

- Dâu tằm tơ giai đoạn 2001 - 2005. Nhà xuất bản Nông nghiệp: 435-445.
- Nguyễn Huy Trí, 1998. *Bệnh và kí sinh trùng tằm*. Nhà xuất bản Giáo dục. Hà Nội: 143 trang.
- JiPingLiu, 2011. *Hướng dẫn thực nghiệm bệnh tằm học*. Tài liệu nội bộ phòng thí nghiệm. I. Đại học Nông nghiệp Hoa Nam: 45 p. (Tài liệu gốc: tiếng Trung Quốc).
- Lester W. Burgess, Timothy E. knight, Ien Tesoriero, Phan Thuy Hien, 2009. *Cẩm nang chẩn đoán bệnh cây ở Việt Nam*. Trung tâm nghiên cứu Nông nghiệp Quốc tế Australia (ACIAR). Australia: 203.
- Mei Yajun, Zhou Chang Ping, Yang Yinshu, 2004. Kỹ thuật phòng trừ tổng hợp bệnh vi khuẩn hại tằm thường gặp. *Tạp chí Nghề tằm Trung Quốc*, (5): 55-57. (Tài liệu gốc: tiếng Trung Quốc).
- Yu Hua Wang, Ting Liu, Xiao Hua Wang, 2008. Hiệu quả phòng trừ bệnh hoại huyết trên tằm dâu của Yadifeng. *Tạp chí Khoa học Nông nghiệp An Huy*, 36(30): 13237-13241. (Tài liệu gốc: tiếng Trung Quốc).

## Determination of transmission possibility of hemolytic disease through rearing room environment and silkworm's skin

Nguyen Thuy Hanh, Hoang Minh Tuan, Pham Minh Ngoc

### Abstract

Hemolytic disease on silkworm caused by *Bacillus* sp. and *Serratia marcescens* bacteria is highly infectious. In addition to identifying the biological and ecological characteristics of the pathogen, it is important to study its infection pathways. Indeed, the control measures could be appropriately and effectively developed only by identifying the exact infection pathways. This study was carried out in 2 years (2020 - 2021), through artificial infection of hemolytic disease on mulberry silkworms. The results identified two main ways of this disease infection, which are infection through the silkworms' skin and environmental rearing conditions. The level of infection through the skin is greater than through the environment of the silkworm rearing room. Specifically: infection through the skin has a hemolytic disease rate of 53.23% while infection through the environment has a hemolytic disease rate of 43.24%

**Keywords:** Mulberry silkworm, hemolytic disease, skin infection, environmental infection

Ngày nhận bài: 06/01/2022

Ngày phản biện: 24/01/2022

Người phản biện: TS. Phạm Văn Nhạ

Ngày duyệt đăng: 30/3/2022

## MÔ HÌNH HÓA QUÁ TRÌNH SINH HỌC TRONG BÃI LỌC TRỒNG CÂY ỨNG DỤNG ĐỂ XỬ LÝ NƯỚC RỈ RÁC

Đỗ Thị Hồng Dung<sup>1,2</sup>, Đặng Xuân Hiến<sup>1\*</sup>

### TÓM TẮT

Nghiên cứu đã thiết lập được mô hình toán học ứng dụng trong mô phỏng và đánh giá công nghệ xử lý nước rỉ rác bằng bãi lọc trồng cây kiến tạo dòng chảy ngầm; hệ các phương trình mô phỏng quá trình sinh học trong bãi lọc được giải số bằng thuật toán Runge-Kutta bậc 4 và được code bằng ngôn ngữ lập trình Matlab. Mô hình số thu được đã được phân tích độ nhạy và hiệu chỉnh, kiểm nghiệm dựa trên các bộ số liệu đo đạc. Kết quả mô phỏng quá trình sinh học trong bãi lọc trồng cây cho thấy, sai số giữa kết quả mô phỏng và kết quả đo thực tế đối với nồng độ nitơ hữu cơ trung bình khoảng 10,9%; nồng độ amoni mô phỏng có sai số đều nằm < 12%, và sai số trung bình khoảng 2,7% so với giá trị đo thực tế. Nồng độ Nitrat mô phỏng có sai số trung bình khoảng

<sup>1</sup> Viện Khoa học Công nghệ Môi trường, Đại học Bách khoa Hà Nội

<sup>2</sup> Viện Môi trường Nông nghiệp, Viện Khoa học nông nghiệp Việt Nam

\* Tác giả liên hệ: E-mail: hien.dangxuan@hust.edu.vn

9,2% so với giá trị đo thực tế. Nồng độ phốt pho mô phỏng có sai số sai số trung bình là 3,2% so với giá trị đo thực tế. Kết quả mô phỏng lượng cacbon trong bãi lọc trồng cây kiến tạo phù hợp với thực tế. Mô hình toán thiết lập bước đầu phù hợp để mô phỏng một số quá trình sinh học trong bãi lọc trồng cây kiến tạo dòng chảy ngầm.

**Từ khóa:** Bãi lọc trồng cây kiến tạo, mô phỏng, mô hình hóa, các quá trình sinh học

## I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Nước rỉ rác phát sinh từ hoạt động của bãi chôn lấp là một trong những nguồn gây ô nhiễm lớn nhất đến môi trường. Nước rỉ rác bốc mùi hôi nặng nề lan tỏa ra các khu vực xung quanh, nước rác có thể ngấm qua đất làm ô nhiễm nguồn nước ngầm và dễ dàng gây ô nhiễm nguồn nước mặt. Phương pháp xử lý nước rỉ rác bằng bãi lọc trồng cây đã được áp dụng rộng rãi ở nhiều nước trên thế giới. Barr và Robinson (1999), đã áp dụng hệ thống bãi lọc ngầm bằng cỏ sậy để xử lý nước rỉ rác lâu năm với hiệu suất xử lý nitrogen đã đạt tới 90,7% (Barr and Robinson, 1999). Aın và cộng tác viên (2011) đã nghiên cứu loại bỏ kim loại nặng trong nước rỉ rác bằng bãi lọc trồng cây với cây kèo nèo cho hiệu quả xử lý Fe từ 91,5 đến 99,2% và xử lý Mn từ 94,7 đến 99,8%. Tại Việt Nam, cũng đã có một vài nghiên cứu xử lý nước rỉ rác bằng bãi lọc trồng cây, trong đó cần kể đến các nghiên cứu của tác giả Đặng Xuân Hiến (2015) với các nghiên cứu về ứng dụng bãi lọc trồng cây dòng chảy ngang, dòng chảy đứng. Nguyễn Ái Lê và Lê Thị Mộng Trinh (2018) nghiên cứu về xử lý nước rỉ rác bằng đất ngập nước kiến tạo. Nghiên cứu của Hồ Bích Liên (2014) về đánh giá khả năng xử lý nước rỉ rác của cỏ vetiver trong điều kiện bổ sung chế phẩm sinh học EM. Mặc dù vậy, việc ứng dụng vào thực tế vẫn còn nhiều khó khăn. Vì vậy, tìm kiếm các phương pháp để đánh giá công nghệ trong thực tiễn là đặc biệt cần thiết. Cũng như các loại nước thải khác, khi nghiên cứu công nghệ xử lý nước rỉ rác cần ưu tiên sử dụng những phương pháp hiệu quả nhưng phải tối ưu về mặt chi phí xây dựng, vận hành, các yêu cầu về trình độ kỹ thuật cũng như điều kiện của từng địa phương. Việc sử dụng hệ sinh thái tự nhiên như bãi lọc trồng cây để xử lý có nhiều ưu điểm đáp ứng được cả các yêu cầu về chất lượng trong dòng ra và yêu cầu về kinh tế. Tuy nhiên, việc lựa chọn một công nghệ phù hợp và hoàn thiện các công nghệ đòi hỏi nhiều yếu tố.

Hiện nay, phương pháp mô phỏng đã được ứng dụng trong công nghệ môi trường, tuy nhiên

những công bố áp dụng cho thực tế thì chưa cụ thể và rõ ràng, đặc biệt đối với việc mô phỏng các quá trình trong bãi lọc trồng cây. Khó khăn chủ yếu liên quan đến thiết lập mô hình toán và phương pháp giải trên máy tính để tìm được các kết quả phù hợp thực tế. Nghiên cứu này nhằm xây dựng các phương trình tính toán để mô phỏng các quá trình sinh học loại bỏ cacbon, nitơ, phốt pho trong bãi lọc trồng cây, trợ giúp cho việc đánh giá và lựa chọn công nghệ phù hợp, thiết kế và vận hành hiệu quả các bãi lọc này.

