

Initial evaluation of nitrogen uptake of *Thalassia hemprichii* in Nha Trang, Khanh Hoa

Phan Minh Thu^{1,2,*}, Nguyen Minh Hieu¹, Hoang Trung Du¹, Nguyen Kim Hanh¹,
Pham Thi Mien¹, Vo Hai Thi¹, [Le Tran Dung](#)¹, Nguyen Trinh Duc Hieu¹

¹Institute of Oceanography, VAST, Vietnam

²Graduate University of Science and Technology, VAST, Vietnam

*E-mail: phanminhthu@gmail.com

Received: 30 December 2018; Accepted: 15 July 2019

©2020 Vietnam Academy of Science and Technology (VAST)

Abstract

The uptake rate of nitrate by leaves and roots was simultaneously investigated in the seagrass *T. hemprichii* collected from Lo river, Nha Trang. The principle of nutrient uptake of seagrass was based on the approaches of the Michaelis-Menten model. The laboratory experiments of nitrate uptake were done the ranges of ambient nitrate concentrations in the separate water column of leaves and roots. The calculated results indicated that the nitrate uptake rate through the leaves was higher than that of the roots. The maximum uptake rate (V_{max}) through the leaves and the roots was 1,777.0 $\mu\text{gN/g DW/h}$ and 131.6 $\mu\text{gN/g DW/h}$, respectively. From these results, the nitrate uptake rate by the seagrass in Lo river was estimated at 52.2 $\text{mgNm}^{-2}\text{h}^{-1}$. The value plays an important role in developing and implementing plans for the protection and rehabilitation of seagrass beds in coastal areas.

Keywords: Seagrass, nitrogen uptake, *Thalassia hemprichii*, Nha Trang, Khanh Hoa.

Bước đầu đánh giá khả năng hấp thụ muối dinh dưỡng nitơ của cỏ vịch *Thalassia hemprichii* tại Nha Trang, Khánh Hoà

Phan Minh Thu^{1,2,*}, Nguyễn Minh Hiếu¹, Hoàng Trung Du¹, Nguyễn Kim Hạnh¹,
Phạm Thị Miên¹, Võ Hải Thi¹, Lê Trần Dũng¹, Nguyễn Trịnh Đức Hiệu¹

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

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

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

Nhận bài: 30-12-2018; Chấp nhận đăng: 15-7-2019

Tóm tắt

Hấp thụ muối dinh dưỡng nitơ bởi phần lá và phần rễ được thực hiện đối với cỏ vịch *T. Hemprichii* từ sông Lô trong điều kiện phòng thí nghiệm. Việc đánh giá này dựa trên nguyên lý hấp thụ muối dinh dưỡng của cỏ biển có dạng phương trình động lực Michaelis-Menten. Thí nghiệm hấp thụ muối dinh dưỡng với nhiều nồng độ nitrat khác nhau cho các phần rễ và phần lá. Kết quả cho thấy khả năng hấp thụ muối dinh dưỡng nitơ của cỏ vịch đối với phần lá cao hơn so với phần rễ. Tốc độ hấp thụ cực đại (V_{max}) của cỏ biển ở phần lá là 1.777,0 $\mu\text{gN/g}$ khô/h và của phần rễ là 131,6 $\mu\text{gN/g}$ khô/h. Từ kết quả này, bài báo đã ước lượng khả năng hấp thụ muối dinh dưỡng của cỏ biển ở sông Lô là 52,2 $\text{mgN/m}^2/\text{h}$. Kết quả nghiên cứu này có ý nghĩa quan trọng trong việc xây dựng và triển khai các kế hoạch bảo vệ và phục hồi các thảm cỏ biển ở vùng ven bờ.

Từ khóa: Cỏ biển, hấp thụ nitơ, cỏ vịch, Nha Trang, Khánh Hoà.

MỞ ĐẦU

Cỏ biển là những loài thực vật có hoa sống trong môi trường nước mặn. Tương tự như thực vật trên cạn, hoạt động sống của cỏ biển phụ thuộc vào quá trình quang hợp để tổng hợp chất hữu cơ từ nước, CO_2 , muối dinh dưỡng và năng lượng ánh sáng ở vùng nước có đủ sáng (photic zone). Cỏ biển thường phát triển trên các đáy cát hay bùn ở vùng nước nông ven bờ được che chắn. Các thảm cỏ biển là những hệ sinh thái có tính đa dạng và năng suất sinh học cao. Các khu hệ này có đến hàng trăm loài sinh vật khác sinh sống như cá (non và trưởng thành), rong biển, vi tảo, động vật thân mềm, giun nhiều tơ và giun tròn... [1]. Một số ý kiến cho thấy chỉ có rất ít loài sinh vật sống dựa vào nguồn lá cỏ biển bởi vì hàm lượng dinh dưỡng của lá không cao [2]. Tuy vậy, các loài động vật ăn cỏ biển là mắt xích quan trọng trong chuỗi thức ăn, và

