

ĐẶC TRƯNG PHÂN RÃ SINH HỌC CHẤT HỮU CƠ Ở CỬA SÔNG CÁI - NHA TRANG

Phan Minh Thu^{1,2*}, Tôn Nữ Mỹ Nga³

¹Viện Hải dương học, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

²Học viện Khoa học và Công nghệ, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

³Viện Nuôi trồng Thủy sản, Trường Đại học Nha Trang

*E-mail: phanminhthu@vnio.org.vn

Ngày nhận bài: 14-11-2016 / Ngày chấp nhận đăng: 9-9-2017

TÓM TẮT: Để đánh giá đặc trưng phân rã sinh học chất hữu cơ ở cửa sông Cái - Nha Trang, các chỉ tiêu tốc độ phân rã cực đại, hằng số bán phân rã, hằng số tốc độ phân rã và thời gian bán phân rã của chất hữu cơ được xác định. Kết quả thí nghiệm với mẫu nước tại cửa sông Cái vào mùa khô năm 2013 và 2015 lúc triều cường và triều kiệt, và giải phương trình Michaelis & Menten trong trường hợp BOD_n theo phương pháp bình phương tối thiểu, đã chỉ ra rằng các đặc trưng của quá trình phân rã sinh học chất hữu cơ có đặc trưng riêng, mang tính địa phương và ít chịu ảnh hưởng của thủy triều vùng cửa sông. Chất hữu cơ trong nước của sông Cái có tính chất dễ phân hủy và có nguồn gốc từ chất thải tự sinh hoặc từ chất thải sinh hoạt.

Từ khóa: Phân rã sinh học, chất hữu cơ, tự làm sạch, BOD, cửa sông Cái.

MỞ ĐẦU

Sự phát triển kinh tế và đô thị hóa làm gia tăng áp lực lên các thủy vực ven biển cũng như cửa sông. Bất cứ tác động nào (tiêu cực hay tích cực) cũng đều ảnh hưởng đến khả năng trao đổi chất và phân rã sinh học chất hữu cơ trong thủy vực. Do sự khác nhau về nguồn gốc phát sinh, đặc điểm cấu trúc mà cường độ phân rã sinh học chất hữu cơ ở từng thủy vực khác nhau và thể hiện đặc trưng riêng của nó. Các chất hữu cơ này có thể dễ phân rã (như tinh bột, đường,...) hoặc khó phân rã (chất hữu cơ mạch vòng). Đối với vùng cửa sông ven biển, hơn 60% chất hữu cơ trong thủy vực là chất thải sinh hoạt hoặc có nguồn gốc từ các hoạt động kinh tế xã hội. Khi tồn tại trong thủy vực, các chất hữu cơ này có thể lắng đọng trên nền đáy (khoảng 1% tổng lượng chất hữu cơ) hoặc vận chuyển đến các vùng nước lân cận (khoảng 30% chất hữu cơ), phần lớn chất hữu cơ phân rã và chuyển hóa trong cột nước [1-4]. Đây

chính là chức năng tự làm sạch của thủy vực, nó giúp cho môi trường nước ven bờ ổn định và hồi phục lại trạng thái ban đầu. Sự biến thiên của chất hữu cơ trong thủy vực hay đoạn sông thường được chi phối bởi nhiều quá trình: Quá trình tải, quá trình khuếch tán, quá trình lắng đọng, quá trình bốc hơi, quá trình phân rã, khoáng hóa (hóa học và sinh học).

Vịnh Nha Trang được biết đến như là một khu bảo tồn biển. Chất lượng môi trường nước vịnh Nha Trang không chỉ chịu ảnh hưởng từ các hoạt động kinh tế du lịch và nuôi trồng thủy sản nội tại trong vịnh mà còn chịu sự chi phối của vật chất có nguồn gốc lục nguyên từ lưu vực sông Cái và sông Tắc. Phan Minh Thu và Tôn Nữ Mỹ Nga [5] đã chỉ ra rằng hàng năm vịnh Nha Trang đã tiếp nhận khoảng 10 ngàn tấn BOD hay 20 ngàn tấn COD. Những nghiên cứu về phân rã sinh học tại vịnh Nha Trang còn tương đối ít. Các nghiên cứu này được thực hiện dựa trên phương pháp động học, phản ứng

tự xúc tác. Dựa vào mô hình Michaelis-Menten [6-8], ở cửa sông Cái, hằng số tốc độ phân rã sinh học chất hữu cơ biến động từ 0,02 đến 0,04 ngày⁻¹ [9]; thấp hơn nhiều so với những kết quả từ Nguyễn Hữu Huân và nnk., [10] (hằng số này dao động trong khoảng 0,1389 - 0,1841 ngày⁻¹). Tại cửa sông Tắc, hằng số này dao động từ 0,0643 đến 0,3202 ngày⁻¹ [11]. Tuy nhiên, hiệu quả của nhiều chính sách được triển khai để cải tạo cảnh quan và cải thiện chất lượng môi trường nước đã giúp cho nước vùng cửa sông Cái đang ngày càng “sạch” hơn [12]. Do đó, khả năng tự làm sạch cũng như sức tải của vùng cửa sông Cái cũng góp phần nâng cao khả năng cải thiện [12-14]. Điều này đã làm thay đổi khả năng phân rã sinh học chất hữu cơ tại cửa sông Cái nói riêng, của vịnh Nha Trang và các vùng biển ven bờ Nam Trung Bộ nói chung.

