

## Study the molecule species of phosphatidylethanolamine class in soft coral *Sinularia flexibilis* lipid at different times of the year

Dang Thi Phuong Ly<sup>1,2,\*</sup>, Pham Minh Quan<sup>1,2</sup>, Nguyen Thi Nga<sup>1,2</sup>, Trinh Thi Thu Huong<sup>1,2</sup>, Andrey Imbs Borisovich<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*Institute of Natural Products Chemistry, VAST, Vietnam*

<sup>2</sup>*Graduate University Science and Technology, VAST, Vietnam*

<sup>3</sup>*National Scientific Center of Marine Biology, Far-Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, Vladivostok, Russian Federation*

\*E-mail: [phuongly1412@gmail.com](mailto:phuongly1412@gmail.com)

Received: 11 November 2020; Accepted: 6 February 2021

©2021 Vietnam Academy of Science and Technology (VAST)

### Abstract

Samples of soft coral *Sinularia flexibilis* were collected in February, May, August, November in Nha Trang, Khanh Hoa. The content of molecular species in phosphatidylethanolamine class in the lipid of obtained coral samples has been determined. Identified 14 types of PE molecule species, in which the alkenylacyl PE 18:1e/20:4 has the highest concentration, ranging from 51.35% to 63.16% in 4 samples, the highest and lowest concentrations were in a sample collected in August and November, respectively. Samples collected in August and May have a lower diacyl PE ratio than samples collected in November and February. This study identified the lowest alkylacyl and the highest alkenylacyl concentration in a sample collected in August. The fatty acids present in this class are 17:1, 18:1, 18:2, 19:1, 20:4, and 24:5. The percentage of the total content of molecule species by each fatty acid is similar between months. The total content of molecule species containing 20:4n fatty acids was 80.08–84.27% of the PE class, and the difference was not significant in 4 coral samples. There was an inverse correlation between the total content of molecule species containing 20:4n PUFA and the total content of 20:4n fatty acid and the proportional correlation between the content of PE molecule species containing 24:5n PUFA content of 24:5n fatty acid in total fatty acids.

**Keywords:** Lipid, phospholipid, phosphatidylethanolamine, soft coral, *Sinularia flexibilis*.

## Nghiên cứu thành phần dạng phân tử lớp chất phosphatidylethanolamine của lipid mẫu san hô mềm *Sinularia flexibilis* theo các thời điểm khác nhau trong năm

Đặng Thị Phương Ly<sup>1,2,\*</sup>, Phạm Minh Quân<sup>1,2</sup>, Nguyễn Thị Nga, Trịnh Thị Thu Hương<sup>1,2</sup>, Andrey Imbs Borisovich<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Viện Hóa học các hợp chất thiên nhiên, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam, Việt Nam

<sup>2</sup>Học viện Khoa học và Công nghệ, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam, Việt Nam

<sup>3</sup>Trung tâm nghiên cứu Quốc gia về sinh vật biển, Phân viện Viễn Đông, Liên bang Nga

\*E-mail: [phuongly1412@gmail.com](mailto:phuongly1412@gmail.com)

Nhận bài: 11-11-2020; Chấp nhận đăng: 6-2-2021

### Tóm tắt

Các mẫu san hô mềm *Sinularia flexibilis* thu thập trong tháng 2, 5, 8, 11 tại vùng biển Nha Trang, Khánh Hòa. Hàm lượng các dạng phân tử trong lớp chất phosphatidylethanolamine trong lipid các mẫu san hô thu được đã được xác định. Nhận dạng được 14 dạng phân tử PE, trong đó dạng phân tử alkenylacyl PE 18:1e/20:4 có hàm lượng cao nhất, dao động từ 51,35–63,16% trong 4 mẫu, cao nhất ở mẫu thu tháng 8 và thấp nhất ở mẫu thu tháng 11. Mẫu thu tháng 8 và tháng 5 có tỉ lệ diacyl PE thấp hơn so với các mẫu thu tháng 11 và tháng 2. Hàm lượng alkylacyl thấp nhất và alkenylacyl cao nhất ở mẫu tháng 8. Các axit béo có mặt trong lớp chất này là 17:1, 18:1, 18:2, 19:1, 20:4 và 24:5, tỉ lệ tổng hàm lượng các dạng phân tử theo từng axit béo khá tương đồng giữa các tháng. Tổng hàm lượng các dạng phân tử có chứa axit béo 20:4n là 80,08–84,27% phân lớp PE và chênh lệch không nhiều ở 4 mẫu san hô. Có tương quan tỉ lệ nghịch giữa tổng hàm lượng các dạng phân tử chứa PUFA 20:4n và tổng hàm lượng axit béo 20:4n và tương quan tỉ lệ thuận giữa hàm lượng các dạng phân tử PE chứa PUFA 24:5n và hàm lượng axit béo 24:5n trong tổng axit béo.

