

## Đặc điểm điều kiện địa hóa sinh thái của sá sùng (*Sipuculus nudus*) ở rừng ngập mặn Đồng Rui, huyện Tiên Yên, tỉnh Quảng Ninh

Nguyễn Tài Tuệ\*, Phạm Thảo Nguyên, Nguyễn Thị Thu Huyền, Trần Đăng Quy, Đặng Minh Quân, Nguyễn Đình Thái, Mai Trọng Nhuận

*Khoa Địa chất, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội, 334 Nguyễn Trãi, Thanh Xuân, Hà Nội, Việt Nam*

Nhận ngày 12 tháng 5 năm 2016

Chỉnh sửa ngày 29 tháng 8 năm 2016; Chấp nhận đăng ngày 28 tháng 10 năm 2016

**Tóm tắt:** Sá sùng (*Sipuculus nudus*) là nguồn lợi thủy sản có giá trị kinh tế cao của người dân vùng ven biển tỉnh Quảng Ninh. Mặc dù đã có nhiều nghiên cứu về đặc điểm sinh học và môi trường sống nhưng chưa có nghiên cứu xác định đặc điểm địa hóa sinh thái, nguồn thức ăn và bậc dinh dưỡng của sá sùng. Điều này dẫn đến thiếu cơ sở khoa học để xây dựng các giải pháp bảo vệ đa dạng sinh học, duy trì sản lượng của nguồn tài nguyên thiên nhiên quý giá này. Mục tiêu của nghiên cứu này là xác định được đặc điểm địa hóa sinh thái của sá sùng tại rừng ngập mặn Đồng Rui, huyện Tiên Yên, tỉnh Quảng Ninh. Kết quả nghiên cứu chỉ ra rằng sá sùng sinh sống chủ yếu tại các bãi triều xung quanh rừng ngập mặn có thành phần trầm tích cát chiếm khoảng 82,47%. Hàm lượng vật chất hữu cơ, TOC, TN, giá trị  $\delta^{13}\text{C}$  và  $\delta^{15}\text{N}$  lần lượt biến đổi trong khoảng từ 1,39 và 18,82%; 1,74 và 4,18%; 0,01 và 0,37%; -27,31 và -22,38‰; 0,15 và 8,18‰. Giá trị  $\delta^{13}\text{C}$  của sá sùng dao động trong khoảng từ -16,61 đến -14,81‰ cao hơn của thực vật phù du (-22,21‰) và vi tảo bám đáy bãi triều (-22,31‰), minh chứng cho nguồn gốc thức ăn của sá sùng rất đa dạng gồm thực vật phù du, vi tảo bám đáy và rất ít vật chất hữu cơ từ rừng ngập mặn. Giá trị  $\delta^{15}\text{N}$  của sá sùng dao động trong khoảng từ 6,36 đến 9,85‰, tương ứng với bậc dinh dưỡng từ 1,72-2,75 và có xu thế tăng cùng với kích thước sá sùng. Như vậy, sá sùng trưởng thành sử dụng nguồn thức ăn phong phú và giàu dinh dưỡng hơn dẫn tới xu hướng tăng bậc dinh dưỡng theo kích thước cơ thể.

**Từ khóa:** Sá sùng; Đồng vị bền; Địa hóa sinh thái; Rừng ngập mặn; Đồng Rui.

### 1. Mở đầu

Sá sùng (*Sipuculus nudus*) là loài động vật không xương sống, không phân đốt, sống tập trung tại các vùng triều có nền đáy cát hoặc cát bùn [3]. Sá sùng đóng vai trò quan trọng trong quá trình xáo

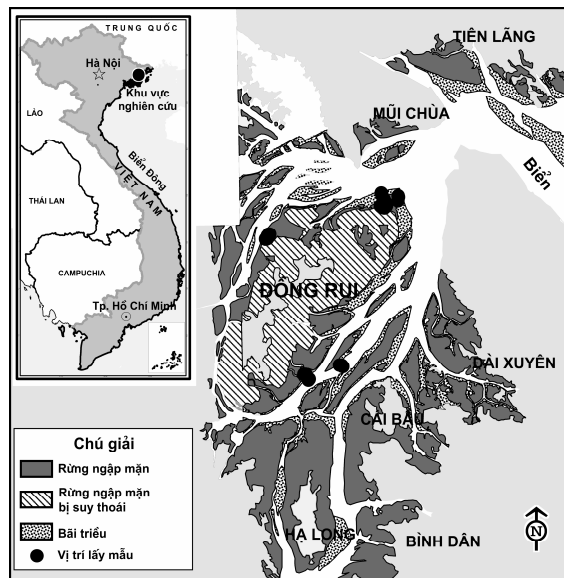
trộn sinh học trầm tích ở các vùng bãi triều, đất ngập nước ven biển [2]. Sá sùng là một trong những tài nguyên biển quý, tương tự như các loài sinh vật có mức độ dinh dưỡng cao như cá, cua, sao biển và hải quỳ [13]. Ở Việt Nam, sá sùng được biết đến là loài hải sản quý hiếm, có giá trị thương mại lớn trong ngành công nghiệp thực phẩm và xuất nhập khẩu, đem lại nguồn thu nhập đáng kể cho người dân các địa phương ven biển.

\* Tác giả liên hệ. ĐT.: 84-1648738650  
Email: tuenguyentai@gmail.com

Hiện nay, sá sùng đã được Cục sở hữu trí tuệ xác lập hồ sơ danh mục sản phẩm được chỉ dẫn nguồn gốc địa lý (goo.gl/kPNADX). Tuy nhiên, nguồn lợi sá sùng đang bị suy giảm mạnh bởi các hoạt động khai thác không hợp lý, chặt phá rừng ngập mặn, ô nhiễm môi trường, chuyển đổi mục đích sử dụng đất và biến đổi điều kiện địa hoá sinh thái [5].

