong cơ thể sinh vật, việc giám sát tích lũy này trên thực tế chỉ được thực

hiện trong một số đề tài nghiên cứu khoa học hoặc hoạt động đánh giá vệ sinh an toàn thực phẩm mà chưa được triển khai thành chương trình theo dõi thường xuyên, liên tục. Nội dung giao thoa bao gồm việc giám sát ở cấp độ cá thể với các chỉ dấu sinh học cho tới giám sát ở cấp độ quần xã, với các chỉ số nhằm đánh giá tính đa dạng thành phần loài, tiến hành thử nghiệm độc tính bằng phương pháp sinh thử nghiệm (là phương pháp thử nghiệm để xác định hiệu lực, hoặc tác dụng của một chất lên cơ thể sinh vật sống hay trên mô, tế bào sống) nhằm xác định ngưỡng, khả năng tác động tiềm tàng của chất ô nhiễm tới sinh vật trong khu vực giám sát. Những thông tin thu được từ hoạt động giám sát sinh học kết hợp với giám sát hóa học thông thường bao gồm hóa học môi trường nước, trầm tích và tích lũy sinh học của chất ô nhiễm trong cơ thể sinh vật là căn cứ khoa học để đánh giá tương quan, mức độ ảnh hưởng của chất ô nhiễm tới hệ sinh thái. Đồng thời, khung nội dung giám sát môi trường biển cần bao gồm cả các yếu tố khí tượng, thủy hải văn là những yếu tố ảnh hưởng chủ yếu đến sự phát tán, biến đổi của chất ô nhiễm trong môi trường biển. Dữ liệu thu thập tổng hợp từ các hoạt động giám sát nêu trên là cơ sở để thực hiện đánh giá quá trình tác động qua lại giữa những biến đổi của môi trường và sinh vật biển, hệ sinh thái, những tác động tiềm tàng đến sức khỏe con người; đánh giá các quá trình vật lý hải dương, khí hậu cũng như xác định hiện trạng, dự báo những biến đổi có thể có trong tương lai.

Các sinh vật biển tiếp xúc với các chất ô nhiễm hóa học theo hai con đường khác nhau: Chất ô nhiễm hòa tan trong nước (cột nước hoặc nước kẽ) có thể được hấp thụ qua mang và bề mặt cơ thể, trong khi các chất ô nhiễm liên quan đến các hạt hoặc thức ăn sống có thể được tiêu hóa và đồng hóa từ đó tích lũy trong cơ thể sinh vật hoặc hệ tiêu hóa. Trong các thí nghiệm trong phòng thí nghiệm, khi chỉ xem xét sự hấp thụ qua nước, tỷ lệ giữa nồng độ trong mô sinh vật (Ct) và trong nước xung quanh (Cw) ở trạng thái ổn định được gọi là hệ số cô đặc sinh học (Bioconcentration factor - BCF) được tính toán theo công thức:

$$BCF = Ct/Cw$$

Khi xét tới sự hấp thụ bổ sung thông qua thức ăn hoặc các hạt trầm tích, tỷ lệ tương tự được gọi là hệ số tích lũy sinh học (Bioaccumulation factor-BAF). Sự khác biệt giữa các phần hòa tan (hoặc hòa tan trong nước) và dạng hạt (có khả năng ăn vào) có thể rất nhỏ, để phù hợp với hệ sinh thái và giá trị so sánh với các nghiên cứu thực địa, cả hai con đường hấp thụ nêu trên đều cần được xem xét. Nhiều hóa chất hòa tan có xu hướng hấp phụ vào các hạt hữu cơ hoặc vô cơ, dạng sống hoặc dạng tro, chuyển hóa từ phần hòa tan sang dạng hạt thông qua các trạng thái cân bằng phức tạp phụ thuộc vào các yếu tố môi trường. Trong các nghiên cứu giám sát ô nhiễm phổ biến được thực hiện tại hiện trường mà không tập trung vào quá trình hấp thụ, cả hai thuật ngữ (BCF và BAF) đều được sử dụng một cách không rõ ràng.



