TẠP CHÍ
KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN

Check for updates

Bài báo khoa học

Xác định ảnh hưởng của nhiệt độ đến tốc độ phân hủy chất hữu cơ trong nước sông Cái – tỉnh Đồng Nai

Nguyễn Văn Sơn[1]*, Phùng Chí Sỹ[1], Nguyễn Thế Tiến[1]

[1] Viện Nhiệt đới môi trường; sonvittep@gmail.com; entecvn@yahoo.com; thetien1960@gmail.com

*Tác giả liên hệ: sonvittep@gmail.com; Tel.: +84–909988410

Ban Biên tập nhận bài: 19/3/2023; Ngày phản biện xong: 10/4/2023; Ngày đăng bài: 25/4/2023

Tóm tắt: Các nghiên cứu về khả năng tự làm sạch của dòng sông tại Việt Nam đã được công bố với công cụ sử dụng là mô hình toán, các hệ số thực nghiệm được sử dụng theo gợi ý của mô hình vì vậy làm cho kết quả có độ chính xác không cao. Hệ số tốc độ phân hủy chất hữu cơ là thông số quan trọng liên quan đến khả năng tự làm sạch chất hữu cơ trong nước sông, trong đó nhiệt độ có ảnh hưởng đáng kể đến hệ số này. Trong nghiên cứu này mẫu nước là mẫu tổ hợp của 90 mẫu đơn lấy theo 2 thời điểm triều cường và triều kiệt tại 5 vị trí theo chiều dài dòng sông Cái. Các mẫu nước được phân tích BOD trong 20 ngày ở các nhiệt độ 20^{o}C, 25^{o}C, 30^{o}C, 35^{o}C, 40^{o}C. Tốc độ phân hủy chất hữu cơ được xác định theo phương pháp Slope. Kết quả cho thấy tốc độ phân hủy chất hữu cơ của nước sông tăng khi nhiệt độ tăng từ 20^{o}C lên 30^{o}C, đồng nghĩa với khả năng tự làm sạch chất hữu cơ trong nước sông Cái tăng. Tuy nhiên, khi nhiệt độ tăng từ 30^{o}C lên 40^{o}C, hệ số tốc độ phân hủy chất hữu cơ giảm. Bên cạnh đó, phương trình tương quan giữa hệ số tốc độ phân hủy chất hữu cơ và nhiệt độ đã được xác định với R^2 = 0,93.

Từ khóa: Hệ số tốc độ phân hủy chất hữu cơ; Nhiệt độ; Sông Cái.

1. Giới thiệu

Khả năng tự làm sạch của dòng sông là khả năng loại bỏ, giảm thiểu các chất ô nhiễm thông qua các quá trình biến đổi vật lý, hóa học, sinh học xảy ra trong dòng chảy. Khả năng tự làm sạch dòng sông đóng vai trò hết sức quan trọng trong giảm thiểu ô nhiễm nguồn nước, bảo vệ chất lượng nước sông [1]. Trên thế giới, các hướng nghiên cứu liên quan đến khả năng tự làm sạch của dòng sông tập trung vào 3 nội dung chính: (1) Nghiên cứu khả năng tự làm sạch dòng sông dựa vào đặc trưng của dòng chảy [2–3], (2) Nghiên cứu các yếu tố ảnh hưởng đến sự loại bỏ chất ô nhiễm trong dòng chảy sông [4–7], (3) Nghiên cứu xác định các hệ số liên quan đến khả năng tự làm sạch của dòng sông [6, 8–11]. Các công trình nghiên cứu về khả năng tự làm sạch của dòng sông được thực hiện với công cụ sử dụng chính để đánh giá khả năng tự làm sạch của dòng sông là các mô hình toán như: MIKE, BASINS, SWAT, QUAL2 (QUAL2EU, QUAL2K), WASP7… [12–20]. Một trong những yếu tố quan trọng ảnh hưởng đến kết quả đánh giá khả năng tự làm sạch của dòng sông là các hệ số thực nghiệm [13]. Đối với quá trình phân hủy các chất hữu cơ trong nước sông, hệ số thực nghiệm này chính là hệ số phân hủy chất hữu cơ bởi vi khuẩn hiếu khí [13]. Tại Việt Nam hệ số thực nghiệm này được sử dụng theo gợi ý của mô hình vì vậy làm cho kết quả đánh giá và dự báo có độ chính xác không cao [12]. Các công trình nghiên cứu thực nghiệm về hệ số phân hủy chất hữu cơ trong nước sông bởi vi khuẩn hiếu khí, đặc biệt là nghiên cứu ảnh hưởng của các yếu tố đến tốc độ phân hủy chất hữu cơ trong nước sông rất hạn chế [12]. Tốc độ phân hủy chất hữu cơ trong nước sông bởi quá trình sinh hóa phụ thuộc vào các yếu tố khác nhau như: Nhiệt độ, pH, độ mặn, ôxy hòa tan (DO), thành phần chất hữu cơ, lưu lượng dòng chảy, sự ổn định của cột nước và sự phân tầng [21]. Một trong những yếu tố quan trọng ảnh hưởng đến tốc độ phân hủy chất hữu cơ trong nước sông là nhiệt độ [21]. Hiện nay có các phương pháp xác định tốc độ phân hủy chất hữu cơ trong nước sông phổ biến như: Phương pháp Slope (phương pháp do Thomas phát triển dựa trên định luật Phelps và bình phương cực tiểu của phương trình phản ứng bậc 1), phương pháp Moment (phương pháp do Moore phát triển, Moore đã xây dựng các đồ thị cho BOD 3 ngày, 5 ngày và 7 ngày) và phương pháp Hydroscience (phương pháp do Hydroscience phát triển, Hydroscience dựa vào chiều sâu sông và hệ số thực nghiệm C) [1, 15]. Phương pháp Slope được sử dụng cho nghiên cứu này do có độ chính xác cao, độ tin cậy cao.