## II. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1. Đối tượng nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu là bãi lọc trồng cây kiến tạo dòng chảy ngầm ứng dụng để xử lý nước rỉ rác.

### 2.2. Phương pháp nghiên cứu

- *Phương pháp kế thừa:* Nghiên cứu được thực hiện trên cơ sở kế thừa các kết quả của các công trình nghiên cứu đã có trong và ngoài nước. Các thành phần, quá trình, thuật toán mô phỏng được kế thừa từ những tài liệu đã được chứng minh.

- *Phương pháp phân tích:* Phân tích COD theo TCVN 6491:1999: Chất lượng nước - Xác định nhu cầu oxy hóa hóa học. Phân tích  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_2^-$  theo Hướng dẫn thực nghiệm 02 và 05 của Viện Khoa học Công nghệ Môi trường, Đại học Bách Khoa Hà Nội.

- *Phương pháp thống kê:* Các số liệu thực nghiệm được xử lý trên phần mềm thống kê SPSS.

- *Phương pháp mô hình hóa:* Sử dụng các phương trình toán, phương trình vi phân vào để mô tả các quá trình chuyển hóa các thành phần bãi lọc trồng cây kiến tạo dòng chảy ngầm.

- *Phương pháp phân tích độ nhạy và hiệu chỉnh mô hình:* Phần mềm và mô hình số được phân tích độ nhạy, hiệu chỉnh và kiểm nghiệm bằng các bộ số liệu đo thực tế.

### 2.3. Thời gian và địa điểm nghiên cứu

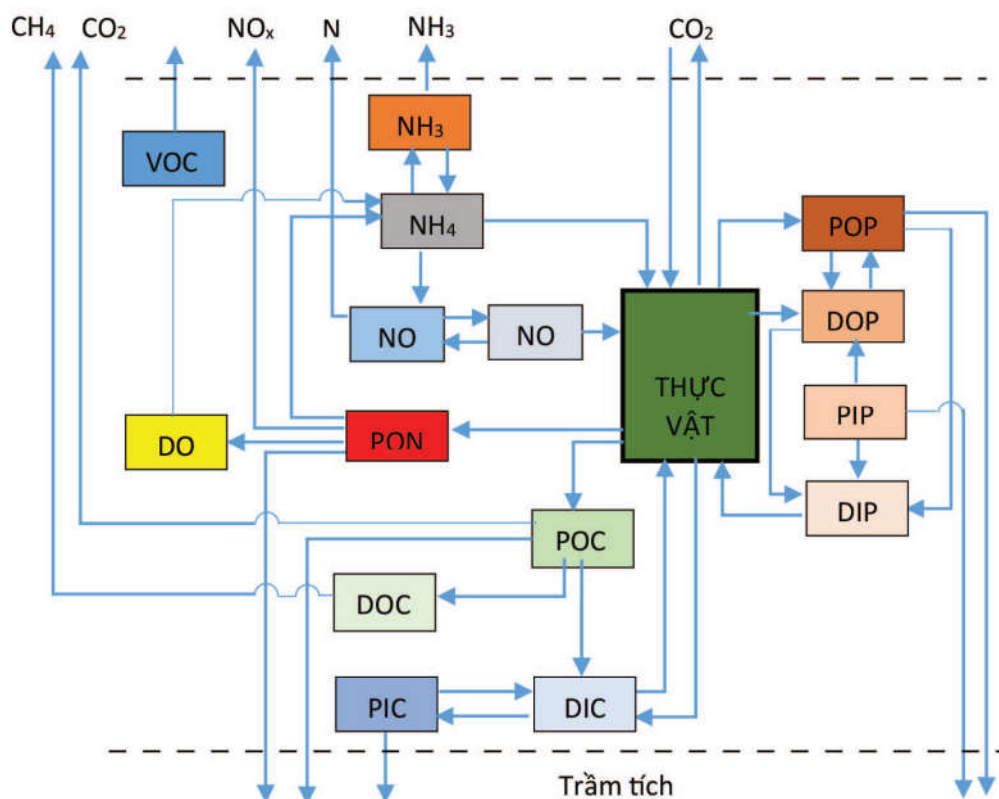
Nghiên cứu được thực hiện từ tháng 3/2016 đến tháng 3/2021 tại trường Đại học Bách khoa Hà Nội.

## III. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

### 3.1. Xác định mô hình khái niệm, ma trận tương hỗ, xây dựng mô hình cấu trúc

Mô hình khái niệm dựa trên việc biểu thị một

cách sơ đồ hóa các mối quan hệ của các thành phần chính mà tham gia vào các quá trình sinh học chủ yếu xảy ra trong bãi lọc trồng cây. Thông qua mô hình khái niệm để thiết lập các phương trình toán học mô phỏng các quá trình trong bãi lọc trồng cây kiến tạo. Sơ đồ tổng hợp các quan hệ giữa các tham số tham gia trong quá trình chuyển hóa sinh học chủ yếu trong bãi lọc trồng cây trên cơ sở phân loại và hệ thống hóa lý thuyết.



**Hình 1.** Mô hình khái niệm biểu diễn dạng sơ đồ hóa các quá trình sinh học trong bãi lọc trồng cây dòng chảy ngầm

*Ghi chú:* Các ký hiệu gồm: Phốt pho hữu cơ hòa tan (DOP); phốt pho hữu cơ dạng hạt (POP); phốt pho vô cơ dạng hạt (PIP); phốt pho vô cơ hòa tan (DIP); cacbon hữu cơ dạng hạt (POC); cacbon hữu cơ hòa tan (DOC); cacbon hữu cơ dễ bay hơi (VOC); cacbon vô cơ hòa tan (DIC); cacbon vô cơ dạng hạt (PIC); nitơ vô cơ dạng hạt (PON) nitơ vô cơ hòa tan (DON).

Trên đây là mô hình khái niệm các quá trình sinh học của nitơ, phốt pho, cacbon trong bãi lọc trồng cây. Sự chuyển hóa của các thành phần phốt pho, nitơ, cacbon. Mô hình giúp cho thấy mối quan hệ giữa các thành phần phốt pho, nitơ và cacbon. Để thiết lập các phương trình cần xác định tác động qua lại giữa các tham số vào mỗi quá trình, việc này

được xác định thông qua bảng ma trận tác động tương hỗ trình bày trong bảng 1. Ma trận tác động tương hỗ có 16 biến trạng thái tham gia vào các quá trình sinh học, các biến trạng thái gồm: POP, DOP, DIP, PIP, NO<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>, NH<sub>4</sub>, NH<sub>3</sub>, PON, DON, POC, DOC, DIC, PIC, VOC, TV (thực vật).

**Bảng 1.** Ma trận tác động tương hỗ của các biến trạng thái tham gia vào các quá trình sinh học trong bãi lọc trồng cây kiến tạo dòng chảy ngầm

Tham số	POP	DOP	DIP	PIP	NO <sub>3</sub>	NO <sub>2</sub>	NH <sub>4</sub>	NH <sub>3</sub>	PON	DON	POC	DOC	DIC	PIC	VOC	TV
POP	1	+	+													
DOP	+	1	+													
DIP			1													+
PIP		+	+	1												
NO <sub>3</sub>					1	+										
NO <sub>2</sub>					+	1	+									
NH <sub>4</sub>						+	1	+								+
NH <sub>3</sub>							+	1								
PON							+		1	+						
DON							+			1						
POC											1	+	+			
DOC												1				+
DIC													1	+		
PIC														1		
VOC															1	
TV	+	+							+		+		+			1

Ghi chú: “+” Có sự tương tác giữa các biến trạng thái.

### 3.2. Thiết lập các phương trình toán học biểu thị các quá trình quá trình sinh học trong bãi lọc trồng cây kiến tạo dòng chảy ngầm

Dựa trên việc phân tích các quá trình sinh học xảy ra và các biến trạng thái hay các cấu tử tham gia vào các quá trình này trong bãi lọc trồng cây kiến tạo dòng chảy ngầm, tiến hành thiết lập các phương trình cân bằng nitơ theo nguyên tắc cân bằng vật liệu tương ứng.