Sau khi hấp thụ qua mang, bề mặt cơ thể hoặc đường tiêu hóa, các hóa chất được pha loãng trong máu và phân phối đến toàn bộ sinh vật thông qua hệ tuần hoàn. Ở động vật có xương sống, tĩnh mạch của cung cấp máu cho gan và tại gan diễn ra hầu hết các quá trình biến đổi sinh học của chất ô nhiễm. Ở động vật không xương sống, quá trình chuyển hóa diễn ra ở gan, tụy hoặc tuyến tiêu hóa.

Nồng độ trong huyết tương của hóa chất là chỉ dấu (sinh học) rất quan trọng vì nó thường liên quan trực tiếp đến nồng độ tại vị trí tác dụng và theo các nguyên tắc cơ bản của độc chất học, tác dụng sinh học của hóa chất có liên quan trực tiếp đến liều lượng tại vị trí tác động. Mỗi quan hệ giữa nồng độ tiếp xúc (thường là nồng độ môi trường) và nồng độ tại vị trí tác dụng được xác định bởi các quá trình độc học; bao gồm hấp thụ, phân phối và đào thải. Sự cân bằng giữa hấp thụ và đào thải, khi đạt được trạng thái ổn định, sẽ giúp xác định BCF.

Tóm lại, trong giám sát môi trường biển, cần quan tâm đến việc đánh giá khối lượng một chất hóa học nhất định mà sinh vật hấp thụ thông qua thực phẩm. Trong trường hợp này, có thể định lượng quá trình chuyển hóa chất dinh dưỡng từ thức ăn (hoặc con mồi) sang sinh vật tiêu thụ. Tỷ lệ giữa nồng độ trong các mô của sinh vật tiêu thụ và trong thức ăn/con mồi đôi khi được gọi là hệ số khuếch đại sinh học, tuy nhiên, nhóm nghiên cứu đề xuất sử dụng hệ số chuyển hóa dinh dưỡng (Trophic transfer factor - TTF) để tạo ra sự khác biệt với khái niệm thực tế về phóng đại sinh học, vốn là hiện tượng tự nhiên trong lưới thức ăn không nên áp dụng cho các tương tác đơn lẻ giữa sinh vật tiêu thụ và thức ăn/con mồi. Dữ liệu về khả năng tích tụ chất ô nhiễm trong các sinh vật dưới nước là cơ sở quan trọng trong việc xác định các chất ô nhiễm ưu tiên và thực thi tiêu chuẩn, quy chuẩn bảo vệ chất lượng nước biển. Dữ liệu thu được từ các thí nghiệm đó có thể được khớp với các mô hình động, trong đó sự tích lũy được biểu thị dưới dạng một hàm của thời gian hoặc mô hình cân bằng giả định trạng thái cân bằng nhiệt động lực học hoặc ít nhất là các điều kiện ở trạng thái ổn định đã đạt được.

Như đã đề cập ở trên, các chất ô nhiễm hòa tan được hấp thụ qua bề mặt cơ thể và chất ô nhiễm dạng hạt có thể được hấp thụ thông qua hệ tiêu hóa. Đối với các đánh giá sâu hơn về tác động của chất ô nhiễm đến sinh vật, cần chú ý đến quá trình khác nhau ảnh hưởng đến sự hấp thụ và phân bố của chất ô nhiễm trong mô, cơ quan của sinh vật. Các quá trình này, cùng với cơ chế chuyển hóa và loại bỏ, trao đổi chất được gọi là độc động học. Các chất ô nhiễm dạng hạt và hòa tan được hấp thụ theo các con đường khác nhau, đầu tiên là qua mang và sau đó là qua hệ thống tiêu hóa. Đối với các chất ô nhiễm trong nước, chỉ phần khả dụng sinh học được hấp thụ và phân bố đến các mô, cơ quan khác nhau (Khái niệm khả dụng sinh học hiện nay mới chỉ được quy định trong các văn bản hướng dẫn về đánh giá vật chất nạo vét phục vụ cấp phép nhận chìm ở Việt Nam). Đối với các hạt vật chất được hấp thụ vào, khi tiêu hóa, chỉ phần có thể đồng hóa mới được hấp thụ trong ruột, được hấp thụ bởi các tế bào hấp thụ

ruột, tế bào biểu mô trong ruột. Phần còn lại được chuyển hóa và thải ra dưới dạng phân và do đó vô hại đối với sinh vật.