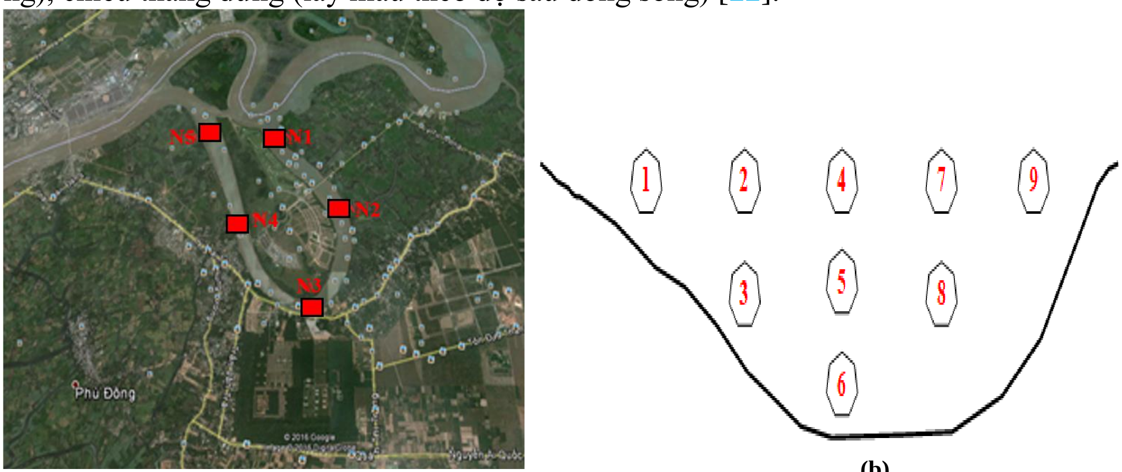
Sông Cái là một nhánh của sông Đồng Nai. Sông Cái chảy qua địa bàn xã Đại Phước, xã Long Tân và xã Phú Thạnh của huyện Nhơn Trạch, tỉnh Đồng Nai. Sông Cái có chiều dài khoảng 10km, chiều rộng dao động trong khoảng 220–380 m, độ sâu giữa dòng dao động trong khoảng 15–20 m tùy theo từng vị trí. Sông Cái có các chức năng: Vận tải (giao thông thủy, vận chuyển phù sa), sản xuất (cung cấp nước cho sinh hoạt, tưới tiêu), bảo vệ (thoát lũ, tiếp nhận, đồng hóa các chất ô nhiễm, điều hòa vi khí hậu). Với các chức năng ở trên cho thấy sông Cái – tỉnh Đồng Nai có vai trò hết sức quan trọng đối với khu vực.

Một trong những yếu tố quan trọng ảnh hưởng đến tốc độ phân hủy chất hữu cơ trong nước sông là nhiệt độ. Khi nhiệt độ nước sông thay đổi làm cho tốc độ phân hủy chất hữu cơ của nước sông thay đổi, đồng nghĩa với khả năng tự làm sạch chất hữu cơ trong nước sông thay đổi theo. Vì vậy, xác định ảnh hưởng của nhiệt độ đến tốc độ phân hủy chất hữu cơ trong nước sông Cái – tỉnh Đồng Nai nhằm nâng cao hiệu quả, tính chính xác, độ tin cậy trong đánh giá khả năng tự làm sạch của dòng sông, từ đó làm cơ sở khoa học để đưa ra các giải pháp góp phần bảo vệ chất lượng nước sông.

2. Vật liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Vật liệu

Theo hướng dẫn tại tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 6663–6:2018: Chất lượng nước – Lấy mẫu – Phần 6: Hướng dẫn lấy mẫu nước sông và suối, mẫu nước sông được lấy để phân tích có thể được thực hiện theo dạng mẫu tổ hợp (trộn các mẫu đơn) hoặc mẫu đơn tùy theo từng mục đích nghiên cứu. Sự hòa trộn của dòng nước sông xảy ra theo 3 chiều: Chiều dài dòng sông (lấy mẫu dọc theo chiều dài sông), chiều ngang (lấy mẫu từ bờ này sang bờ kia của sông), chiều thẳng đứng (lấy mẫu theo độ sâu dòng sông) [22].

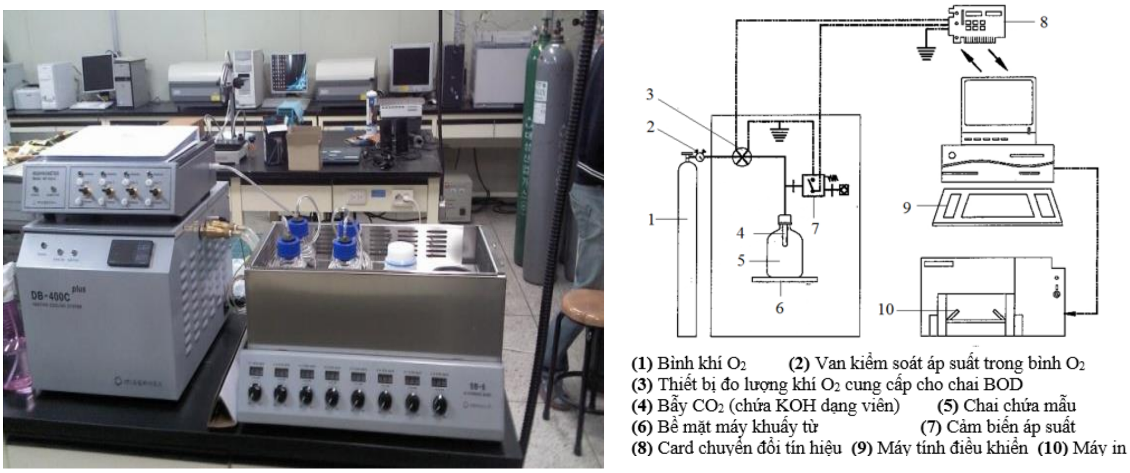


(a) (b)

Hình 1. (a) Vị trí các điểm lấy mẫu theo chiều dài dòng sông; (b) Vị trí các điểm lấy mẫu theo chiều thẳng đứng và chiều ngang của sông (theo mặt cắt).

Mẫu nước sông Cái – tỉnh Đồng Nai được lấy thực hiện cho nghiên cứu này là mẫu tổ hợp lấy theo chiều dài dòng sông, chiều thẳng đứng, chiều ngang và theo thủy triều (Hình 1a–1b). Sông Cái có chiều dài khoảng 10 km, lấy mẫu tại 5 vị trí, mỗi vị trí cách nhau 2,0–2,5 km theo chiều dài dòng sông. Tại từng vị trí, theo chiều ngang và chiều thẳng đứng, lấy 9 mẫu: Bờ phải lấy 1 mẫu và bờ trái lấy 1 mẫu, giữa bờ phải lấy 2 mẫu theo độ sâu, giữa bờ trái lấy 2 mẫu theo độ sâu, giữa dòng lấy 3 mẫu theo độ sâu. Tại từng vị trí, mẫu nước sông được lấy theo triều kiệt và triều cường. Mẫu nước sông Cái – tỉnh Đồng Nai cho nghiên cứu này là mẫu tổ hợp của 90 mẫu đơn. Thiết bị lấy mẫu sử dụng là thiết bị lấy mẫu nước sông theo độ sâu của hãng Wildco (Mỹ). Mẫu được chứa trong can nhựa (lấy đầy can nhựa), bảo quản lạnh ở nhiệt độ 1–5^{o}C, sau đó vận chuyển về phòng thí nghiệm trong ngày.