thực tế thì có đến hàng trăm loài sinh vật biển ăn cỏ trên phạm vi toàn cầu như bò biển, cá, ngỗng, thiên nga, cầu gai và cua [1, 2]. Bên cạnh đó, cỏ biển còn có nhiều chức năng sinh thái quan trọng trong quá trình tự làm sạch của thủy vực. Đó là chức năng hấp thụ muối dinh dưỡng trong thủy vực.

Nhìn chung, nghiên cứu về hấp thụ muối dinh dưỡng và quang hợp đã được thực hiện ở hơn 400 vị trí khác nhau trên thế giới [3], trong khi đó khu vực Đông Nam Á dường như rất ít nghiên cứu về sinh thái cỏ biển. Trong vài năm gần đây, chỉ mới có một vài nghiên cứu như tại Indonesia [4] hoặc Philippines [5]. Đối với quá trình hấp thụ muối dinh dưỡng nitơ, các nghiên cứu cho rằng quá trình hấp thụ muối dinh dưỡng nitơ thường có dạng phương trình động học Michaelis-Menten [6–9]. Cỏ biển có thể hấp thụ nhiều dạng nitơ

khác nhau, như nitơ vô cơ hòa tan (DIN) (tức là NH_4 và NO_3) và nitơ hữu cơ (urê, axit amin tự do) thông qua các phần phía trên (lá) và phần dưới mặt đất (rễ) [8–11]. Một cách tổng quát, hằng số hấp thụ và tốc độ hấp thụ cực đại đối với muối dinh dưỡng nitơ ở phần lá thường cao hơn rất nhiều lần so với phần rễ [8]. Ở Việt Nam, nghiên cứu cỏ biển đã được thực hiện từ rất sớm [12], nhưng chủ yếu thiên về phân loại, phân bố và đa dạng sinh học. Hầu như chưa có những nghiên cứu chuyên sâu về vấn đề sinh thái cỏ biển, như vấn đề hấp thụ nuôi dinh dưỡng của các loài cỏ biển.

Ở vịnh Nha Trang, cỏ biển được phát hiện có 10 loài và với diện tích khoảng 68 ha và phân bố rải rác ở vịnh Nha Trang, trong đó, tại sông Lô, diện tích cỏ biển chiếm phần lớn (với 23 ha) với ưu thế là cỏ vịch (*Thalassia hemprichii*) và cỏ lá dừa (*Enhalus acoroides*) [13]. Tuy nhiên, các thảm cỏ biển ở đây đang bị suy thoái do tác động của con người [13]

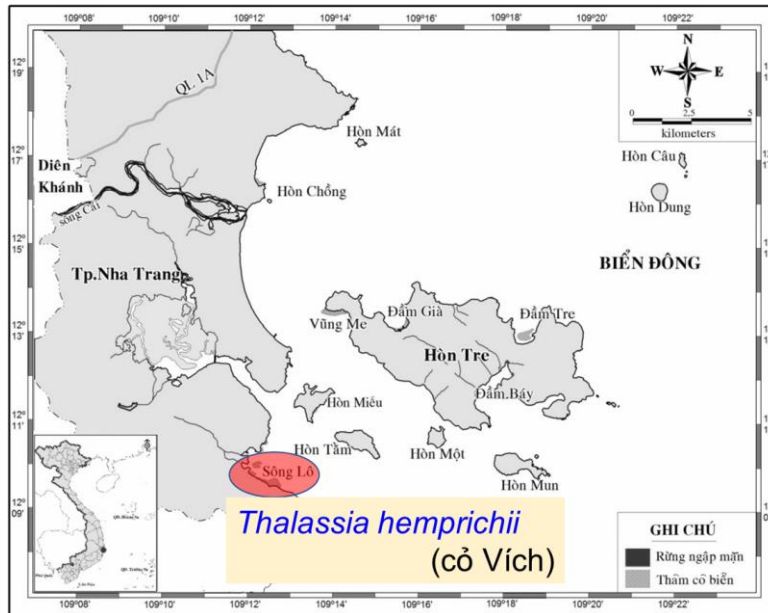
và cũng có thể do còn thiếu những chứng cứ khoa học về những giá trị kinh tế của hệ sinh thái cỏ biển.