**Từ khóa:** Lipid, phospholipid, axit béo, thân mềm biển, *Sinularia flexibilis*.

### MỞ ĐẦU

Cho đến nay đã có rất nhiều các công trình nghiên cứu về thành phần và hàm lượng lipid và axit béo của các họ san hô khác nhau ở Việt Nam và trên thế giới đã được thực hiện, kết quả thu được giúp cho các nhà khoa học hiểu rõ hơn về cấu tạo hóa sinh, cơ chế trao đổi chất cùng nhiều thông tin hữu ích khác như dinh dưỡng, sức khỏe của rạn san hô,... Tại Việt Nam, trước đây các nghiên cứu về san hô mới chỉ dừng ở mức độ nghiên cứu sự đa dạng sinh thái, đánh giá hiện trạng rạn san hô, các nghiên cứu hóa sinh thu được những số liệu về hàm

lượng lipid tổng, thành phần axit béo tổng, thành phần các lớp chất trong lipid tổng, một số nghiên cứu có đi sâu vào nghiên cứu thành phần và hàm lượng các lớp chất lipid không phân cực [1].

Trong san hô mềm (Alcyonaceae), giống *Sinularia* có số lượng loài đa dạng nhất. Trong đó *Sinularia flexibilis* là một trong những loài phổ biến, phân bố rộng rãi trong các vùng biển khác nhau, trong đó có vùng biển Nha Trang, Khánh Hòa, Việt Nam. Trong một tài liệu tổng quan năm 2008, tác giả Mohammad K. K. et al., đã thống kê được 210 công bố từ năm 1975

đến năm 2007 về các chất chuyển hóa thứ cấp được phân lập từ các loài san hô thuộc giống *Sinularia*, trong đó có 42 công bố về loài *Sinularia flexibilis* [2]. Thành phần hóa học của loài san hô này giàu các hợp chất có cấu trúc hóa học thú vị, đặc biệt là các cembranoid diterpene, bicembranoid diterpene; steroid, polyhydroxysteroid và các hợp chất polyamine [3–7] với các hoạt tính kháng khuẩn, chống viêm, kháng u, gây độc tế bào, giảm đau, bảo vệ thần kinh,... Với những hoạt tính sinh học đa dạng và mạnh mẽ của các hợp chất phân lập được, loài san hô này được đánh giá có tiềm năng lớn trong ứng dụng phát triển các sản phẩm dược liệu mới [2]. Chính vì thế, trong 10 năm trở lại đây, các nghiên cứu trên loài san hô này vẫn đều đặn được công bố hàng năm, trên cả đối tượng thu thập trong môi trường tự nhiên và san hô được nuôi nhân tạo [8]. Bên cạnh rất nhiều các nghiên cứu về các hoạt chất thứ cấp trong thành phần hóa học loài san hô *Sinularia flexibilis*, các nghiên cứu về lipid lại rất hạn chế. Trong một công bố năm 2010, tác giả Imbs et al., đã sử dụng thành phần axit béo của 64 loài san hô mềm trong đó có *Sinularia flexibilis* trong phân loại chemotaxonomy. Các nghiên cứu về thành phần dạng phân tử của các lớp chất lipid từ loài san hô này hoàn toàn chưa được thực hiện.