Thiết bị EZ–Oxyro 4R Respirometer của Hàn Quốc được sử dụng để xác định BOD (Hình 2a–2b). Sử dụng ôxy tinh khiết (độ tinh khiết 99,999% của hãng Qingdao/Trung Quốc) cấp vào để cân bằng áp suất trong bình phản ứng. Sử dụng hóa chất KOH dạng hạt 85% của hãng Scharlau/Tây Ban Nha để hấp thụ CO_2 sinh ra do quá trình hô hấp. Thiết bị dựa trên sự sụt giảm áp suất được tạo ra do quá trình hô hấp của vi khuẩn hiếu khí. Trong môi trường kín, quá trình hô hấp diễn ra dẫn đến ôxy bị giảm. Đồng thời, CO_2 sinh ra trong quá trình này với tỷ lệ tương đương CO_2 được hấp thụ bằng các hạt KOH, tạo thành K_2CO_3. Sự giảm sút áp suất trong bình phản ứng được đo bằng cảm biến áp suất. Cảm biến này dùng một điểm áp suất không đổi khác để làm điểm tham chiếu áp suất. Khi cảm biến được kích hoạt, hệ thống tự động bơm một lượng ôxy vào bình phản ứng. Nhiệt độ bình phản ứng được kiểm soát thông qua bộ ổn nhiệt DB400C+ đi kèm thiết bị EZ–Oxyro 4R Respirometer (khoảng nhiệt độ hiệu chỉnh từ 5–60^{o}C với bộ làm nóng heater 300W và bộ làm lạnh cooler 150W) [23].



(a) **(b)**

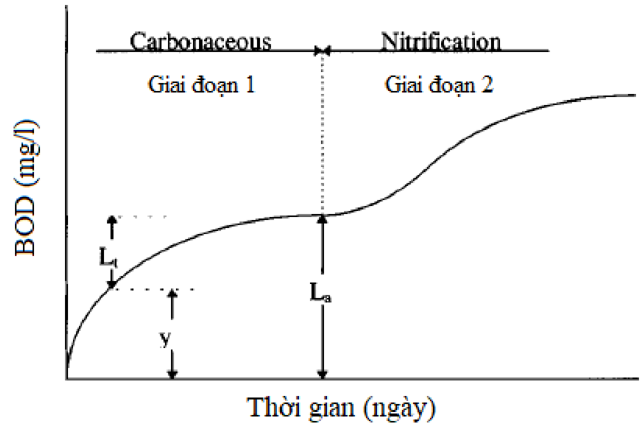
Hình 2. (a) Thiết bị đo EZ–Oxyro 4R Respirometer; (b) Nguyên lý đo BOD của thiết bị EZ–Oxyro 4R Respirometer.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Các hợp chất hữu cơ và một vài hợp chất vô cơ ở điều kiện hiếu khí có thể được các vi khuẩn sử dụng để tạo thành tế bào mới, năng lượng, CO_2 và phần còn lại. Lượng ôxy sử dụng để ôxy hóa các hợp chất hữu cơ và các hợp chất nitơ trong khoảng 60–90 ngày được gọi là BOD toàn phần (uBOD). Lượng ôxy sử dụng để ôxy hóa các hợp chất hữu cơ (L_a) ở ngày thứ 20 phản ánh 99% của L_a [1].

Định luật Phelps cho rằng tốc độ ôxy hóa sinh hóa chất hữu cơ tỷ lệ thuận với nồng độ chất hữu cơ còn lại chưa bị ôxy hóa. Định luật Phelps được biểu diễn bằng phương trình như sau [1]:

$$\frac{dL_t}{dt} = -K_1 L_t \quad (1)$$



Hình 3. Đường cong biểu diễn BOD theo thời gian.

Tích phân 2 vế của (1):

$$\int_{L_a}^{L_t}\frac{dL_t}{L_t} = -K\int_0^t dt$$

$$\ln\frac{L_t}{L_a} = -K_1t \quad \text{hoặc} \quad \log\frac{L_t}{L_a} = -0{,}434K_1t = -k_1t \tag{2}$$

$$\frac{L_t}{L_a} = e^{-K_1t} \quad \text{hoặc} \quad \frac{L_t}{L_a} = 10^{-k_1t}$$

$$L_t = L_ae^{-K_1t} \quad \text{hoặc} \quad L_t = L_a10^{-k_1t}$$

Trong đó L_a: BOD toàn phần của giai đoạn 1 (mg/l); L_t: BOD còn lại sau thời gian t ngày (mg/l); k_1: hệ số tốc độ phân hủy chất hữu cơ cơ số 10 (ngày^{-1}), $k_1 = 0{,}4343K_1$; K_1: hệ số tốc độ phân hủy chất hữu cơ cơ số e (ngày^{-1}), $K_1 = 2{,}303k_1$; e = cơ số e, e=2,7183.

Nhu cầu ôxy theo thời gian t, hay còn gọi là BOD, kí hiệu là y, theo phương trình phản ứng bậc 1:

$$y = L_a - L_t$$

$$y = L_a(1 - e^{-K_1t}) \tag{3}$$

Hoặc theo cơ số 10:

$$y = L_a(1 - 10^{-k_1t}) \tag{4}$$

Phương pháp Slope do Thomas phát triển dựa trên bình phương cực tiểu của phương trình phản ứng bậc 1 [1, 24]:

$$\frac{dy}{dt} = K_1(L_a - y) = K_1L_a - K_1y \tag{5}$$

Trong đó t: thời gian; d_y: BOD gia tăng trên một đơn vị thời gian; y: BOD (mg/l); K_1: hệ số tốc độ phân hủy chất hữu cơ cơ số e (ngày^{-1}); L_a: BOD toàn phần của giai đoạn 1 (mg/l).

