

DOI:10.22144/jvn.2017.029

## TỐI ƯU HÓA QUÁ TRÌNH NẤU CHIẾT ALGINATE TỪ BÃ RONG NÂU *Turbinaria ornata* (TURNER) J. AGARDH

Nguyễn Văn Thành<sup>1</sup>, Bùi Văn Nguyên<sup>2</sup>, Nguyễn Đình Thuát<sup>3</sup>, Trần Thị Thanh Vân<sup>3</sup> và Vũ Ngọc Bội<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Trường Đại học Kiên Giang

<sup>2</sup>Trường Đại học Khánh Hòa

<sup>3</sup>Viện Nghiên cứu và Ứng dụng Công nghệ Nha Trang, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

<sup>4</sup>Trường Đại học Nha Trang

### Thông tin chung:

Ngày nhận: 09/09/2016

Ngày chấp nhận: 29/04/2017

### Title:

Optimizing the extraction procedures for alginate from the residues of marine brown seaweed *Turbinaria ornata* (TURNER) J. AGARDH

### Từ khóa:

Alginate, tách chiết, tối ưu hóa, *Turbinaria ornata*

### Keywords:

Alginate, extraction, optimization, *Turbinaria ornata*

### ABSTRACT

Alginate is liner polysaccharides extracted from brown seaweed. It is a co-polymer composed of (1→4)-β-D-mannuronic acid and α-L-guluronic acid. In this paper, the effects of technological factors such as pH value of sodium carbonate solution, temperature and time during the alkaline extraction step on alginate yield and viscosity of the alginate were studied. The results showed that the best conditions for alkaline extraction alginate from brown seaweed residue *Turbinaria ornata* were determined at pH value of sodium carbonate solution 11, temperature 59°C for 1.5 hours. The maximum alginate content and viscosity were 32.15% dry weight algae and 743 mPa.s, respectively.

### TÓM TẮT

Alginate là một co-polymer mạch thẳng được chiết suất từ rong nâu, được tạo thành từ liên kết (1→4) của β-D-mannuronic acid và α-L-guluronic acid. Trong nghiên cứu này, ảnh hưởng của các yếu tố công nghệ tại công đoạn chiết kiềm như pH của dung dịch soda, nhiệt độ và thời gian nấu chiết đến hàm lượng và độ nhớt của alginate được nghiên cứu. Kết quả cho thấy điều kiện tốt nhất cho công đoạn nấu chiết alginate từ bã rong nâu *Turbinaria ornata* được xác định là dung dịch soda dùng để chiết có pH = 11, nhiệt độ nấu chiết 59°C và thời gian nấu chiết 1,5 giờ. Hàm lượng và độ nhớt của alginate lớn nhất thu được tương ứng là 32,15% so với khối lượng rong khô và 743 mPa.s.

Trích dẫn: Nguyễn Văn Thành, Bùi Văn Nguyên, Nguyễn Đình Thuát, Trần Thị Thanh Vân và Vũ Ngọc Bội, 2017. Tối ưu hóa quá trình nấu chiết alginate từ bã rong nâu *Turbinaria ornata* (Turner) J. AGARDH. Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ. 49b: 116-121.

## 1 GIỚI THIỆU

Biển Việt Nam có đến 1.000 loài rong biển đã được xác định, trong đó có hơn 120 loài rong nâu có giá trị kinh tế cao và có trữ lượng lớn nhất. Rong nâu phân bố từ biển Bắc đến biển Nam nhưng tập trung nhiều nhất là ở biển miền Trung. Sản lượng rong nâu tự nhiên ước tính hằng năm khoảng 15.000-35.000 tấn rong khô, chủ yếu là họ