Trong thành phần lipid của san hô, lipid phân cực mà thành phần chủ yếu là các phospholipid có trở quan trọng, là cơ sở cấu trúc của các màng tế bào trong cơ thể sinh vật. Ở đối tượng san hô, phosphatidylethanolamine (PE) là một trong những phospholipid chiếm hàm lượng lớn nhất, hàm lượng này có thể lên tới 25–30% tổng phospholipid. Thực hiện phân tích trên sắc ký lớp mỏng cho thấy, lớp chất phosphatidylethanolamine phân bố biệt lập với các phân lớp còn lại, có khả năng phân lập sạch cao để tiến hành nghiên cứu so với các lớp chất khác. Việc thực hiện nghiên cứu thành phần dạng phân tử của các lớp chất phospholipid nói chung và lớp chất phosphatidylethanolamine nói riêng vào các thời điểm khác nhau trong năm sẽ bước đầu đánh giá được tính ổn định/biến đổi trong thành phần lớp chất này và làm tiền đề cho những nghiên cứu sâu rộng hơn trong tương lai.

## NGUYÊN LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### Nguyên liệu

Mẫu san hô mềm *Sinularia flexibilis* được thu thập trong 4 tháng 2,5,8,11 trong năm tại vùng biển Nha Trang, Khánh Hòa tại độ sâu 7–8 m có kí hiệu (S-T2, S-T5, S-T8, S-T11). Mẫu san hô được định tên bởi PGS. TS. Hoàng Xuân Bền và ntk., tại Viện Hải Dương học, Nha Trang.

### Phương pháp nghiên cứu

#### Phương pháp chiết lipid tổng

Từ mẫu san hô tươi thu được, lipid tổng được chiết theo phương pháp của Folch J. F., sử dụng hệ dung môi  $\text{CHCl}_3$ :MeOH tỉ lệ 2:1 theo thể tích [9].

#### Phương pháp xác định thành phần, hàm lượng axit béo

Hỗn hợp axit béo trong lipid tổng của mẫu nghiên cứu được methyl hóa sang dạng methyl ester bằng tác nhân  $\text{H}_2\text{SO}_4$ /MeOH 2% ở 80°C trong thời gian 2 h. Hỗn hợp methyl của axit béo được phân tích trên máy sắc ký khí kết nối khối phổ (GC-MS) hãng Shimadzu QP-2010 (Kyoto, Nhật Bản), sử dụng thư viện chuẩn của NIST để so sánh.

#### Phân tích thành phần dạng phân tử của lớp chất phosphatidylethanolamine

Lớp chất phosphatidylethanolamine được phân lập bằng sắc ký lớp mỏng điều chế, triển khai trên bản mỏng Sorbfil (15 cm × 10 cm, Krasnodar, LB Nga) với hệ dung môi  $\text{CHCl}_3$ :MeOH: $\text{C}_6\text{H}_6$ :28% $\text{NH}_4\text{OH}$  (70:30:5:1, v:v:v), giải hấp bằng hệ dung môi  $\text{CHCl}_3$ :MeOH: $\text{H}_2\text{O}$  (70:30:1, theo thể tích).

Dạng phân tử của các phân lớp lipid phân cực của các mẫu san hô được phân tích bằng phương pháp phổ khối phân giải cao, được ghi trên thiết bị Shimadzu LCMS-IT-TOF, do hãng Shimadzu (Kyoto, Nhật Bản) cung cấp. Các phân tích được thực hiện với hệ thống sắc ký lỏng Shimadzu Prominence. Các dạng phân tử của phân lớp phospholipid được phát hiện bởi HRMS và xác định bằng việc so sánh với bộ phổ chất chuẩn của hãng Shimadzu Solution với phần mềm xử lý v.3.60.361. Quá trình định lượng các dạng phân tử của mỗi lớp chất lipid phân cực được tính toán theo diện tích mỗi pic

chất thu được trên phổ ion âm và ion dương [9].

**KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN**

**Hàm lượng các dạng phân tử trong lớp chất phosphatidylethanolamine của lipid mẫu san hô *Sinularia flexibilis* theo các tháng trong năm**

Quá trình định lượng các dạng phân tử của mỗi lớp chất lipid phân cực được tính toán theo

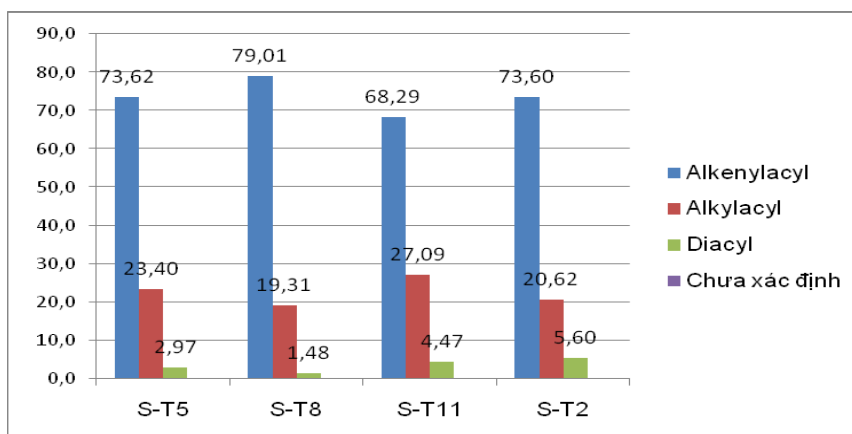
diện tích mỗi pic chất thu được trên phổ ion âm và ion dương. Đối với phân tử phosphatidylethanolamine, các tín hiệu trên phổ ion âm được nhận dạng nhạy hơn các tín hiệu trên phổ ion dương, do vậy tín hiệu ion âm sẽ được sử dụng để tính toán định lượng các dạng phân tử có mặt trong lớp chất. Kết quả thu được về hàm lượng thành phần lớp chất PE trong 4 đợt thu mẫu ở 4 tháng khác nhau được trình bày trong bảng sau.

*Bảng 1.* Hàm lượng các dạng phân tử có mặt trong phân lớp PE trong mẫu san hô *S. flexibilis* nghiên cứu theo 4 tháng trong năm

Dạng phân tử PE	S-T5	S-T8	S-T11	S-T2
18:1e/17:1	3,33	4,38	5,92	1,83
18:0e/17:1	2,71	2,87	4,29	1,36
16:1e/20:4	2,33	2,17	1,98	5,05
16:0e/20:4	1,59	1,53	2,04	1,97
18:0e/18:2 + 18:1e/18:1	1,02	1,00	1,08	0,45
18:0e/18:1	0,28	0,06	0,05	0,06
18:1e/20:4	58,38	63,16	51,35	53,55
18:0e/20:4	14,38	11,32	16,53	11,51
19:1e/20:4	3,57	4,61	3,70	5,52
18:1/20:4	1,91	0,21	1,81	2,37
19:1/20:4	1,06	1,28	2,66	3,23
18:1e/24:5	5,50	4,20	4,80	7,42
18:0e/24:5	3,93	3,04	3,64	5,50
Khác	0,02	0,19	0,15	0,18

Kết quả trong bảng 1 cho thấy, trong số 14 dạng phân tử PE xác định được, có 6 dạng phân tử là alkenylacyl PE, 6 dạng phân tử là alkylacyl PE, và chỉ có 2 dạng phân tử là diacyl PE. Tỷ lệ hàm lượng giữa các nhóm trong 4 tháng được

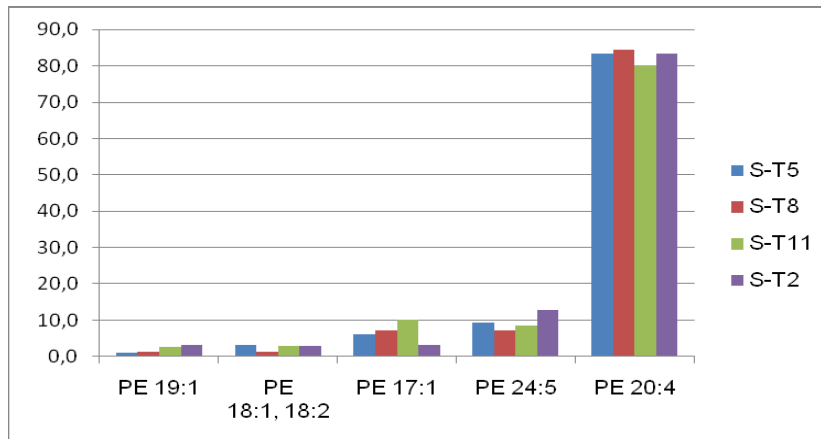
thể hiện trên hình 1. Trong các mẫu được nghiên cứu, mẫu S-T8 và S-T5 có tỉ lệ diacyl PE thấp hơn so với các mẫu S-T11 và S-T2. Hàm lượng alkylacyl thấp nhất ở mẫu S-T8, ngược lại hàm lượng alkenylacyl cao nhất trong tháng này.