Phương trình này là tuyến tính giữa dy/dt và y. Đặc y'= dy/dt biểu thị mức độ thay đổi BOD và n là số lần đo BOD trừ đi 1. Hai phương trình xác định K_1 và L_a là:

$$na + b\sum y - \sum y' = 0 \tag{6}$$

và

$$a\sum y + b\sum y^2 - \sum yy' = 0 \tag{7}$$

Các tính toán cho y', yy', y^2 cho mỗi giá trị của y. Sau đó tính ∑y', ∑yy', $\sum y^2$ để sử dụng cho phương trình (6) và (7).

Giá trị của độ dốc được tính toán từ các giá trị của y và t như sau:

$$\frac{dy_i}{dt} = y_i' = \frac{(y_i - y_{i-1})\left(\frac{t_{i+1} - t_i}{t_i - t_{i-1}}\right) + (y_{i+1} - y_i)\left(\frac{t_i - t_{i-1}}{t_{i+1} - t_i}\right)}{t_{i+1} - t_{i-1}} \tag{8}$$

Trong trường hợp đặc biệt, các khoảng thời gian gia tăng bằng nhau, $t_{i+1} - t_i = t_3 - t_2 = t_2 - t_1 = t$, Δy' được xác định như sau:

$$\frac{dy_i}{dt} = y_i' = \frac{(y_{i+1} - y_{i-1})}{2\Delta t} \tag{9}$$

hoặc

$$\frac{dy_i}{dt} = y_i' = \frac{(y_{i+1} - y_{i-1})}{t_{i+1} - t_{i-1}} \quad (10)$$

Số lần đo BOD tối thiểu n > 6.

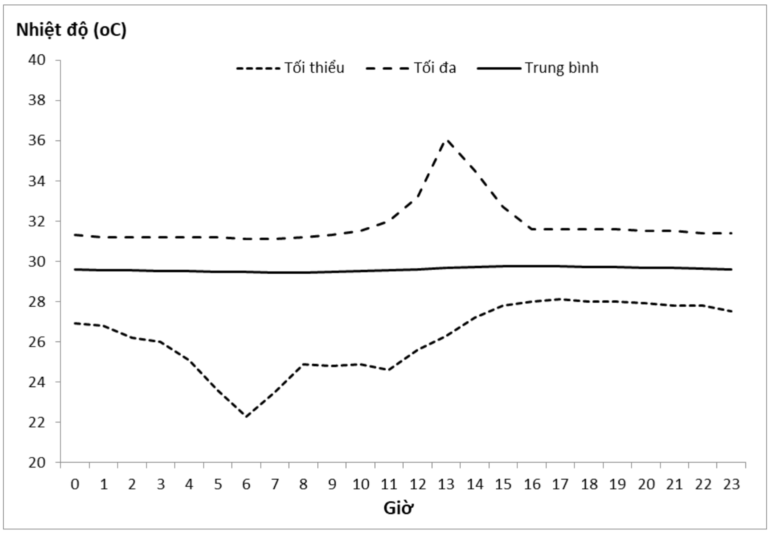
Giải phương trình (6) và (7) tìm được giá trị của a và b. Từ đó xác định được K_1 và L_a:

$$K_1 = -b \text{ và } L_a = -a/b \quad (11)$$

Phương pháp xác định BOD dựa trên sự chênh lệch áp suất và lượng ôxy cấp vào: Sử dụng thiết bị EZ–Oxyro 4R Respirometer của Hàn Quốc [23].

- Đo áp suất tại thời điểm ban đầu (P_o).
- Quá trình hô hấp của vi khuẩn sinh khí CO_2, CO_2 bị KOH hấp thụ tạo thành K_2CO_3, làm giảm áp suất trong bình phản ứng.
- Tự động cấp một lượng ôxy vào từ bình ôxy để cân bằng so với áp suất ban đầu (P_o).
- BOD được xác định dựa trên lượng ôxy sử dụng (cấp vào).

Kết quả quan trắc chất lượng nước sông Cái từ tháng 1/2019 đến tháng 12/2019 cho thấy nhiệt độ nước sông dao động trong khoảng 22,3–36,1^{o}C; trung bình 29,6 ± 0,11^{o}C. Trên cơ sở đó, lựa chọn xác định BOD (y) ở 5 mức nhiệt độ khác nhau: T = 20^{o}C, T = 25^{o}C, T = 30^{o}C, T = 35^{o}C và T = 40^{o}C (Hình 4).



Hình 4. Kết quả quan trắc nhiệt độ nước sông Cái từ 1/2019–12/2019.

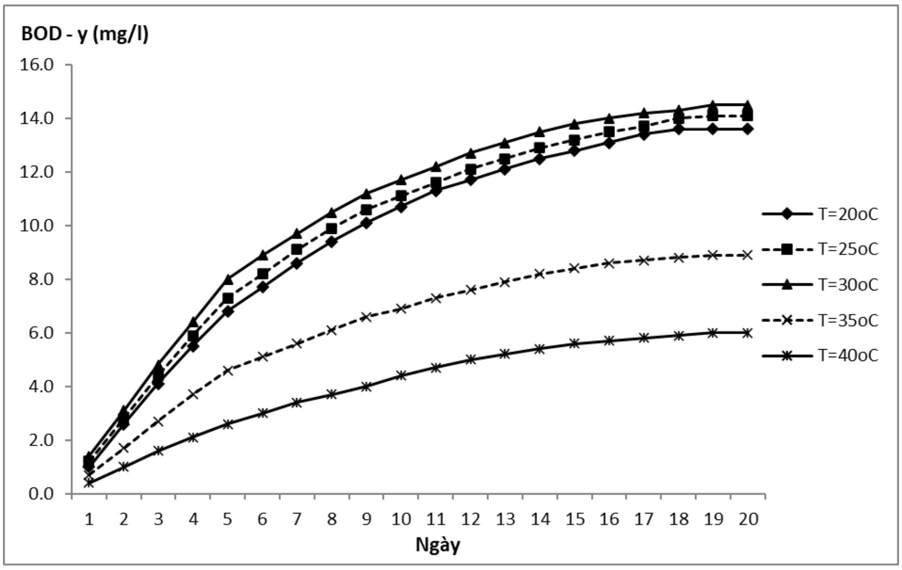
3. Kết quả và thảo luận

Kết quả đo đạc giá trị BOD của nước sông Cái – tỉnh Đồng Nai tại các nhiệt độ khác nhau được thể hiện trên bảng 1.

Bảng 1. Giá trị BOD đo đạc của nước sông Cái – tỉnh Đồng Nai tại các nhiệt độ khác nhau.