Phân tích giá trị đồng vị bền carbon ( $\delta^{13}\text{C}$ ) và nitơ ( $\delta^{15}\text{N}$ ) là phương pháp được sử dụng phổ biến trong nghiên cứu xác định nguồn thức ăn và quan hệ dinh dưỡng của các cá thể trong môi trường biển [16, 19], đặc biệt là đối với động vật không xương sống [12]. Thành phần đồng vị bền của một sinh vật phụ thuộc vào thành phần đồng vị bền của nguồn thức ăn của chúng. Giá trị  $\delta^{13}\text{C}$  và  $\delta^{15}\text{N}$  của mỗi loài sinh vật cao hơn so với nguồn thức ăn của chúng lần lượt là  $0,4 \pm 1,3$  và  $3,4 \pm 1$  ‰ [20]. Mỗi nguồn thức ăn có giá trị  $\delta^{13}\text{C}$  khác nhau nên phân tích giá trị  $\delta^{13}\text{C}$  có thể làm sáng tỏ nguồn gốc của vật chất hữu cơ trong chuỗi thức ăn, do vậy có thể phân biệt được sự đóng góp lượng thức ăn từ các nguồn [1, 8]. Do sự khác biệt của giá trị  $\delta^{15}\text{N}$  giữa các nguồn thức ăn nên giá trị  $\delta^{15}\text{N}$  không chỉ được sử dụng để phân tích nguồn thức ăn mà còn để xác định bậc dinh dưỡng của sinh vật [17].

Hiện nay đã có một số công trình nghiên cứu về sá sùng, nhưng hầu hết các nghiên cứu tập trung làm sáng tỏ đặc điểm hình thái sinh học, sinh trưởng, phân loại học, ảnh hưởng của biến đổi sinh cảnh và ô nhiễm môi trường đến đời sống của sá sùng, mà chưa có nghiên cứu về đặc điểm địa hoá sinh thái, cũng như nguồn thức ăn và bậc dinh dưỡng của sá sùng ở rừng ngập mặn Đồng Rui, huyện Tiên Yên, tỉnh Quảng Ninh bằng ứng dụng phương pháp phân tích giá trị đồng vị bền  $\delta^{13}\text{C}$  và  $\delta^{15}\text{N}$  và các đặc trưng môi trường trầm tích. Kết quả nghiên cứu sẽ là cơ sở khoa học tin cậy để đề xuất các giải pháp bảo tồn và duy trì đa dạng sinh học, khai thác và sử dụng hợp lý nguồn tài nguyên quý giá này.



Hình 1. Vị trí các khu vực lấy mẫu tại rừng ngập mặn Đồng Rui.

## 2. Phương pháp nghiên cứu

### Khu vực nghiên cứu

Nghiên cứu này được tiến hành tại hệ sinh thái rừng ngập mặn xã Đồng Rui, huyện Tiên Yên, tỉnh Quảng Ninh (Hình 1). Đồng Rui là một xã đảo nằm kẹp giữa sông Voi Lớn và sông Ba Chẽ, có tổng diện tích tự nhiên là 4910,13 ha, trong đó diện tích rừng ngập mặn là 2194,1 ha [26]. Rừng ngập mặn Đồng Rui là hệ sinh thái rừng ngập mặn nguyên sinh duy nhất tại Việt Nam, có chất lượng rừng tốt với các loài thực vật ngập mặn chủ yếu là Vẹt dù bông đỏ (*Bruguiera gymnorrhiza*), Đước vôi (*Rhizophora stylosa*), Trang (*Kandelia obovata*), Mắm biển (*Avicennia marina*) và Sú (*Aegiceras corniculatum*). Rừng ngập mặn Đồng Rui có mức độ đa dạng sinh học cao và cung cấp nhiều chức năng và giá trị sinh thái quan trọng cho người dân trong khu vực. Rừng ngập mặn là nơi cư trú, bãi kiếm ăn, sinh sản, nuôi dưỡng ấu trùng cho nhiều loài sinh vật, đồng thời cung cấp các sinh kế cho người dân địa phương gồm đánh bắt các loại hải sản có giá trị như sá sùng, tôm, cua, ngao và cá biển. Trung bình, mỗi năm người dân trong xã thu

về 5,85 tỷ đồng từ việc đánh bắt và xuất khẩu sà sùng [7].

#### *Khảo sát thực địa và thu thập mẫu*

Công tác nghiên cứu khảo sát thực địa và lấy mẫu tại rừng ngập mặn Đồng Rui được thực hiện từ ngày 24 đến 29 tháng 3 năm 2016. Các loại mẫu gồm 35 mẫu sà sùng, 15 mẫu trầm tích mặt và vật chất hữu cơ (39 mẫu lá cây ngập mặn, 15 mẫu vi tảo bám đáy và 5 mẫu thực vật phù du) được thu thập tại các vị trí khác nhau (Bảng 1, Hình 1). Mẫu sà sùng được thu thập cùng với người dân địa phương bằng xẻng có cán dài tại 35 vị trí khác nhau trên bãi triều xung quanh rừng ngập mặn. Mẫu sà sùng được rửa sạch, đo chiều dài và cân khối lượng. Mẫu trầm tích mặt (0 - 2 cm) được thu thập bằng bay inox tại các vị trí khác nhau gồm trên bãi triều xung quanh rừng ngập mặn, rìa rừng và trong rừng ngập mặn khi triều thấp và đóng gói trong các túi nilon kín. Đối với mẫu lá cây ngập mặn, các mẫu lá xanh và lá đã rụng dưới nền rừng được thu thập và rửa sạch các vật chất bẩn và trầm tích dính trên bề mặt lá bằng nước cất [24]. Vi tảo bám đáy được thu thập bằng bay từ lớp mỏng tập đoàn vi tảo trên bề mặt trầm tích tại vùng bãi triều, ranh giới bãi triều-rừng và trong rừng ngập mặn khi triều thấp [25]. Mẫu thực vật phù du trong nước biển được thu thập bằng cách lọc 0,5 - 1,0 lít nước tầng mặt (ở độ sâu 0 - 2 m) qua màng lọc có lỗ hồng 0,7  $\mu\text{m}$  và đường kính màng 47 mm (Whatman GF/F glass fiber filters). Sau khi lọc, màng lọc chứa mẫu được rửa nhẹ nhàng bằng nước cất để loại bỏ muối [24]. Tất cả các mẫu đã thu thập được đóng gói trong túi nilon, bảo quản lạnh và vận chuyển đến phòng thí nghiệm để tiến hành phân tích.

### **3. Các phương pháp trong phòng thí nghiệm**

#### *Phương pháp đo giá trị Eh và phân tích thành phần độ hạt trầm tích*

Giá trị Eh của mẫu trầm tích được đo bằng điện cực của máy cầm tay Horiba D-54. Mỗi mẫu

trầm tích được đo lặp lại 3 lần liên tục để xác định giá trị trung bình.