#### 3.2.1. Phương trình cân bằng cacbon

a) Phương trình cân bằng của cacbon hữu cơ dạng hạt (POC) trong vùng rác (within the litter pool):

$$\frac{dPOC_{ln}}{dt} = 10^3 \times L_{ln} \times \frac{A_n}{V_n} + M_{b_n} - r_{ln} \quad (1)$$

Trong đó:  $A_n$ : Diện tích bề mặt ngập nước ( $m^2$ );  $V_n$ : Thể tích vùng đất ngập nước ( $m^3$ );  $L_{ln}$ : Lượng rác (litter)

phát thải trong môi trường = 0,31% sinh khối thực vật (Friend et al., 1997);  $r_{ln}$ : Tốc độ mùn hóa trong vùng rác (humification rate);

$$r_{ln} = f_0 \times k_l \times POC_{b_n} \times POC_{ln} \quad (2)$$

$k_l$ : Tốc độ phân hủy rác trong vùng rác ( $m^3.kg.C^{-1}.d^{-1}$ );  $f_0$ : Độ ẩm trong đất có giá trị 0,6 (Yang et al., 1998);  $M_{b_n}$ : Tốc độ chết của vi khuẩn phụ thuộc tuyến tính vào nồng độ sinh khối vi sinh vật.

b) Phương trình cân bằng cacbon hữu cơ dạng hạt (POC) trong vùng mùn (in the humus pool):

$$\frac{dPOC_{hn}}{dt} = f_h \times r_{ln} \quad (3)$$

Trong đó:  $f_h$ : Tỷ phân rác thải phân hủy trong quá trình mùn hóa có giá trị bằng 0,15 - 0,35;  $r_{hn}$ : Tốc độ mùn hóa trong vùng mùn  $r_{hn} = f_0 \times k_n \times POC_{b_n} \times POC_{hn}$ .

c) Phương trình cân bằng cacbon hữu cơ dạng hạt (POC) trong sinh khối vi sinh vật:

$$\frac{dPOC_{b_n}}{dt} = (1 - f_r - f_h) \times r_{l_n} + (1 - f_r - f_d) \times r_{h_n} - M_{b_n} \quad (4)$$

Trong đó:  $f$ : Tỷ phần tổng các chất bị phân hủy trong quá trình mùn hóa ( $f_r$ ), hô hấp ( $f_r$ ), hòa tan ( $f_d$ ).

DOC và 1 phần từ quá trình hô hấp nhưng không tới được đến khí quyển.

d) Phương trình cân bằng cacbon hữu cơ hòa tan (DOC):

$$\frac{dDOC_n}{dt} = (1 - f_a) \times R_b + f_a \times r_{h_n} - L_{DOC} \quad (5)$$

Trong đó:  $L_{COD}$ : Thẩm của cacbon hữu cơ trong vùng đất ngập nước (1 - 10%);  $R_b$ : Hô hấp của vi sinh vật.

$$R_b = f_r \times (r_{l_n} + r_{h_n})$$

### 3.2.2. Phương trình cân bằng nitơ

a) Phương trình cân bằng nitơ hữu cơ (Org\_N):

$$\frac{d(Org_N)}{dt} = \frac{1}{HRT} (Org\_N_{in} - Org\_N) + r_{dc} + r_{g1} + r_{g2} - r_m - r_s \quad (6)$$

Trong đó: HRT: thời gian lưu nước (ngày);  $Org\_N_{in}$ : nồng độ nitơ hữu cơ dòng vào ( $g/m^3$ );  $Org\_N$ : nồng độ nitơ hữu cơ dòng ra ( $g/m^3$ );  $r_{dc}$ : tỷ lệ phân hủy của thực vật ( $g.m^{-2}.ngày^{-1}$ );

$$r_{dc} = R_{decay} \times N_{plant}$$

$r_{g1}$ : tỷ lệ hấp thụ amoni của vi sinh vật để phát triển ( $g.m^{-2}.ngày^{-1}$ )

$$r_{g1} = [(u_{max20} + r_{b1} + r_{b2}) \times \theta_1^{(T-20)} \times \frac{NH_3-N}{K_1 + NH_3-N} \times Org\_N \times P_1$$

$u_{max20}$ : tốc độ phát triển tối đa của vi khuẩn ở 20°C (ngày<sup>-1</sup>), giá trị đặc trưng: 0,18;  $\theta_1$ : hệ số nhiệt độ phát triển của vi sinh vật (1,08 - 1,10);  $P_1$  là hệ số ưu tiên hấp thụ amoni;

$$P_1 = \frac{NH_3-N}{K_1 + NH_3-N}$$

$K_1$  là hằng số bán bão hòa hấp thụ amoni,  $k = 2$  (mg/L);  $r_{g2}$ : tỷ lệ hấp thụ nitrat của vi sinh vật để phát triển ( $g.m^{-2}.ngày^{-1}$ );

$$r_{g2} = [(u_{max20} + r_{b1} + r_{b2}) \times \theta_1^{(T-20)} \times \frac{NO_3-N}{K_2 + NO_3-N} \times Org\_N \times P_2$$

$P_2$  là hệ số ưu tiên hấp thụ nitrat;  $K_2$  là hằng số bán bão hòa hấp thụ nitrat,  $k = 2$  (mg/L);  $r_m$ : tỷ lệ khoáng hóa nitơ hữu cơ thành amoniac ( $g.m^{-2}.ngày^{-1}$ )

$$r_m = Org_N \times R_{min} \times T$$

$R_{min}$ : tốc độ khoáng hóa ( $d^{-1}$ ), có giá trị 0,0005 - 0,143, giá trị đặc trưng 0,01;  $r_s$ : tỷ lệ lắng của nitơ hữu cơ vào trầm tích ( $g.m^{-2}.ngày^{-1}$ );

$$r_s = 1,3\eta\alpha \frac{U(1-w)}{d_c}$$

$$\eta = \frac{gd^2p(p_s - p)}{18\mu u_0}$$

$\alpha$ : là hệ số dính có giá trị, 0,0008 - 0,0012. Giá trị đặc trưng (0,001);  $U$ : là vận tốc dòng chảy (m/ngày),  $U = HLR$  - tải trong thủy lực;  $w$ : độ xốp của bãi lọc;  $d_c$ : đường kính của ống thu, (m),  $d_c = 0,025$  m;  $\eta$ : hiệu quả loại bỏ của ống thu;  $\rho_s$ : mật độ của hạt lắng ( $kg/m^3$ ), 1025 - 1050;  $\rho$ : khối lượng riêng của nước ( $kg/m^3$ ), 995,7  $kg/m^3$ ;  $\mu$ : độ nhớt của chất lỏng;  $u_0$ : vận tốc dòng chảy (m/s);  $d_p$ : đường kính hạt keo lắng xuống, có giá trị từ 0,4 - 10  $\mu m$ . ( $d_p = 5 \mu m$ ).

b) Phương trình cân bằng nitơ amoni ( $NH_4^+$ ):

$$\frac{d(NH_3-N)}{dt} = \frac{1}{HRT} (NH_3-N_{in} - NH_3-N) - r_n - r_{ul} - r_{g1} + r_m - r_v \quad (7)$$

$NH_3-N_{in}$ : nồng độ  $NH_3$  dòng vào ( $g/m^3$ );  $NH_3$ : nồng độ  $NH_3$  dòng ra ( $g/m^3$ );  $r_n$ : tỷ lệ nitrat hóa amoni thành nitrat ( $g.m^{-2}.ngày^{-1}$ );

$$r_n = \frac{\mu_N}{Y_N} \times \left( \frac{NH_3-N}{K_3 + NH_3-N} \right) \times \left( \frac{DO}{K_4 + DO} \right) \times C_T \times C_{pH}$$

