

ĐẶC ĐIỂM CỦA MỘT SỐ LOÀI TẢO SILIC TIỀM NĂNG TRONG XỬ LÝ NƯỚC THẢI VÀ NUÔI TRỒNG THỦY SẢN PHÂN LẬP TỪ VÙNG VEN BIỂN THÀNH PHỐ HUẾ

Nguyễn Anh Tuấn, Nguyễn Văn Huệ, Nguyễn Thị Thanh Thủy, Võ Điều,
Nguyễn Tử Minh, Hồ Thị Thu Hoài*

Trường Đại học Nông Lâm, Đại học Huế

*Tác giả liên hệ: hothithuhoai@huaf.edu.vn

Nhận bài: 06/12/2025 Hoàn thành phản biện: 24/03/2026 Chấp nhận bài: 05/05/2026

TÓM TẮT

Tảo silic được sử dụng rộng rãi làm thức ăn trong nuôi trồng thủy sản, đặc biệt là ở giai đoạn ấu trùng của tôm, cá và các loài nhuyễn thể. Trong nghiên cứu này, một số loài tảo silic đã phân lập từ các vùng ven biển Thành phố Huế, với mục tiêu ứng dụng trong xử lý nước thải và nuôi trồng thủy sản. Mẫu tảo được thu thập từ rừng ngập mặn Rú Chá phường Hóa Châu, khu vực phá Tam Giang ở xã Vinh Lộc, phường Thuận An và xã Chân Mây - Lăng Cô. Kết quả đã phân lập được 9 chủng tảo silic thuộc 4 chi *Navicula*, *Nitzschia*, *Cylindrotheca* và *Odontella*. Hình thái và đặc điểm đặc trưng của các chủng tảo được mô tả, phân biệt qua kính hiển vi quang học bằng phương pháp so sánh hình thái. Khảo sát tăng trưởng cho thấy chủng PHN7 (*Navicula* sp.) và chủng RCN1 (*Nitzschia longissima*), được đánh giá cao về khả năng gia tăng mật độ mạnh trong môi trường nuôi cấy F/2 độ mặn 25‰. Trong khi chủng TA1N5 (*Navicula ramosissima*) được đánh giá bởi khả năng tạo màng sinh học. Kết quả góp phần mở ra tiềm năng trong việc sử dụng các giống tảo bản địa phục vụ cho nuôi trồng và xử lý nước thải thủy sản.

Từ khóa: Tảo silic, Phân lập, Hình thái, *Nitzschia*, *Navicula*

CHARACTERIZATION OF POTENTIAL DIATOM STRAINS FOR WASTEWATER TREATMENT AND AQUACULTURE ISOLATED FROM THE COASTAL REGION OF HUE CITY

Nguyen Anh Tuan, Nguyen Van Hue, Nguyen Thi Thanh Thuy, Vo Dieu,
Nguyen Tu Minh, Ho Thi Thu Hoai*

University of Agriculture and Forestry, Hue University

*Corresponding author: hothithuhoai@huaf.edu.vn

Received: 06/12/2025

Revised: 24/03/2026

Accepted: 05/05/2026

ABSTRACT

Diatoms are widely used as live feeds in aquaculture, particularly during the larval stages of shrimp, fish, and mollusks. This study aimed to isolate diatom from coastal areas of Hue City for potential applications in wastewater treatment and aquaculture. Samples were collected from Ru Cha mangrove at Hoa Chau ward, Tam Giang lagoon area in Vinh Loc commune, Thuan An and Chan May - Lang Co commune. Nine diatom strains belonging to four genera: *Navicula*, *Nitzschia*, *Cylindrotheca* and *Odontella* were successfully isolated. Their morphological feature was described by using microscopy and comparative morphology methods. Growth profiles revealed that PHN7 (*Navicula* sp.) and RCN1 (*Nitzschia longissima*) exhibited strong biomass accumulation in F/2 culture medium with 25‰ salinity. Meanwhile, strain TA1N5 (*Navicula ramosissima*) showed biofilm-forming capacity. These findings highlight the potential of utilizing local diatom strains for aquaculture and wastewater treatment.

Keywords: Diatoms, Isolation, Morphology, *Nitzschia*, *Navicula*

1. MỞ ĐẦU

Tảo silic giữ vai trò quan trọng trong hệ sinh thái thủy sinh nhờ hoạt động quang hợp hiệu quả, qua đó làm suy giảm nồng độ các hợp chất nitơ vô cơ như nitrat ($\text{NO}_3\text{-N}$), nitrit ($\text{NO}_2\text{-N}$) và amoni ($\text{NH}_4\text{-N}$). Quá trình này đồng thời thúc đẩy sự gia tăng oxy hòa tan trong thủy vực, góp phần nâng cao chất lượng nước trong các hệ thống nuôi trồng thủy sản (NTTS) (Li Xiao-Li và cs., 2017). Nhiều nghiên cứu cho thấy, các loài tảo silic bám tự nhiên nước ngọt như *Nitzschia*, *Navicula*, *Cyclotella* xử lý hiệu quả nitơ và phốt pho trong nước thải chăn nuôi (Đỗ Phương Chi và cs., 2020). Tương tự, *Nitzschia* sp. được sử dụng để xử lý nước thải trong nuôi trồng hải sản cho hiệu quả hấp thụ $\text{NO}_3\text{-N}$ đạt 56,42% và $\text{NH}_4\text{-N}$ lên đến 95% (Xing và cs., 2018). Một số loài tảo silic như *Amphora coffeaeformis*, *Amphora tenerrima*, *Nitzschia constricta*, *Nitzschia frustulum*, *Navicula ramosissima*, *Cocconeis* sp., *Achnanthes* sp. là thành phần tạo nên màng sinh học tảo ở nước biển (Dobretsov và Rittschof, 2020). Quần thể vi sinh vật-vi tảo trong cấu trúc màng sinh học giúp hấp thụ hiệu quả các hợp chất phốt pho, giảm thiểu nguy cơ phú dưỡng môi trường tự nhiên (Ennaceri và cs., 2023; Moreno Osorio và cs., 2021; Saini và cs., 2023)

Bên cạnh lợi ích cải thiện chất lượng môi trường, tảo silic, đặc biệt là tảo silic sống bám được sử dụng rộng rãi làm nguồn thức ăn hiệu quả cho ấu trùng động vật thủy sản. Nhờ không chứa cellulose và giàu axit béo không bão hòa, cùng với hàm lượng cao các nguyên tố vi lượng như Ca, Mg, Fe, cũng như nhiều muối vô cơ và vitamin, tảo silic dễ dàng được các loài thủy sinh tiêu hóa (Li Xiao-Li và cs., 2017). Trong hệ thống ương giống tôm mà không cần thay nước các loài silic bám trong chi *Amphora*, *Navicula* và *Cymbella*, có tác dụng cải thiện

tăng trưởng và tỷ lệ sống hiệu quả trong ấu trùng tôm sú (Khattoon, 2009).