Ngày thứ	BOD – y (mg/l)				
	T = 20^{o}C	T = 25^{o}C	T = 30^{o}C	T = 35^{o}C	T = 40^{o}C
1	1,0	1,2	1,4	0,7	0,4
2	2,6	2,8	3,1	1,7	1,0
3	4,1	4,4	4,8	2,7	1,6
4	5,5	5,9	6,4	3,7	2,1
5	6,8	7,3	8,0	4,6	2,6
6	7,7	8,2	8,9	5,1	3,0
7	8,6	9,1	9,7	5,6	3,4
8	9,4	9,9	10,5	6,1	3,7
9	10,1	10,6	11,2	6,6	4,0
10	10,7	11,1	11,7	6,9	4,4
11	11,3	11,6	12,2	7,3	4,7
12	11,7	12,1	12,7	7,6	5,0
13	12,1	12,5	13,1	7,9	5,2

Ngày thứ	BOD – y (mg/l)				
	T = 20ºC	**T = 25ºC**	**T = 30ºC**	**T = 35ºC**	**T = 40ºC**
14	12,5	12,9	13,5	8,2	5,4
15	12,8	13,2	13,8	8,4	5,6
16	13,1	13,5	14,0	8,6	5,7
17	13,4	13,7	14,2	8,7	5,8
18	13,6	14,0	14,3	8,8	5,9
19	13,6	14,1	14,5	8,9	6,0
20	13,6	14,1	14,5	8,9	6,0
Σy	**180,6**	**188,1**	**198,0**	**118,1**	**75,5**



Hình 5. Biểu diễn giá trị BOD đo đạc của nước sông Cái – tỉnh Đồng Nai tại các nhiệt độ khác nhau.

Kết quả ở Bảng 1 và Hình 5 cho thấy: Tại T = 20ºC: BOD_5 = 6,8 mg/l; BOD_{10} = 10,7 mg/l; BOD_{15} = 12,8 mg/l, BOD_{20} = 13,6 mg/l. Tại T = 25ºC: BOD_5 = 7,3 mg/l; BOD_{10} = 11,1 mg/l; BOD_{15} = 13,2 mg/l, BOD_{20} = 14,1 mg/l. Tại T = 30ºC: BOD_5 = 8,0 mg/l; BOD_{10} = 11,7 mg/l; BOD_{15} = 13,8 mg/l, BOD_{20} = 14,5 mg/l. Tại T = 35ºC: BOD_5 = 4,6 mg/l; BOD_{10} = 6,9 mg/l; BOD_{15} = 8,4 mg/l, BOD_{20} = 8,9 mg/l. Tại T = 40ºC: BOD_5 = 2,6 mg/l; BOD_{10} = 4,4 mg/l; BOD_{15} = 5,6 mg/l, BOD_{20} = 6,0 mg/l.

Kết quả ở Bảng 1 cho thấy giá trị Σy ở các nhiệt độ khác nhau như sau: Σy (20ºC) = 180,6 mg/l; Σy (25ºC) = 188,1 mg/l; Σy (30ºC) = 198,0 mg/l; Σy (35ºC) = 118,1 mg/l và Σy (40ºC) = 75,5 mg/l.

Từ kết quả ở Bảng 1, tính toán giá trị y', Σy', yy', Σyy', y^2 và Σy^2 như sau:

Bảng 2. Tính toán giá trị y', Σy' tại các nhiệt độ khác nhau.

Ngày thứ	y'				
	T = 20ºC	**T = 25ºC**	**T = 30ºC**	**T = 35ºC**	**T = 40ºC**
1	1,30	1,40	1,55	0,85	0,50
2	1,55	1,60	1,70	1,00	0,60
3	1,45	1,55	1,65	1,00	0,55
4	1,35	1,45	1,60	0,95	0,50
5	1,10	1,15	1,25	0,70	0,45
6	0,90	0,90	0,85	0,50	0,40
7	0,85	0,85	0,80	0,50	0,35
8	0,75	0,75	0,75	0,50	0,30
9	0,65	0,60	0,60	0,40	0,35
10	0,60	0,50	0,50	0,35	0,35
11	0,50	0,50	0,50	0,35	0,30
12	0,40	0,45	0,45	0,30	0,25
13	0,40	0,40	0,40	0,30	0,20

Ngày thứ	y'				
	T = 20ºC	T = 25ºC	T = 30ºC	T = 35ºC	T = 40ºC
14	0,35	0,35	0,35	0,25	0,20
15	0,30	0,30	0,25	0,20	0,15
16	0,30	0,25	0,20	0,15	0,10
17	0,25	0,25	0,15	0,10	0,10
18	0,10	0,20	0,15	0,10	0,10
19	0,00	0,05	0,10	0,05	0,05
20					
Σy'	**13,1**	**13,5**	**13,8**	**8,6**	**5,8**

Kết quả ở Bảng 2 cho thấy giá trị Σy' ở các nhiệt độ khác nhau như sau: Σy' (20ºC) = 13,1; Σy' (25ºC) = 13,5; Σy' (30ºC) = 13,8; Σy' (35ºC) = 8,6 và Σy' (40ºC) = 5,8.

Bảng 3. Tính toán giá trị yy', Σyy' tại các nhiệt độ khác nhau.

Ngày thứ	yy'				
	T = 20ºC	T = 25ºC	T = 30ºC	T = 35ºC	T = 40º*C*
1	1,30	1,68	2,17	0,60	0,20
2	4,03	4,48	5,27	1,70	0,60
3	5,95	6,82	7,92	2,70	0,88
4	7,43	8,56	10,24	3,52	1,05
5	7,48	8,40	10,00	3,22	1,17
6	6,93	7,38	7,57	2,55	1,20
7	7,31	7,74	7,76	2,80	1,19
8	7,05	7,43	7,88	3,05	1,11
9	6,57	6,36	6,72	2,64	1,40
10	6,42	5,55	5,85	2,42	1,54
11	5,65	5,80	6,10	2,56	1,41
12	4,68	5,45	5,71	2,28	1,25
13	4,84	5,00	5,24	2,37	1,04
14	4,38	4,52	4,73	2,05	1,08
15	3,84	3,96	3,45	1,68	0,84
16	3,93	3,38	2,80	1,29	0,57
17	3,35	3,43	2,13	0,87	0,58
18	1,36	2,80	2,14	0,88	0,59
19	0,00	0,70	1,45	0,44	0,30
20					
Σyy'	**92,5**	**99,4**	**105,1**	**39,6**	**18,0**

Kết quả ở Bảng 3 cho thấy giá trị Σyy' ở các nhiệt độ khác nhau như sau: Σyy' (20ºC) = 92,5; Σyy' (25ºC) = 99,4; Σyy' (30ºC) = 105,1; Σyy' (35ºC) = 39,6 và Σyy' (40ºC) = 18,0.