Chính vì vậy, bài báo nhằm đánh giá khả năng hấp thụ muối dinh dưỡng nitơ của cỏ vịch (*T. hemprichii*), góp phần cung cấp luận cứ khoa học để lượng giá chức năng hệ sinh thái cỏ biển ở Nha Trang nói riêng, ở vùng biển ven bờ nhiệt đới nói chung.

TÀI LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Đối tượng nghiên cứu và thí nghiệm

Loài cỏ vịch (*T. hemprichii*) ở sông Lô, vịnh Nha Trang (hình 1) được chọn là đối tượng thí nghiệm để đánh giá khả năng hấp thụ muối dinh dưỡng vì đây là một trong hai loài cỏ biển chiếm ưu thế tại khu hệ cỏ biển này (Loài cỏ vịch *T. hemprichii* và cỏ lá dừa *E. acoroides*) với độ phủ, sinh lượng và độ phủ của của cỏ vịch cao hơn cỏ lá dừa [13].



Hình 1. Khu vực thu mẫu cỏ biển và nước biển để thí nghiệm [Hiệu chỉnh từ 13]

Mẫu cỏ biển và nước biển được thu từ sông Lô, Nha Trang. Cỏ biển được lưu giữ tối trong nước biển với nhiệt độ phòng và có sục khí cho đến khi thí nghiệm nhưng không giữ quá 6 giờ. Giá trị nhiệt độ, độ mặn, pH và DO tại khu vực thu mẫu cỏ biển được làm cơ sở để quản lý điều kiện môi trường khi bố trí thí nghiệm.

Cỏ biển được vệ sinh cả rễ, rhizome và lá một cách cẩn thận bằng nước biển tại khu vực chúng sinh sống nhằm hạn chế ít nhất các tổn thương cho các mô của cỏ biển. Tại phòng thí nghiệm, phần lá và rễ được sử dụng cho các thí nghiệm bởi vì rhizome ít ảnh hưởng đến quá trình hấp thụ muối dinh dưỡng [4, 14, 15].

Nước biển thí nghiệm được lọc qua màng GF/F để loại bỏ vật chất lơ lửng và thực vật nổi.

Bố trí thí nghiệm

Quá trình thí nghiệm khả năng hấp thụ muối dinh dưỡng của cỏ biển được thực hiện với ánh sáng đèn halogen (cường độ khoảng 250 $\mu\text{E}/\text{m}^2/\text{s}$) theo sơ đồ hình 2. Các lô thí nghiệm được bổ sung muối dinh dưỡng NO_3^- với nồng độ là 2; 5; 20; 50; 100 $\mu\text{mol N}$ [Hiệu chỉnh từ 16] và mẫu đối chứng (không bổ sung

muối dinh dưỡng và được che tối). Mỗi lô thí nghiệm có 1 cây cỏ biển, phần rễ và phần lá thí nghiệm trong hai buồng tách biệt. Thể tích nước ở phần lá là 3,48 lít và phần rễ là 0,52 lít. Mỗi nồng độ thí nghiệm được lặp lại 3 lần.

Nhiệt độ, độ mặn và nồng độ muối dinh dưỡng NO_3^- được quan trắc vào các thời điểm 0, 60, 120 và 240 phút đối với lá và 0, 240 phút đối với rễ. Trong khi đó, DO chỉ được quan trắc lúc ban đầu và khi kết thúc thí nghiệm.



Hình 2. Sơ đồ thí nghiệm hấp thụ dinh dưỡng của cỏ biển

Phân tích mẫu

Mẫu cỏ biển: Xác định trọng lượng tươi: cỏ biển được làm thấm hết nước và cân; Trọng lượng khô được xác định sau khi mẫu cỏ biển được sấy 60°C đến trọng lượng không đổi. Tỷ lệ giữa trọng lượng tươi và trọng lượng khô của các bộ phận cỏ biển sẽ được sử dụng để tính toán trọng lượng khô của các mẫu thí nghiệm. Sau đó, mẫu cỏ biển được nung ở 550°C đến

trọng lượng không đổi, phần còn lại để xác định được lượng tro của cỏ biển. Đối với mẫu nước biển, muối dinh dưỡng N (NO_3^-) được xác định theo APHA [16] trên máy quang phổ U2900; Nhiệt độ, độ mặn được quan trắc bằng máy đo cầm tay; DO được xác định bằng phương pháp Winkler [17]. Điều kiện thí nghiệm được trình bày ở bảng 1.