Bài báo dưới đây xác định các đặc trưng phân rã sinh học chất hữu cơ cửa sông Cái, cung cấp các dữ liệu khoa học để các nhà khoa học, quản lý có thể đưa ra những giải pháp hợp lý nhằm tăng cường khả năng tự làm sạch của thủy vực cũng như góp phần nâng cao mức độ bền vững trong phát triển kinh tế biển.

TÀI LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Chất lượng nước ở cửa sông Cái chịu ảnh hưởng của nguồn vật chất từ lục địa và từ vịnh Nha Trang. Tuy nhiên, nguồn vật chất này biến động mạnh theo thời gian và không gian. Nguồn vật chất hữu cơ từ lục địa, chủ yếu là từ nguồn thải sinh hoạt của thành phố Nha Trang, ảnh hưởng trực tiếp và gián tiếp đến nguồn vật chất của cửa sông Cái, đặc biệt là ở nhánh Hà Ra. Thêm vào đó, chất lượng môi trường nước ở cửa sông Cái chịu ảnh hưởng của chế độ thủy triều và từ nguồn nước trên thượng nguồn. Tổng lưu lượng trung bình 2,078 tỷ m³/năm, phân bố 65 - 66% lưu lượng vào mùa mưa [15]. Điều này đã làm gia tăng khả năng tự làm sạch vật lý của nước cửa sông Cái. Chính vì vậy, thực hiện đánh giá khả năng tự làm sạch tại nhánh sông Hà Ra vào mùa khô đã làm bộc lộ được những đặc trưng của khả năng tự làm sạch vùng nghiên cứu. Việc đánh giá khả năng phân rã sinh học chất hữu cơ được thực hiện từ kết quả thí nghiệm biến động nhu cầu oxy sinh hóa (BOD_n) của các mẫu thí nghiệm thu tại cửa sông Cái (hình 1) vào lúc triều cường và triều kiệt trong mùa khô năm 2013 (10 thí nghiệm) và 2015 (12 thí nghiệm). Quá trình này được xác định dựa trên mối quan hệ giữa hàm lượng chất hữu cơ được thể hiện qua nhu cầu oxy sinh hóa (BOD_n) theo thời gian.



Hình 1. Vị trí thu mẫu nước thí nghiệm tại cầu Hà Ra, sông Cái

Mẫu nước được xác định các giá trị BOD trong 1 ngày, 3 ngày, 5 ngày, 6 ngày, 10 ngày,

15 ngày và 20 ngày ở nhiệt độ phòng (trong thời gian thí nghiệm, nhiệt độ dao động quanh

giá trị 27°C). BOD_n là sự chênh lệch hàm lượng oxy hòa tan (DO) giữa ngày đầu với ngày thứ n. DO định lượng bằng phương pháp Winkler [16]. Ngoài ra, các yếu tố môi trường như NO_x, NH₄, PO₄, nhiệt độ và độ mặn cũng được đo đạc/phân tích theo APHA [16]; với DIN (tổng nitơ vô cơ hòa tan) là tổng NO_x và NH_{3,4}, và DIP (tổng phospho vô cơ hòa tan) là PO₄.

Nhiều tác giả [6, 7, 17] đã áp dụng phương trình Michaelis-Menten để tính toán tốc độ phân rã sinh học hữu cơ (1):

$$v = \frac{d[P]}{dt} = \frac{V_{\max} [S]}{K_m + [S]} \quad (1)$$

Trong đó: V_{max}: Tốc độ phân rã cực đại của chất hữu cơ (mg BOD/L/ngày), S: Nồng độ của chất hữu cơ (được đặc trưng bởi BOD_n, đơn vị: mg BOD/L) và K_m: Nồng độ bán phân rã của chất hữu cơ (tại thời điểm 50% chất hữu cơ được phân rã, mg BOD/L).