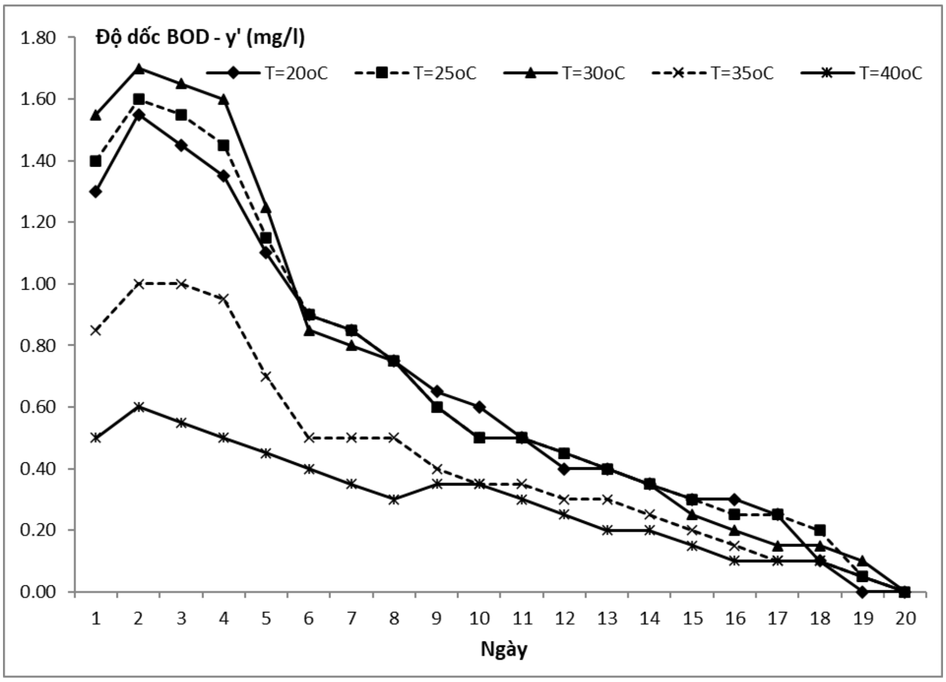
Bảng 4. Tính toán giá trị y^2, Σy^2 tại các nhiệt độ khác nhau.

Ngày thứ	y^2				
	T = 20ºC	T = 25ºC	T = 30ºC	T = 35ºC	T = 40ºC
1	1,0	1,4	2,0	0,5	0,2
2	6,8	7,8	9,6	2,9	1,0
3	16,8	19,4	23,0	7,3	2,6
4	30,3	34,8	41,0	13,7	4,4
5	46,2	53,3	64,0	21,2	6,8
6	59,3	67,2	79,2	26,0	9,0
7	74,0	82,8	94,1	31,4	11,6
8	88,4	98,0	110,3	37,2	13,7
9	102,0	112,4	125,4	43,6	16,0
10	114,5	123,2	136,9	47,6	19,4
11	127,7	134,6	148,8	53,3	22,1
12	136,9	146,4	161,3	57,8	25,0

Ngày thứ	y^2				
	T = 20°C	**T = 25°C**	**T = 30°C**	**T = 35°C**	**T = 40°C**
13	146,4	156,3	171,6	62,4	27,0
14	156,3	166,4	182,3	67,2	29,2
15	163,8	174,2	190,4	70,6	31,4
16	171,6	182,3	196,0	74,0	32,5
17	179,6	187,7	201,6	75,7	33,6
18	185,0	196,0	204,5	77,4	34,8
19	185,0	198,8	210,3	79,2	36,00
20					
Σy^2	**1991,3**	**2143,0**	**2352,3**	**848,8**	**356,1**

Kết quả ở Bảng 4 cho thấy giá trị Σy^2 ở các nhiệt độ khác nhau như sau: Σ y^2 (20°C) = 1991,3; Σ y^2 (25°C) = 2143,0; Σ y^2 (30°C) = 2352,3; Σ y^2 (35°C) = 848,8 và Σ y^2 (40°C) = 356,1.

Từ số liệu ở Hình 5, độ dốc BOD (y') của nước sông Cái – tỉnh Đồng Nai tại các nhiệt độ khác nhau như sau:



Hình 6. Độ dốc BOD (y') của nước sông Cái – tỉnh Đồng Nai tại các nhiệt độ khác nhau.

Kết quả ở Hình 6 cho thấy độ dốc BOD lớn nhất trong 7 ngày đầu tiên, độ dốc ổn định ở ngày thứ 19, 20.

Dựa vào số liệu ở Bảng 1–4 và Hình 5–6, hệ số tốc độ phân hủy chất hữu cơ của nước sông Cái – tỉnh Đồng Nai theo các nhiệt độ khác nhau được xác định theo phương pháp Slope như sau:

Bảng 5. Hệ số tốc độ phân hủy chất hữu cơ của nước sông Cái – tỉnh Đồng Nai.

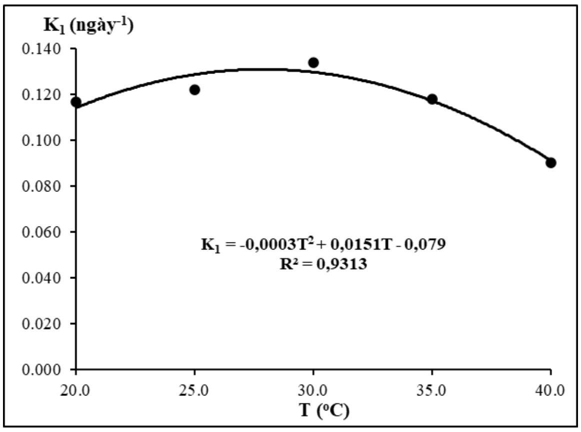
Hệ số tốc độ phân hủy chất hữu cơ	Giá trị (ngày^{-1})				
	T = 20°C	**T = 25°C**	**T = 30°C**	**T = 35°C**	**T = 40°C**
K1 (theo cơ số e)	0,117	0,122	0,134	0,118	0,090
k1 (theo cơ số 10)	0,051	0,053	0,058	0,051	0,039

Kết quả ở Bảng 5 cho thấy tốc độ phân hủy chất hữu cơ của nước sông Cái – tỉnh Đồng Nai tăng khi nhiệt độ tăng từ 20°C lên 30°C và giảm khi nhiệt độ tăng từ 30°C lên 40°C vì khi nhiệt độ quá thấp vi khuẩn không phát triển, khi nhiệt độ gia tăng, tốc độ phân hủy chất hữu cơ bởi vi khuẩn tăng, còn ở nhiệt độ quá cao vi khuẩn sẽ bị tiêu diệt.