*Hình 1.* Tỷ lệ các dạng alkenylacyl, alkylacyl, diacyl trong lớp chất PE của mẫu san hô nghiên cứu

Các axit béo có mặt trong các dạng phân tử của lớp chất này không quá đa dạng, bao gồm axit béo 17:1, 18:1, 18:2, 19:1, 20:4 và 24:5, thấp nhất là hàm lượng các dạng phân tử chứa axit béo 19:1, cao nhất là các dạng phân tử chứa axit béo 20:4. Quan sát hình 2

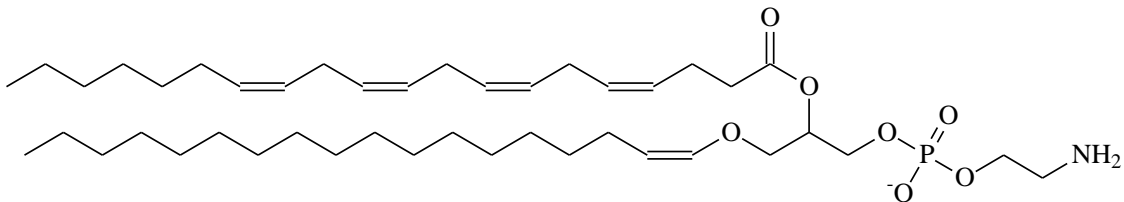
thấy rằng, tuy xét cụ thể các số liệu phân tích từng tháng cũng có sự khác biệt nhất định nhưng chênh lệch không quá đáng kể, về mặt tỉ lệ tổng hàm lượng các dạng phân tử chứa theo từng axit béo khá tương đồng giữa các tháng.



Hình 2. Tỉ lệ tổng hàm lượng các dạng phân tử trong lớp chất PE của mẫu san hô nghiên cứu chứa theo từng axit béo trong thành phẩm

Dạng phân tử PE chiếm hàm lượng cao nhất trong cả 4 tháng là 18:1e/20:4 PE, giá trị dao động từ 51,35 đến 63,16%, cao nhất ở S-T8 và thấp nhất ở S-T11. Giá trị này ở S-T11 và S-T2 khá gần nhau. Kết quả này cũng tương đồng với một số công bố trước đó về dạng phân tử

lớp chất phosphatidylethanolamine của các mẫu san hô giống *Sinularia*: Ở loài *Sinularia macropodia* 18:1e/20:4 PE chiếm 56%, cao nhất trong phân lớp PE [10], ở loài *Sinularia siaesensis* 18:1e/20:4 PE chiếm tới 90,9% trong phân lớp PE [11].



18:1e/20:4 PE

Có tới 7/14 dạng phân tử có mặt axit béo 20:4n. Dữ liệu phổ khối phân giải cao không cho phép xác định được vị trí của nối đôi trong phân tử, để xác định cần dựa vào kết quả phân tích thành phần các axit béo. Kết quả phân tích thành phần axit béo đã xác định được axit béo có mặt trong các dạng phân tử này có thể là 20:4n-6, với hàm lượng dao động từ 5,93% tới 16,30% trong tổng axit béo của 4 mẫu; hoặc 20:4n-3 với hàm lượng dao động từ 0,80% tới 1,27% tổng axit béo trong các mẫu được nghiên cứu.