Nếu gọi k (ngày⁻¹) là hằng số tốc độ phân rã, biến động của hàm lượng chất hữu cơ (S) phân rã trong 1 khoảng thời gian t được tính theo công thức (2) [8, 10]:

$$S = S_{\max} \times (1 - e^{-kt}) \quad (2)$$

Trong đó: t_{1/2} (ngày): Thời gian bán phân rã hay thời gian để phân hủy hết một nửa lượng chất hữu cơ được tính theo:

$$t_{1/2} = (\ln 2)/k \quad (3)$$

Giải các phương trình trên dựa vào kết quả thí nghiệm BOD_n theo thời gian và bằng phương pháp bình phương tối thiểu.

KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

Đặc điểm môi trường vùng nghiên cứu. Các yếu tố môi trường tại cửa sông Cái trong thời gian nghiên cứu được thống kê trong bảng 1. Độ mặn năm 2013 (dao động trong khoảng 8,70 - 11,80‰) biến động ít hơn so với năm 2015 (dao động trong khoảng 1,30 - 13,20‰) là do thời kỳ mùa khô năm 2015 chịu ảnh hưởng của các cơn mưa tiêu mẫn, nên lượng nước ngọt đã ảnh hưởng đến toàn chu kỳ triều. Hàm lượng oxy hòa tan cao ở tất cả các đợt khảo sát chỉ ra rằng môi trường nước ở đây thuận lợi cho quá trình phân rã chất hữu cơ hiếu khí.

Bảng 1. Một số đặc trưng môi trường tại cửa sông Cái

Năm	Triều triều	Giá trị	Độ mặn psu	DO mgO ₂ /L	BOD ₅ mgO ₂ /L	NO ₂ mgN/m ³	NO ₃ mgN/m ³	NH ₄ mgN/m ³	DIN mgN/m ³	DIP mgP/m ³
2013	Triều thấp	Cực tiểu	8,70	5,34	1,76	4,29	6,87	182,17	196,77	103,24
		Cực đại	9,90	6,44	2,78	543,01	176,17	623,46	921,01	222,91
		Trung bình	9,20	6,11	2,36	125,00	44,95	308,72	478,67	146,13
		±SD	0,46	0,45	0,39	234,13	73,46	181,92	305,04	46,42
	Triều cao	Cực tiểu	10,90	6,17	1,48	11,35	11,17	134,43	193,36	92,67
		Cực đại	11,80	6,63	2,58	727,29	207,97	211,84	894,78	251,56
		Trung bình	11,40	6,40	2,00	281,58	78,30	161,31	521,19	141,43
		±SD	0,37	0,19	0,52	352,50	83,40	31,29	335,02	63,49
2015	Triều thấp	Cực tiểu	2,10	4,33	1,17	3,85	77,53	35,07	133,22	11,07
		Cực đại	11,90	6,95	3,31	40,39	292,53	370,02	625,56	121,30
		Trung bình	5,93	6,25	2,29	16,43	161,74	161,03	339,21	39,28
		±SD	4,28	0,83	0,68	13,37	73,87	122,83	185,73	34,33
	Triều cao	Cực tiểu	1,30	5,32	1,38	7,71	98,32	41,50	193,90	9,27
		Cực đại	13,20	7,25	3,38	36,47	242,97	168,84	403,99	48,49
		Trung bình	7,49	6,51	2,17	17,84	160,49	102,63	280,97	17,94
		±SD	4,10	0,64	0,69	9,91	58,38	43,99	78,60	15,10

Ghi chú: ±SD: ± độ lệch chuẩn.

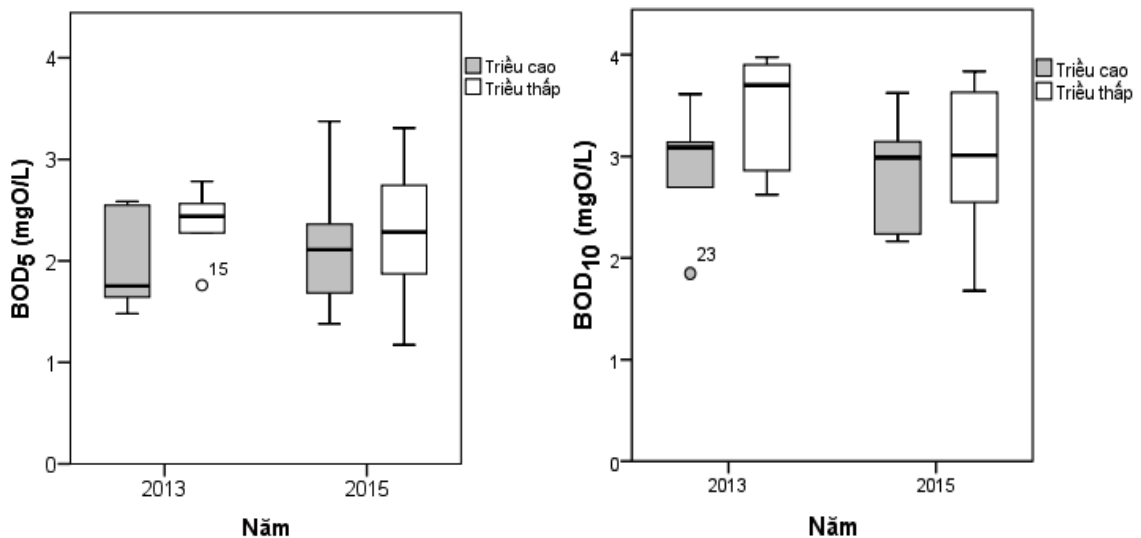
Bảng 1 còn cho thấy là dường như không có sự khác nhau về mặt thống kê giữa triều cao và triều thấp (trừ giá trị DIN), nhưng hàm lượng của DIN và DIP giảm mạnh theo thời