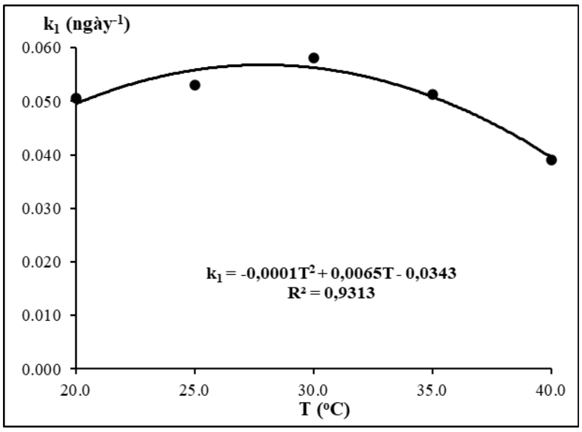
- Hệ số K_1 của nước sông Cái ở T = 20°C là 0,117 ngày^{-1}, T = 25°C là 0,122 ngày^{-1}, T = 30°C là 0,134 ngày^{-1}, T = 35°C là 0,118 ngày^{-1}, T=40°C là 0,090 ngày^{-1}.

- Hệ số k_1 của nước sông Cái ở T = 20°C là 0,051 ngày^{-1}, T = 25°C là 0,053 ngày^{-1}, T = 30°C là 0,058 ngày^{-1}, T = 35°C là 0,051 ngày^{-1}, T = 40°C là 0,039 ngày^{-1}.

Kết quả ở Bảng 5 cho thấy mối tương quan giữa hệ số tốc độ phân hủy chất hữu cơ và nhiệt độ của nước sông Cái – tỉnh Đồng Nai như sau:



Hình 7. Mối tương quan giữa K_1 và T.



Hình 8. Mối tương quan giữa k_1 và T.

Hệ số tương quan Pearson giữa K_1 và T trong khoảng nhiệt độ 20–30°C là 0,98 và 30–40°C là –0,99. Phương trình tương quan giữa K1 và T theo cơ số e: $K_1 = -0{,}0003T2 + 0{,}0151T - 0{,}079$ và cơ số 10: $k_1 = -0{,}0001T^2 + 0{,}0065T - 0{,}0343$ với hệ số xác định $R^2 = 0{,}9313$ (Hình 7–8).

4. Kết luận

Kết quả nghiên cứu đã xác định tốc độ phân hủy chất hữu cơ của nước sông Cái – tỉnh Đồng Nai tăng khi nhiệt độ tăng từ 20°C lên 30°C, giảm khi nhiệt độ tăng từ 30°C lên 40°C: Hệ số K_1 của nước sông Cái ở T = 20°C là 0,117 ngày^{-1}, T = 25°C là 0,122 ngày^{-1}, T = 30°C là 0,134 ngày^{-1}, T = 35°C là 0,118 ngày^{-1}, T = 40°C là 0,090 ngày^{-1}; Hệ số k_1 của nước sông Cái ở T = 20°C là 0,051 ngày^{-1}, T = 25°C là 0,053 ngày^{-1}, T = 30°C là 0,058 ngày^{-1}, T = 35°C là 0,051 ngày^{-1}, T = 40°C là 0,039 ngày^{-1}. Hệ số tương quan Pearson giữa K_1 và T trong khoảng nhiệt độ 20–30 °C là 0,98 và 30–40 °C là –0,99. Phương trình tương quan giữa K_1 và T theo cơ số e: $K_1 = -0{,}0003T^2 + 0{,}0151T - 0{,}079$ và cơ số 10: $k_1 = -0{,}0001T^2 + 0{,}0065T - 0{,}0343$ với hệ số xác định $R^2 = 0{,}9313$. Hạn chế của kết quả nghiên cứu này được thực hiện cho bước nhảy nhiệt độ tới 5°C và chưa kiểm chứng giữa phương trình và thực nghiệm cho các giá trị nhiệt độ khác.

Đóng góp của tác giả: Xây dựng ý tưởng nghiên cứu: P.C.S., N.V.S.; Xử lý số liệu: N.V.S., N.T.T.; Viết bản thảo bài báo: N.V.S., P.C.S., N.T.T.; Chỉnh sửa bài báo: P.C.S., N.V.S.

Lời cảm ơn: Bài báo hoàn thành nhờ vào kết quả của luận án tiến sĩ kỹ thuật "Nghiên cứu quá trình phân hủy chất hữu cơ trong nước sông Cái bởi vi sinh vật".

Lời cam đoan: Tập thể tác giả cam đoan bài báo này là công trình nghiên cứu của tập thể tác giả, chưa được công bố ở đâu, không được sao chép từ những nghiên cứu trước đây; không có sự tranh chấp lợi ích trong nhóm tác giả.

Tài liệu tham khảo

1. Lee, C.C.; Shun, D.L. Handbook of Environmental Engineering Calculations. Mc Graw Hill, Second Edition, 2007, pp. 1712.
2. Ines, H.; Uta, L.; Volker, L. Self–purification in upland and lowland streams. *Acta Hydrochim. Hydrobiol.* **2001**, *29(1)*, 22–33.