Thành phần độ hạt trầm tích được phân tích bằng phương pháp nhiễu xạ lazer bằng hệ thống máy phân tích tự động LA-950V2 (Horiba Co.). Sau khi khởi động 30 phút, tiến hành cài đặt hệ thống thông qua máy tính đã kết nối với máy LA-950V2, tiếp đó đưa một lượng nhỏ (khoảng 1 g) mẫu trầm tích tươi vào máy.

#### *Phương pháp xác định hàm lượng vật chất hữu cơ*

Khoảng 20 g mẫu trầm tích ướt được thu thập tại mỗi vị trí bãi triều, rìa rừng và trong rừng ngập mặn được cho vào chén sứ và sấy ở 60 °C trong tủ sấy. Sau khi sấy khô, mẫu trầm tích được nghiền mịn bằng cối và chày mã não. Trong quá trình nghiền mẫu, các loại cành cây, rễ cây, vật chất hữu cơ thô và vụn vô sinh vật được loại bỏ bằng các kẹp inox. Hàm lượng vật chất hữu cơ (OM) được xác định bằng phương pháp đo lượng chất mất khi nung. Khoảng 2 g mẫu trầm tích đã nghiền mịn được sấy khô lại ở nhiệt độ 100 °C trong 2 giờ để làm bay hơi nước hấp phụ. Sau đó, mẫu được cân khối lượng ban đầu và đem đốt ở nhiệt độ 550 °C trong 3 giờ. Hàm lượng OM được xác định bằng hiệu số khối lượng trước và sau khi đốt chia cho khối lượng mẫu ban đầu và nhân với 100 %.

#### *Phương pháp phân tích giá trị đồng vị bền*

Các mẫu sà sùng được ngâm trong nước biển pha loãng 24 giờ để làm sạch ruột, sau đó rửa sạch bằng nước cất và lau khô. Tiếp đó, tiến hành mổ lấy tế bào cơ trong các mẫu sà sùng và sấy khô ở 60 °C trong 24 giờ, sau đó nghiền mịn bằng cối và chày mã não. Giá trị  $\delta^{13}\text{C}$  có thể bị thay đổi bởi hàm lượng lipid trong động vật không xương sống [21], vì vậy cần tách lipid ra khỏi tế bào cơ trước khi phân tích đồng vị bền. Các tế bào cơ sau khi nghiền mịn được đặt trong một Eppendorf và ngâm trong dung dịch clorofom - methanol ( $\text{CHCl}_3$  -  $\text{CH}_3\text{OH}$ ) theo tỉ lệ 2:1 trong 24 giờ để tách lipid, tiếp đó đem sấy khô ở 60 °C.

Các mẫu trầm tích đã nghiền mịn được lấy vào ống nghiệm Eppendorf, sau đó nhỏ 3 ml axit HCl 1N và để ổn định trong 24 giờ để loại bỏ thành phần carbonat. Dung dịch axit sau phản ứng sẽ được hút sạch bằng pi-pét. Tiếp theo, khoảng 4 ml nước loại bỏ ion mili-Q được nhỏ vào ống nghiệm, rung lắc cho trộn đều với mẫu, rồi cho vào máy li tâm để tách riêng mẫu và dung dịch nước có chứa axit trong mẫu. Quá trình rửa mẫu này được lặp lại 4 lần, sau đó đem sấy khô ở 60 °C trong 48 giờ.

Hàm lượng TOC, TN và giá trị  $\delta^{13}\text{C}$ ,  $\delta^{15}\text{N}$  được phân tích bằng máy phân tích nguyên tố (EA-EuroVector) kết nối với hệ thống khối phổ đồng vị bền (Nu Perspective). Các mẫu sá sùng, lá cây ngập mặn, trầm tích, vi tảo bám đáy, lá cây ngập mặn và thực vật phù du được gói trong các cốc thiếc kích thước 6×4 mm và đặt vào khay mẫu tự động. Các loại mẫu sẽ rơi vào buồng đốt của máy phân tích nguyên tố và được chuyển hóa thành khí  $\text{CO}_2$  và  $\text{NO}_2$ . Sau đó các khí này được chuyển qua buồng khử và bị khử thành khí  $\text{CO}_2$  và khí  $\text{N}_2$ . Các khí này tiếp tục được chuyển qua cột sắc ký khí và phân tách để đưa vào hệ thống khối phổ đồng vị bền. Tại đây, các loại khí được ion hóa và đi qua các trường từ và các đồng vị bền của carbon và nitơ được đếm bằng các cốc Faraday. Bộ phận khối phổ đồng vị xác định các đồng vị bền của mẫu bằng cách so sánh với các khí chuẩn. Trong quá trình phân tích, chất chuẩn Ure đã biết trước thành phần TOC, TN và giá trị tỉ số  $\delta^{13}\text{C}$  và  $\delta^{15}\text{N}$  được sử dụng để tính toán và kiểm tra kết quả phân tích. Giá trị tỉ số đồng vị bền của mẫu được tính theo công thức (1):

$$\delta^{13}\text{C} \text{ hoặc } \delta^{15}\text{N} = \left( \frac{R_{\text{sample}}}{R_{\text{standard}}} - 1 \right) \times 1000 \quad (1)$$

Trong đó, R là tỉ số của đồng vị carbon nặng với đồng vị carbon nhẹ ( $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  hoặc  $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ ),  $R_{\text{sample}}$  là tỉ số của mẫu phân tích và  $R_{\text{standard}}$  là đã với Pee Dee Belemnite (PDB).

#### 4. Kết quả và thảo luận

*Giá trị đồng vị bền của các nguồn vật chất hữu cơ*

Các nguồn vật chất hữu cơ chính tại khu vực rừng ngập mặn Đầm Rúi gồm thực vật ngập mặn, thực vật phù du và vi tảo bám đáy. Giá trị  $\delta^{13}\text{C}$  của các nguồn hữu cơ này dao động từ -28,78 đến -22,21 ‰ (Bảng 1). Giá trị  $\delta^{13}\text{C}$  của lá cây ngập mặn là  $-28,78 \pm 1,18$  ‰, thực vật phù du là  $-22,21 \pm 0,64$  ‰, của vi tảo bám đáy tại các vị trí bãi triều, rìa rừng và trong rừng lần lượt là  $-22,31 \pm 0,10$  ‰,  $-23,34 \pm 0,13$  ‰,  $-23,38 \pm 0,35$  ‰, tương tự với kết quả của các nghiên cứu trước đó tại rừng ngập mặn Vườn quốc gia Xuân Thủy [25].