Ngành nuôi trồng thủy sản (NTTS) tại Việt Nam phát triển mạnh mẽ đã kéo theo nhu cầu sản xuất giống các đối tượng thủy sản ngày càng tăng. Tuy nhiên, nguồn giống tảo hiện nay cung cấp cho các trại sản xuất giống tôm, cá biển và nhuyễn thể phần lớn vẫn phải nhập khẩu từ nước ngoài, thiếu các chủng bản địa phù hợp. Hạn chế của những chủng này là phần lớn được du nhập có từ những quốc gia có điều kiện khí hậu khác biệt so với Việt Nam, dẫn đến sự thiếu chủ động trong cung ứng giống và làm gia tăng mức độ phụ thuộc, gây khó khăn cho quá trình sản xuất giống thủy sản. Nhằm khắc phục hạn chế đó, những năm gần đây, một số chủng tảo silic bản địa đã được phân lập và phát triển, mở ra hướng đi mới trong việc chủ động nguồn tảo phục vụ NTTS. Tảo *Chaetoceros calcitrans* đã được phân lập và ứng dụng tại Việt Nam như một nguồn thức ăn tự nhiên cho ấu trùng tôm thẻ chân trắng ở các giai đoạn Zoa và Postlarvae (Nguyễn Thanh Mai và cs., 2009). Bên cạnh đó, các chủng *Skeletonema costatum* và *Chaetoceros* được phân lập từ vùng ven biển Thừa Thiên Huế (Thành phố Huế hiện nay) trong điều kiện nuôi cấy nhân tạo đã cho thấy tiềm năng dinh dưỡng cao, với hàm lượng protein, lipid và carbohydrate đáng kể (Nguyễn Thị Thu Liên và cs., 2018), góp phần cung cấp nguồn thức ăn tự nhiên chất lượng cho các đối tượng nuôi trong hệ thống NTTS. Tuy vậy những đóng góp này vẫn chưa thể đáp ứng đủ nhu cầu sản xuất thức ăn tươi sống trong ngành thủy sản. Bài báo này sẽ trình bày kết quả phân lập, mô tả hình thái và một số chỉ tiêu tăng trưởng của các chủng tảo silic tiềm năng tại khu vực Thành phố Huế. Những kết quả này góp phần xây dựng cơ sở khoa học cho việc phát triển nguồn tảo

bản địa, phục vụ nhu cầu sản xuất giống thủy sản trong nước.

2. NỘI DUNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Thời gian và địa điểm thu mẫu

Thu mẫu được tiến hành từ tháng 1/2025 đến tháng 7/2025. Mẫu tảo thu các

thủy vực nước và vùng ven biển Thành phố Huế bao gồm các điểm: Rừng ngập mặn Rú Chá phường Hóa Châu, vùng ven biển Thuận An (bao gồm phá Tam Giang khu vực Thuận An; Phú Hải, biển Thuận An); xã Chân Mây - Lăng Cô (điểm Cảnh Dương) với tọa độ và vị trí thu mẫu được thể hiện ở Bảng 1.

Bảng 1. Tọa độ các vị trí thu mẫu tảo phân lập tại vùng ven biển Thành phố Huế

| Địa điểm | Tọa độ | Thời gian/đợt thu mẫu |
|------------|-------------------------------------|-----------------------|
| Rú Chá | 16° 35' 29.04" N- 107° 36' 40.09" E | 1/2025 - 3/2025 |
| Thuận An | 16°33'26.26"N- 107°39'06.29"E | 3/2025 - 4/2025 |
| Phú Hải | 16°31'38.66"N- 107°41'35.95"E | 3/2025 - 7/2025 |
| Cảnh Dương | 16°20'08.83"N- 107°57'48.75"E | 7/2025 |

2.2. Phương pháp thu mẫu

Thu mẫu bằng lưới vớt thực vật phù du hình chóp, có chiều rộng từ 20 - 50 cm, với kích cỡ mắt lưới 20 µm. Sau đó, mẫu được đưa vào chai nước có thể tích 500 ml bảo quản trong điều kiện mát lạnh.

2.3. Phương pháp phân lập và thuần hóa

Mẫu được đưa về và tiến hành phân lập trong ngày. Những mẫu được phân lập sau đó một ngày được tiến hành giàu tảo trước khi phân lập với 50% môi trường F/2 lỏng (Guillard và Ryther 1962; Guillard, 1975). Phân lập tảo theo phương pháp được mô tả bởi Andersen và cs. (2005). Pipet Pasteur được sử dụng để phân lập một tế bào tảo, tế bào tảo được rửa sạch nhiều lần bằng các giọt môi trường vô trùng trên lam kính trước khi chuyển vào chai nuôi cấy. Mẫu được nuôi trong các chai nhỏ có thể tích 10 - 20 mL chứa 5 mL môi trường F/2. Song song với phân lập trên môi trường lỏng một số chủng kết hợp phân lập trên các đĩa petri chứa môi trường F/2 có hàm lượng agar 1,5% và độ mặn từ 25-30‰. Đĩa thạch tiến hành kiểm tra định kỳ và loại bỏ những đĩa nhiễm nấm và vi khuẩn. Đối với những đĩa có tảo phát triển thì tiến hành phân lập bằng cách chuyển vào đĩa thạch mới có môi trường giống như môi trường ban đầu. Tiến

hành lặp lại các bước như trên cho đến khi được đĩa thạch thuần. Sau khi có được mẫu thuần tảo được cấy trở lại bằng môi trường F/2 lỏng trong các bình thủy tinh có thể tích từ 250 mL, lúc này có thể tiến hành nhân giống và nuôi sinh khối. Điều kiện phân lập và xác định tăng trưởng của tảo: nhiệt độ 26°C - 28°C, cường độ ánh sáng từ 1500 - 2000 lux, độ mặn 25‰, chu kỳ 12 h sáng/12 h tối.

2.4. Phương pháp phân loại tảo và mô tả loài

Tảo được phân loại và mô tả hình thái dựa trên phương pháp so sánh hình thái trên kính hiển vi quang học (Karlson và cs., 2010), sử dụng khóa phân loại của Lee (2008), các tài liệu phân loại của Tôn Thất Pháp và cs. (2009) và các dữ liệu trên AlgaeBase.