3. Roberta, V. Self–purification ability of a resurgence stream. *Chemosphere* **2003**, *52*, 1781–1795.
4. Mala, J.; Maly. J. Effect of heavy metals on self–purification processes in rivers. *Appl. Ecol. Environ. Res*. **2009**, *7(4)*, 330–340.
5. McColl, R.H.S. Self–purification of small freshwater streams: Phosphate, nitrate and amonia removal. *N. Z. J. Mar. Freshwater Res*. **2010**, *8(2)*, 375–388.
6. Zaki, Z.; Maketab, M.; Mohd, R.R. Effects of induced salinity on BOD_5 reaction kinetics of river water samples. *Malays. J. Anal. Sci.* **2010**, *14(1)*, 24–31.
7. Shimin, T. Study on the self–purification of Juma river. *Procedia Environ. Sci.* **2011**, *11*, 1328–1333.
8. Joao, P.C.M.; Ricardo, P.B.; Matheus, D.S.F.; Italoema, P.B.; Luiz Fernando Coutinho de Oliveira, Ronaldo Fia. Deoxygenation rate, reaeration and potential for self–purification of a small tropical urban stream. *Ambiente Água Interdiscip. J. Appl. Sci.* **2015**, *10(4)*, 748–757.
9. Evy, H.; Nieke, K. Deoxygenation rate of carbon in upstream Brantas river in the City of Malang. *J. Appl. Environ. Biol. Sci.* **2015**, *5(12)*, 36–41.
10. Yonik, M.Y.; Mia, N.; Neneng, S.; Annisa, N. Influencing parameter of self purification process in the urban area of Cikapundung river, Indonesia. *Int. J. Geomater.* **2017**, *14(43)*, 50–54.
11. Yonik, M.Y.; Sri, W.; Anna, A.; Mia, N.; Neneng, Suliasih. Determination of deoxygenation rate coefficient as component in water quality modeling of middle segment of Citarum river, Indonesia. *Int. J. Recent Technol. Eng.* **2019**, *8(2)*, 1057–1061.
12. Sơn, N.V. Nghiên cứu tác động do phát triển kinh tế – xã hội đến chất lượng nước rạch Vàm Búng và đề xuất biện pháp quản lý tổng hợp bảo vệ nguồn nước. Báo cáo tổng kết nhiệm vụ, Viện Nhiệt đới môi trường, 2013, tr. 248.
13. Chí, T.M.; Dũng, N.N.; Sơn, N.V. Đánh giá hiện trạng môi trường và đề xuất các giải pháp tổng hợp quản lý chất lượng nước lưu vực sông Thị Tính – tỉnh Bình Dương. Báo cáo tổng kết đề tài, Viện Nhiệt đới môi trường, 2008, tr. 197.
14. Bá, L.H. Đánh giá khả năng chịu tải các hệ sinh thái để làm cơ sở cho quy hoạch phát triển, bảo vệ môi trường lưu vực sông Vàm Cỏ. Báo cáo tổng kết đề tài, Chương trình KHCN cấp Nhà nước KC 08/06–10, Viện Khoa học Công nghệ và Quản lý Môi trường: 2011, tr. 223.
15. Trình, L. Nghiên cứu khả năng tiếp nhận thải lượng ô nhiễm do nước thải, khả năng tự làm sạch của các sông Sài Gòn, Đồng Nai, Nhà Bè; xây dựng cơ sở khoa học, đề xuất các phương án xử lý nước thải và quản lý môi trường các sông lớn tại TP.HCM. Báo cáo tổng kết đề tài, Viện Môi trường và Tài nguyên: 1995, tr. 217.
16. Thăng, L.V.; Vân, H.N.T.; Lộc, T.Q. Nghiên cứu đánh giá khả năng tự làm sạch của nhánh sông Đông Ba và Bạch Yến ở thành phố Huế. *Tạp chí Môi trường* **2011**, *8*, 55–58.
17. Phùng, N.K.; Bảy, N.T. Đánh giá khả năng tự làm sạch các sông chính huyện Cần Giờ dưới ảnh hưởng của nước thải nuôi tôm. *Tạp chí Khí tượng Thủy văn* **2008**, *569*, 40–46.
18. Lâm, N.M. Nghiên cứu đánh giá khả năng chịu tải và đề xuất các giải pháp bảo vệ chất lượng nước sông Vàm Cỏ Đông, tỉnh Long An. Luận án tiến sĩ, Viện Môi trường và Tài nguyên/Đại học Quốc gia TP.HCM, 2013, tr. 239.
19. Sỹ, P.C. Đánh giá ngưỡng chịu tải và đề xuất các giải pháp quản lý, khắc phục tình trạng ô nhiễm môi trường nước sông Đồng Nai. Báo cáo tổng kết đề tài, Trung tâm Công nghệ Môi trường, 2010, tr. 275.
20. Đắc, N.T. Cơ sở khoa học đánh giá khả năng tự làm sạch của sông Đồng Nai. Báo cáo tổng kết đề tài, Viện Quy hoạch Thủy lợi Miền Nam: 2000, tr. 211.

21. Whitehead, P.G.; Lack. T. Dispersion and self–purification of polluants in surface water systems: A contribution to the international hydrological programme. Paris: UNESCO, Technical Papers in Hydrology 23, 1982, pp. 98.
22. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 6663–6:2018. Chất lượng nước – Lấy mẫu – Phần 6: Hướng dẫn lấy mẫu nước sông và suối, tr. 27.
23. Dream Bios. Operation Manual for EZ–Oxyro 4R Respirometer. Seoul Korea, 2015.
24. Thomas, H.A. The Slope method of evaluating the constants of the first–stage biochemical oxygen demand curve. *Sewage Works J.* **1937**, *9(3)*, 425–430.

Determine the effect of temperature on deoxygenation rate for Cai river – Dong Nai province

Nguyen Van Son[1*], Phung Chi Sy[1], Nguyen The Tien[1]

[1] Vietnam Institute for Tropical Technology and Environmental Protection; sonvittep@gmail.com; entecvn@yahoo.com; thetien1960@gmail.com

Abstract: A number of studies on the self–cleaning capacity of rivers in Vietnam have been published with the tools used to evaluate by mathematical model, the experimental coefficients are used as suggested by the model so the results of evaluation and prediction are not very accurate. The decomposition rate coefficient is an important parameter related to the self–cleaning capacity of organic matter in river water, where temperature has a significant effect on this factor. In this study, the composite sample from 90 water amounts which were collected at five sites in two different tide conditions along Cai river. The sample was separated into five parts to analyzed BOD in five temperature values including 20°C, 25°C, 30°C, 35°C and 40°C. The deoxygenation rate was determined using Slope method. According to these results, the deoxygenation rate increased during the temperature ranging between 20°C and 30°C and decreasing when the temperature decreased from 30°C to 40°C. It meant that the ability of river self–cleaning improved when the temperature raises from 20°C to 30°C and reduce when the temperature keeps raising to 40°C. In addition, the correlation between deoxygenation rate and temperature by Slope method is determined with R^2 = 0,93.

Keywords: Deoxygenation rate; Temperature; Cai river.