$\mu_N$ : Tốc độ tăng trưởng của Nitrosomonas (ngày<sup>-1</sup>) (0,33 - 2,21);  $Y_N$ : Hệ số năng suất của vi khuẩn Nitrosomonas (mgVSS/mgN) (0,03 - 0,13); DO: nồng độ Oxy (mg/L);  $K_3$ : Hằng số bán bão hòa amoni của vi khuẩn Nitrosomonas, có giá trị 0,13 - 1,3. Giá trị đặc trưng  $K_3 = 1.0$  (gN/m<sup>3</sup>);  $K_4$ : Hằng số bán bão hòa oxy của vi khuẩn Nitrosomonas,  $K_4 = 0.8$  (gN/m<sup>3</sup>);  $C_T$ : Hệ số phụ thuộc vào nhiệt độ:

$$C_T = e^{\varphi(T-15)}$$

$\varphi$ : Hằng số thực nghiệm ( $^{\circ}C^{-1}$ ),  $\varphi = 0,098$ ;  $C_{pH}$ : Hệ số giới hạn sự tăng trưởng của vi khuẩn bởi pH.

$$C_{pH} = 1 - 0,833(7,2 - pH) \text{ với } pH < 7,2$$

$$C_{pH} = 1,0 \text{ với } pH \geq 7,2;$$

$r_{ul}$ : Tỷ lệ sử dụng amoni của thực vật để tăng trưởng ( $g.m^{-2}.ngày^{-1}$ ).

$$r_{ul} = r_u \left( \frac{NH_{3N}}{NH_{3N} + NO_{3N}} \right) \times N_{plant}$$

$r_u$ : Tốc độ tăng trưởng của thực vật,  $r_u = 0,028$ ;  $r_{ul}$ : tốc độ hấp thụ amoni của vi sinh vật để phát triển ( $g.m^{-2}.ngày^{-1}$ );  $r_m$ : tốc độ khoáng hóa nitơ hữu cơ thành amoniac ( $g.m^{-2}.ngày^{-1}$ );  $r_v$ : tốc độ bay hơi của  $NH_3$ .

Sự bay hơi amoniac là một quá trình hóa lý. Reddy và Patrick (1984) chỉ ra rằng, tổn thất  $NH_3$  do bay hơi là không nghiêm trọng nếu giá trị pH dưới 8,0. Nhưng ở nhiệt độ 20°C nếu giá trị pH tăng lên đến 8,5 thì tỷ lệ  $NH_3$  có thể tăng lên 20 - 25%. Ở mức pH 9,3 tỷ lệ giữa các ion  $NH_3$  và amoni là 1:1 và tổn thất do bay hơi là rất đáng kể. Do đó, tốc độ bay hơi của amoniac được xác định

bởi các giá trị của nhiệt độ và giá trị pH. Phương trình tốc độ bay hơi của NH<sub>3</sub>:

$$r_v = \frac{NH_{3-N}}{1 + 10^{(10,068 - 0,033T - pH)}}$$

c) Phương trình cân bằng nitrat (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>):

$$\frac{d(NO_{3-N})}{dt} = \frac{1}{HRT} (NO_{3-N_m} - NO_{3-N}) + r_n - r_{u2} - r_{dn} - r_{g2} \quad (8)$$

NO<sub>3-N<sub>in</sub></sub>: Nồng độ nitrat dòng vào (g/m<sup>3</sup>); r<sub>n</sub>: tỷ lệ nitrat hóa amoni thành nitrat (g.m<sup>-2</sup>. ngày<sup>-1</sup>); r<sub>dn</sub>: tỷ lệ khử nitrat của nitrat (g.m<sup>-2</sup>. ngày<sup>-1</sup>);

$$r_{dn} = [(D_r + r_{b1} + r_{b2}) \times \theta_1^{(T-20)}] \times NO_{3-N}$$

D<sub>r</sub>: Hằng số tốc độ khử nitrat (d<sup>-1</sup>), có giá trị 0 - 1, giá trị đặc trưng 0,195 (Aloyce and Marwa, 2018); θ: hệ số nhiệt cho quá trình khử có giá trị 1,02 - 1,09 (Metcalf and Eddy, 1995; Mayo and Bigambo, 2005); r<sub>b1</sub>: tốc độ phản ứng của sinh khối tổng hợp-màng sinh học (ngày<sup>-1</sup>);

$$rb_1 = a_{s1} \times \frac{\alpha\beta}{\alpha + \beta}$$

$$\alpha = \frac{D_w}{L_s}$$

$$\beta = \frac{\tanh(\Phi)k_{fa} \times L_f}{\Phi}$$

r<sub>b2</sub>: tốc độ phản ứng của sinh khối thực vật-màng sinh học (ngày<sup>-1</sup>);

$$rb_2 = a_{s2} \times \frac{\alpha\beta}{\alpha + \beta}$$

$$a_{s2} = \frac{R_s(1 - \lambda t)}{H}$$

Trong đó: a<sub>s1</sub>: diện tích bề mặt cụ thể của màng sinh học trên một đơn vị thể tích, 5,76 - 20,83, (m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>); a<sub>s2</sub>: diện tích bề mặt cụ thể của thực vật m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup> (1,67 - 1,97); α: hệ số dính; D<sub>w</sub>: hệ số khuếch tán trong lớp chất lỏng (m<sup>2</sup>/ngày); L<sub>s</sub>: chiều dày lớp chất lỏng (m); θ: thông số đặc trưng của màng sinh học;

$$\Phi = \sqrt{\left(\frac{K_{fa}L_f^2}{D_f}\right)}$$

K<sub>fa</sub> là hằng số tốc độ phản ứng bậc một của màng sinh học (ngày<sup>-1</sup>); L<sub>f</sub>: chiều dày màng sinh học (m); D<sub>f</sub>: Sự khuếch tán của chất nền trong màng sinh học (m<sup>2</sup>. ngày<sup>-1</sup>), 5,5 × 10<sup>-5</sup>; θ: hệ số nhiệt cho quá trình khử có giá trị 1,02 - 1,09; R<sub>s</sub>: diện tích bề mặt rễ hữu hiệu trên một đơn vị diện tích bề mặt; λt: là phần diện tích của một đơn vị đất ngập nước

được bao phủ bởi rễ thực vật trên tổng diện tích đơn vị đất ngập nước diện tích (0,0 - 1); r<sub>u2</sub>: tỷ lệ sử dụng nitrat của thực vật để tăng trưởng (g.m<sup>-2</sup>. ngày<sup>-1</sup>);

$$r_{u2} = r_u \left( \frac{NH_{3-N}}{NH_{3-N} + NO_{3-N}} \right) \times N_{plant}$$

r<sub>g2</sub>: tỷ lệ hấp thụ nitrat của vi sinh vật để phát triển (g.m<sup>-2</sup>. ngày<sup>-1</sup>);

$$\frac{d(N_{plant})}{dt} = r_{u2} + r_{u2} - r_{dv}$$

r<sub>u1</sub>: Tỷ lệ sử dụng amonia của thực vật để tăng trưởng (g.m<sup>-2</sup>. ngày<sup>-1</sup>); r<sub>u2</sub>: tỷ lệ sử dụng nitrat của thực vật để tăng trưởng (g.m<sup>-2</sup>. ngày<sup>-1</sup>); Nitơ trong thực vật được mô hình hóa thông qua các quá trình nitrat và amonia được hấp thụ bởi thực vật và quá trình phân hủy thực vật.

d) Phương trình cân bằng nitơ trong thực vật:

$$\frac{d(N_{plant})}{dt} = r_{u2} + r_{u2} - r_{dv} \quad (9)$$

e) Phương trình cân bằng nitơ trong trầm tích:

$$\frac{d(N_{sediment})}{dt} = r_s - r_r \quad (10)$$

### 3.2.3. Phương trình mô phỏng các quá trình sinh học của phốt pho

- Cân bằng cho bãi lọc trồng cây được mô phỏng với tổng phốt pho:

$$\frac{dTP}{dt} = \frac{1}{HRT} (TP_v - TP) - TP \times (k + w) + r \times (1 - w) \quad (11)$$

Trong đó: TP<sub>v</sub>: Tổng phốt pho dòng vào (mg/L); TP: tổng phốt pho dòng ra (mg/L); HRT: thời gian lưu nước của hệ thống (ngày<sup>-1</sup>); k: tốc độ hấp thụ phốt pho của thực vật (ngày<sup>-1</sup>); w: độ xấp của bãi lọc (0,1-0,8); r: hệ số nhả hấp phụ phốt pho của vật liệu (ngày<sup>-1</sup>).