gian. Hàm lượng trung bình của DIN năm 2013 đạt 478,67 ± 305,04 mgN/m³ (triều thấp) và 521,19 ± 335,02 mgN/m³ (triều cao); giảm xuống còn 339,21 ± 185,73 mgN/m³ (triều

thấp) và $280,97 \pm 78,60 \text{ mgN/m}^3$ (triều cao) vào năm 2015. Trong khi đó, hàm lượng trung bình của DIP năm 2013 đạt $146,13 \pm 46,42 \text{ mgP/m}^3$ (triều thấp) và $141,43 \pm 63,49 \text{ mgP/m}^3$ (triều cao); hàm lượng trung bình DIP giảm mạnh trong năm 2015 và chỉ còn $39,28 \pm 34,33 \text{ mgP/m}^3$ (triều thấp) và $17,94 \pm 15,10 \text{ mgP/m}^3$ (triều cao) ($p < 0,05$). Kết quả này cho thấy nguồn nước thải sinh hoạt của thành phố đổ ra cửa sông Cái đã được quản lý tốt hơn, nguồn làm tăng muối dinh dưỡng đã được hạn chế đáng kể. Điều này là do nước thải sinh hoạt đã được thu gom và xử lý [12].

Đánh giá khả năng phân rã chất hữu cơ. BOD₅, BOD₁₀ biến động mạnh theo thời gian (hình 2). Trong năm 2013, giá trị trung bình của BOD₅ tăng từ $2,00 \pm 0,52 \text{ mgO}_2/\text{L}$ (triều cao) lên $2,36 \pm 0,39 \text{ mgO}_2/\text{L}$ (triều thấp); BOD₁₀ tăng từ $2,88 \pm 0,66 \text{ mgO}_2/\text{L}$ (triều cao) lên $3,41 \pm 0,63 \text{ mgO}_2/\text{L}$ (triều thấp). Trong khi đó, vào năm 2015, chênh lệch của giá trị trung bình của BOD₅ và BOD₁₀ giữa triều cao và triều thấp đã giảm đáng kể (hình 2). Theo đánh giá của Gotovtsev và nnk., [7], trong điều kiện đầy đủ oxy và nhiệt độ 20°C, đối với nước thải đô thị, BOD₅, BOD₁₀ và BOD₂₀ cho biết

khoảng 70%, 90% và 99% BOD toàn phần, tức là tổng lượng chất hữu cơ thải bị phân hủy. Mặt khác, theo Gotovtsev và nnk., [18], BOD toàn phần thường nhỏ hơn hoặc bằng COD hoặc tổng chất hữu cơ trong mẫu nghiên cứu, trong khi đó, tỷ lệ COD/TOC (tổng carbon hữu cơ) = 2,66 và BOD₅/TOC < 1,85 cho trường hợp nước thải sinh hoạt. Như vậy, dựa vào BOD₅, tổng lượng chất carbon hữu cơ tại cửa sông Cái biến động lớn hơn $632,43 - 1.827,03 \text{ } \mu\text{g C/L}$. Giả sử thành phần chất hữu cơ trong nước của sông Cái không đổi trong một chu kỳ triều, hàm lượng TOC trong mẫu nước của sông Cái đã tăng từ $1081,08 \text{ } \mu\text{g C/L}$ lên $1275,68 \text{ } \mu\text{g C/L}$ (trong năm 2013), tức là gia tăng lên 18%. Tương tự cho trường hợp BOD₁₀, lượng chất hữu cơ sai khác nhau giữa triều cao và triều thấp là 18,40% (năm 2013). Như vậy, nếu cho rằng sau 5 ngày, chất hữu cơ đã phân rã hết 70% thì sau 10 ngày chất hữu cơ trong các mẫu thí nghiệm đã phân hủy hoàn toàn. Tính toán tương tự và so sánh kết quả BOD₅ và BOD₁₀ giữa triều cao và triều thấp ở cửa sông Cái năm 2015, kết quả đã chứng minh rằng nguồn vật chất hữu cơ từ lục địa đã giảm đáng kể so với trước đây.