2.5. Phương pháp xác định khả năng sinh trưởng của một số chủng tảo tiềm năng

Các chủng tảo đại diện được lựa chọn khảo sát tăng trưởng nuôi trong môi trường F/2 ở các bình có thể tích 300 mL với thời gian nuôi cấy thực hiện trong 15 ngày. Mỗi nghiệm thức lặp lại 3 lần với các điều kiện nuôi cấy như đã được trình bày ở mục 2.3. và được bố trí hệ thống sục khí với tốc độ tương đồng. Mật độ tảo được xác định bằng

cách định kỳ hàng ngày lấy 1ml mẫu và đếm trên buồng đếm chuyên dụng Sedgewick-Rafter dưới kính hiển vi quang học.

2.6. Xử lý và phân tích số liệu

Mật độ ban đầu, mật độ cực đại được biểu thị dưới dạng giá trị trung bình \pm độ lệch chuẩn (Mean \pm SD) trên phần mềm Microsoft Excel 2020. Thời gian đạt mật độ cực đại của các loài tảo được xác định dựa trên số liệu theo dõi trong suốt thời gian thí nghiệm.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Bảng 2. Số lượng chủng tảo được phân lập ở các điểm thu mẫu tại các thời điểm

| Thời gian | Địa điểm | Tên loài, chủng | Số lượng |
|---------------|------------|--|----------|
| 1/2025-3/2025 | Rú Chá | <i>Nitzschia longissima</i> (RCN1) | 1 |
| 3/2025-4/2025 | Thuận An | <i>Navicula ramosissima</i> (Chủng TA1N5, TAN2) <i>Navicula</i> sp. (Chủng N5) | 3 |
| 3/2025-7/2025 | Phú Hải | <i>Nitzschia</i> sp. (Chủng PH4) <i>Odontella aurita</i> var. <i>minima</i> (Chủng PH2) <i>Navicula</i> sp. (Chủng PHN8, PHN7) | 4 |
| 7/2025 | Cánh Dương | <i>Cylindrotheca closterium</i> (Chủng CD) | 1 |

Số lượng chủng tảo được phân lập thành công nhiều nhất ghi nhận tại khu vực phá Tam Giang (Phú Hải), với 4 chủng thuộc 3 loài gồm *Navicula* sp., *Odontella aurita* var. *minima* và *Nitzschia* sp. Tại các điểm thu mẫu còn lại chỉ phân lập được từ 1 - 2 loài. Trong đó, *Nitzschia longissima* được phân lập từ khu vực rừng ngập mặn Rú Chá. *Navicula ramosissima* và *Navicula* sp. được phân lập từ vùng ven biển Thuận An, trong khi loài *Cylindrotheca closterium* được phân lập tại vùng ven biển Cánh Dương.

Trong số các loài phân lập được, *Navicula* sp. có số lượng chủng nhiều nhất với ba chủng gồm PH-N5 (phân lập tại Thuận An) và PH-N7, PH-N8 (phân lập tại khu vực Phú Hải). Ngoài ra, có 2 chủng *Navicula ramosissima* được phân lập là TA1N5 và TAC2, đều thu nhận tại khu vực Thuận An.

3.1. Thành phần mẫu phân lập được tại các điểm thu mẫu

Từ bốn điểm thu mẫu tại các vùng ven biển thuộc thành phố Huế, đã phân lập thành công và duy trì được tổng cộng 9 chủng tảo phù du. Các chủng này thuộc 6 loài tảo silic, tập trung trong 4 chi gồm: *Navicula*, *Nitzschia*, *Cylindrotheca* và *Odontella*. Số lượng chủng tảo phân lập được tại các thời gian và địa điểm thu mẫu được mô tả và trình bày ở Bảng 2.

3.2. Phân loại và đặc điểm hình thái của các loài tảo silic phân lập được

Tổng cộng tảo silic phân lập được thuộc 2 lớp, 3 bộ, bốn chi gồm *Navicula*, *Nitzschia*, *Cylindrotheca* và *Odontella* và 4 loài đã định danh được, tuy nhiên vẫn còn có 2 loài chưa xác định được tên loài là *Navicula* sp. và *Nitzschia* sp. có vị trí phân loại như sau:

Ngành Heterokontophyta, Lớp Bacillariophyceae, Bộ Naviculales, Họ Naviculaceae.

1. Chi *Navicula* J.B.M. Bory de Saint-Vincent, 1822.

Gồm 2 loài: *Navicula ramosissima* (C. Agardh) Cleve, 1895 và loài *Navicula* sp.

Bộ Bacillariales, Họ Bacillariaceae

1. Chi *Nitzschia* A.H. Hassall, 1845

Gồm 2 loài: *Nitzschia longissima* (Brébisson ex Kützing) Grunow và *Nitzschia* sp.

2. Chi *Cylindrotheca* Rabenhorst 1859

Gồm 1 loài *Cylindrotheca chlosterium* (Ehrenberg) Reimann & J.C.Lewin, 1964

Lớp Mediophyceae, Bộ Eupodiscales, Họ Odontellaceae

1. Chi *Odontella* C.A. Agardh, 1832

Gồm 1 loài *Odontella aurita* var. *minima* (Grunow in Van Heurck) De Toni, 1894

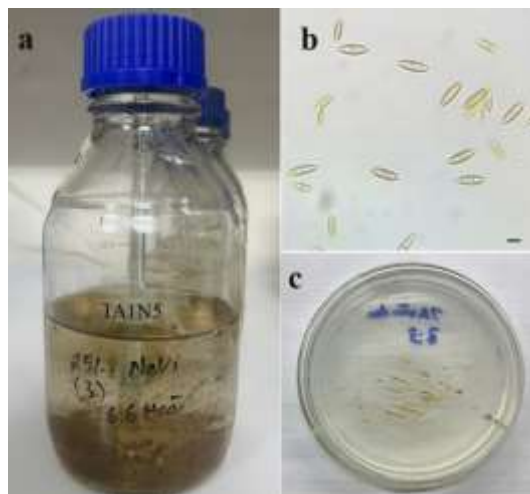
Các loài được tiến hành quan sát hình thái và phân tích các đặc điểm phân loại để xác định tên loài như các mô tả dưới đây.