Bảng 1. Các yếu tố thí nghiệm hấp thụ muối dinh dưỡng nitơ của cỏ biển

Giá trị	Khối lượng cỏ tươi (mg)			Khối lượng cỏ khô (mg)			Khối lượng tro (mg)		
	Rễ	Giữa	Lá	Rễ	Giữa	Lá	Rễ	Giữa	Lá
Thấp nhất	821,9	384,2	701,7	203,2	31,9	115,0	48,7	12,9	32,2
Cao nhất	2.234,4	761,9	1.432,1	697,4	129,2	212,1	233,4	107,2	90,4
Trung bình	1.610,9	568,0	1.045,0	437,3	57,3	164,2	108,0	31,0	49,8
± Độ lệch	433,1	116,8	208,3	131,6	27,5	28,9	46,6	28,5	13,2
Yếu tố môi trường	Đơn vị	Ban đầu		Sau 4 giờ (phần lá)		Sau 4 giờ (phần rễ)			
DO	mg/l	5,61 ± 0,04		5,36 ± 0,24		4,89 ± 0,23			
Nhiệt độ	°C	30,0 ± 0,3		30,0 ± 0,4		30,0 ± 0,3			
Độ mặn	‰	33,2 ± 0,3		33,4 ± 0,1		33,2 ± 0,3			

Phương pháp xử lý số liệu

Tốc độ hấp thụ muối dinh dưỡng được tính theo công thức (1):

$$V_t = \frac{(S_t - S_o)V_w}{tm} \quad (1)$$

Trong đó: V_t : tốc độ hấp thụ muối dinh dưỡng nitơ; S_t và S_o : Hàm lượng muối dinh dưỡng tại thời điểm t và ban đầu; V_w : Thể tích thí nghiệm; t : thời gian thí nghiệm và m : khối lượng khô của các phần lá hoặc rễ cỏ biển.

Tính toán khả năng hấp thụ muối dinh dưỡng của cỏ biển theo phương trình Michaelis-Menten (2) [6]:

$$v = \frac{d[P]}{dt} = \frac{V_{\max} [S]}{K_m + [S]} \quad (2)$$

Trong đó: V_{\max} : Tốc độ hấp thụ cực đại muối dinh dưỡng S (cụ thể là $N-NO_3$); $[S]$: Nồng độ muối dinh dưỡng; và K_m hằng số bán bão hòa khi $V = \frac{1}{2} V_{\max}$; Xác định V_{\max} , K_m và S bằng

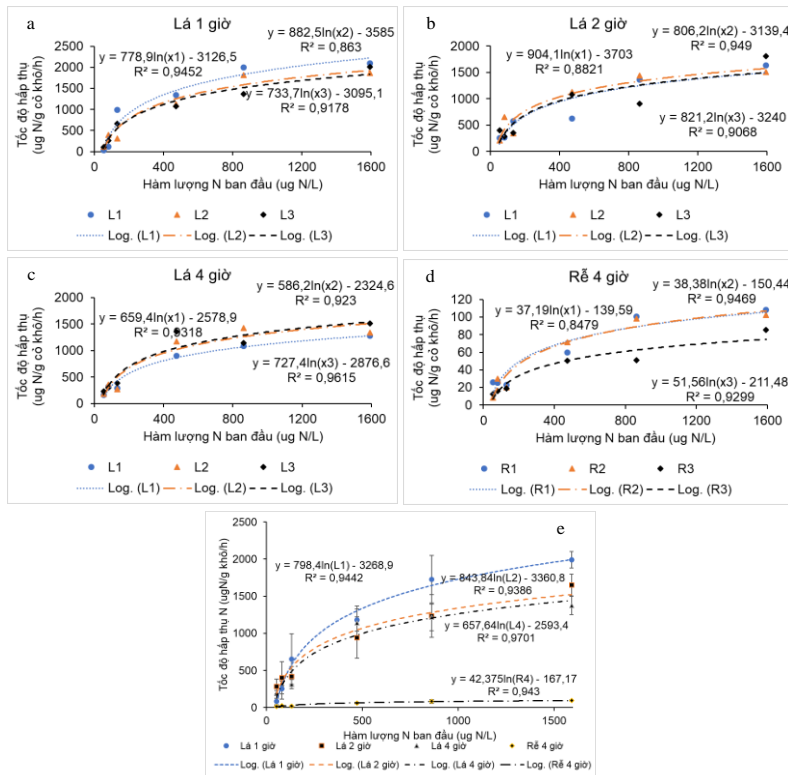
cách giải phương trình Michaelis -Menten trên theo phương pháp bình phương tối thiểu với các giá trị được thực hiện trong thí nghiệm.

KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

Đánh giá khả năng hấp thụ muối dinh dưỡng nitơ của cỏ vịch

Với điều kiện chiếu sáng bằng đèn halogen (cường độ ánh sáng là $221,83 \mu\text{mol.s}^{-1}.\text{m}^{-2}$), kết quả hấp thụ muối dinh dưỡng nitơ được trình bày ở hình 3.