### 3.3. Phương pháp giải hệ phương trình vi phân

Hệ phương trình vi phân được thiết lập không thể giải được bằng phương pháp giải tích thông thường, mà phải giải gần đúng bằng phương pháp số. Trong nghiên cứu này lựa chọn phương pháp Runge-Kutta là phương pháp hiệu quả nhất do vừa có độ chính xác cao, thuật toán không quá phức tạp, được áp dụng rộng rãi để giải các phương trình vi phân.

Công thức Runge-Kutta bậc 4 giải hệ phương trình vi phân:

Xét hệ phương trình vi phân bậc nhất:

$$\frac{dy_1}{dt} = f_1(t, x_1, x_2, \dots, x_n)$$

$$\frac{dy_2}{dt} = f_2(t, x_1, x_2, \dots, x_n)$$

.....

$$\frac{dy_n}{dt} = f_n(t, x_1, x_2, \dots, x_n)$$

$$\rightarrow y_1(t), y_2(t), y_3(t), \dots, y_n(t) = ?$$

Phương pháp giải: Hầu hết các phương pháp số đều giống nhau ở ý tưởng, bắt đầu với điều kiện ban đầu, ta tính các bước tiếp theo với khoảng tăng thời gian  $\Delta t$ , tính vectơ  $x$  ở mỗi bước. Đầu ra là một bảng giá trị của  $x$  theo thời gian  $t$ . Đầu vào bắt buộc bao gồm vectơ  $f(x, t)$  sẽ xác định các phương trình vi phân bậc nhất, các điều kiện ban đầu và khoảng thời gian của lời giải. Ít khi chỉ cần tăng khoảng thời gian  $\Delta t$ , bởi vì hầu hết các chương trình đều tự động tính toán giá trị hiệu quả nhất của  $\Delta t$ . Sự khác biệt cơ bản giữa các gói phần mềm khác nhau nằm ở cú pháp được sử dụng.

Giải hệ phương trình bằng phương pháp Runge-kutta thích nghi bậc 4:

Cú pháp:  $[t, x] = \text{ode45}(@f, [t_0 \ t_1 \ t_2 \dots \ t_{\text{End}}], [x_1 \ x_2 \ x_3 \dots \ x_n])$

@f: Hàm  $f$  viết tay của người dùng để tính toán được giá trị của vectơ  $f(x, t)$  trong phương trình.

[t0 t1 t2...tEnd]: Các thời điểm thời gian mà ở đó lời giải được tính. Thông thường người ta sẽ tính một chuỗi các thời điểm cách nhau 1 khoảng tăng thời gian  $dt$  cố định, khi đó cú pháp này có thể được viết như sau:  $t = t_0: dt: t_{\text{End}}$

[x1 x2 x3... xn]: Các giá trị ban đầu của các hàm  $x_1, x_2, \dots, x_n$ .

t: Vectơ chứa các thời điểm thời gian để tính lời giải.

x: Ma trận lời giải mà các cột của chúng chứa các giá trị của các hàm  $x_1, x_2, \dots, x_n$ .

Hệ các phương trình trong mô hình được giải số bằng phương pháp Runge-Kutta bậc 4 và ngôn ngữ lập trình Matlab.

### 3.4. Phân tích độ nhạy

#### 3.4.1. Phân tích độ nhạy của các thông số ảnh hưởng đến nồng độ nitơ trong bãi lọc

Thực hiện chạy mô hình với số liệu đo đạc của đề tài KC08.05 và KC08.DA02, Viện Khoa học và Công nghệ môi trường, Đại học Bách khoa Hà Nội. Trước hết, nghiên cứu thực hiện phân tích độ nhạy để xác định các thông số cho việc hiệu chỉnh mô hình. Các kết quả phân tích độ nhạy được trình bày trong hình 2.

Kết quả phân tích độ nhạy cho thấy, các thông số ảnh hưởng lớn tới nồng độ nitơ hữu cơ là  $R_{\text{min}}$  - tốc độ khoáng hóa ( $\text{ngày}^{-1}$ ) và nhiệt độ ( $T$ ), trong đó  $R_{\text{min}}$  có ảnh hưởng rõ rệt khi thay đổi trong khoảng giá trị min và max. Đối với nồng độ amoni, thông số  $R_{\text{min}}$  tiếp tục có ảnh hưởng lớn, tiếp theo là các thông số  $Y_n$  - Hệ số năng suất của vi khuẩn *Nitrosomonas* ( $\text{mg VSS/mg N}$ ) và  $U_n$  - Tốc độ tăng trưởng của *Nitrosomonas* ( $\text{ngày}^{-1}$ ). Nồng độ nitrat chịu ảnh hưởng bởi các thông số  $U_n, Y_n, a_{s1}$  - diện tích bề mặt cụ thể của màng sinh học trên một đơn vị thể tích và  $D_r$  - hằng số tốc độ khử nitrat ( $\text{ngày}^{-1}$ ). Từ kết quả phân tích độ nhạy ở trên, đã xác định được các thông số để thực hiện hiệu chỉnh mô hình gồm:  $R_{\text{min}}$ : tốc độ amôn hóa nitơ hữu cơ thành amoni;  $T$ : nhiệt độ của dòng vào;  $Y_n$ : hệ số năng suất của vi khuẩn *Nitrosomonas*;  $U_n$ : tốc độ tăng trưởng của vi khuẩn *Nitrosomonas*;  $D_r$ : hằng số tốc độ khử nitrat ( $\text{ngày}^{-1}$ ).

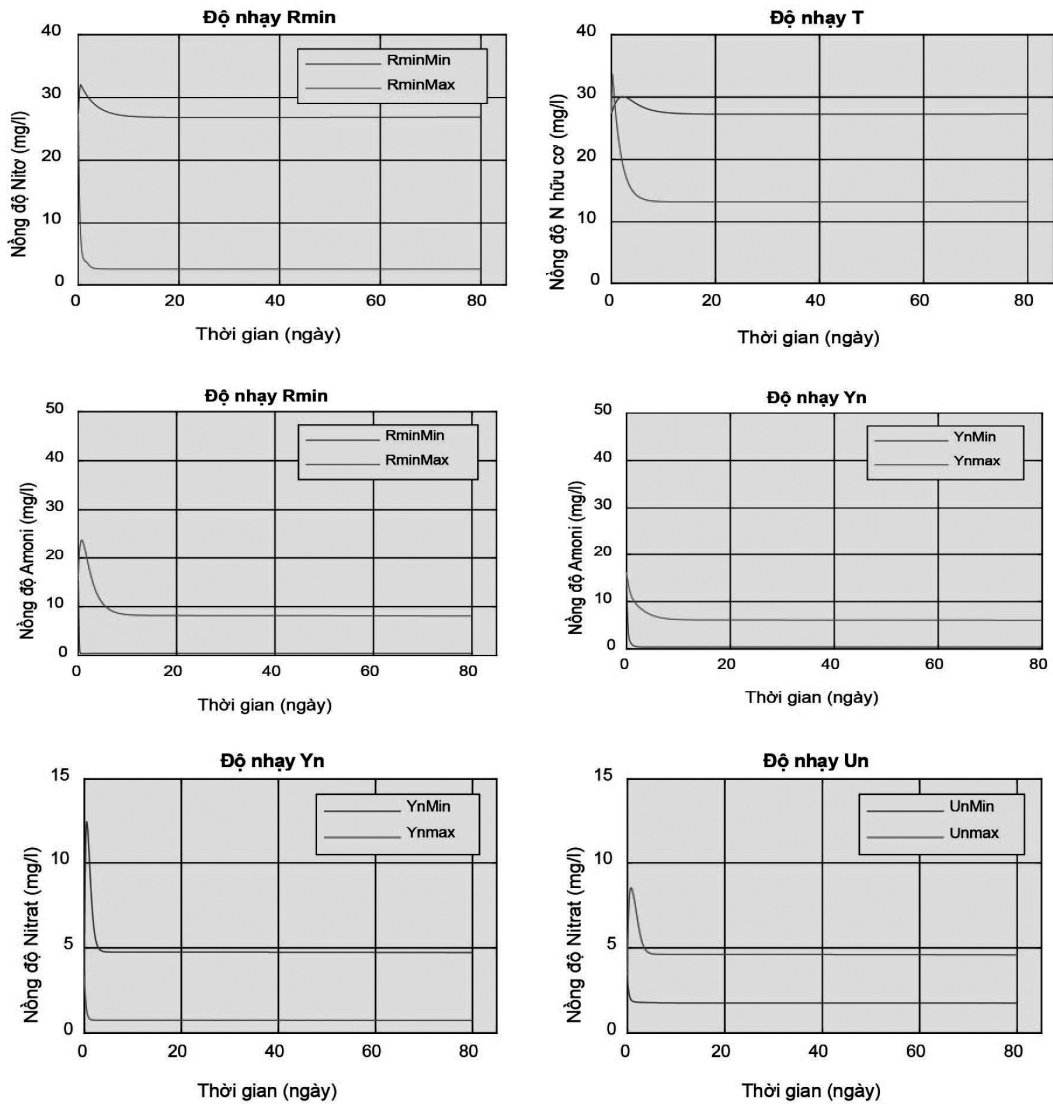
#### 3.4.2. Phân tích độ nhạy của các thông số ảnh hưởng đến nồng độ phốt pho trong bãi lọc trồng cây