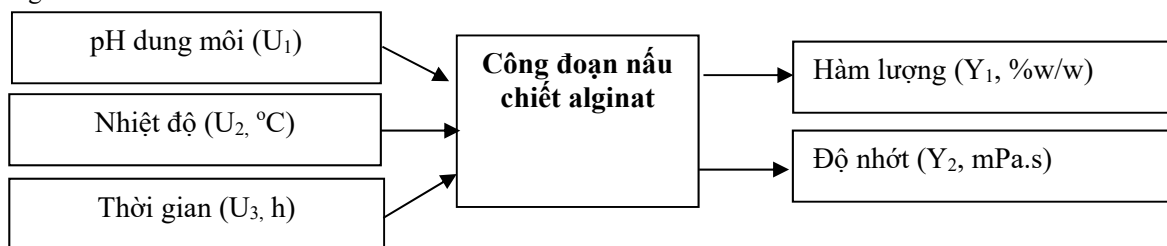
rong mơ (*Sargassaceae*) với hai chi *Sargassum* và *Turbinaria* là nguồn nguyên liệu chủ yếu để sản xuất fucoidan và alginate (Tytlyanov *et al.*, 2012).

Alginate là tên gọi chung họ các muối của alginic acid được tách chiết từ rong nâu. Alginate không độc, không gây miễn dịch, có khả năng thích ứng và phân hủy sinh học cao và được gọi là một "hóa chất xanh", do vậy alginate được sử dụng với

nhiều mục đích khác nhau (Yang *et al.*, 2009). Alginate là một anionic, co-polyme mạch thẳng được tạo thành từ  $\beta$ -D-mannuronic acid (M) và  $\alpha$ -L-guluronic acid (G) gắn với nhau qua liên kết (1 $\rightarrow$ 4) glycosid (Haug *et al.*, 1974). Hàm lượng và các thuộc tính lý, hóa sinh học của alginate biến đổi theo loài rong, giai đoạn trưởng thành, mùa vụ và môi trường sống của rong (Saraswathi *et al.*, 2003).

Fucoïdan là polysaccharide sulfate cũng được tách chiết từ rong nâu, hàm lượng có thể đạt đến 4% khối lượng rong khô (Nguyễn Duy Nhứt và *ctv.*, 2007). Những nghiên cứu gần đây nhất cho thấy nó có nhiều hoạt tính sinh học như chống đông tụ máu, kháng khuẩn, chống ung thư... (Pádua *et al.*, 2015). Theo đó, nước ta có thể sản xuất từ 400 – 800 tấn fucoïdan thô mỗi năm, tương ứng đã thải ra một lượng đáng kể bã thải rong nâu mà trước đây chủ yếu bỏ đi hoặc dùng làm phân bón, tác giả tận dụng nguồn bã thải rong nâu này để chiết alginate.

Trong quy trình tách chiết alginate từ bã rong nâu, quá trình nấu chiết là công đoạn quan trọng quyết định đến hàm lượng và độ nhớt của alginate. Các yếu tố chủ yếu ảnh hưởng được xem xét đó là nồng độ soda dùng để chiết (thể hiện qua pH), nhiệt độ và thời gian chiết (Hernández-carmona *et al.*, 1999). Mục tiêu nghiên cứu một cách có hệ thống tác động của mỗi yếu tố và tác động tương hợp giữa chúng để tìm được chế độ nấu chiết bã rong nâu *Turbinaria ornata* nhằm thu được alginate có độ nhớt cao và hàm lượng tách chiết alginate lớn nhất.



Thiết kế thí nghiệm và tối ưu hóa đầy đủ các yếu tố kỹ thuật trong công đoạn nấu chiết bằng phương pháp Box – Behnken. Các nhân tố nghiên cứu có khoảng biến thiên như sau: Nồng độ kiềm (thể hiện qua giá trị pH):  $8 \leq U_1 \leq 12$ ; nhiệt độ chiết:  $50^\circ\text{C} \leq U_2 \leq 80^\circ\text{C}$  và thời gian chiết:  $1\text{h} \leq U_3 \leq 4\text{h}$ . Các hàm mục tiêu cần đạt được gồm có hàm lượng alginate ( $Y_1$ ) và độ nhớt của dung dịch

## 2 NGUYÊN VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1 Thu thập và xử lý nguyên liệu

Rong nâu *Tubularia ornata* được thu thập tại vùng biển Nha Trang, Khánh Hòa vào tháng 5/2014. Mẫu rong được định danh bởi TS. Lê Như Hậu (Viện Nghiên cứu và Ứng dụng Công nghệ Nha Trang). Mẫu rong sau khi thu được phơi khô dưới ánh nắng mặt trời trong 2 – 3 ngày và được bảo quản theo phương pháp của Chou *et al.* (1977).