Giá trị  $\delta^{15}\text{N}$  của các nguồn vật chất hữu cơ biến đổi trong khoảng từ 3,1 đến 4,5 ‰ (Bảng 1). Giá trị  $\delta^{15}\text{N}$  của lá cây ngập mặn, thực vật phù du lần lượt là  $4,5 \pm 1,2$  ‰ và  $3,9 \pm 0,2$  ‰, của vi tảo bám đáy tại bãi triều, rìa rừng, trong rừng lần lượt là  $4,3 \pm 0,3$  ‰,  $3,8 \pm 0,3$  ‰,  $4,3 \pm 0,3$  ‰. Các loài vi tảo bám đáy và thực vật phù du thường giàu protein hơn các loài thực vật trên cạn [18]. Do đó, giá trị  $\delta^{15}\text{N}$  của thực vật phù du và vi tảo bám đáy tại khu vực nghiên cứu dao động trong khoảng từ 3,8 đến 4,3 ‰ (Bảng 1). Tuy nhiên, kết quả phân tích cho thấy giá trị  $\delta^{15}\text{N}$  của lá cây ngập mặn tương đối cao và cao nhất trong các nguồn hữu cơ (4,5 ‰). Điều này được giải thích bởi sự tích lũy hàm lượng nitơ ngày càng cao trong các mẫu lá cây ngập mặn phân hủy [6].

*Đặc điểm địa chất sinh thái bãi triều*

Giá trị Eh trong trầm tích mặt tại Đầm Rúi có xu hướng giảm dần từ ngoài vào trong rừng ngập mặn, dao động trong khoảng từ -263,33 mV trong rừng ngập mặn đến 17,67 mV tại khu vực rìa rừng (Bảng 2). Giá trị Eh trung bình tại bãi triều cát, rìa rừng và trong rừng lần lượt là -118,86; -93,83 và -141,88. Eh thấp chứng tỏ môi trường trầm tích tại khu vực nghiên cứu có tính khử mạnh, hàm lượng oxi thấp. Sự giảm giá trị Eh từ bãi triều so với phía trong rừng có thể giải

thích là do tăng lên về hàm lượng chất hữu cơ, xảy ra mạnh quá trình phân ứng yếm khí [14].

Kết quả nghiên cứu chỉ ra rằng thành phần trầm tích tầng mặt tại khu vực nghiên cứu gồm cát hạt mịn (> 63 µm), bột (4-63 µm), sét (< 4 µm) và có xu hướng giảm dần từ bãi triều vào trong rừng ngập mặn (Hình 2). Hàm lượng trầm tích bột và sét trong rừng ngập mặn chiếm tỉ lệ cao, lần lượt là 43,3 % và 13,6 % và có xu hướng giảm dần từ trong rừng ngập mặn, rìa rừng ngập mặn, bãi triều. Điều này được giải thích bởi quá trình lắng đọng trầm tích hạt mịn tại vùng rừng ngập mặn ven biển. Quá trình dâng lên của thủy triều đóng vai trò như một yếu tố quan trọng để vận chuyển

vật chất lơ lửng trong nước sông Voi Lớn và Ba Chẽ vào khu vực rừng ngập mặn. Theo chiều từ rìa rừng ngập mặn vào sâu trong rừng thì năng lượng dòng triều càng giảm [27]. Bên cạnh đó, mật độ dày đặc các loài thực vật ngập mặn như Trang (*K. obovata*), Vẹt dù bông đỏ (*B. gymnorhiza*) và Sú biển (*A. corniculatum*) trong hệ sinh thái rừng ngập mặn Đồng Rui có thể làm giảm tốc độ dòng triều và đóng vai trò như một cái bẫy để lưu giữ trầm tích hạt mịn [4]. Kết quả là, các hạt trầm tích có kích thước lớn bị lắng đọng ở bãi triều và rìa rừng, chỉ các trầm tích hạt mịn được vận chuyển sâu vào phía trong rừng [27].

Bảng 1. Giá trị đồng vị bền của các nguồn vật chất hữu cơ

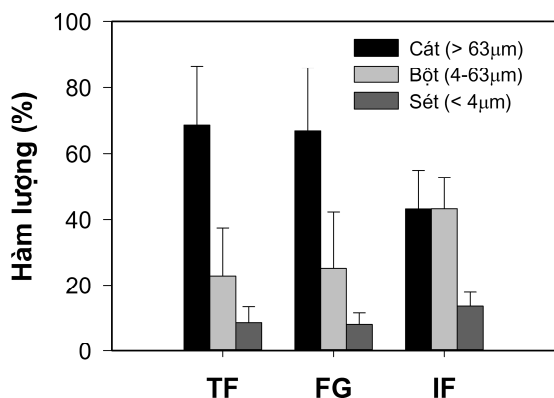
Nguồn vật chất hữu cơ	Kí hiệu	$\delta^{15}\text{N}$ (‰)		$\delta^{13}\text{C}$ (‰)		n
		Trung bình	SD	Trung bình	SD	
Lá cây ngập mặn	<i>Mgr</i>	4,5	1,2	-28,78	1,18	39
Vi tảo bám đáy						
Bãi triều	<i>BMA-TF</i>	4,3	0,3	-22,31	0,10	5
Rìa rừng	<i>BMA-FG</i>	3,8	0,3	-23,34	0,13	5
Trong rừng	<i>BMA-IF</i>	4,3	0,3	-23,38	0,35	5
Thực vật phù du	<i>Phyto</i>	3,9	0,2	-22,21	0,64	5
Trầm tích						
Bãi triều	<i>Sed-TF</i>	3,8	0,4	-23,77	0,65	5
Rìa rừng	<i>Sed-FG</i>	3,1	0,2	-25,51	0,82	5
Trong rừng	<i>Sed-IF</i>	3,1	0,3	-26,35	0,37	5

Hàm lượng cát dao động từ 22,65 đến 93,60 %, trung bình là 54,39 %, chiếm hơn 68 % tại bãi triều nhưng giảm mạnh xuống còn hơn 43 % tại khu vực trong rừng ngập mặn (Hình 2). Điều đó chứng tỏ rằng, thành phần trầm tích tại môi trường