3.2.1. *Navicula ramosissima* (C. Agardh) Cleve, 1895

Tảo có màu nâu vàng dạng đơn bào, sống đơn độc hoặc tập đoàn, hình dạng thuôn dài,

có đối xứng 2 bên, có thể di động nhờ chất nhầy. Tế bào trưởng thành có chứa nhiều giọt dầu, kích thước khoảng từ 25 μm x 6 μm . Thành tế bào chứa các lỗ và khe, mặt vỏ tế bào có dạng hình bầu dục dài có rãnh thật nằm chính giữa. Trên mặt vỏ có khoảng 22 đường vân phân bố 2 bên. Các đặc điểm hình thái quan sát được trong nghiên cứu này nhìn chung tương đồng với chủng TA316 (25,1 x 5,7 μm) nhưng nhỏ hơn so với chủng TA439 (30,8 x 6,9 μm) của loài *Navicula ramosissima* được mô tả bởi An và cs. (2017).

Trong điều kiện nuôi cấy tảo phát triển mạnh ở độ mặn từ 25 - 30‰ trong môi trường F/2 và thích nghi với ánh sáng mạnh. *Navicula ramosissima* được biết sử dụng trong nuôi trồng hải sản, bảo ngư non (Watanabe và cs., 2012; Roberts và cs., 1999).



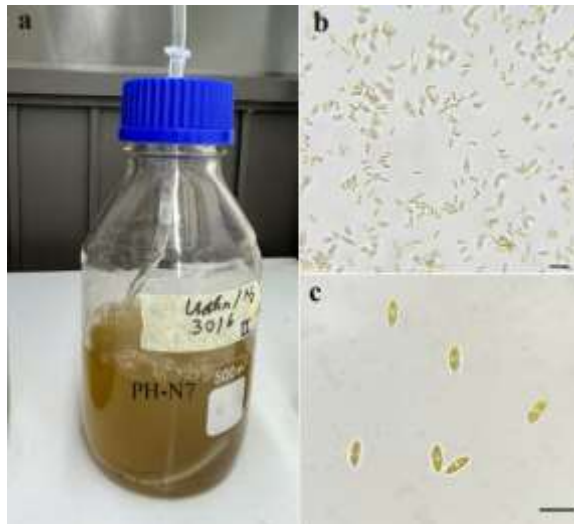
Hình 1. Tảo *Navicula ramosissima* phân lập tại Thuận An (TA1N5);

- a: Sinh khối tảo với biofilm;
- b: Tế bào tảo ở độ phóng đại 40 x (thanh kích thước = 10 μm);
- c: Khuẩn lạc tảo trên đĩa thạch.

3.2.2. *Navicula* sp.

Tảo có màu nâu vàng nâu sáng, dạng đơn bào, sống đơn độc hoặc tập đoàn, hình dạng oval. Tế bào trưởng thành có kích thước tương đối nhỏ từ 5,5 x 3 μm . Thành tế bào mỏng. Mặt vỏ tế bào có dạng hình bầu dục

dài có rãnh thật nằm chính giữa. Các đường vân rất khó nhìn thấy ở kính hiển vi thường. Tế bào có chứa nhiều giọt dầu. Trong điều kiện nuôi cấy tảo phát triển tốt ở độ mặn từ 25-30 ‰ trong môi trường F/2. Hình dạng tương đồng như *Navicula* sp. được mô tả bởi Zeily Nurachman và cs. (2012).



Hình 2. Hình ảnh tảo *Navicula* sp. phân lập tại Phú Hải; a: sinh khối tảo trong nuôi cấy; b và c: Tế bào tảo ở độ phóng đại 40 \times và 100 \times (thanh kích thước = 10 μm)

So với loài *Navicula ramosissima*, tảo *Navicula* sp. có kích thước tế bào nhỏ hơn, dẫn đến việc khó quan sát rõ các dải vân bên trên thành tế bào, ngay cả khi sử dụng độ phóng đại 100x. Tuy nhiên, *Navicula* sp. lại thể hiện khả năng sinh trưởng vượt trội. Trong điều kiện nuôi ổn định, với độ mặn 25‰ và môi trường F/2. Từ mật độ ban đầu $\times 10^3$ (tế bào/mL) tảo có thể đạt mật độ lên đến $3700,95 \pm 560,68$ ($\times 10^3$ tế bào/mL). Tảo *Navicula* nói chung được biết là nguồn thức ăn trực tiếp cho copepod *Tisbe biminiensis*, tôm thẻ chân trắng (*Penaeus vannamei*) giai đoạn giống (Araújo-Castro và cs., 2005; Campos và cs., 2025). Các nghiên cứu cho thấy, những loài tảo silic dạng bám như *Nitzschia*, *Navicula* rất giàu các axit béo không bão hòa (PUFAs), đặc biệt là C20:5n3 (Scholz

và Liebezeit, 2013; Xie và cs., 2017; Yang M. và cs., 2023). Những PUFAs này có liên quan chặt chẽ đến quá trình biến thái và phát triển của ấu trùng của nhím biển *Paracentrotus lividus* và bào ngư đỏ *Haliotis rufescens* (Courtois de Viçose và cs., 2012; Sánchez-Saavedra và Núñez Zarco, 2015; Gomes và cs., 2021).

3.2.3. *Nitzschia* sp.

Tảo sống đơn độc, mặt bên hình chữ nhật hơi phình ở giữa, mặt vỏ thuôn dạng mũi mác với phần đầu kéo dài. Kích thước chiều dài khoảng 140 μm , chiều rộng mặt vỏ có kích thước từ 4- 5,5 μm . Ở kính hiển vi quang học chưa thấy rõ các dải vân. Phần phía trung tâm có khoảng trống. Sắc tố màu vàng nâu phân bố đều ở 2 phía của tế bào (Hình 3).