Mẫu rong được cắt nhỏ (2-3 cm), xử lý rong với hỗn hợp (96% EtOH: Chloroform:H<sub>2</sub>O = 89:1:10) theo tỉ lệ w/v = 1/10 trong thời gian 10-15 ngày nhằm loại các hợp chất polyphenol, chất màu và các phân đoạn trọng lượng phân tử thấp (như mannitol). Sau đó, rong được xử lý tiếp 3 lần với dung dịch HCl (pH 2-2,5) tỷ lệ rong:dịch chiết là 1:20, nhiệt độ 60°C trong thời gian 2 giờ với mỗi lần chiết theo Patent Number WO2005014657A1 của Michailovna *et al.* (2005), dịch chiết này dùng để tách chiết fucoïdan và laminaran. Phần bã rong còn lại được rửa nhiều lần bằng nước máy sinh hoạt đến pH trung tính (khoảng 6,5) để tiến hành tách chiết alginate.

### 2.2 Tối ưu hóa quá trình nấu chiết alginate

Hernández-carmona *et al.* (1999) đã chỉ ra rằng, hàm lượng và độ nhớt của alginate phụ thuộc vào các yếu tố nồng độ dung dịch kiềm (thể hiện qua chỉ số pH), nhiệt độ và thời gian xử lý tại công đoạn nấu chiết. Do đó, mô hình thực nghiệm mô tả như sau:

alginate 1% ( $Y_2$ ). Tiến hành tối ưu hóa từng hàm mục tiêu hàm lượng ( $Y_1$ ) và độ nhớt ( $Y_2$ ) theo phương pháp đường dốc nhất. Sau đó dùng phương pháp tối ưu chấp tuyến tính để tìm các giá trị thỏa mãn cả hai hàm mục tiêu.

Bố trí quy hoạch thực nghiệm tối ưu hóa ở Bảng 1:

**Bảng 1: Ma trận thực nghiệm với biến mã**

Số thí nghiệm	U <sub>1</sub>	U <sub>2</sub> (°C)	U <sub>3</sub> (h)	x <sub>1</sub>	x <sub>2</sub>	x <sub>3</sub>
1	12	80	4	1	1	1
2	8	80	4	-1	1	1
3	12	50	4	1	-1	1
4	8	50	4	-1	-1	1
5	12	80	1	1	1	-1
6	8	80	1	-1	1	-1
7	12	50	1	1	-1	-1
8	8	50	1	-1	-1	-1
Thí nghiệm tại tâm (9,10,11)	10	65	2,5	0	0	0

**2.3 Phương pháp xác định hàm lượng alginate**

Rong khô được nấu chiết với các chế độ thực nghiệm. Dịch chiết được tách bằng ly tâm, và bã tiếp tục xử lý lần hai dưới điều kiện tương tự. Dịch chiết cả hai lần gộp lại được xử lý bằng dung dịch HCl 10% đến pH = 2. Kết tủa alginic acid được hình thành và tách ra bằng ly tâm, trung hòa bằng dung dịch Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 10%. Sau đó kết tủa alginate bằng EtOH với thể tích gấp 4 lần thể tích dịch chiết. Ngâm và để lắng kết tủa 4 giờ. Sấy giấy lọc ở 70°C, để vào bình hút ẩm rồi cân đến khối lượng không đổi. Lọc kết tủa bằng giấy lọc và rửa tủa. Tiếp tục sấy chân không giấy lọc và kết tủa ở 50°C trong 2,5 giờ thu được alginate. Hàm lượng alginate được xác định theo phương pháp khối lượng của Hernández-carmona *et al.* (1999) như sau:

$$\text{Hàm lượng alginat (\%)} = \frac{C - B}{A} \times 100$$

Trong đó: A là khối lượng rong khô (g); B là khối lượng giấy lọc (g); C là khối lượng của giấy lọc và kết tủa alginate (g)

**2.4 Phương pháp định độ nhớt**

Dung dịch alginate 1% được đo độ nhớt bằng nhớt kế Brookfield.