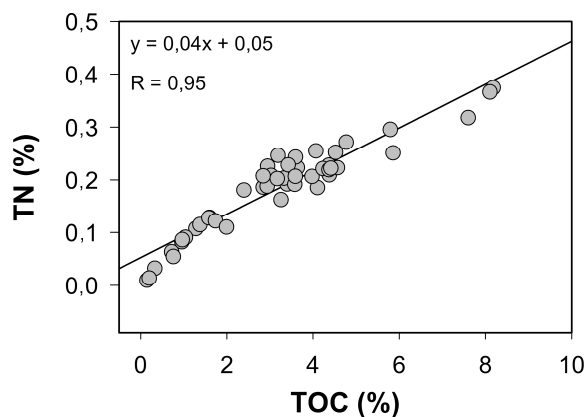
sống của sá sùng chủ yếu là cát hạt mịn. Kết quả này tương tự với các nghiên cứu về môi trường sống của sá sùng tại các bãi triều khác như Cái Rồng, Đông Xá [5], Cam Ranh, Khánh Hòa [23] và phía tây Thái Bình Dương [13].

Bảng 2. Đặc điểm môi trường địa hóa của trầm tích tầng mặt rừng ngập mặn Đồng Rui (n = 46)

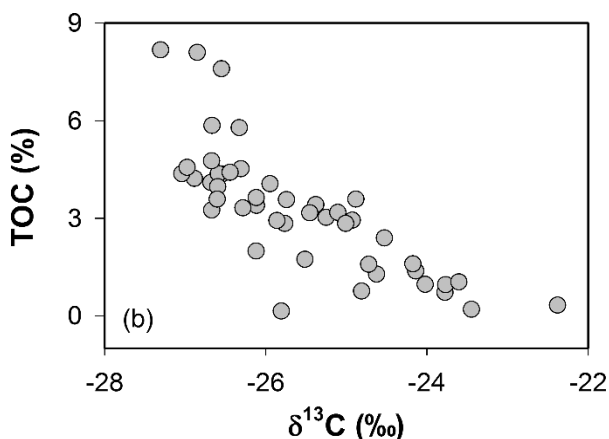
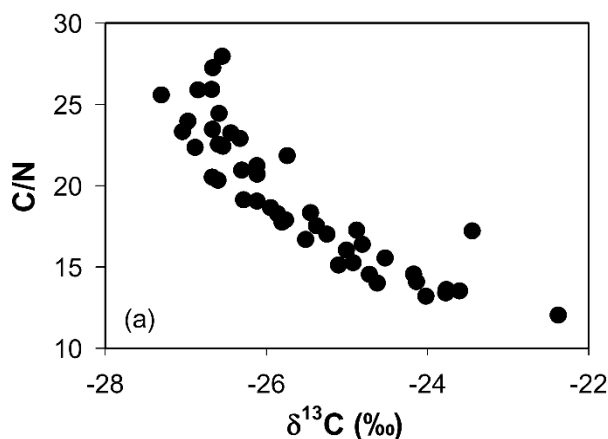
	Eh (mV)	Bùn (%)	OM (%)	TN (%)	TOC (%)	$\delta^{15}\text{N}$ (‰)	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)
Cmin	-263,33	6,4	1,39	0,01	1,74	0,15	-27,31
Cmax	17,67	77,35	18,82	0,37	4,18	8,18	-22,38
Ctb	-126,47	45,61	7,47	0,19	3,01	3,24	-25,59
SD	72,18	19,32	3,87	0,08	0,54	1,93	1,16
V (%)	5209,27	373,42	14,98	0,01	0,30	3,73	1,34



Hình 2. Đặc điểm thành phần trầm tích bề mặt tại rừng ngập mặn Đồng Rui (TF: Bãi triều, FG: Rìa rừng, IF: Trong rừng).



Hình 3. Tương quan tuyến tính giữa hàm lượng TN (%) và TOC (%) trong trầm tích.



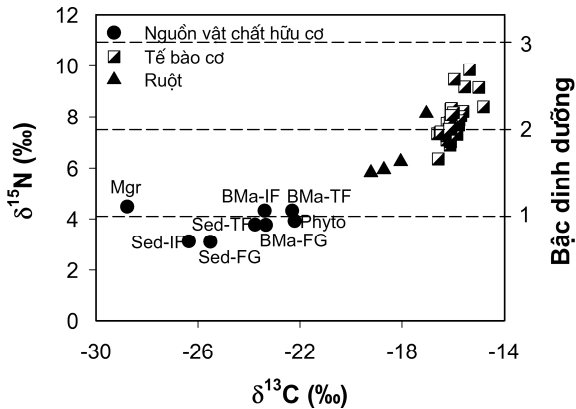
Hình 4. Mối quan hệ giữa C/N và  $\delta^{13}C$  (a), giữa TOC và  $\delta^{13}C$  (b) trong trầm tích mặt.

*Nguồn gốc thức ăn và bậc dinh dưỡng của sá sùng*

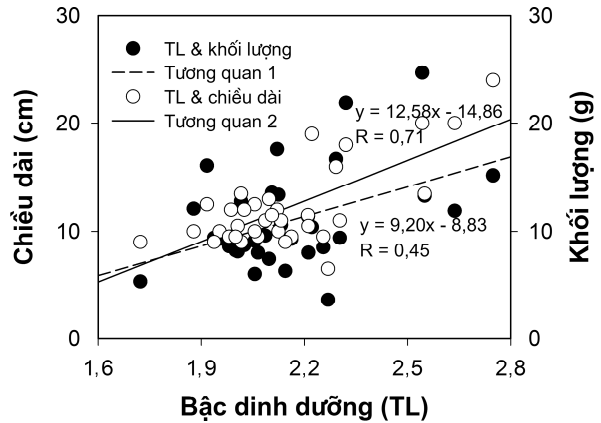
Các mẫu sá sùng tại Đồng Rui có chiều dài và khối lượng lần lượt nằm trong khoảng từ 6,5 đến 24 cm và 3,6 đến 24,7 g với giá trị trung bình lần lượt là 12,14 cm và 10,92 g.