Ở cấp độ quần xã, quần thể, ô nhiễm có thể làm thay đổi các yếu tố môi trường quyết định sự phân bố và sự phong phú của các loài. Sự thay đổi có thể liên quan đến sự biến đổi của các điều kiện môi trường vượt ra ngoài phạm vi chịu đựng của một số loài nhất định trong quần xã, loài này sẽ biến mất. Đồng thời, sự biến đổi của điều kiện môi trường cũng có thể làm thay đổi cấu trúc thành phần loài theo chiều hướng gia tăng số lượng của nhóm quần thể nhất định trong khi các quần thể khác có thể biến mất. Nếu độ nhạy cảm với một loại ô nhiễm nhất định giữa các loài khác nhau trong một quần xã tuân theo phân bố bình thường thì có thể xác định một số loài đặc biệt nhạy cảm và có xu hướng biến mất nhanh chóng sau một sự kiện ô nhiễm hoặc biến động môi trường, những loài khác ở đầu bên kia của phân phối, dễ thích ứng hơn nhiều so với mức trung bình, sẽ đứng vững và thậm chí phát triển mạnh do không bị cạnh tranh tài nguyên, cuối cùng thống trị quần xã trong điều kiện ô nhiễm hoặc môi trường đã bị biến đổi. Việc sử dụng loài chỉ thị trong giám sát môi trường biển nhất thiết phải gắn liền với các dữ liệu về điều kiện môi trường vật lý, hóa học môi trường biển và các dữ liệu thử nghiệm sinh học. Các loài chỉ thị cần được giám sát theo chế độ định kỳ, tuy nhiên, khoảng thời gian giữa các kỳ giám sát cần được đánh giá, tính toán dựa trên điều kiện cụ thể của từng khu vực mà không nên ấn định một giá trị cụ thể đối với chu kỳ giám sát cho tất cả các khu vực. Sự khác biệt này chủ yếu là do những khác biệt về chế độ khí tượng, thủy, hải văn dẫn tới sự khác biệt trong vận chuyển, lan truyền và biến đổi của chất ô nhiễm cũng như phân bố, chu trình sinh trưởng, phát triển của sinh vật ở từng khu vực. Do đó, các yếu tố vật lý cần giám sát bao gồm sóng, gió, dòng chảy cũng như profile nhiệt muối ở khu vực biển ■

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Bộ TN&MT năm 2021. Báo cáo hiện trạng môi trường quốc gia giai đoạn 2016-2020.
2. Gray JS. Effects of environmental stress on species rich assemblages. *Biol J Linnean Soc* 1989; 37:19-32.
3. HELCOM. HELCOM core indicators: Final report of the HELCOM CORESET project. *Balt Sea Environ Proc* 2013;136.
4. Lam PKS. Use of biomarkers in environmental monitoring. *Ocean Coast Manage* 2009;52: 348e354.
5. OSPAR Commission 2015. Levels and trends in marine contaminants and their biological effects - CEMP Assessment report 2014.
6. Ricardo Beiras. *Marine Pollution : Sources, Fate and Effects of Pollutants in Coastal Ecosystems*. Amsterdam, Netherlands: Elsevier, 2018.
7. Unger, S., Müller, A., Rochette, J., Schmidt, S., Shackeroff, J.M., & Wright, G. (2017). *Achieving the Sustainable Development Goal for the Oceans*.
8. Widdows J, Donkin P, Brinsley MD, et al. Scope for growth and contaminant levels in North Sea mussels *Mytilus edulis*. *Mar Ecol Prog Ser* 1995;127:131e148.