**2.5 Phương pháp thu thập và xử lý số liệu**

Tất cả các số liệu thu thập là đại diện của ít nhất 3 thí nghiệm độc lập. Sự khác nhau của các hệ số phương trình hồi quy được kiểm định theo chuẩn t- Student với mức ý nghĩa  $\alpha = 0,05$  và bậc tự do là 2.

**3 KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN**

**3.1 Ảnh hưởng của các yếu tố pH, nhiệt độ và thời gian trong quá trình nấu chiết đến hàm lượng và độ nhớt của alginate**

Kết quả thí nghiệm thu được các phương trình hồi quy như sau:

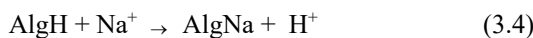
Hàm lượng:  $Y_1 = 32,6363 + 2,2963x_1 + 1,3638x_2 + 1,0563x_3$  (3.1)

Độ nhớt:  $Y_2 = 625,125 + 22,875x_1 - 22,375x_2 - 30,625x_3 - 17,375x_1x_3$  (3.2)

Rong đã được xử lý acid, khi đó một phần muối alginate trong rong sẽ chuyển sang dạng alginic acid được mô tả theo phương trình phản ứng:



Khi chiết trong môi trường kiềm, thì alginic acid sẽ dễ dàng chuyển sang dạng alginate natri được mô tả theo phương trình phản ứng sau:



Theo phương trình hồi quy (3.1) cho thấy hàm lượng alginate có tương quan dương các yếu tố pH, nhiệt độ và thời gian xử lý tương ứng với các hệ số  $b_1 = 2,2963$ ,  $b_2 = 1,3638$  và  $b_3 = 1,0563$ . Trong đó,  $b_1 = 2,2963$  có giá trị lớn nhất. Điều này chứng tỏ nhân tố pH đóng vai trò rất quan trọng ảnh hưởng đến hàm lượng chiết tách alginate. Vai trò của yếu tố nhiệt độ và thời gian trong phương trình phản ứng (3.4) sẽ có tác dụng làm cho quá trình diễn ra tốc độ nhanh hơn và hàm lượng alginate thu được nhiều hơn.

Quá trình nấu chiết kiềm nhằm chuyển alginic acid từ dạng không hòa tan thành dạng alginate natri hoàn tan và khuếch tán ra ngoài dung dịch. Nồng độ Na<sup>+</sup> là yếu tố quyết định đến quá trình chuyển alginic acid thành alginate theo phương trình phản ứng (3.4). Do đó, khi pH thấp, tức là nồng độ Na<sup>+</sup> thấp thì phương trình (3.4) không xảy ra hoàn toàn, khi đó alginic acid vẫn tồn tại trong bã rong dưới dạng không hòa tan, chưa khuếch tán được ra bên ngoài. Với pH càng cao thì nồng độ Na<sup>+</sup> tăng lên, quá trình phản ứng diễn ra tốt hơn, hàm lượng alginic acid trong rong lúc này chuyển sang alginate hòa tan ngày càng nhiều và khuếch tán ra ngoài dung dịch. Khi phản ứng (3.4) được cân bằng chính là thời điểm hàm lượng alginic acid trong bã rong đã chuyển hoàn toàn sang dạng alginate hòa tan ra ngoài dung dịch. Khi phản ứng

cân bằng thì việc tăng nồng độ soda (pH tiếp tục tăng) lên thì hàm lượng alginate có khuynh hướng giảm là do hiện tượng cắt mạch alginate (TSeng *et al.*, 1962; Manapat, 1969). Kết quả nghiên cứu về ảnh hưởng của pH đến hiệu suất chiết alginate cũng có quy luật tương tự như nghiên cứu của các tác giả Chou *et al.* (1977), McHugh (1987) và Hernández-carmona *et al.* (1999).