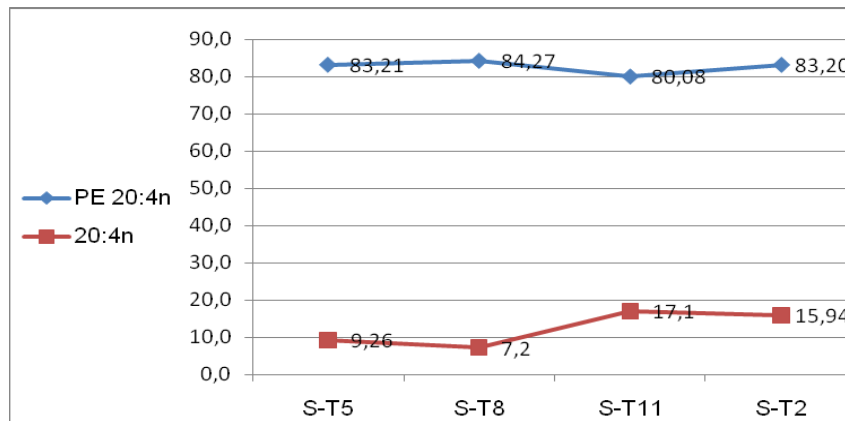
Tổng hàm lượng các dạng phân tử có chứa axit béo 20:4n chiếm tới 80,08% đến 84,27% trong phân lớp PE ở 4 tháng thu mẫu san hô, như vậy sự chênh lệch không quá đáng kể giữa các tháng (bảng 2). Tuy nhiên, khi xem xét các phân tích nhận thấy có tương quan tỉ lệ nghịch giữa tổng hàm lượng các dạng phân tử chứa PUFA 20:4n và tổng hàm lượng 20:4n/tổng axit béo của các mẫu trong 4 tháng được nghiên cứu (hình 3).

Axit béo 24:5n chỉ có mặt trong 2 dạng phân tử PE, tuy nhiên tổng hàm lượng của 2 dạng phân tử này trong phân lớp PE cũng chiếm một tỉ lệ đáng kể (7,23% đến 12,92% trong 4 tháng được nghiên cứu). Xem xét số

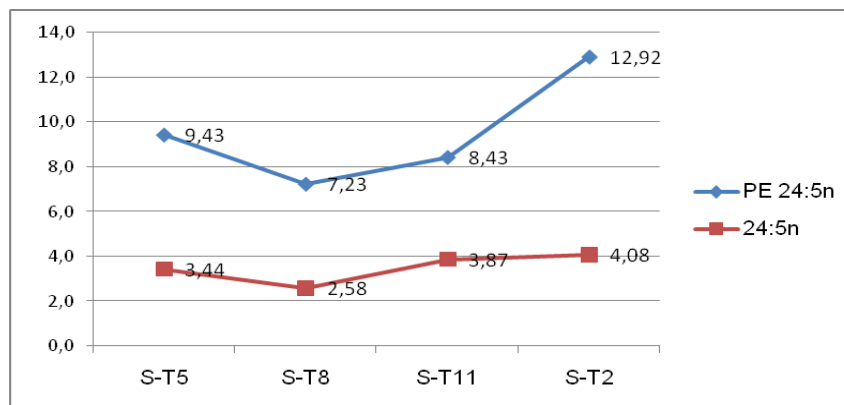
liệu phân tích trong 4 tháng, nhận thấy có tương quan tỉ lệ thuận giữa hàm lượng các dạng phân tử PE chứa PUFA 24:5n và hàm lượng axit béo này trong tổng axit béo của mẫu san hô nghiên cứu (hình 4).

Bảng 2. Thành phần và hàm lượng các axit béo trong lipid tổng mẫu san hô *S. flexibilis* theo 4 tháng