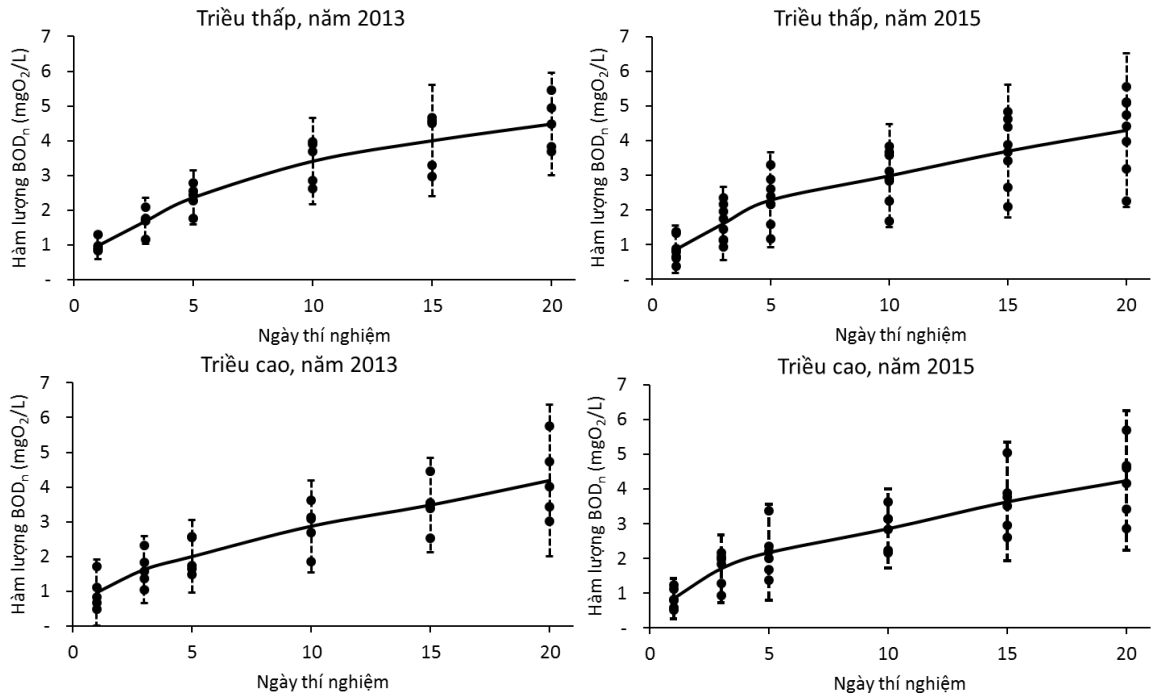
Hình 2. Biến động BOD₅ và BOD₁₀ trong nước ở cửa sông Cái

Khả năng phân rã sinh học chất hữu cơ. Kết quả thực nghiệm khả năng phân rã sinh học chất hữu cơ với mẫu nước thu được ở cửa sông Cái (hình 3) đã cho thấy không có sự khác nhau

giữa các đợt thí nghiệm trong các thời điểm triều cao và triều thấp trong năm 2013 và 2015. Sự biến động của BOD_n theo thời gian có dạng đường Michaelis-Menten, tức là đường cong

BOD_n là dạng đường tích lũy và tương tự quá trình phản ứng tự xúc tác, tương tự kết quả

nghiên cứu trước đây [9-11].



Hình 3. Quan hệ BOD với thời gian phân rã sinh học chất hữu cơ lúc triều thấp (trên) và triều cao (dưới): Đồ thị đường thể hiện giá trị trung bình ± 2 lần độ lệch chuẩn

Kết quả tính toán các thông số thể hiện đặc trưng phân rã sinh học chất hữu cơ ở cửa sông Cái bằng công thức (1) - (3) được thể hiện ở bảng 2. Bảng 2 cho thấy các thông số này biến động mạnh theo thời gian, trong đó, tốc độ phân rã cực đại của chất hữu cơ dao động trong khoảng 0,081 - 0,238 (mg BOD/L/ngày); hằng số bán phân rã của chất hữu cơ dao động trong khoảng 0,686 - 4,038 (mg BOD/L); trong khi đó, hằng số tốc độ phân rã chất hữu cơ dao động từ 0,075 đến 0,261 ngày⁻¹ với thời gian bán phân rã chất hữu cơ tương ứng 2,651 - 9,296 ngày. Sự biến đổi của các thông số này chỉ ra rằng thành phần chất hữu cơ có thể thay đổi từ dễ phân hủy đến khó phân hủy, phụ thuộc vào nguồn vật chất thải vào trong hệ.