Các thông số để tiến hành phân tích độ nhạy của nồng độ phốt pho trong bãi lọc trồng cây bao gồm:  $k$ : hệ số hấp thụ phốt pho của thực vật, có giá trị từ 0 - 1;  $w$ : độ xốp của vật liệu trong bãi lọc, có giá trị từ 0,1 - 0,8;  $r$ : hệ số nhả hấp phụ của bãi lọc, có giá trị từ 0 - 100.

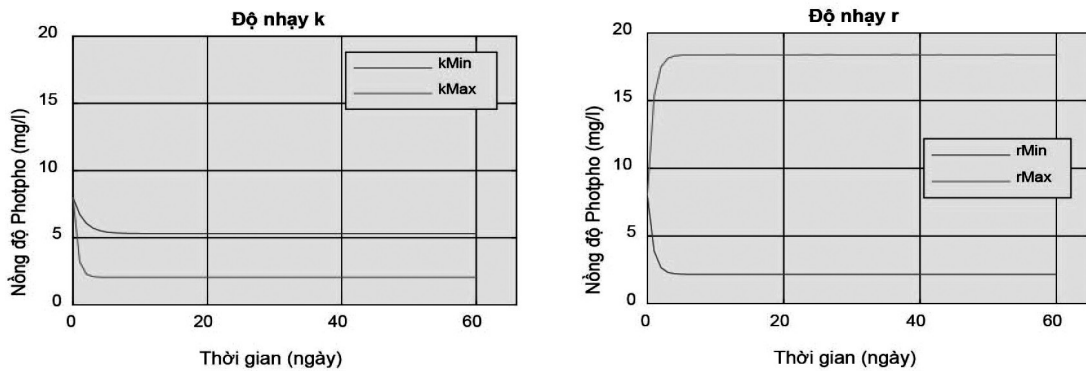
Qua quá trình phân tích độ nhạy, nhận thấy 3 thông số  $k, w, r$  đều có độ nhạy cao. Trong quá trình hiệu chỉnh, ngoài thông số độ xốp  $w$  đã được xác định thì tiến hành hiệu chỉnh 2 thông số  $k$  và  $r$ .

### 3.5. Hiệu chỉnh và mô phỏng

Số liệu đầu vào:  $\text{OrgNin} = 47,08 \text{ mg/L}$ ,  $\text{NH}_4^+ \text{in} = 43,9 \text{ mg/L}$ ,  $\text{NO}_3^- \text{in} = 14,61 \text{ mg/L}$ ,  $\text{TPin} = 5,52 \text{ mg/L}$ ,  $\text{HRT} = 12 \text{ ngày}$ .



**Hình 2.** Kết quả phân tích độ nhạy một số thông số ảnh hưởng lớn đến nồng độ nitơ hữu cơ, amoni và nitrat trong bãi lọc trồng cây TG nên đặt lại đường kẻ xanh và đỏ trong hình, vì tạp chí in đen trắng



**Hình 3.** Kết quả phân tích độ nhạy các thông số ảnh hưởng đến nồng độ photpho trong bãi lọc trồng cây

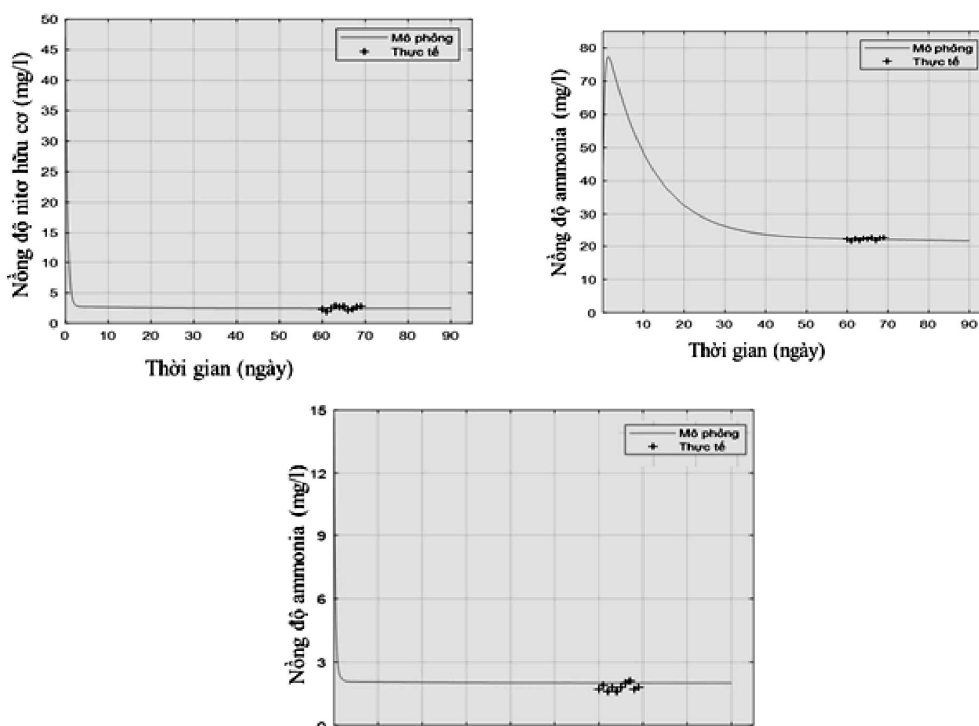
### 3.5.1. Hiệu chỉnh và mô phỏng cân bằng nitơ trong bãi lọc trồng cây

Hiệu chỉnh thông số Rmin từ 0,01 lên 1,3; Un từ 0,9 xuống 0,75; Dr từ 0,195 lên 0,9 nhận được kết quả ở dạng đồ thị mô phỏng cân bằng N hữu cơ, amoni, nitrat trong bãi lọc trồng cây. Kết quả mô phỏng cho thấy, giá trị nồng độ nitơ hữu cơ mô phỏng tại khoảng thời gian cân bằng và ổn định là 2,5 mg/L, với 7/10 giá trị có sai số < 12%, và 3/10 giá trị có sai số > 12%, chênh lệch trung bình khoảng 10,9% so với số liệu đo thực tế; có 3 giá trị với sai số > 12%, tuy nhiên nồng độ chênh lệch chỉ từ 0,4 đến

0,6 mg/L, do đó sai số này có thể chấp nhận được.

Giá trị nồng độ amoni mô phỏng tại khoảng thời gian cân bằng và ổn định có giá trị từ 21,7 đến 22,0 mg/L, các giá trị đều có sai số đều nằm trong giới hạn cho phép (<12%), và sai số trung bình khoảng 2,7% so với giá trị đo thực tế.

Giá trị nồng độ Nitrat mô phỏng tại khoảng thời gian cân bằng và ổn định là 2,0 mg/L, với 2/10 giá trị có sai số >12%, sai số trung bình khoảng 9,2% so với giá trị đo thực tế. Hai giá trị sai số >12%, tuy nhiên độ chênh lệch giữa mô phỏng và kết quả đo chỉ 0,4 mg/L nên sai số này có thể chấp nhận được.