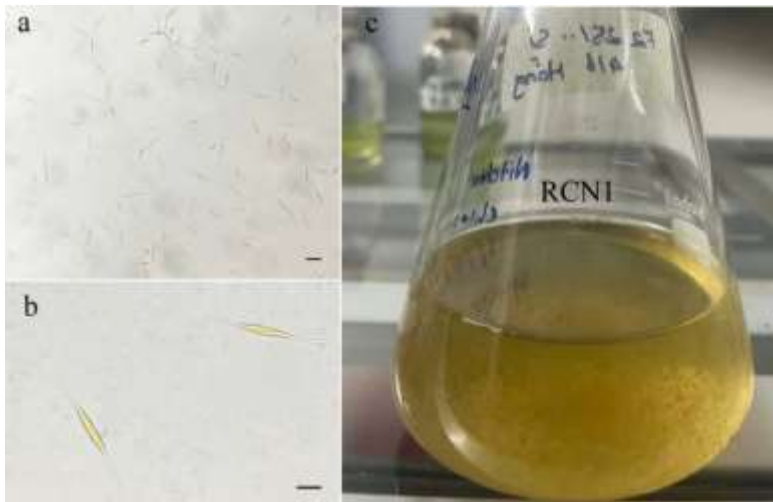
Hình 3. Tảo *Nitzschia* sp. phân lập tại Phú Hải; a, b Tế bào tảo ở độ phóng đại 10 × và 40 × (thanh kích thước = 10µm), c: Sinh khối tảo

3.2.4. *Nitzschia longissima* (Brébisson ex Kützing) Grunow

| | | |
|--------------------------------|------------|-------|
| Tên | đồng | vật: |
| <i>Ceratoneis longissima</i> | Brébisson | ex |
| Kützing | | 1849; |
| <i>Nitzschiella longissima</i> | (Brébisson | ex |
| Kützing) | Rabenhorst | 1864; |
| <i>Homoeocladia longissima</i> | (Brébisson | ex |
| Kützing) | Kuntze | 1898. |

Tảo sống phù du, đơn bào, có dạng hình kim chai, đầu cực mặt vỏ cong đều ngay từ phần thu hẹp của mặt vỏ về hai phía.

Phần trung tâm phình to và thuôn dần về các cực, phần phình có chiều dài khoảng bằng 1/3 tổng chiều dài của tế bào. Dưới kính hiển vi quang học không thấy rõ các dải, chiều dài tế bào gấp khoảng 6-8 lần chiều rộng kích thước chiều dài khoảng 160 µm, chiều rộng mặt vỏ có kích thước từ 4,5- 5 µm, chiều rộng mặt vỏ có kích thước từ 4,5- 5 µm. Trong nuôi cấy loài này có thể di chuyển, dễ tăng trưởng, khi đạt mật độ thì có màu vàng nâu. Tảo phát triển mạnh trong môi trường F/2 từ 25-28 ‰ (Hình 4).



Hình 4. Hình ảnh tảo *Nitzschia longissima* phân lập tại Rú Chá. a và b: Tế bào tảo ở độ phóng đại 10× và 40 × (thanh kích thước = 10 µm). c: Sinh khối tảo.

3.2.5. *Cylindrotheca closterium* (Ehrenberg) Lewin & Reimann 1964

Tên đồng vật: *Ceratoneis closterium* Ehrenberg 1841; *Nitzschia closterium* (Ehrenberg) Wm. Smith 1853; *Nitzschiella closterium* (Ehrenberg) Rabenhorst 1864.

Các tế bào có các cạnh kéo dài, dạng kim, hoặc hơi cong, với phần trung tâm của tế bào phình ra dạng hình thoi. Bên trong

mỗi tế bào có hai lục lạp. Kích thước tế bào rất nhỏ với chiều dài 10 - 15 μm , chiều rộng nơi phình to chỉ 3 - 3,5 μm . Tế bào có 2 lục lạp. Trong nuôi cấy *Cylindrotheca closterium* có thể di chuyển nhờ chất nhầy tiết ra. Trong môi trường tự nhiên loài này phổ biến ở bùn đáy phá Tam Giang - Cầu Hai và đầm Lăng Cô (Tôn Thất Pháp và cs., 2008) (Hình 5).



Hình 5. Hình ảnh tảo *Cylindrotheca closterium* phân lập tại Cảnh Dương.
a: sinh khối tảo; b: Tế bào tảo ở độ phóng đại $40\times$ (thanh thước = $10\mu\text{m}$)

So với loài *Nitzschia longissima* loài *Cylindrotheca closterium* cho thấy một số đặc điểm hình thái tương đồng nhưng cũng có những khác biệt rõ rệt. Cả hai loài đều có khả năng di động và hình dạng tế bào dài, mảnh, thường ở dạng hình thoi hoặc hình kim. Tuy nhiên, *Cylindrotheca closterium* chỉ cong nhẹ, trong khi *Nitzschia longissima* có độ cong rõ rệt hơn, đặc trưng bởi hình dạng chữ S nhẹ. Ngoài ra, kích thước tế bào của *Nitzschia longissima* thường lớn hơn đáng kể so với *Cylindrotheca closterium*, những đặc điểm này hỗ trợ trong việc phân biệt hai loài khi quan sát đặc điểm hình thái.

Nhiều nghiên cứu cho thấy, *Cylindrotheca closterium* có tiềm năng ứng dụng rộng rãi trong nuôi trồng thủy sản và công nghệ sinh học. Loài *Cylindrotheca*

closterium được ghi nhận là nguồn thức ăn thích hợp cho bào ngư, do có lớp vỏ silic tương đối mỏng, dễ bị phá vỡ trong quá trình tiêu hóa, đồng thời cung cấp hàm lượng dinh dưỡng cao, từ đó hỗ trợ đáng kể sự sinh trưởng của bào ngư ở giai đoạn sau ấu trùng (Kawamura và cs., 1995; Takami và Kawamura, 2003).

Về mặt dinh dưỡng, *Cylindrotheca closterium* được biết có khả năng tổng hợp axit béo không bão hòa đa nối đôi (PUFAs) như EPA và DHA. Trong điều kiện nuôi cấy ổn định, *C. closterium* chứa đến 46,81% axit amin thiết yếu cho động vật thủy sinh với tốc độ tăng trưởng cao được sử dụng làm thức ăn trong nuôi tôm biển và ấu trùng nhuyễn thể (Lebeau T. và cs., 2003; Daume S. và cs., 1999; Almeyda, M.D và cs., 2020).