Tuy nhiên, dựa vào kết quả kiểm định sự khác nhau về giá trị trung bình giữa thời điểm triều cao và triều thấp hoặc giữa năm 2013 và 2015 (bảng 3), các thông số đặc trưng của quá trình phân rã chất hữu cơ thể hiện sự biến động và sự khác nhau không rõ ràng với mức ý nghĩa

5% (kiểm định hai phía). Dựa vào hằng số tốc độ phân rã chất hữu cơ (trung bình năm 2013 là $0,139 \pm 0,058$ ngày⁻¹ và năm 2015 là $0,127 \pm 0,025$ ngày⁻¹) và thời gian bán phân rã (trung bình năm 2013 là $5,79 \pm 2,25$ ngày và năm 2015 là $5,64 \pm 1,16$ ngày). Dựa vào hằng số tốc độ phân rã chất hữu cơ, Gotovtsev và nnk., (2012), đã tổng hợp và phân chia chất hữu cơ thành 3 loại: dễ phân hủy ($k > 0,3$ ngày⁻¹, như formaldehyde: 1,4 ngày⁻¹, glucose: 0,72 ngày⁻¹, bột mì: 0,59 ngày⁻¹, methyl alcohol: 0,57 ngày⁻¹, ethyl alcohol: 0,50 ngày⁻¹, phenol: 0,38 ngày⁻¹), phân hủy trung bình ($0,06$ ngày⁻¹ $< k < 0,3$ ngày⁻¹, hexanoic acid: 0,18 ngày⁻¹, pyrocatechin: 0,14 ngày⁻¹, kerosene alkylsulfonate: 0,12 ngày⁻¹, lignin sulfonates: 0,06 ngày⁻¹) và khó phân hủy ($k > 0,06$ ngày⁻¹, như carvacrol: 0,05 ngày⁻¹, hydroquinol: 0,04 ngày⁻¹, hydrogen sulfide: 0,03 ngày⁻¹, sulphanoole: 0,02 ngày⁻¹, caprolactam: 0,01 ngày⁻¹, OP-10 preparation: 0,006 ngày⁻¹, cyclohexanoxime: 0,002 ngày⁻¹, cyclohexanol:

0,001 ngày⁻¹), trong khi đó, chất thải sinh hoạt từ đô thị có hệ số phân rã chất hữu cơ trung bình là 0,23 ngày⁻¹ và thời gian bán phân rã khoảng 3 ngày [7]. Như vậy, so sánh các kết quả thực nghiệm về hằng số tốc độ phân rã và thời gian bán phân rã của chất hữu cơ trong mẫu nước thu từ cửa sông Cái cho thấy bản chất phân rã của chất hữu cơ không khác nhau giữa năm 2013 và 2015 và giữa triều cao và triều thấp ($p > 0,05$). Chất hữu cơ ở cửa sông

Cái có tốc độ phân rã trung bình với nguồn gốc là chất hữu cơ nội sinh hoặc từ chất thải sinh hoạt, trong khi đó các chất thải hữu cơ cao phân tử và khó phân hủy ít được thải vào khu vực này. Do chất hữu cơ cao phân tử là điều kiện làm chậm quá trình phân rã sinh học chất hữu cơ nên cho phép kết luận rằng các kết quả nghiên cứu về đặc trưng phân rã sinh học chất hữu cơ mang tính địa phương và thể hiện được đặc điểm riêng của nó [7, 19].

Bảng 2. Đặc trưng phân rã chất hữu cơ ở cửa sông Cái

Năm	Thủy triều	Giá trị	Tốc độ phân rã cực đại của chất hữu cơ V_{max} (mg/L/ngày)	Hằng số bán phân rã của chất hữu cơ K_m (mgBOD/L)	Hằng số tốc độ phân rã chất hữu cơ k (1/ngày)	Thời gian bán phân rã $t_{1/2}$ (ngày)
2013	Triều thấp	Cực tiểu	0,124	0,686	0,087	3,669
		Cực đại	0,224	2,135	0,189	7,955
		Trung bình	0,175	1,375	0,143	5,242
		±SD	0,045	0,522	0,041	1,721
	Triều cao	Cực tiểu	0,118	0,766	0,075	2,651
		Cực đại	0,198	1,615	0,261	9,296
Trung bình		0,159	1,162	0,135	6,343	
	±SD	0,033	0,382	0,077	2,783	
2015	Triều thấp	Cực tiểu	0,081	0,694	0,109	4,145
		Cực đại	0,221	4,038	0,167	6,331
		Trung bình	0,151	1,620	0,130	5,480
		±SD	0,054	1,074	0,025	0,937
	Triều cao	Cực tiểu	0,084	0,798	0,083	4,426
		Cực đại	0,238	1,706	0,157	8,391
Trung bình		0,151	1,357	0,124	5,862	
	±SD	0,050	0,305	0,027	1,467	

Ghi chú: ±SD: ± độ lệch chuẩn.