Theo phương trình hồi quy (3.2) cho thấy độ nhớt bị ảnh hưởng của cả 3 nhân tố pH, nhiệt độ và thời gian nấu chiết với các mức độ khác nhau. Trong 3 yếu tố nghiên cứu, chỉ có hệ số  $b_1 = 22,875 > 0$  phản ánh mức độ tác động dương đến độ nhớt. Trong khoảng pH từ 8 đến 12, cho thấy độ nhớt của alginate tăng theo sự tăng pH. Theo nghiên cứu của Ngô Đăng Nghĩa (1999) thì điều này được giải thích như sau: do cấu trúc các mô của rong *Turbinaria ornata* khá vững chắc nên ở nồng độ kiềm thấp chưa đủ chuyển hết các alginate trong rong ra khỏi tế bào, ở nồng độ kiềm thấp các alginate trọng lượng phân tử thấp chuyển hóa thành dạng hòa tan trước và khuếch tán ra khỏi tế bào dễ dàng hơn các alginate phân tử lượng lớn. Mặt khác, nồng độ kiềm thấp chưa đủ để chuyển hóa hoàn toàn alginate acid về dạng muối hòa tan, cho nên khi pH tăng (nồng độ kiềm tăng) thì mức độ phản ứng (3.4) càng triệt để hơn, kết quả là độ nhớt sẽ tăng lên.

Nếu độ nhớt alginate tương quan dương với pH, thì nhiệt độ và thời gian phản ứng lại có sự tương quan âm với độ nhớt, thể hiện qua các hệ số  $b_2 = -22,375$  và  $b_3 = -30,625$ . Điều này cho thấy cần phải tiến hành nấu chiết trong thời gian vừa đủ cho alginate trao đổi ion với  $Na^+$  và khuếch tán ra dung dịch, không nên kéo dài thời gian nấu cũng như tăng nhiệt độ nấu lên quá cao. Trên phương diện tác động độc lập của từng yếu tố đến độ nhớt, thì tác động làm giảm độ nhớt của alginate gây nên bởi yếu tố thời gian lớn hơn tác nhân nhiệt độ. Bên cạnh đó, theo phương trình (3.2) có hệ số  $b_{13} = -17,375 < 0$  cho thấy có sự tương quan âm đến độ nhớt bởi tác động đồng thời của hai yếu tố nồng độ kiềm (pH) và thời gian nấu chiết. Khi quá trình nấu chiết có pH càng cao và thời gian nấu kéo dài sẽ làm cho độ nhớt giảm, ảnh hưởng này đã được đề cập trong nghiên cứu của Hernández-carmona *et al.* (1999).

### 3.2 Tối ưu hóa quá trình chiết tách alginate từ bã rong nâu *Turbinaria ornata*

#### 3.2.1 Tối ưu hóa theo hàm lượng tách chiết alginate

Kết quả ở Bảng 2 cho thấy ở thí nghiệm 9 cho hàm lượng alginate cao nhất đạt 36,03% khối lượng rong khô, tương ứng với pH = 10, nhiệt độ 65°C và thời gian nấu chiết là 2,5 giờ. Tại thí nghiệm này độ nhớt của alginate đạt 670 mPa. s.

**Bảng 2: Kết quả thí nghiệm tối ưu hóa theo hàm lượng alginate**

Tên biến	U <sub>1</sub>	U <sub>2</sub> (°C)	U <sub>3</sub> (h)	Y <sub>1</sub> (%w/w)	Y <sub>2</sub> (mPa. s)
Mức cơ sở	10	65	2,5		
Bước biến thiên Δ <sub>i</sub>	2	15	1,5		
Giá trị nhỏ nhất	8	50	1		
Giá trị lớn nhất	12	80	4		
Hệ số hồi quy b <sub>j</sub>	2,2963	1,3638	1,0563		
b <sub>j</sub> Δ <sub>j</sub>	4,5926	20,457	1,5845		
Bước chuyển động δ <sub>j</sub>	0,6735	3	0,2323		
Làm tròn	0,7	3	0,2		
Thí nghiệm 9 (tại tâm)	10	65	2,5	<b>36,03</b>	<b>670</b>
Thí nghiệm 10	10,7	68	2,7	35,23	
Thí nghiệm 11	11,4	71	2,9	30,12	
Thí nghiệm 12	12	74	3,1	27,05	

#### 3.2.2 Tối ưu hóa theo độ nhớt alginate

Kết quả ở Bảng 3 cho thấy ở thí nghiệm 11 có độ nhớt alginate là cao nhất 720 mPa. s, tương ứng

với pH = 11, nhiệt độ 57,6°C và thời gian nấu chiết là 1,5 giờ. Tại thí nghiệm này hàm lượng alginate đạt 34,17% khối lượng rong khô.