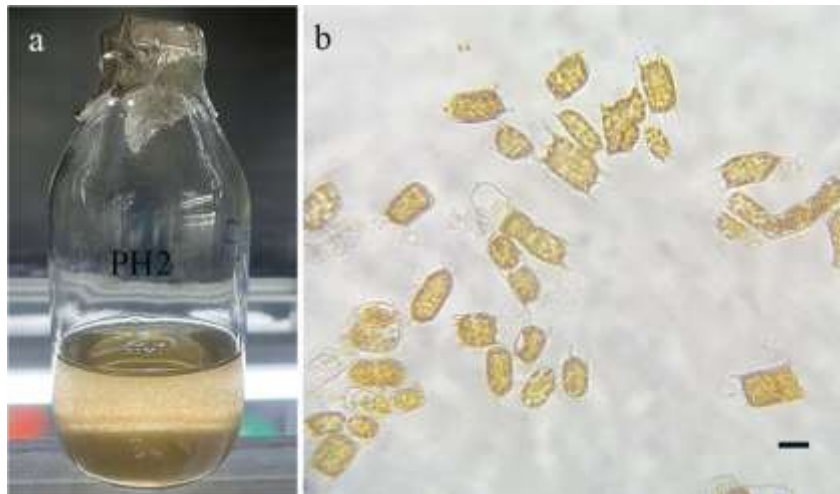
3.2.6. *Odontella aurita* var. *minima* (Grunow in Van Heurck) De Toni, 1894

Tên đồng vật: *Biddulphia aurita* var. *minima* Grunow in Van Heurck, 1882

Odontella aurita var. *minima* có các tế bào tồn tại dạng đơn độc hoặc tạo thành các chuỗi ngắn (Hình 6 b), được kết nối bởi các gai. Nhìn từ phía trên tế bào có dạng hình elip, với hai mấu tù giống như sừng và hai gai dài, nhọn ở mỗi mặt. Nhìn từ mặt ngang tế bào có hình dạng chữ nhật. Các góc của van kéo dài thành các cấu trúc hình ống thẳng, thường ngắn hơn các gai nằm ở vùng trung tâm của van. Những cấu trúc hình ống này hướng ra ngoài và có đầu tù,

với độ rộng ổn định. Kích thước tế bào khá lớn, dao động từ 40 –180 μm . Tế bào chứa nhiều lục lạp nhỏ. Trong nuôi cấy sinh khối chúng có màu nâu sẫm (Hình 6 a).

Trong quá trình phân lập và phân tích hình thái học, loài *Odontella aurita* var. *minima* cho thấy một số đặc điểm dễ gây nhầm lẫn với các loài cùng chi. So với *Odontella sinensis* (Tôn Thất Pháp và cs., 2008), mặc dù đều có hình dạng elip, *Odontella aurita* var. *minima* khác biệt bởi tế bào thường tạo thành dạng chuỗi vị trí các gai gần rìa vai nhưng ngắn hơn, trong khi cấu trúc van, gai và ống của *Odontella mobiliensis* thường kéo dài hơn, là đặc điểm không xuất hiện ở *Odontella aurita* var. *minima*.



Hình 6. Hình ảnh tảo *Odontella aurita* var. *minima* phân lập tại Phú Hải; a: Sinh khối tảo; b: Tế bào tảo ở độ phóng đại 40 \times (thanh kích thước = 10 μm)

Ở Pháp, *Odontella aurita* được ghi nhận có hàm lượng protein và khoáng chất tương đương với các loài rong biển đã được cấp phép sử dụng (rong Lục và rong Nâu). Nhờ giá trị dinh dưỡng cao, đây là một trong số ít loài tảo được Cơ quan An toàn Thực phẩm Pháp (AFSSA, 2002) phê duyệt cho mục đích thực phẩm (Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments, 2002). Bên cạnh đó, *Odontella aurita* cũng được nghiên cứu bổ sung vào khẩu phần thức ăn của cá

giống như là một chất kích thích miễn dịch trong thức ăn nuôi trồng thủy sản (Zhao và cs., 2022).

3.3. Tăng trưởng của một số chủng tảo silic tiềm năng

Sau quá trình phân lập và theo dõi sự phát triển của tảo, bốn chủng tảo silic tiềm năng được tuyển chọn để khảo sát đặc điểm sinh trưởng. Kết quả sinh trưởng được trình bày ở Bảng 3.

Bảng 3. Sinh trưởng của một số chủng tảo silic

| Tên loài/chủng | Mật độ ban đầu (x 10 ³ tế bào/mL) | Mật độ cực đại (x 10 ³ tế bào/mL) | Thời gian đạt mật độ cực đại (ngày) |
|--|--|--|-------------------------------------|
| <i>Navicula ramosissima</i> (TA1N5) | 9,17 ± 0,28 | 200,40 ± 1,43 | 9 |
| <i>Navicula</i> sp. (PHN7) | 6,19 ± 2,01 | 3700,95 ± 560,68 | 12 |
| <i>Nitzschia longissima</i> (RCN1) | 24,23 ± 0,49 | 115,07 ± 2,48 | 6 |
| <i>Odontella aurita</i> var. <i>minima</i> (PH2) | 13,67 ± 7,85 | 70,93 ± 6,68 | 11 |

Kết quả mật độ ban đầu và cực đại được thể hiện dưới dạng giá trị trung bình ± độ lệch chuẩn (n=3).

Bảng 3 nhận thấy sự khác biệt đáng kể về đặc điểm sinh trưởng giữa các loài tảo cát trong cùng điều kiện nuôi cấy. Chủng *Navicula* sp. (PHN7) đạt mật độ cực đại cao nhất với $3700,95 \times 10^3 \pm 560,68$ (tế bào/mL) sau 12 ngày nuôi cấy, cho thấy khả năng sinh trưởng và tích lũy sinh khối vượt trội so với các loài còn lại. Ngược lại, *Odontella aurita* var. *minima* (PH2) đạt mật độ cực đại thấp nhất ($70,93 \times 10^3 \pm 6,68$ (tế bào/mL) sau 11 ngày nuôi cấy. Hai chủng còn lại là *Navicula ramosissima* (TA1N5) và *Nitzschia longissima* (RCN1) đạt mật độ cực đại lần lượt là $200,40 \times 10^3 \pm 1,43$ (tế bào/mL) và $115,07 \times 10^3 \pm 2,48$ (tế bào/mL), với thời gian đạt cực đại tương ứng là 9 và 6 ngày. Sự khác biệt này có thể liên quan đến đặc điểm sinh lý, khả năng hấp thu dinh dưỡng và sự thích nghi sinh thái riêng của từng loài tảo cát trong điều kiện nuôi cấy và cần được tiếp tục thực hiện ở các nghiên cứu tiếp theo.

4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

4.1. Kết luận

Nghiên cứu đã phân lập và lưu giữ thành công 9 chủng tảo phù du thuộc 6 loài tảo silic, phân bố trong 4 chi: *Navicula*, *Nitzschia*, *Cylindrotheca* và *Odontella*, thu thập tại các khu vực rừng ngập mặn Rú Chá, vùng ven biển Thuận An, Phú Hải và Cảnh Dương. Trong đó, khu vực Phú Hải là nơi có số lượng chủng phân lập cao nhất, với 4 chủng thuộc 3 loài: *Navicula* sp., *Odontella aurita* var. *minima* và *Nitzschia*

sp., trong khi các khu vực còn lại chỉ phân lập được từ 1 - 2 loài. Trong tổng số 6 loài ghi nhận, có 4 loài đã được định danh đến cấp loài, còn lại 2 loài chưa đủ dữ liệu rõ ràng để định danh chính xác.