Bảng 3. So sánh biến động của các đặc trưng phân rã chất hữu cơ ở cửa sông Cái

Theo thủy triều	V_{max}		K_m		k		Thời gian	
	Triều cao	Triều thấp	Triều cao	Triều thấp	Triều cao	Triều thấp	Triều cao	Triều thấp
N	11	13	11	13	11	13	11	13
Trung bình	0,155	0,160	1,268	1,526	0,129	0,135	6,081	5,388
SD	0,042	0,050	0,339	0,883	0,053	0,031	2,058	1,230
Trung bình sai số chuẩn	0,013	0,014	0,102	0,245	0,016	0,009	0,621	0,341
Sig. (2-phía) t-test so sánh giá trị trung bình	0,754		0,346		0,736		0,343	
Theo năm	2013	2015	2013	2015	2013	2015	2013	2015
N	10	14	10	14	10	14	10	14
Trung bình	0,167	0,151	1,269	1,507	0,139	0,127	5,792	5,643
SD	0,038	0,050	0,446	0,822	0,058	0,025	2,257	1,157
Trung bình sai số chuẩn	0,012	0,013	0,141	0,220	0,018	0,007	0,714	0,309
Sig. (2-phía) t-test so sánh giá trị trung bình	0,380		0,371		0,576		0,851	

Ghi chú: N: số mẫu; SD: độ lệch chuẩn.

Thêm vào đó, nguồn vật chất đầu vào ít kết hợp với chế độ trao đổi nước mạnh là yếu tố

ảnh hưởng đến cơ chế phân rã chất hữu cơ tại đây. Ngoài ra, khả năng phân rã sinh học chất

hữu cơ còn phụ thuộc nhiều vào yếu tố. Phan Minh Thụ và nnk., [20] chỉ ra rằng khả năng phân rã sinh học chất hữu cơ phụ thuộc nhiều vào lượng vi khuẩn hiếu khí tổng số, BOD₅, thành phần cơ chất, chlorophyll-a, DIP, tức là phụ thuộc vào nguồn cơ chất, bản chất và cấu trúc của các chất hữu cơ trong môi trường. Điều này phù hợp với những nghiên cứu về đặc trưng phân rã sinh học chất hữu cơ của Gotovtsev và nnk., [7, 18].

KẾT LUẬN

Đặc trưng phân rã sinh học chất hữu cơ ở cửa sông Cái thể hiện đặc tính riêng của thủy vực và mang tính địa phương. Các giá trị thực nghiệm cho thấy đặc trưng phân rã sinh học chất hữu cơ chịu ảnh hưởng bởi quá trình quản lý chất lượng môi trường của thủy vực và nguồn gốc chất thải hữu cơ. Kết quả nghiên cứu cho thấy đặc trưng phân rã sinh học chất hữu cơ ở cửa sông Cái thể hiện tính chất phân rã của chất hữu cơ dễ phân hủy và ít chịu ảnh hưởng của thủy triều.