**Bảng 3: Kết quả thí nghiệm tối ưu hóa theo độ nhớt alginate**

Tên biến	U <sub>1</sub>	U <sub>2</sub> (°C)	U <sub>3</sub> (h)	Y <sub>1</sub> (%w/w)	Y <sub>2</sub> (mPa. s)
Mức cơ sở	10	65	2,5		
Bước biến thiên Δ <sub>j</sub>	2	15	1,5		
Giá trị nhỏ nhất	8	50	1		
Giá trị lớn nhất	12	80	4		
Hệ số hồi quy b <sub>j</sub>	22,875	-22,375	-30,625		
b <sub>j</sub> Δ <sub>j</sub>	45,75	-335,625	-45,938		
Bước chuyển động δ <sub>j</sub>	0,5	-3,668	-0,502		
Làm tròn	0,5	-3,7	-0,5		
Thí nghiệm 9 (tại tâm)	10	65	2,5		670
Thí nghiệm 10	10,5	61,3	2		701
Thí nghiệm 11	11	57,6	1,5	<b>34,17</b>	<b>720</b>
Thí nghiệm 12	11,5	53,9	1		696
Thí nghiệm 13	12	51	1		621

**3.2.3 Tối ưu hóa để đạt hàm lượng và độ nhớt của alginate lớn nhất**

Mục đích thu nhận alginate có hàm lượng và độ nhớt cao nhất. Do đó, phải tối ưu hóa hàm đa mục tiêu để tìm giải pháp công nghệ đáp ứng cho cả hai mục tiêu, đồng thời nâng cao tính toàn diện và tính thuyết phục cho kết quả thu được. Việc tìm nghiệm chung cho cả hai quá trình để đạt được Y<sub>1</sub><sup>max</sup> và Y<sub>2</sub><sup>max</sup> khó có thể thực hiện được, mà chỉ có thể tìm bộ số liệu thỏa hiệp (x<sub>1</sub>, x<sub>2</sub>, x<sub>3</sub>) để các giá trị Y<sub>1</sub> và Y<sub>2</sub> nằm gần Y<sub>1</sub><sup>max</sup> và Y<sub>2</sub><sup>max</sup>. Để tìm được nghiệm thỏa hiệp sử dụng phương pháp chập tuyến tính, phương trình hàm đa mục tiêu có dạng:

$$Y_L = \alpha_1 Y_1 + \alpha_2 Y_2 \tag{3.5}$$

Trong đó: α<sub>1</sub> là hệ số quan trọng ứng với hàm mục tiêu hàm lượng alginate (Y<sub>1</sub>); α<sub>2</sub> là hệ số quan trọng ứng với hàm mục tiêu độ nhớt alginate (Y<sub>2</sub>).

Với mục đích đạt chất lượng của alginate có độ nhớt cao để ứng dụng rộng rãi trong lĩnh vực thực phẩm và nhiều lĩnh vực khác, do đó ưu tiên cho

**Bảng 5: Kết quả thí nghiệm tối ưu hóa hàm đa mục tiêu**

Tên biến	U <sub>1</sub>	U <sub>2</sub> (°C)	U <sub>3</sub> (h)	Y <sub>1</sub> (%w/w)	Y <sub>2</sub> (mPa. s)	Y <sub>L</sub>
Mức cơ sở	10	65	2,5			
Bước biến thiên Δ <sub>j</sub>	2	15	1,5			
Giá trị nhỏ nhất	8	50	1			
Giá trị lớn nhất	12	80	4			
Hệ số hồi quy b <sub>j</sub>	14,64	-12,88	-17,95			
b <sub>j</sub> Δ <sub>j</sub>	29,28	-193,19	-26,93			
Bước chuyển động δ <sub>j</sub>	0,5	-3,29	-0,46			
Làm tròn	0,5	-3	-0,5			
Thí nghiệm 9 (tại tâm)	10	65	2,5	36,03	670	416,41
Thí nghiệm 10	10,5	62	2	34,47	720	445,79
Thí nghiệm 11	11	59	1,5	<b>35,12</b>	<b>743</b>	<b>459,85</b>
Thí nghiệm 12	11,5	56	1	32,06	691	427,42
Thí nghiệm 13	12	53	0,5	31,19	633	392,28