Trong số các chủng được lựa chọn khảo sát tăng trưởng, *Navicula* sp. (PHN7) thể hiện khả năng tăng trưởng mạnh nhất và đạt cực đại vào ngày nuôi thứ 12. Trong khi đó, *Nitzschia longissima* (RCN1) thời gian đạt đỉnh sinh trưởng nhanh hơn, chỉ sau khoảng 6 ngày nuôi cấy.

4.2. Kiến nghị

Cần tiếp tục thực hiện các phân tích định danh chính xác hơn cho hai loài tảo chưa xác định, đặc biệt thông qua các công cụ sinh học phân tử như giải trình tự gen *rbcL* hoặc 18S rRNA. Bên cạnh đó, các nghiên cứu chuyên sâu về đặc điểm sinh trưởng, thành phần sinh hóa (lipid, sắc tố, enzyme), cũng như khả năng xử lý môi trường và giá trị dinh dưỡng của các chủng tảo này cần được tiếp tục thiết lập. Những dữ liệu này sẽ là cơ sở quan trọng để khai thác và phát triển các ứng dụng thực tiễn trong nuôi trồng thủy sản, dược phẩm, xử lý nước thải và sản xuất sinh khối vi tảo quy mô công nghiệp trong tương lai.

LỜI CẢM ƠN

Công trình này là một phần kết quả của đề tài khoa học và công nghệ cấp Bộ 2025, Mã số: B2025-DHH-12. Nhóm tác giả chân thành cảm ơn Bộ giáo dục và đào

tạo đã cấp kinh phí và tạo điều kiện để thực hiện đề tài.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Tài liệu tiếng Việt

- Đỗ Phương Chi, Đinh Tiến Dũng, Vũ Phạm Thái và Nguyễn Thị Thu Hà. (2020). Bước đầu sử dụng tảo bám xử lý nước thải sinh hoạt và nước thải chăn nuôi, *Tạp chí khoa học và Công nghệ Việt Nam*, 1(110), 84–90.
- Nguyễn Thanh Mai, Trịnh Hoàng Khải, Đào Văn Trí và Nguyễn Văn Hùng. (2009). Nghiên cứu phân lập, nuôi cấy in vitro tảo silic nước mặn *Chaetoceros calcitrans* Paulsen, 1905 và ứng dụng sinh khối tảo làm thức ăn cho tôm he chân trắng. *Tạp chí Phát triển, Khoa học và Công nghệ*, 2(13), 28-36.
- Nguyễn, Thị Thu Liên, Nguyễn Hồng Sơn, Hoàng Tấn Quảng và Lê Thị Tuyết Nhân. (2018). Phân lập và tuyển chọn một số chủng tảo silic *Skeletonema costatum* từ vùng biển Thừa Thiên Huế để làm thức ăn nuôi trồng thủy sản. *Tạp chí Khoa học Đại học Huế: Nông nghiệp và Phát triển nông thôn*, 126(5), 45–52.
- Tôn Thất Pháp, Lương Quang Đốc, Mai Văn Phô, Lê Thị Trê, Phan Thị Thúy Hằng, Nguyễn Văn Hoàng, Võ Văn Dũng, Hoàng Công Tín, Trương Thị Hiếu Thảo. (2009). *Đa dạng sinh học ở phá Tam Giang - Cầu Hai tỉnh Thừa Thiên Huế*. Nhà xuất bản Đại học Huế.

2. Tài liệu tiếng nước ngoài

- Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments. (2002). *Avis de l'Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments relatif à la demande d'évaluation de la démonstration de l'équivalence en substance d'une microalgue *Odontella aurita* avec des algues autorisées (AFSSA Saisine no. 2001-SA-0082)*. Retrieved from <https://www.anses.fr/fr/system/files/AAAT2001sa0082.pdf>
- Almeyda, M. D., Scodelaro Bilbao, P. G., Popovich, C. A., Constenla, D. T., & Leonardi, P. I. (2020). Enhancement of polyunsaturated fatty acid production under low-temperature stress in *Cylindrotheca closterium*. *Journal of Applied Phycology*, 32, 989–1001. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10811-020-02047-x>.
- An, S. M., Cho, K., Kim, E. S., Ki, H., Choi, G., & Kang, N. S. (2023). Description and characterization of *Odontella aurita* OAOSH22, a marine diatom rich in eicosapentaenoic acid and fucoxanthin, isolated from Osan Harbor, Korea. *Marine Drugs*, 21(11), 563. DOI: <https://doi.org/10.3390/md21110563>
- An, S. M., Choi, D. H., Lee, J. H., Lee, H., & Noh, J. H. (2017). Identification of benthic diatoms isolated from the eastern tidal flats of the Yellow Sea: Comparison between morphological and molecular approaches. *PLoS ONE*, 12(6), e0179422. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0179422>.
- Andersen, R. A., & Kawachi, M. (2005). Traditional microalgae isolation techniques. In R. A. Andersen (Ed.), *Algal culturing techniques* (pp. 83–100). Elsevier Academic Press.
- Araújo-Castro, A. M. V., & Souza-Santos, L. P. (2005). Are the diatoms *Navicula* sp. and *Thalassiosira fluviatilis* suitable to be fed to the benthic harpacticoid copepod *Tisbe biminiensis*? *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 327(1), 58–69. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2005.06.005>
- Campos, C. V., Mota, G. C., de Lima, P. C., de Abreu, J. L., da Silva, S. M., Oliveira, C. Y., Brandão, B. D., de Macêdo Dantas, D. M., de Andrade, T. P., & Gálvez, A. O. (2025). The use of *Haematococcus pluvialis* bioencapsulated by the water flea *Daphnia magna* increases growth performance, nutritional content, and immunological response of Pacific white shrimp *Penaeus vannamei* during the nursery phase. *Journal of Applied Phycology*, 37, 1871–1886. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10811-025-03306-8>.
- Courtois de Viçose, G., Porta, A., Viera, M. P., Fernández-Palacios, H., & Izquierdo, M. (2012). Effects of density on growth rates of four benthic diatoms and variations in biochemical composition associated with growth phase. *Journal of Applied Phycology*, 24, 1427–1437. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10811-012-9799-z>
- Daume, S., Brand-Gardner, S., & Woelkerling, W. J. (1999). Preferential settlement of abalone larvae: Diatom films vs. non-geniculate coralline red algae. *Aquaculture*, 174, 243–254.
- Dobretsov, S., & Rittschof, D. (2020). Love at first taste: Induction of larval settlement by marine microbes. *International Journal of Molecular Sciences*, 21(3), 731. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijms21030731>
- Gomes, A., Lourenço, S., Santos, P. M., Raposo, A., & Pombo, A. (2021). Effects of single and mixed-diatom diets on growth, condition, and