Tốc độ hấp thụ muối dinh dưỡng nitơ của cỏ biển có mối quan hệ phi tuyến với hàm lượng N ban đầu (hình 3). Theo đó, khi hàm lượng muối dinh dưỡng nitơ tăng lên thì tốc độ hấp thụ muối dinh dưỡng tăng theo. Theo thời gian, tốc độ hấp thụ muối dinh dưỡng của cỏ biển giảm dần. Hình 3e cho thấy một cách tổng quát, khả năng hấp thụ muối nitơ của lá cỏ biển trong giờ đầu thường cao hơn so với các giờ sau. Tốc độ hấp thụ của lá cỏ biển cao hơn rất nhiều lần so với tốc độ hấp thụ của phần rễ.



Hình 3. Tương quan giữa tốc độ hấp thụ muối dinh dưỡng nitơ với hàm lượng muối dinh dưỡng ban đầu

Kết quả hình 3 thỏa mãn với điều kiện về phương trình Michaelis-Menten. Do đó, kết quả này có thể áp dụng phương trình Michaelis-Menten để tính toán các tham số của quá trình hấp thụ muối nitơ. Kết quả tính toán (bảng 2) cho thấy, tốc độ hấp thụ cực đại (V_{max}) của cỏ biển ở phần lá dao động từ 1.777,0 $\mu\text{gN/g}$

khô/h đến 2.802,0 $\mu\text{gN/g}$ khô/h tương ứng với hàm lượng muối nitơ bán bão hoà giảm từ 612,7 $\mu\text{gN/L}$ xuống 419,5 $\mu\text{gN/L}$. Trong khi đó, các hệ số này đối phần rễ là 131,6 $\mu\text{gN/g}$ khô/h và 531,4 $\mu\text{gN/L}$. Như vậy, khả năng hấp thụ muối nitơ của phần rễ thấp hơn rất nhiều lần so với phần lá.

Bảng 2. Đặc trưng hấp thụ muối dinh dưỡng nitơ của cỏ vịch ở sông Lô

Bộ phận cỏ biển/Thời gian thí nghiệm	V_{max} ($\mu\text{gN/g}$ khô/h)	K_m ($\mu\text{gN/L}$)
Lá/1 giờ	2.802,0	612,7
Lá/2 giờ	2.069,5	478,2
Lá/4 giờ	1.777,0	419,5
Rễ/4 giờ	131,6	531,4

Thảo luận

Trong nghiên cứu này, cỏ vịch là một trong 2 loài chiếm ưu thế ở thảm cỏ biển tại sông Lô, được phân tích và đánh giá khả năng hấp thụ nitrat theo phương trình động học Michaelis-Menten. Nhiều nghiên cứu đã sử dụng phương trình động học Michaelis-Menten để nghiên cứu khả năng hấp thụ muối dinh dưỡng nitơ [4, 18–24]. Theo Touchette và Burkholder [8], nghiên cứu về hấp thụ muối dinh dưỡng nitơ được thực hiện trong nhiều loài cỏ biển. Khả năng hấp thụ của cỏ biển biến động mạnh theo từng loài, từ loại muối dinh dưỡng và hàm lượng muối dinh dưỡng có trong môi trường [4]. Trong nghiên cứu này, kết quả nghiên cứu cho thấy tốc độ hấp thụ muối dinh dưỡng nitrat đối với loài cỏ vịch thu tại sông Lô tỷ lệ thuận với sự gia tăng nồng độ muối dinh dưỡng trong môi trường nước thí nghiệm. Khả năng hấp thụ muối dinh dưỡng nitơ ở cỏ biển thường thực hiện một cách trực tiếp qua lá [8, 25]. Tuy nhiên, khi lượng muối dinh dưỡng nitơ bị thiếu, cỏ biển sẽ sử dụng nguồn muối dinh dưỡng được hấp thụ từ rễ và vận chuyển lên phần lá phục vụ cho quang hợp [8]. Bằng chứng này giải thích tại sao khi hàm lượng muối dinh dưỡng trong môi trường nước của các lô thí nghiệm đủ lớn, khả năng hấp thụ muối dinh dưỡng của cỏ vịch ở phần lá cao hơn phần rễ rất nhiều lần. Kết quả cho thấy hằng số hấp thụ đối với nitrat của phần lá là 4,24–4,57 và phần rễ là 0,2. Hằng số hấp thụ nitrat của phần lá cỏ vịch *Thalassia hemprichii* trong nghiên cứu này

cao hơn so với các loài cỏ khác và cao hơn so với hằng số hấp thụ amoni, nhưng tương đồng với loài cỏ *Ruppia maritima* (bảng 3).