Giá trị  $\delta^{13}C$  của sá sùng và các nguồn thức ăn tại rừng ngập mặn Đồng Rui cho thấy giá trị  $\delta^{13}C$  của sá sùng cao hơn giá trị  $\delta^{13}C$  trong thực vật phù du ( $-22,21 \pm 0,64$  ‰) và vi tảo bám đáy bãi triều ( $-22,31 \pm 0,1$  ‰) (Hình 5). Sá sùng là loài không có tính chọn lọc thức ăn, chúng thu thập thức ăn từ trong môi trường nước và trên bề mặt trầm tích. Trong quá trình thu thập thức ăn, sá sùng hút tất cả trầm tích, mùn bã hữu cơ

và sinh vật phù du vào trong ruột để thực hiện quá trình tiêu hóa [23]. Tuy nhiên, lá cây ngập mặn và trầm tích không được tiêu hóa và bị đào thải ra ngoài, bởi chúng chứa hàm lượng lớn các chất khó phân hủy như xenlulozo và lignin [15]. Ngược lại, thực vật phù du và vi tảo bám đáy thường giàu các vật chất dễ phân hủy như protein, do đó, chúng được chuyển hóa thành các chất dinh dưỡng tích tụ trong tế bào của sá sùng. Điều đó chứng tỏ rằng nguồn thức ăn chính của sá sùng là thực vật phù du và vi tảo bám đáy bãi triều. Kết quả này tương tự với kết quả nghiên cứu tại vùng dưới cửa sông Nanakita, Nhật Bản [10].



Hình 5. Giá trị  $\delta^{13}\text{C}$ ,  $\delta^{15}\text{N}$  (‰) của sá sùng và các nguồn hữu cơ tại rừng ngập mặn Đồng Rui (Các ký hiệu của nguồn vật chất hữu cơ (VCHC) được trình bày trong Bảng 1).



Hình 6. Sự tương quan giữa chiều dài, khối lượng và bậc dinh dưỡng của sá sùng.

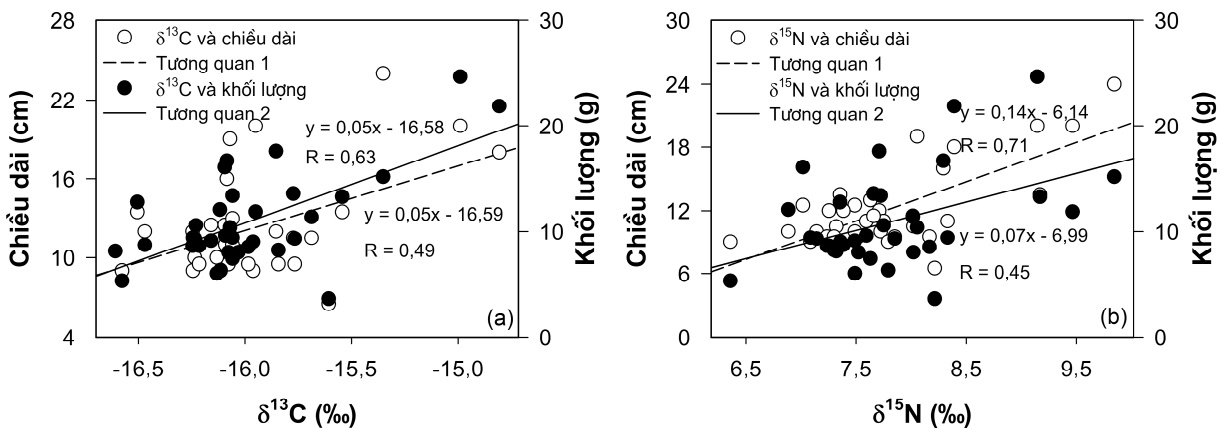
Khi so sánh giá trị  $\delta^{15}\text{N}$  giữa sá sùng và nguồn thức ăn chính là thực vật phù du (Hình 5), rõ ràng nhận thấy giá trị  $\delta^{15}\text{N}$  của sá sùng cao hơn. Do vậy, bậc dinh dưỡng của sá sùng được xác định dựa trên giá trị  $\delta^{15}\text{N}$  của thực vật phù du [12, 17]. Giá trị  $\delta^{15}\text{N}$  tăng theo mỗi bậc dinh dưỡng giữa động vật và nguồn thức ăn chính của nó trong chuỗi/ lưới thức ăn được xác định là  $3,4 \pm 1$  ‰ [20]. Trong nghiên cứu này, bậc dinh dưỡng của sá sùng được xác định theo phương trình (3):

$$TL = (\delta^{15}\text{N}_{ss} - \delta^{15}\text{N}_{cơ\ sủ}) / 3,4 + 1 \quad (3) \quad [19]$$

Trong đó: TL là bậc dinh dưỡng;  $\delta^{15}\text{N}_{ss}$  và  $\delta^{15}\text{N}_{cơ\ sủ}$  lần lượt là giá trị đồng vị bền của sá sùng và của thực vật phù du; 3,4 là giá trị tăng đồng vị  $\delta^{15}\text{N}$  theo mỗi bậc dinh dưỡng của sá sùng so với

nguồn thức ăn và "1" là bậc dinh dưỡng của thực vật phù du.

Kết quả phân tích cho thấy, sá sùng là sinh vật tiêu thụ bậc 1 trong chuỗi thức ăn, có bậc dinh dưỡng dao động từ 1,72 đến 2,75, trung bình là 2,15 (Hình 5, Hình 6). Sá sùng là loài động vật ăn các mùn bã hữu cơ và thực vật phù du bằng cách vươn phần khoang xúc tu rất dài để thu thập thức ăn [9]. Do đặc điểm cấu tạo và tập tính bắt mồi nên khi sá sùng phát triển thì khoang xúc tu phát triển theo, dẫn đến bán kính bắt mồi lớn hơn và nguồn thức ăn sẽ phong phú hơn. Vì vậy, sá sùng càng trưởng thành thì nguồn thức ăn càng đa dạng và giàu dinh dưỡng hơn, nên tạo ra các giá trị đồng vị bền khác nhau của sá sùng.



Hình 7. Mối quan hệ giữa chiều dài, khối lượng và giá trị  $\delta^{13}\text{C}$ ,  $\delta^{15}\text{N}$  của sá sùng.