STT	Axit béo	Hàm lượng (% tổng axit béo)			
		S-T5	S-T8	S-T11	S-T2
1	12:0	0,09	0,05	0,15	0,13
2	14:0	1,21	1,16	1,28	1,15
3	16:0	51,05	54,12	32,93	37,19
4	16:1n-9	0,33	0,35	0,51	0,35
5	16:1n-7	2,14	2,13	1,3	2,86
6	16:2n-7	4,53	4,58	3,82	5,92
7	17:0	0,1	0,08	0,15	0,13
8	17:1n	2,02	2,28	1,04	1,03
9	16:4n-1	0,41	0,29	0,51	0,53
10	18:0	8,21	8,85	10,18	8,3
11	18:1n-9	2,86	3,17	2,91	3,28
12	18:1n-7	0,32	0,31	0,43	0,49
13	18:2n-9	0,91	0,97	1,6	1,5
14	18:2n-7	2,48	2,97	3,18	3,41
15	18:2n-6	0,62	0,2	0,89	0,68
16	18:3n-6	0,12	0,03	1,7	1,23
17	18:3n-4	1,24	1,05	1,1	1,32
18	18:3n-3	0,33	0,24	0,43	0,5
19	18:4n-3	2,86	2,03	1,05	0,89
20	18:4n-1	0,39	0,36	0,82	0,9
21	18:5n-3	0,05	0,02	0,16	0,13
22	20:0	0,69	0,81	0,61	0,54
23	20:1n-9	0,21	0,11	0,31	0,25
24	21:0	0,11	0,07	1,09	0,77
25	20:4n-6	8,12	5,93	16,3	14,77
26	20:4n-3	1,14	1,27	0,8	1,17
27	20:5n-3	0,53	0,29	0,72	0,83
28	22:0	0,53	0,68	0,43	0,4
29	22:4n-6	0,09	0,11	0,15	0,18
30	22:5n-6	0,07	0,13	0,22	0,09
31	24:0	0,1	0,09	0,13	0,1
32	22:6n-3	1,42	1,63	1,19	1,41
33	24:5n-6	3,44	2,58	3,87	4,08
34	24:6n-3	0,99	0,76	0,49	0,7
35	Khác	0,29	0,30	0,85	0,13



Hình 3. Hàm lượng các dạng phân tử PE chứa PUFA 20:4n và hàm lượng axit béo 20:4n trong tổng axit béo mẫu san hô nghiên cứu theo 4 tháng



Hình 4. Hàm lượng các dạng phân tử PE chứa PUFA 24:5n và hàm lượng 24:5n trong tổng axit béo mẫu san hô nghiên cứu theo 4 tháng

Trong nghiên cứu năm 2010 của nhóm tác giả Imbs AB. và cộng sự về axit béo của san hô vật chủ và vi sinh vật cộng sinh *zooxanthellae*, các axit béo 20:4n và axit béo đa nối đôi tetracosapolyenoic C24 đã được chứng minh nguồn gốc xuất phát từ san hô vật chủ trong hệ cộng sinh san hô - vi sinh vật cộng sinh *zooxanthellae* [12]. Kết quả nghiên cứu cho thấy hơn 90% dạng phân tử phân lớp phosphatidylethanolamine ở mẫu san hô *Sinularia flexibilis* chứa các axit béo này, do vậy lớp chất phosphatidylethanolamine có thể là lớp chất đặc trưng cho san hô vật chủ trong hệ cộng sinh san hô - *zooxanthellae*.

#### KẾT LUẬN

Trong lipid của mẫu san hô mềm *Sinularia flexibilis* thu thập vào tháng 2, 5, 8, 11 nhận

dạng được 14 dạng phân tử PE, trong đó dạng phân tử alkenylacyl PE 18:1e/20:4 có hàm lượng cao nhất, dao động từ 51,35–63,16% trong 4 tháng thu mẫu, cao nhất ở mẫu thu tháng 8 và thấp nhất ở mẫu thu tháng 11. Mẫu thu tháng 8 và tháng 5 có tỉ lệ diacyl PE thấp hơn so với các mẫu thu tháng 11 và tháng 2. Hàm lượng alkylacyl thấp nhất và alkenylacyl cao nhất ở mẫu tháng 8. Các axit béo có mặt trong lớp chất này là 17:1, 18:1, 18:2, 19:1, 20:4 và 24:5, tỉ lệ tổng hàm lượng các dạng phân tử theo từng axit béo khá tương đồng giữa các tháng. Tổng hàm lượng các dạng phân tử có chứa axit béo 20:4n là 80,08–84,27% phân lớp PE và chênh lệch không nhiều ở 4 tháng. Có tương quan tỉ lệ nghịch giữa tổng hàm lượng các dạng phân tử chứa PUFA 20:4n và tổng hàm lượng axit béo 20:4n và tương quan tỉ

lệ thuận giữa hàm lượng các dạng phân tử PE chứa PUFA 24:5n và hàm lượng axit béo 24:5n trong tổng axit béo trong 4 tháng thu mẫu.