Tổng hợp các kết quả nghiên cứu ở bảng 4 cho thấy khả năng hấp thụ muối dinh dưỡng của cỏ biển biến động mạnh, phụ thuộc vào điều kiện nghiên cứu và thực nghiệm ở từng khu vực và từng loài khác nhau. Một cách tổng quát, lá cỏ biển có khả năng hấp thụ muối dinh dưỡng nitơ nhiều hơn so với phần rễ. Những kết quả này phù hợp với kết quả thí nghiệm với *T. hemprichii* khi bổ sung muối dinh dưỡng ngắn hạn [4]. Điều này chứng tỏ tiềm năng hấp thụ muối dinh dưỡng của lá cỏ biển như là một nhà máy xử lý sinh học tự nhiên đối với trường hợp tiếp thu một lượng lớn muối dinh dưỡng.

Tại sông Lô, cỏ vịch là một trong 2 loài chiếm ưu thế ở thảm cỏ biển này. Theo Nguyễn Xuân Hòa và nnk., [13], thảm cỏ biển tại đây bao phủ một vùng rộng khoảng 23 ha, trong đó cỏ vịch *T. hemprichii* có mật độ là 517 ± 72 cây/m², sinh lượng là $101,81 \pm 17,76$ g khô/m² với độ phủ $36,67 \pm 17,00\%$. Giả sử các tỷ lệ trọng lượng các phần lá, rễ và rhizome trong nghiên cứu như ở bảng 4, khả năng đồng hoá nitrat của cỏ biển ở sông Lô tương ứng 52,20 mgN/m²/h.

Do những kết quả nghiên cứu này chỉ mới dừng lại ở mức độ phòng thí nghiệm, cho nên cần phải tiến hành các thí nghiệm tại hiện trường, trong điều kiện tự nhiên, khi đó kết quả sẽ hữu ích để đánh giá giá trị dịch vụ sinh thái của cỏ biển một cách chính xác hơn. Từ đó, các

kết quả là những cứ liệu khoa học phục vụ cho các hệ sinh thái ven biển nói chung, các thảm
việc xây dựng các kế hoạch bảo vệ và phục hồi cỏ biển nói riêng.

Bảng 3. Các thông số hấp thụ dinh dưỡng của các loài cỏ biển khác nhau theo phương trình động học Michaelis-Menten

Loài	Dinh dưỡng	V_{max}	K_m	α	Source
Lá					
<i>Amphibolis antarctica</i>	NH_4^+	5,9–43,1	9,5–74,3	0,6–0,8	[16]
<i>Phyllospadix iwatensis</i>	NH_4^+	2,2–35,5	12,7–133,5	0,12–0,28	[7]
<i>Phyllospadix torreyi</i>	NH_4^+	95,6–204,3	9,3–33,9	-	[26]
<i>Ruppia maritima</i>	NH_4^+	243–270	9,0–17,7	5,5	[20]
<i>Thalassia hemprichii</i>	NH_4^+	32–37	21–60	0,52–0,85	[4]
<i>Thalassia testudinum</i>	NH_4^+	8,3–16,4	7,6–15	0,57–2,82	[27]
<i>Zostera marina</i>	NH_4^+	20,5	9,2	2,2	[28]
<i>Zostera noltii</i>	NH_4^+	28,3–31,9	28,7–34,2	0,93–0,99	[9]
<i>Phyllospadix iwatensis</i>	NO_3^-	1,0–2,1	13,9–21,1	0,05–0,11	[7]
<i>Phyllospadix torreyi</i>	NO_3^-	24,9–75,4	4,4–17,0	-	[26]
<i>Thalassia testudinum</i>	NO_3^-	3,7–6,5	2,2–38,5	0,15–1,68	[27]
<i>Zostera noltii</i>	NO_3^-	0,19–0,26	6,48–6,61	0,03–0,04	[9]
<i>Thalassia hemprichii</i>	NO_3^-	127–200	30–44	4,24–4,57	Nghiên cứu này
Rễ					
<i>Amphibolis antarctica</i>	NH_4^+	1,1	4,7	0,2	[16]
<i>Phyllospadix iwatensis</i>	NH_4^+	0,5	61,3	0,01	[7]
<i>Ruppia maritima</i>	NH_4^+	48–56	2,8–12,6	20,1	[20]
<i>Thalassia testudinum</i>	NH_4^+	7,9–73,3	34,4–765,5	0,03–0,3	[27]
<i>Zostera marina</i>	NH_4^+	211	104	0,5	[28]
<i>Zostera noltii</i>	NH_4^+	3	52,5	0,1	[9]
<i>Zostera noltii</i>	NO_3^-	$V = (0,0013 \div 0,0014)S$			[9]
<i>Thalassia hemprichii</i>	NO_3^-	9,4	38,0	0,2	Nghiên cứu này

Ghi chú: V_{max} (maximum uptake rate, $\mu\text{mol/g khô/h}$): Tốc độ hấp thụ cực đại, K_m (half-saturation constant, μM): Nồng độ bán bão hoà, và α (uptake affinity coefficient = V_{max}/K_m): Hằng số hấp thụ.