- survival of larvae of the sea urchin *Paracentrotus lividus*. *Aquaculture International*, 29, 1069–1090. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10499-020-00656-0>
- Guillard, R. R. L. (1975). Culture of phytoplankton for feeding marine invertebrates. In W. L. Smith & M. H. Chanley (Eds.), *Culture of marine invertebrate animals* (pp. 29–60). Plenum Press.
- Guillard, R. R. L., & Ryther, J. H. (1962). Studies of marine planktonic diatoms. I. *Cyclotella nana* Hustedt and *Detonula confervacea* Cleve. *Canadian Journal of Microbiology*, 8(2), 229–239.
- Karlson, B., Cusack, C., & Bresnan, E. (Eds.). (2010). *Microscopic and molecular methods for quantitative phytoplankton analysis* (IOC Manuals and Guides No. 55). UNESCO.
- Kawamura, T., Saïdo, T., Takami, H., & Yamashita, Y. (1995). Dietary value of benthic diatoms for the growth of postlarval abalone *Haliotis discus hannai*. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 194, 189–199.
- Khatoun, H., Banerjee, S., Yusoff, F. M., & Shariff, M. (2009). Evaluation of indigenous marine periphytic *Amphora*, *Navicula* and *Cymbella* grown on substrate as feed supplement in *Penaeus monodon* postlarval hatchery system. *Aquaculture Nutrition*, 15(2), 186–193. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2095.2008.00582.x>
- Lebeau, T., & Robert, J.-M. (2003). Diatom cultivation and biotechnologically relevant products. Part I: Cultivation at various scales. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 60, 612–623. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00253-002-1176-4>
- Li, X. L., Marella, T. K., Tao, L., Peng, L., Song, C. F., Dai, L. L., Tiwari, A., & Li, G. (2017). A novel growth method for diatom algae in aquaculture wastewater for natural food development and nutrient removal. *Water Science and Technology*, 75(12), 2777–2783. DOI: <https://doi.org/10.2166/wst.2017.211>
- Moreno Osorio, J. H., Pollio, A., Frunzo, L., Lens, P. N. L., & Esposito, G. (2021). A review of microalgal biofilm technologies: Definition, applications, settings and analysis. *Frontiers in Chemical Engineering*, 3, 737710. DOI: <https://doi.org/10.3389/fceng.2021.737710>
- Nnaceri, H., Ishika, T., Mkpuma, V. O., & Moheimani, N. R. (2023). Microalgal biofilms: Towards a sustainable biomass production. *Algal Research*, 72, 103124. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10811-014-0489-x>
- Nurachman, Z., Brataningtyas, D. S., Hartati, et al. (2012). Oil from the tropical marine benthic-diatom *Navicula* sp. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 168, 1065–1075.
- Roerts, R. D., Kawamura, T., & Nicholson, C. M. (1999). Growth and survival of postlarval abalone (*Haliotis iris*) in relation to development and diatom diet. *Journal of Shellfish Research*, 18(1), 243–250.
- Saini, S., Tewari, S., Dwivedi, J., & Sharma, V. (2023). Biofilm-mediated wastewater treatment: A comprehensive review. *Materials Advances*, 4(6), 1415–1443. DOI: <https://doi.org/10.1039/d2ma00945e>
- Sánchez-Saavedra, M. D. P., & Núñez-Zarco, E. (2015). Growth of red abalone (*Haliotis rufescens*) fed cold-stored benthic diatoms. *Journal of the World Aquaculture Society*, 46, 210–218.
- Scholz, B., & Liebezeit, G. (2013). Biochemical characterisation and fatty acid profiles of 25 benthic marine diatoms isolated from the Solthörn tidal flat (southern North Sea). *Journal of Applied Phycology*, 25, 453–465. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10811-012-9879-0>
- Takami, H., & Kawamura, T. (2003). Dietary changes in the abalone *Haliotis discus hannai* and relationship with the development of the digestive organ. *Aquaculture Research*, 37(2), 89–98.
- Watanabe, S., Kodama, M., Zarate, J. M., Lebata-Ramos, M. J. H., & Nievales, M. F. J. (2012). Ability of sandfish (*Holothuria scabra*) to utilise organic matter in black tiger shrimp ponds. In C. A. Hair, T. D. Pickering, & D. J. Mills (Eds.), *Asia-Pacific tropical sea cucumber aquaculture* (ACIAR Proceedings No. 136, pp. 113–120).
- Xie, X., Zhao, W., Yang, M., Zhao, S., & Wei, J. (2017). Beneficial effects of benthic diatoms on growth and physiological performance in juvenile sea cucumber *Apostichopus japonicus*. *Aquaculture International*, 25, 287–302. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10499-016-0028-7>
- Xing, R., Ma, W., Shao, Y., Cao, X., Su, C., Song, H., Su, Q., & Zhou, G. (2018). Growth and potential purification ability of *Nitzschia* sp. benthic diatoms in sea cucumber aquaculture wastewater. *Aquaculture Research*, 49(8),

- 2644–2652. DOI: <https://doi.org/10.1111/are.13722>
- Yang, M., Xu, X. Y., Hu, H. W., Zhang, W. D., Ma, J. Y., Lei, H. P., Wang, Q. Z., Xie, X., & Gong, Z. (2023). Combined application of nitrogen, phosphorus, iron, and silicon improves growth and fatty acid composition in marine epiphytic diatoms. *Frontiers in Marine Science*, *10*, 1292713. DOI: <https://doi.org/10.3389/fmars.2023.1292713>
- Zhao, W., Yao, R., He, X.-S., Liao, Z.-H., Liu, Y.-T., Gao, B.-Y., Zhang, C.-W., & Niu, J. (2022). Beneficial contribution of the microalga *Odontella aurita* to the growth, immune response, antioxidant capacity, and hepatic health of juvenile golden pompano (*Trachinotus ovatus*). *Aquaculture*, *555*, 738206. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2022.738206>