Hình 4. Đồ thị mô phỏng cân bằng nitơ trong bãi lọc

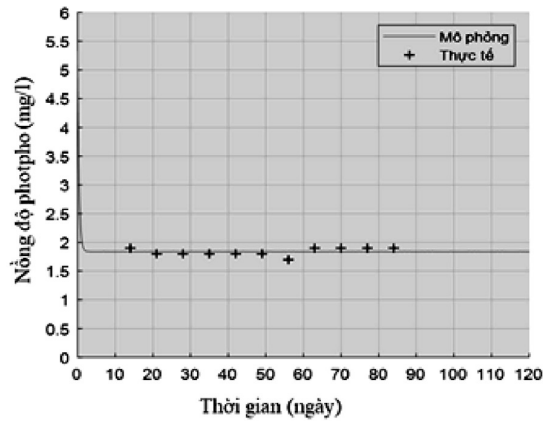
Ghi chú: Đường màu xanh TG nên đổi lại vì tạp chí in đen trắng biểu thị nồng độ nitơ được mô phỏng sau khi hiệu chỉnh; Dấu “+” biểu thị giá trị nitơ hữu cơ thực tế.

Kết quả mô phỏng cho thấy còn có một số giá trị có sai số > 12%, tuy nhiên những sai số này là chấp nhận được do chênh lệch nồng độ không cao (< 1 mg/L).

### 3.5.2. Hiệu chỉnh và mô phỏng cân bằng phốt pho trong bãi lọc trồng cây

Hiệu chỉnh hệ số hấp thụ phốt pho (k) từ giá trị 0,1 lên giá trị 1,37; hệ số nhả hấp phụ từ 1 xuống 0,2 nhận được đồ thị mô phỏng phốt pho trong hình 5.

Kết quả mô phỏng cho thấy số liệu tính toán TP dòng ra khá tương đồng với kết quả đo đạc. Nồng độ phốt pho đầu ra theo mô phỏng khi hệ thống hoạt động ổn định là 1,84 mg/L, sai số đều nằm trong giới hạn cho phép (< 12%), sai số trung bình là 3,2% so với giá trị đo thực tế. Như vậy, mô hình số thiết lập được cho thấy bước đầu là phù hợp để áp dụng trong mô phỏng các quá trình chuyển hóa phốt pho trong bãi lọc trồng cây kiến tạo dòng chảy ngầm.



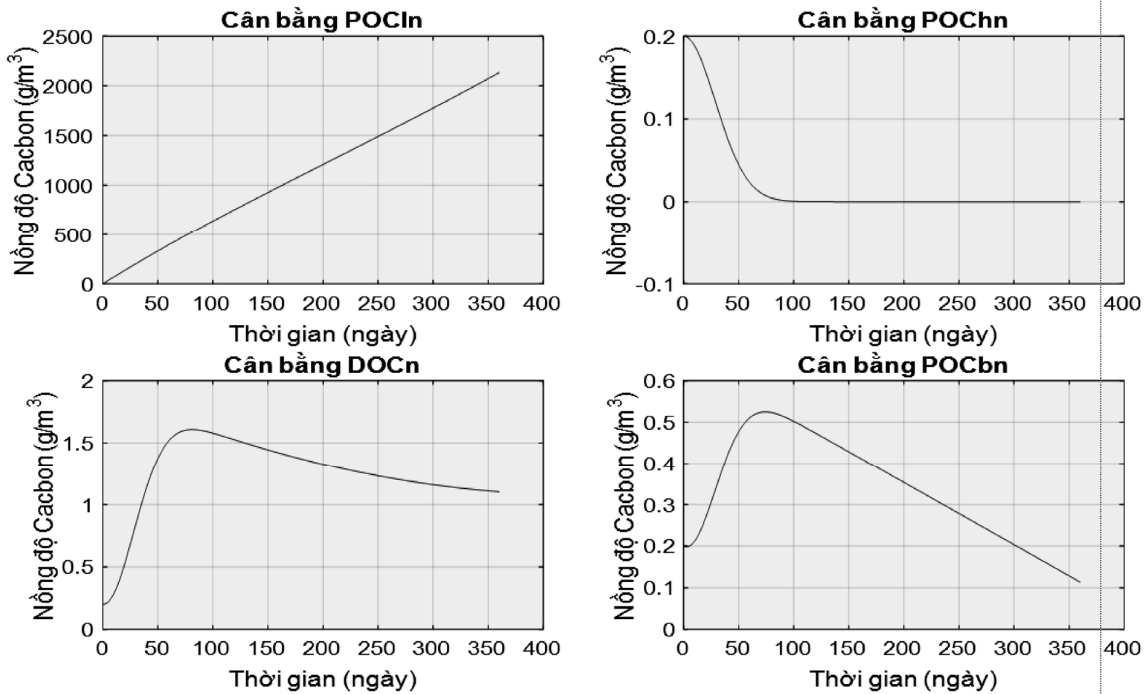
Hình 5. Hiệu chỉnh cân bằng photpho

### 3.5.3. Mô phỏng cân bằng cacbon trong bãi lọc trồng cây

Kết quả mô phỏng cân bằng cacbon trong bãi lọc trồng cây được trình bày trong hình 6.

Kết quả mô phỏng cho thấy, lượng  $POC_{in}$  (cacbon hữu cơ dạng hạt vùng rác) tăng liên tục và gần như tuyến tính với thời gian. Sau 1 năm thì nồng độ  $POC_{in}$  có giá trị khoảng hơn 2.000  $g/m^3$ . Sự tích tụ  $POC_{in}$  chủ yếu từ quá trình phân hủy của thực vật và sinh khối chết. Lượng cacbon trong vùng đất ngập nước chủ yếu là  $POC_{in}$ . Lượng  $POC_{hn}$  (cacbon hữu cơ dạng hạt vùng mùn) tồn tại rất ít trong vùng

đất ngập nước kiến tạo, khi hệ thống hoạt động ổn định thì gần như có giá trị = 0  $g/m^3$ . Nguyên nhân là do lượng  $POC_{hn}$  tạo ra bị mùn hóa tạo thành  $DOC_n$  (cacbon hữu cơ hòa tan), vi sinh vật hấp thụ và thực vật phân hủy thông qua quá trình hô hấp.  $DOC_n$  trong vùng đất ngập nước là rất thấp, cân bằng và ổn định ở khoảng giá trị từ 1 - 1,5  $g/m^3$ . Nguyên nhân là do lượng  $DOC_n$  tạo ra rất ít, cùng với đó là quá trình sử dụng  $DOC_n$  của vi sinh vật, sự hấp thụ của thực vật, sự rửa trôi. Lượng  $POC_{bn}$  trong vùng đất ngập nước có giá trị rất thấp, sau 1 năm hoạt động thì có giá trị < 0,2  $g/m^3$ .



Hình 6. Mô phỏng cân bằng cacbon trong bãi lọc trồng cây kiến tạo

#### IV. KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã xây dựng được mô hình khái niệm, ma trận tác động tương hỗ có xét đến các quá trình chuyển đổi của nitơ, photpho, cacbon diễn ra trong bãi lọc trồng cây kiến tạo từ đó thiết lập các phương trình toán học cho mỗi cấu tử tham gia vào các quá trình sinh học trong bãi lọc trồng cây kiến tạo dòng chảy ngầm.

Kết quả phân tích độ nhạy cho thấy, các thông số ảnh hưởng lớn tới quá trình loại bỏ nitơ trong bãi lọc gồm tốc độ khoáng hóa (Rmin), nhiệt độ dòng thải, hệ số năng suất của vi khuẩn *Nitrosomonas* (Yn), tốc độ tăng trưởng của *Nitrosomonas* (Un), diện tích bề mặt cụ thể của màng sinh học trên một đơn vị thể tích ( $a_{s1}$ ) và hằng số tốc độ khử nitrat (Dr). Các thông số có ảnh hưởng lớn đến nồng độ photpho gồm hệ số hấp thụ photpho của thực vật (k), độ xốp của bãi lọc (w) và hệ số nhả hấp phụ của vật liệu bãi lọc.

Kết quả hiệu chỉnh và mô phỏng đã xác định mô hình mô phỏng tốt xu hướng diễn biến thay đổi nồng độ các hợp chất trong bãi lọc. Sai số giữa kết quả mô phỏng và kết quả đo thực tế đối với nồng độ nitơ hữu cơ trung bình khoảng 10,9%; nồng độ amoni khoảng 2,7%; nồng độ nitrat khoảng 9,2%, nồng độ photpho khoảng 3,2%. Kết quả mô phỏng lượng cacbon trong bãi lọc trồng cây kiến tạo phù hợp với thực tế. Như vậy, mô hình được thiết lập bước đầu phù hợp để mô phỏng một số quá trình sinh học trong bãi lọc trồng cây.