Lời cảm ơn: Tập thể tác giả chân thành cảm ơn sự giúp đỡ của phòng Sinh thái biển, Viện Hải dương học để hoàn thành bài báo này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Suess, E., 1980. Particulate organic carbon flux in the oceans-surface productivity and oxygen utilization. *Nature*, **288**(5788), 260-263.
2. Hedges, J. I., and Keil, R. G., 1995. Sedimentary organic matter preservation: an assessment and speculative synthesis. *Marine chemistry*, **49**(2-3), 81-115.
3. Hedges, J. I., Keil, R. G., and Benner, R., 1997. What happens to terrestrial organic matter in the ocean?. *Organic geochemistry*, **27**(5-6), 195-212.
4. Middelburg, J. J., and Meysman, F. J., 2007. Burial at sea. *Science*, **316**(5829), 1294-1295.
5. Phan Minh Thụ, Tôn Nữ Mỹ Nga, 2016. Lượng hóa nguồn thải vịnh Nha Trang. *Tạp chí Khoa học - Công nghệ Thủy sản*, Số 1, 54-61.
6. Gotovtsev, A. V., 2010. Modification of the Streeter-Phelps system with the aim to account for the feedback between dissolved oxygen concentration and organic matter oxidation rate. *Water Resources*, **37**(2), 245-251.
7. Gotovtsev, A. V., Danilov-Danilyan, V. I., and Nikanorov, A. M., 2012. BOD monitoring problems. *Water Resources*, **39**(5), 546-555.
8. Menten, L., and Michaelis, M. I., 1913. Die kinetik der invertinwirkung. *Biochem Z*, **49**, 333-369.
9. Nguyễn Tác An, Lê Lan Hương, Phan Minh Thụ, 1999. Sơ bộ đánh giá khả năng tự làm sạch ở vực nước ven bờ Nha Trang. *Tuyển tập nghiên cứu biển*, **9**, 123-136.
10. Nguyễn Hữu Huân, Hồ Hải Sâm, Phan Minh Thụ, 2001. Động học quá trình sinh hoá tiêu thụ oxy trong nước vùng cửa sông Cái (Nha Trang). *Tuyển tập báo cáo khoa học: Hội nghị khoa học "BIỂN ĐÔNG 2000"*, Nha Trang, 19-22/9/2000. 287-294.
11. Phan Minh Thụ, Tôn Nữ Mỹ Nga, Nguyễn Thị Miền, 2014. Đánh giá mức độ phân rã hữu cơ sinh học ở Cửa Bé - Khánh Hòa. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Thủy sản*, số 2, 57-61.
12. Phan Minh Thụ, Nguyễn Trịnh Đức Hiệu, Phạm Thị Phương Thảo, 2016. Biến động chất lượng nước vịnh Nha Trang. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ biển*, **16**(2), 144-150.
13. Linh, V. T. T., Kiem, D. T., Ngoc, P. H., Phu, L. H., Tam, P. H., and Vinh, L. T., 2015. Coastal Sea Water Quality of Nha Trang Bay, Khanh Hoa, Viet Nam. *Journal of Shipping and Ocean Engineering*, **5**, 123-130.
14. Phạm Hữu Tâm, Lê Thị Vinh, Dương Trọng Kiêm, Nguyễn Hồng Thu, Phạm Hồng Ngọc, Lê Hùng Phú, Võ Trần Tuấn Linh, 2013. Diễn biến chất lượng môi trường nước tại các bãi tắm ven bờ vịnh Nha Trang. *Tuyển tập nghiên cứu biển*, **19**, 72-79.
15. Lại Thị Lương, 2012. Tác động của biến đổi khí hậu đến tài nguyên nước mặt tỉnh Khánh Hòa. *Tuyển tập Báo cáo Hội thảo Khoa học Quốc gia về Khí tượng, Thủy văn, Môi trường và Biến đổi khí hậu lần thứ XV*. Tr. 270-275.
16. APHA, 2012. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22nd

- Edition, 21st Edition ed. American Public Health Association, Washington, D.C.
17. Arndt, S., Jørgensen, B. B., LaRowe, D. E., Middelburg, J. J., Pancost, R. D., and Regnier, P., 2013. Quantifying the degradation of organic matter in marine sediments: a review and synthesis. *Earth-Science Reviews*, **123**, 53-86.
 18. Gotovtsev, A. V., Danilov-Danil'yan, V. I., Nikanorov, A. M., 2010. BOD: The Understanding, Calculation, and Application. *Metody Otsenki Sootvetstviya*, **9**, 10-15.
 19. Leonov, A. V., 1974. Generalization, typification and kinetic analysis of the biochemical consumption of oxygen curves based on BOD-experiments. *Oceanologia (Oceanology)*, **14**, 82-87.
 20. Phan Minh Thu, Nguyễn Hữu Huân, Nguyễn Trịnh Đức Hiệu, Nguyễn Minh Hiếu, Nguyễn Kim Hạnh, Lê Trần Dũng, Hoàng Trung Du, Phạm Thị Miên, Lê Trọng Dũng, Võ Hải Thi, Trần Thị Minh Huệ, Nguyễn Hữu Hải, 2016. Đặc điểm phân rã sinh học chất hữu cơ ở các vực nước ven bờ thành phố Nha Trang Tuyên tập nghiên cứu biển, **22**, 73-82.

BIODEGRADATION OF ORGANIC MATTER IN CAI RIVER MOUTH - NHA TRANG

Phan Minh Thu^{1,2}, Ton Nu My Nga³

¹*Institute of Oceanography, VAST*

²*Graduate University of Science and Technology, VAST*

³*Faculty of Aquaculture, Nha Trang University*

ABSTRACT: To assess characteristics of organic matter biodegradation of waters at Cai river mouth - Nha Trang, the maximum ratio, half-saturation constant, decay ratio constant and half-time of organic matter biodegradation were estimated. Based on the experiment results with water at Cai mouth in dry season of 2013 & 2015 at high tide and low tide, and solution of Michaelis & Menten function in the case of BOD_n by least squares method, the paper indicated that organic matter biodegradation presented the local and specific characteristics and by slightly impacted by tidal systems in river mouth. The organic matter in Cai mouth was degraded easily and its origin was mainly from spontaneous waste or domestic waste.

Keywords: Biodegradation, organic matter, self-purification, BOD, Cai river mouth - Nha Trang.