Từ kết quả Bảng 5 cho thấy ở thí nghiệm 11 có giá trị Y<sub>L</sub><sup>max</sup> là 459,85 mPa. s tương ứng với pH =

hàm mục tiêu độ nhớt. Từ đó chọn α<sub>1</sub> = 0,4 và α<sub>2</sub> = 0,6. Phương trình hàm đa mục tiêu (3.5) có dạng:

Y<sub>L</sub> = 0,4Y<sub>1</sub> + 0,6Y<sub>2</sub>. Các hệ số của phương trình hàm đa mục tiêu được tính dựa theo các hệ số của hai phương trình hàm mục tiêu hàm lượng và độ nhớt. Kết quả thể hiện ở Bảng 4.

**Bảng 4: Hệ số phương trình hàm đa mục tiêu**

Hệ số b	Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	Y <sub>L</sub>
b <sub>0</sub>	32,6363	625,125	388,1295
b <sub>1</sub>	2,2963	22,875	14,6435
b <sub>2</sub>	1,3638	-22,375	-12,8795
b <sub>3</sub>	1,056	-30,625	-17,9526
b <sub>13</sub>		-17,375	-10,425

Khi đó, phương trình hồi quy hàm đa mục tiêu có dạng:

$$Y_L = 388,1295 + 14,6435x_1 - 12,8795x_2 - 17,9526x_3 - 10,425x_1x_3$$

Tối ưu hóa hàm đa mục tiêu, kết quả thể hiện ở Bảng 5.

11, nhiệt độ 59°C và thời gian nấu chiết 1,5 giờ. Hàm lượng alginate tách chiết từ bã rong *Turbinaria ornata* chiếm 35,12% khối lượng rong

khô, điều này cho thấy hàm lượng alginate tách chiết từ rong *Turbinaria ornata* cao hơn loài rong *Turbinaria turbinata* ở Mê-hi-cô là 24,6% khối lượng rong khô (García-Ríos *et al.*, 2012), nhưng thấp hơn loài rong *Turbinaria conoides* là 41,4% khối lượng rong khô (Chee *et al.*, 2011). Alginate tách chiết từ bã rong *Turbinaria ornata* có độ nhớt 743 mPa.s được xếp vào loại alginate có độ nhớt tương đối cao nên thích hợp ứng dụng trong công nghiệp thực phẩm và dược phẩm (Minghou *et al.*, 1984).

#### 4 KẾT LUẬN

Trong quá trình nấu chiết alginate từ bã rong nâu *Tubinarina ornata*, hàm lượng và độ nhớt của alginate bị ảnh hưởng bởi các yếu tố pH của dung môi chiết, nhiệt độ và thời gian nấu chiết. Với chế độ nấu chiết bã rong nâu ở pH =11, nhiệt độ 59°C và thời gian nấu chiết 1,5 giờ thu được hàm lượng alginate là 35,12% khối lượng rong khô và độ nhớt 743 mPa.s. Từ đó cho thấy việc tận dùng nguồn bã thải rong nâu sau khi rong đã được chiết tách fucoidan sẽ tạo ra lượng đáng kể nguồn vật liệu alginate để phục vụ cho các ngành sản xuất công nghiệp, góp phần làm tăng hiệu quả khai thác và sử dụng nguồn tài nguyên rong nâu ở nước ta.

#### LỜI CẢM ƠN

Công trình được sự hỗ trợ kinh phí của đề tài hợp tác quốc tế, mã số VAST.HTQT.Nga.06.13-14 và VAST.HTQT.NHATBAN.02/13-15. Các tác giả xin trân trọng cảm ơn TS. Lê Như Hậu đã giúp đỡ định danh rong.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

Chee, S.Y, Wong, P.K., Wong, C.L., 2011. Extraction and characterisation of alginate from brown seaweeds (*Fucales, Phaeophyceae*) collected from Port Dickson, Peninsular Malaysia. *Journal of Applied Phycology*, 23 (2): 191-196.