#### LỜI CẢM ƠN

Các tác giả xin chân thành cảm ơn sự tài trợ kinh phí cho nghiên cứu thông qua các đề tài KC08.05 và KC08. DA. 02 của Bộ KHCN.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

**Đặng Xuân Hiến**, 2015. Nghiên cứu xây dựng công nghệ tích hợp hóa lý - sinh học thích ứng, hiệu quả,

an toàn và bền vững với môi trường sinh thái để xử lý nước rỉ rác tại các bãi chôn lấp rác tập trung. Báo cáo kết quả thực hiện đề tài chương trình KC.08/11-15.

**Nguyễn Ái Lê, Lê Thị Mộng Trinh**, 2018. Ứng dụng mô hình đất ngập nước nhân tạo trồng cỏ vetiver và cỏ sậy để xử lý nước rỉ rác. *Tạp chí phát triển Khoa học và Công nghệ: Chuyên san khoa học tự nhiên*, 2 (5): 177-183.

**Hồ Bích Liên**, 2014. Đánh giá khả năng xử lý nước rỉ rác của cỏ vetiver trong điều kiện bổ sung chế phẩm sinh học EM. *Tạp chí Đại học Thủ Dầu Một*, 5 (18): 76-81.

**Ain Nihla Kamarudzaman, Roslaili Abdul Aziz, and Mohd Faizal Ab Jalil**, 2011. Removal of heavy metals from landfill leachate using horizontal and vertical subsurface flow constructed wetland planted with *Limnocharis flava*. *International Journal of Civil & Environmental Engineering IJCEE-IJENS*, 11 (5): 85-91.

**Aloyce W. Mayo, Marwa Muraza, Joel Norbert**, 2018. Modelling nitrogen transformation and removal in mara river basin wetlands upstream of lake Victoria, Tanzania. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, 105: 136-146.

**Barr M.J., H.D. Robinson**, 1999. Constructed wetlands for landfill leachate treatment. *Waste Management and Research*, 17(6): 498-504.

**Mayo A.W., T. Bigambo**, 2005. Nitrogen transformation in horizontal subsurface flow constructed wetlands I: Model development, University of Dar es Salaam. *Physics and Chemistry of the Earth*, 30: 673-679.

**Metcalf and Eddy Inc**, 1995. *Wastewater Engineering: Treatment, Disposal and Reuse*. McGraw-Hill Ltd, New Delhi, India.

**Reddy K.R. and W.H. Patrick**, 1984. Nitrogen transformations and loss in flooded soils and sediments. *CRC Critical Reviews in Environmental Control*, 13(4): 273-309.

**Yang, Z.-L**, 1998. Technical note of a 10-layer soil moisture and temperature model. Unpublished manuscript.

### Modeling of biological processes in constructed wetland treating landfill leachate in Viet Nam

Do Thi Hong Dung, Dang Xuan Hien

#### Abstract

The study has established a mathematical model for applying in simulation and evaluation of landfill leachate treatment technology by subflow constructed wetland; the system of equations simulating biological processes in the constructed wetland has been numerically solved by the Runge-Kutta algorithm of order 4 and coded in the Matlab

programming language. The obtained numerical model has been analyzed for sensitivity and calibrated and tested based on measurement data sets. The results of simulation of biological processes in the constructed wetland showed that: the error between the simulation results and the actual measurement results for the average organic nitrogen concentration was about 10.9%; the simulated ammonium concentration had errors of <12%, and the average error was about 2.7% compared to the actual measured value. The simulated nitrate concentration had an average error of about 9.2% compared to the actual measured value. The simulated phosphorus concentration had an average error of 3.2% compared with the actual measured value. The results of simulating the amount of carbon in the constructed wetland were consistent with measured data. The numerical model is initially suitable to simulate some biological processes in the subflow constructed wetland.

**Keywords:** Constructed wetland, simulation, modeling, biological processes

Ngày nhận bài: 14/3/2022  
Ngày phản biện: 23/3/2022

Người phản biện: TS. Nghiêm Tiến Chung  
Ngày duyệt đăng: 30/3/2022

## ẢNH HƯỞNG CỦA ĐỘ MẶN LÊN HIỆU QUẢ ƯƠNG GIỐNG TÔM CÀNG XANH TRONG AO TẠI HUYỆN AN BIÊN, TỈNH KIÊN GIANG

Dương Nhật Long<sup>1</sup>, Võ Hoàng Liêm Đức Tâm<sup>1</sup>

### TÓM TẮT

Ảnh hưởng của độ mặn lên hiệu quả ương giống tôm càng xanh được thực hiện trong 06 ao đất có diện tích dao động từ 1.000 - 2.000 m<sup>2</sup> tại huyện An Biên, tỉnh Kiên Giang nhằm tìm ra độ mặn ương tôm giống thích hợp. Thí nghiệm được bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên với 2 nghiệm thức (NT1 và NT2) với độ mặn 8 - 10‰ và 15 - 17‰, được lặp lại 3 lần. Độ mặn bình quân ở NT1 và NT2 lần lượt là 15,93 ± 0,39‰ và 8,82 ± 0,37‰ đều nằm trong giới hạn giá trị bố trí của nghiệm thức. Sau 75 ngày ương, khối lượng và năng suất tôm giống ở NT1 đạt được (9,66 ± 0,28 g/con và 159 ± 13 g/m<sup>2</sup>) cao hơn có ý nghĩa thống kê ( $p < 0,05$ ) so với NT2 (7,94 ± 0,21 g/con và 111 ± 10 g/m<sup>2</sup>). Tỷ lệ sống (%) tôm giống thu được không khác biệt ( $p > 0,05$ ) giữa NT1 và NT2. Ương giống tôm càng xanh trong ao ở độ mặn 8 - 10‰ đạt hiệu quả cao hơn so với ương giống ở độ mặn 15 - 17‰.

**Từ khóa:** Tôm càng xanh (*Macrobrachium rosenbergii* De Man, 1879), độ mặn, hiệu quả ương giống

### I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Tôm càng xanh (*Macrobrachium rosenbergii* De Man, 1879) là loài có kích thước lớn nhất trong các loài tôm nước ngọt, thịt thơm ngon, giá trị kinh tế cao nên được xem là một trong những đối tượng giáp xác được nuôi phổ biến ở các nước như Việt Nam, Trung Quốc, Thái Lan, Malaysia, Ấn Độ,... (Phạm Văn Tình, 2004). Theo Tổng cục Thủy sản (2020), năm 2019 cả nước có 14 tỉnh, thành phố nuôi tôm càng xanh với tổng diện tích 61.744 ha, sản lượng đạt 24.365 tấn, tập trung chủ yếu tại 9 tỉnh vùng Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL) chiếm 99,89% diện tích và chiếm 98,7% sản lượng của cả nước.

Tài liệu nghiên cứu sinh học cho thấy, tôm càng xanh là loài có thể sống ở độ mặn (0 - 25‰), phát triển tốt ở độ mặn (0 - 16‰) nhưng thích hợp nhất 0 - 12‰ (New, 2002; Đỗ Thị Thanh Hương và Nguyễn Văn Tư, 2010; Huong *et al.*, 2010). Theo Tổng cục Môi trường (2020), tính toán lưu lượng dòng chảy trên sông Mekong đổ về vùng ĐBSCL trong năm 2020 rất hạn chế, có khả năng thiếu hụt so với lưu lượng trung bình của nhiều năm, do đó tình trạng xâm nhập mặn ở ĐBSCL được cảnh báo ở mức độ sâu và gay gắt hơn và tỉnh Kiên Giang là địa phương được ghi nhận điển hình cho tình hình xâm nhập mặn diễn ra sớm trong vùng, độ mặn xuất hiện thường xuyên với mức độ xâm nhập cao và sâu hơn

<sup>1</sup> Khoa Thủy sản, Trường Đại học Cần Thơ

\* Tác giả liên hệ: E-mail: dnlong@ctu.edu.vn