Bảng 4. Ước tính khả năng hấp thụ nitơ của cỏ biển ở sông Lô

Thông số	Đơn vị	Giá trị	Tham khảo
Diện tích	ha	23	
Mật độ	cây/m ²	517	[13]
Sinh lượng	g khô/m ²	101,81	
Trọng lượng trung bình cỏ biển	mg khô/cây	692,7	Nghiên cứu này
Phần lá	mg khô/cây	164,8	Nghiên cứu này
Phần rễ	mg khô/cây	473,9	Nghiên cứu này
Phần rhizome	mg khô/cây	54,0	Nghiên cứu này
Tốc độ hấp thụ muối dinh dưỡng nitơ			
Lá (4 giờ)	$\mu\text{gN/g khô/h}$	1777	Nghiên cứu này
Rễ (4 giờ)	$\mu\text{gN/g khô/h}$	131,6	Nghiên cứu này
Khả năng hấp thụ nitơ của cỏ biển	$\text{mgN/m}^2/\text{h}$	52,20	

KẾT LUẬN

Dựa vào kết quả thực nghiệm, bài báo đã xác định được khả năng hấp thụ muối dinh dưỡng của cỏ vịch *T. hemprichii* tại sông Lô trong điều kiện phòng thí nghiệm. Khả năng hấp thụ muối dinh dưỡng của phần lá cao hơn sơ với phần rễ. Sau 4 giờ thí nghiệm, đối với nitơ, tốc độ hấp thụ cực đại (V_{max}) của cỏ biển ở

phần lá là 1.777,0 $\mu\text{gN/g khô/h}$ và phần rễ là 131,6 $\mu\text{gN/g khô/h}$. Khả năng hấp thụ muối dinh dưỡng của cỏ biển ở sông Lô là 52,20 $\text{mgN/m}^2/\text{h}$. Đây là những cứ liệu khoa học trong việc lượng giá các giá trị dịch vụ hệ sinh thái thảm cỏ biển nói riêng, các hệ sinh thái ven bờ nói chung.