Chou, H.N., Chiang, Y.M., 1977. Studies on Algin from Brown Algae of Taiwan. II. Conditions for the extraction of algin from *Sargassum cristae/olium* C. Agardh. *Acta Oceanographica Taiwanica*, 7: 193-199.

García-Ríos, V., Ríos-Leal, E., Robledo, D., Freile-Peigrin, Y., 2012. Polysaccharides composition from tropical brown seaweeds. *Phycological Research*, 60 (4): 305-315

Haug, A., Larsen, B., Smidsrød, O., 1974. Uronic acid sequence in alginate from different sources. *Carbohydrate Research*, 32(2): 217-225.

Hernández-carmona, G., McHugh, D.J., Arvizu-Higuera, D.L., Rodríguez-Montesinos, E., 2002. Pilot plant scale extraction of alginate from *Macrocystis pyrifera* 4. Conversion of alginic

acid to sodium alginate, drying and milling. *Journal of Applied Phycology*, 14: 445-451.

Hernández-carmona, G., McHugh, D.J., López-Gutiérrez, F., 1999. Pilot plant scale extraction of alginate from *Macrocystis pyrifera* 2. Studies on extraction conditions and methods of separating the alkaline-insoluble residue. *Journal of Applied Phycology*, 11: 493-502.

Manapat, A.L., 1969. Alginic acid from some Philippine brown algae. *Acta Manilana*, 5(3): 36-45.

McHugh, D.J., 1987. Production and Utilization of Products from Commercial Seaweeds. FAO Fisheries Technical Paper 288: Food And Agriculture Organization of The United Nations, Rome, 189 pages.

Michailovna, S.N., Igorevna, I.T., Mikhailovna, U.A., Igorevich, K.M., Gennadievich, K.V., Nikolaevna, Z.T., Alexeevna, E.L., 2005. Method of processing seaweed. Patent Number WO2005014657 A1.

Minghou, J., Yujun, W., Zuhong, X., Yucai, G., 1984. Studies on the M:G ratios in alginate. *Hydrobiologia*, 116/117: 554-556.

Ngô Đăng Nghĩa, 1999. Tối ưu hóa qui trình công nghệ sản xuất alginate natri từ rong mơ Việt Nam và ứng dụng nó trong một số lĩnh vực sản xuất. Luận án tiến sĩ. Trường Đại học Thủy sản. Khánh Hòa

Nguyễn Duy Nhứt, Bùi Minh Lý, Nguyễn Mạnh Cường, Trần Văn Sung, 2007. Phân lập và đặc điểm của fucoidan từ năm loài rong mơ ở miền Trung. *Tap chí Hóa học*, 45 (3): 339-343.

Pádua, D., Rocha, E., Gargiulo, D., Ramos, A. A., 2015. Bioactive compounds from brown seaweeds: Phloroglucinol, fucoxanthin and fucoidan as promising therapeutic agents against breast cancer. *Phytochemistry Letters*, 14: 91-98

Saraswathi, S.J., Babu, B., Rengasamy, R., 2003. Seasonal studies on the alginate and its biochemical composition I=*Sargassum polycystum* (Fucales), Phaeophyceae. *Phycological Research*, 51: 240-243.

Titlyanov, E.A., Titlyanova, T.V., Pham, V.H., 2012. Stocks and the use of economic marine macrophytes of Vietnam. *Russian Journal of Marine Biology*, 38(4): 285-298

TSeng, C.K., Ji, M.H., 1962. Studies on the algin from *Sargassum* 1. Conditions for the extraction of algin from *Sargassum pallidum*. *Studia Marina Sinica*, 1: 140-158.

Yang, J., Chen, S., Fang, Y., 2009. Viscosity study of interactions between sodium alginate and CTAB in dilute solutions at different pH values. *Carbohydrate Polymers*, 75(2): 333-337.