Các cá thể sá sùng càng lớn thì giá trị đồng vị bền  $\delta^{13}\text{C}$  và  $\delta^{15}\text{N}$  của chúng càng tăng (Hình 7). Sự biến đổi giá trị  $\delta^{13}\text{C}$  của sá sùng theo kích thước chúng tỏ sá sùng càng lớn thì chúng không chỉ ăn thực vật phù du, vi tảo bám đáy, trầm tích, mùn bã hữu cơ, mà còn ăn các loài sinh vật khác như động vật phù du và ấu trùng động vật hai mảnh vỏ,... Tương tự, sự biến đổi của giá trị  $\delta^{15}\text{N}$  theo xu hướng tăng theo chiều dài, khối lượng cơ thể sá sùng (Hình 6). Như vậy, sá sùng càng trưởng thành thì nguồn thức ăn càng phong phú, đa dạng hơn và bậc dinh dưỡng cũng tăng theo đó.

## 5. Kết luận

1) Các nguồn vật chất hữu cơ chính tại khu vực rừng ngập mặn Đồng Rui gồm lá cây ngập mặn, thực vật phù du và vi tảo bám đáy. Giá trị  $\delta^{13}\text{C}$  và  $\delta^{15}\text{N}$  của các nguồn vật chất hữu cơ lần lượt dao động trong các khoảng từ -28,78 đến -22,21 ‰ và 3,1 đến 4,5 ‰. Trong đó, giá trị  $\delta^{13}\text{C}$  của lá cây ngập mặn, thực vật phù du và vi tảo bám đáy lần lượt là -28,78 ‰, -22,21 ‰ và 23,01 ‰. Giá trị  $\delta^{15}\text{N}$  của lá cây ngập mặn, thực vật phù du và vi tảo bám đáy lần lượt là 4,5 ‰, 3,9 ‰ và 4,1 ‰.

2) Sá sùng sống trong môi trường trầm tích có tính khử mạnh, giá trị Eh dao động trong khoảng từ -263,33 mV đến 17,67 mV. Thành phần trầm tích tầng mặt bao gồm cát hạt mịn ( $>63\mu\text{m}$ ), bột (4-63 $\mu\text{m}$ ), sét ( $<4\mu\text{m}$ ) và có xu hướng giảm dần từ bãi triều vào trong rừng ngập mặn. Hàm lượng trầm tích bột và sét chiếm tỉ lệ cao ở phía trong rừng ngập mặn, lần lượt là 43,3 % và 13,6 % trong khi hàm lượng trầm tích cát chiếm tỉ lệ cao (82,47 %) tại bãi triều. Như vậy, môi trường sống của sá sùng chủ yếu là bãi triều có hàm lượng cát cao. Hàm lượng OM, TOC, TN, giá trị  $\delta^{13}\text{C}$  và  $\delta^{15}\text{N}$  lần lượt biến đổi trong khoảng từ 1,39 và 18,82 ‰; 1,74 và

4,18 ‰; 0,01 và 0,37 ‰; -27,31 và -22,38 ‰; 0,15 và 8,18 ‰.

3) Các nguồn thức ăn của sá sùng bao gồm lá cây ngập mặn, trầm tích, vi tảo bám đáy và thực vật phù du. Giá trị  $\delta^{13}\text{C}$  của sá sùng dao động trong khoảng từ -16,61 và -14,81 ‰ xấp xỉ giá trị  $\delta^{13}\text{C}$  của thực vật phù du ( $-22,21 \pm 0,64$  ‰) và vi tảo bám đáy bãi triều ( $-22,31 \pm 0,1$  ‰), chứng tỏ rằng nguồn gốc thức ăn của sá sùng chủ yếu từ thực vật phù du và vi tảo bám đáy bãi triều. Giá trị  $\delta^{15}\text{N}$  và bậc dinh dưỡng của sá sùng dao động trong khoảng từ 6,36 đến 9,85 ‰ và 1,72 đến 2,75. Sự biến đổi giá trị đồng vị bền theo kích thước chứng tỏ rằng sá sùng càng trưởng thành thì nguồn thức ăn càng phong phú và bậc dinh dưỡng càng tăng.

## Lời cảm ơn

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Quỹ Phát triển Khoa học và Công nghệ Quốc gia (NAFOSTED) trong đề tài mã số 105.08-2015.18.

## Tài liệu tham khảo

- [1] Bouillon, S., Connolly, R. M. and Lee, S. Y., Organic matter exchange and cycling in mangrove ecosystems: recent insights from stable isotope studies, *Journal of Sea Research*, 2008.
- [2] Cutler, E. B., *The Sipuncula: their systematics, biology, and evolution*, Cornell University Press, 1994.
- [3] Cutler, E. B. and Cutler, N. J., A revision of the genera *Sipunculus* and *Xenosiphon* (Sipuncula), *Zoological journal of the Linnean Society*, 1985.
- [4] Furukawa, K. and Wolanski, E., *Sedimentation in mangrove forests*, Mangroves and salt marshes, 1996.
- [5] Ha, N. T. T., Ngoc, N. T., Nhuan, M. T. and Dong, H. T., The distribution of peanut-worm (*Sipunculus nudus*) in relation with geo-environmental characteristics, *VNU Journal of Science, Earth Sciences*, 2007.
- [6] Nguyễn Thị Hồng Hạnh và Mai Sỹ Tuấn, Sự tích tụ cacbon và nitơ trong mẫu phân hủy lượng rơi và trong đất rừng ngập mặn huyện Giao Thủy, tỉnh Nam Định, Hội thảo toàn quốc về vai trò của