Lời cảm ơn: Bài báo nhận được sự hỗ trợ của đề tài cơ sở 2018 phòng Sinh thái biển, Viện Hải dương học và đề tài VT-UD.01/17–20.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Short, F., Carruthers, T., Dennison, W., and Waycott, M., 2007. Global seagrass distribution and diversity: a bioregional model. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 350(1–2), 3–20.
- [2] Larkum, A. W., Orth, R. J., and Duarte, C. M., 2006. Seagrasses (p. 691). *Dordrecht, The Netherlands: Springer*.
- [3] Duarte, C. M., Marbà, N., Gacia, E., Fourqurean, J. W., Beggins, J., Barrón, C., and Apostolaki, E. T., 2010. Seagrass community metabolism: Assessing the carbon sink capacity of seagrass meadows. *Global Biogeochemical Cycles*, 24(4).
- [4] Stapel, J., Aarts, T. L., van Duynhoven, B. H., de Groot, J. D., van den Hoogen, P. H., and Hemminga, M. A., 1996. Nutrient uptake by leaves and roots of the seagrass *Thalassia hemprichii* in the Spermonde Archipelago, Indonesia. *Marine Ecology Progress Series*, 134, 195–206.
- [5] Agawin, N. S., Duarte, C. M., and Fortes, M. D., 1996. Nutrient limitation of Philippine seagrasses (Cape Bolinao, NW Philippines): in situ experimental evidence. *Marine Ecology Progress Series*, 138, 233–243.
- [6] Cornish-Bowden, A., 1979. Fundamentals of enzyme kinetics. *Elsevier Butterworth, London*.
- [7] Hasegawa, N., Iizumi, H., and Mukai, H., 2005. Nitrogen dynamics of the surfgrass *Phyllospadix iwatensis*. *Marine Ecology Progress Series*, 293, 59–68.
- [8] Touchette, B. W., and Burkholder, J. M., 2000. Review of nitrogen and phosphorus metabolism in seagrasses. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 250(1–2), 133–167.
- [9] Alexandre, A., Silva, J., Bouma, T. J., and Santos, R., 2011. Inorganic nitrogen uptake kinetics and whole-plant nitrogen budget in the seagrass *Zostera noltii*. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 401(1–2), 7–12.
- [10] Alexandre, A., Hill, P. W., Jones, D. L., and Santos, R., 2015. Dissolved organic nitrogen: a relevant, complementary source of nitrogen for the seagrass *Zostera marina*. *Limnology and Oceanography*, 60(5), 1477–1483.
- [11] Vonk, J. A., Middelburg, J. J., Stapel, J., and Bouma, T. J., 2008. Dissolved organic nitrogen uptake by seagrasses. *Limnology and Oceanography*, 53(2), 542–548.
- [12] Nguyen Huu Dai, Nguyen Xuan Hoa, Pham Huu Tri, Nguyen Thi Linh, 2000. Seagrass beds along the southern coast of Vietnam and their significance for associated flora and fauna. *Collection of Marine Research Works*, 10, 149–190. (in Vietnamese).
- [13] Nguyen Xuan Hoa, Nguyen Nhat Nhu Thuy, Nguyen Trung Hieu, 2015. Current status and trends of mangroves and seagrasses in Nha Trang Bay. *Collection of Marine Research Works*, 21(2), 201–211. (in Vietnamese).
- [14] Short, F. T., and McRoy, C. P., 1984. Nitrogen uptake by leaves and roots of the seagrass *Zostera marina* L. *Botanica marina*, 27(12), 547–556.
- [15] Barnabas, A. D., 1994. Apoplastic and symplastic pathways in leaves and roots of the seagrass *Halodule uninervis* (Forssk.) Aschers. *Aquatic botany*, 47(2), 155–174.
- [16] Pedersen, M. F., Paling, E. I., and Walker, D. I., 1997. Nitrogen uptake and allocation in the seagrass *Amphibolis antarctica*. *Aquatic Botany*, 56(2), 105–117.
- [17] APHA, 2012. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21st Edition. *American Public Health Association, Washington, D.C.*
- [18] McRoy, C. P., and Barsdate, R. J., 1970. Phosphate absorption in eelgrass. *Limnology and Oceanography*, 15(1), 6–13.
- [19] McRoy, C. P., Barsdate, R. J., and Nebert, M., 1972. Phosphorus cycling in an eelgrass (*Zostera marina* L.) Ecosystem. *Limnology and Oceanography*, 17(1), 58–67.
- [20] Thursby, G. B., and Harlin, M. M., 1984. Interaction of leaves and roots of *Ruppia*

- maritima* in the uptake of phosphate, ammonia and nitrate. *Marine Biology*, 83(1), 61–67.
- [21] Pérez-Lloréns, J. L., and Niell, F. X., 1995. Short-term phosphate uptake kinetics in *Zostera noltii* Hornem: a comparison between excised leaves and sediment-rooted plants. *Hydrobiologia*, 297(1), 17–27.
- [22] Gras, A. F., Koch, M. S., and Madden, C. J., 2003. Phosphorus uptake kinetics of a dominant tropical seagrass *Thalassia testudinum*. *Aquatic Botany*, 76(4), 299–315.
- [23] La Nafie, Y. A., Van Engeland, T., van Katwijk, M. M., and Bouma, T. J., 2014. Uptake of nitrogen from compound pools by the seagrass *Zostera noltii*. *Journal of experimental marine biology and ecology*, 460, 47–52.
- [24] Nielsen, O. I., Koch, M. S., and Madden, C. J., 2007. Inorganic phosphorus uptake in a carbonate-dominated seagrass ecosystem. *Estuaries and Coasts*, 30(5), 827–839.
- [25] Lee, K. S., Park, S. R., and Kim, Y. K., 2007. Effects of irradiance, temperature, and nutrients on growth dynamics of seagrasses: a review. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 350(1–2), 144–175.
- [26] Terrados, J., and Williams, S. L., 1997. Leaf versus root nitrogen uptake by the surfgrass *Phyllospadixtorreyi*. *Marine Ecology Progress Series*, 149, 267–277.
- [27] Lee, K. S., and Dunton, K. H., 1999. Inorganic nitrogen acquisition in the seagrass *Thalassia testudinum*: Development of a whole-plant nitrogen budget. *Limnology and Oceanography*, 44(5), 1204–1215.
- [28] Thursby, G. B., and Harlin, M. M., 1982. Leaf-root interaction in the uptake of ammonia by *Zostera marina*. *Marine Biology*, 72(2), 109–112.