**Lời cảm ơn:** Công trình trên được thực hiện dưới sự hỗ trợ kinh phí từ Đề tài mã số ĐLTE00.06/18–19 thuộc Chương trình Hỗ trợ cán bộ khoa học trẻ của Viện Hàn lâm Khoa học và công nghệ Việt Nam.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Pham Quoc Long, Imbs Andrey Borisovich, 2012. Lipids, fatty acids and oxylin of corals. *Publishing House of Natural Sciences and Technology*, pp. 123–184.
- [2] Khalesi, M. K., Beeftink, H. H., and Wijffels, R. H., 2008. The soft coral *Sinularia flexibilis*: potential for drug development. In *Advances in Coral Husbandry in Public Aquariums* (No. 2, pp. 47–60). *Burgers' Zoo*.
- [3] Wang, J., Su, P., Gu, Q., Li, W. D., Guo, J. L., Qiao, W., Feng, D. Q., and Tang, S. A., 2017. Antifouling activity against bryozoan and barnacle by cembrane diterpenes from the soft coral *Sinularia flexibilis*. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 120, 97–103. <https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2017.02.013>.
- [4] Shih, H. J., Tseng, Y. J., Huang, C. Y., Wen, Z. H., Dai, C. F., and Sheu, J. H., 2012. Cytotoxic and anti-inflammatory diterpenoids from the Dongsha Atoll soft coral *Sinularia flexibilis*. *Tetrahedron*, 68(1), 244–249. <https://doi.org/10.1016/j.tet.2011.10.054>
- [5] Chen, W. T., Li, Y., and Guo, Y. W., 2012. Terpenoids of *Sinularia* soft corals: Chemistry and bioactivity. *Acta Pharmaceutica Sinica B*, 2(3), 227–237. <https://doi.org/10.1016/j.apsb.2012.04.004>.
- [6] Hu, L. C., Yen, W. H., Su, J. H., Chiang, M. Y. N., Wen, Z. H., Chen, W. F., Lu, T. J., Chang, Y. W., Chen, Y. H., Wang, W. H., Wu, Y. C., and Sung, P. J., 2013. Cembrane derivatives from the soft corals, *Sinularia gaweli* and *Sinularia flexibilis*. *Marine Drugs*, 11(6), 2154–2167. <https://doi.org/10.3390/md11062154>
- [7] Chen, W. T., Liu, H. L., Yao, L. G., and Guo, Y. W., 2014. 9, 11-Secosteroids and polyhydroxylated steroids from two South China Sea soft corals *Sarcophyton trocheliophorum* and *Sinularia flexibilis*. *Steroids*, 92, 56–61. <https://doi.org/10.1016/j.steroids.2014.08.027>
- [8] Tsai, T. C., Chen, H. Y., Sheu, J. H., Chiang, M. Y., Wen, Z. H., Dai, C. F., and Su, J. H., 2015. Structural elucidation and structure–Anti-inflammatory activity relationships of cembranoids from cultured soft corals *Sinularia sandensis* and *Sinularia flexibilis*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 63(32), 7211–7218. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.5b01931>
- [9] Imbs, A. B., Dang, L. P., Rybin, V. G., and Svetashev, V. I., 2015. Fatty acid, lipid class, and phospholipid molecular species composition of the soft coral *Xenia* sp. (Nha Trang bay, the South China Sea, Vietnam). *Lipids*, 50(6), 575–589. <https://doi.org/10.1007/s11745-015-4021-0>
- [10] Dang Thi Phuong Ly, 2016. Study on composition of lipids and molecular species of phospholipids of some soft corals of Vietnam. *Doctoral thesis. Graduate University Science and Technology, VAST, Vietnam*.
- [11] Sikorskaya, T. V., and Imbs, A. B., 2018. Study of total lipidome of the *Sinularia siaesensis* soft coral. *Russian Journal of Bioorganic Chemistry*, 44(6), 712–723. <https://doi.org/10.1134/S1068162019010151>
- [12] Imbs, A. B., Yakovleva, I. M., and Pham, L. Q., 2010. Distribution of lipids and fatty acids in the zooxanthellae and host of the soft coral *Sinularia* sp. *Fisheries Science*, 76(2), 375–380. <https://doi.org/10.1007/s12562-009-0213-y>