- hệ sinh thái rừng ngập mặn và rạn san hô trong việc giảm nhẹ tác động của đại dương đến môi trường, 2007.
- [7] Nguyễn Quang Hùng, Nghiên cứu, đánh giá nguồn lợi thủy sản và đa dạng sinh học của một số vùng rừng ngập mặn điển hình để khai thác hợp lý và phát triển bền vững, Báo cáo tổng hợp Kết quả khoa học công nghệ đề tài, 2011.
- [8] Hobson, K. A., Fisk, A., Karnovsky, N., Holst, M., Gagnon, J.-M. and Fortier, M., A stable isotope ( $\delta^{13}\text{C}$ ,  $\delta^{15}\text{N}$ ) model for the North Water food web: implications for evaluating trophodynamics and the flow of energy and contaminants, Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography, 2002.
- [9] Karleskint, G., Turner, R. and Small, J., Introduction to marine biology, Cengage Learning, 2012.
- [10] Kikuchi, E. and Wada, E., Carbon and nitrogen stable isotope ratios of deposit-feeding polychaetes in the Nanakita River Estuary, Japan, Hydrobiologia, 1996.
- [11] Lamb, A. L., Wilson, G. P. and Leng, M. J., A review of coastal palaeoclimate and relative sea-level reconstructions using  $\delta^{13}\text{C}$  and C/N ratios in organic material, Earth-Science Reviews, 2006.
- [12] Loc'h, F. L. and Hily, C., Stable carbon and nitrogen isotope analysis of Nephrops norvegicus/Merluccius merluccius fishing grounds in the Bay of Biscay (Northeast Atlantic), Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 2005.
- [13] Maiorova, A. and Adrianov, A., Distribution of peanut worms (*Sipuncula*) in the West Pacific, Proceedings of China-Russia bilateral symposium on "Comparison on marine biodiversity in the Northwest Pacific ocean", 2010.
- [14] Matsui, N., Estimated stocks of organic carbon in mangrove roots and sediments in Hinchinbrook Channel, Australia, Mangroves and Salt Marshes, 1998.
- [15] Meyers, P. A., Organic geochemical proxies of paleoceanographic, paleolimnologic, and paleoclimatic processes, Organic geochemistry, 1997.
- [16] Michener, R., Stable Isotope Ratios and Tracers in Marine Aquatic Food Web, Wiley-Blackwell, Oxford, 1994.
- [17] Minagawa, M. and Wada, E., Stepwise enrichment of  $\delta^{15}\text{N}$  along food chains: further evidence and the relation between  $\delta^{15}\text{N}$  and animal age, Geochimica et cosmochimica acta, 1984.
- [18] Müllera, A. and Mathesiusb, U., The palaeoenvironments of coastal lagoons in the southern Baltic Sea, I. The application of sedimentary  $\text{C}_{\text{org}}/\text{N}$  ratios as source indicators of organic matter, Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 1999.
- [19] Peterson, B. J. and Fry, B., Stable isotopes in ecosystem studies, Annual review of ecology and systematics, 1987.
- [20] Post, D. M., Using stable isotopes to estimate trophic position: models, methods, and assumptions, Ecology, 2002.
- [21] Post, D. M., Layman, C. A., Arrington, D. A., Takimoto, G., Quattrochi, J. and Montana, C. G., Getting to the fat of the matter: models, methods and assumptions for dealing with lipids in stable isotope analyses, Oecologia, 2007.
- [22] Syamin, A., The Diet of Two Species of Peanut worms (Soft Substrate, *Sipunculus nudus*) and (Hard Substrate, *Antillesoma antillarum*), 2015.
- [23] Nguyễn Văn Thanh, Nghiên cứu đặc điểm dinh dưỡng, sinh sản của sá sùng (*Sipunculus robustus* Keferstein, 1865) tại vùng triều ven biển Cam Ranh - Khánh Hòa, Luận văn Thạc sỹ, Đại học Nha Trang, Nha Trang, 2010.
- [24] Tue, N. T., Hamaoka, H., Sogabe, A., Quy, T. D., Nhuan, M. T. and Omori, K., The application of  $\delta^{13}\text{C}$  and C/N ratios as indicators of organic carbon sources and paleoenvironmental change of the mangrove ecosystem from Ba Lat Estuary, Red River, Vietnam, Environmental Earth Sciences, 2011.
- [25] Tue, N. T., Hamaoka, H., Sogabe, A., Quy, T. D., Nhuan, M. T. and Omori, K., Food sources of macro-invertebrates in an important mangrove ecosystem of Vietnam determined by dual stable isotope signatures, Journal of sea research, 2012.
- [26] Ủy ban nhân dân xã Đồng Rui, Báo cáo thuyết minh kết quả kiểm kê đất đai, 2014.
- [27] Van Santen, P., Augustinus, P., Janssen-Stelder, B., Quartel, S. and Tri, N., Sedimentation in an estuarine mangrove system, Journal of Asian Earth Sciences, 2007

## Characteristics of Ecological Geochemistry of Peanut Worm (*Sipunculus nudus*) in Mangrove Forest of Dong Rui, Tien Yen District, Quang Ninh Province

Nguyen Tai Tue, Pham Thao Nguyen, Nguyen Thi Thu Huyen, Tran Dang Quy, Dang Minh Quan, Nguyen Dinh Thai, Mai Trong Nhuan

*Faculty of Geology, VNU University of Science, 334 Nguyen Trai, Thanh Xuan, Hanoi, Vietnam*

**Abstract:** Peanut worms (*Sipunculus nudus*) are valuable aquatic resource with high economic value for coastal communities in Quang Ninh province. Despite of many studies have focused on the biological characteristics and habitats of peatworms, but virtually no study has determined the characteristics of ecological geochemistry, food sources and trophic levels of peanut worms. This leads to lack of scientific basis to propose measures to protect biodiversity and maintain productivity of this valuable natural resource. This study aims to determine the ecological geochemical characteristics of peanut worms in mangrove forests from Dong Rui ward, Tien Yen district, Quang Ninh province. Results showed that major habitats of peanut worms were tidal flats surround mangrove forests with sandy sediment proportion of 82.47%. Organic matter, TOC, TN contents,  $\delta^{13}\text{C}$  and  $\delta^{15}\text{N}$  values ranged from 1.39 to 18.82%; 1.74 to 4.18%; 0.01 to 0.37%; -27.31 to -22.38‰ and 0.15 to 8.18‰, respectively. The  $\delta^{13}\text{C}$  value of peanut worms ranged from -16.61 to -14.81 ‰, being higher than that of phytoplankton (-22.21‰) and benthic microalgae in tidal flat (-22.31‰), suggesting that the peanut worms fed on variety of food resources, consisting of invertebrate larvae, benthic microalgae, phytoplankton and small amount of mangrove litters. The  $\delta^{15}\text{N}$  values of peanut worms ranged from 6.36 to 9.85‰, matching trophic levels from 1.72-2.75 and positively correlated with peanut sizes. The present results indicated that the mature peanut worms were assimilated abundant and nutritious food sources, leading to higher trophic levels.

**Keywords:** Peanut worms; Stable isotopes; Ecological geochemistry; Mangrove forest; Dong Rui.