



ẢNH HƯỞNG CỦA MỘT SỐ CHẤT TẠO BÔNG ĐẾN HIỆU SUẤT KẾT BÔNG CỦA TẢO SILIC *Skeletonema costatum*

Lê Thị Tuyết Nhân, Đào Thị Mến, Mạc Hồ Mai Trâm, Nguyễn Thị Thu Liên*

Viện Công nghệ sinh học, Đại học Huế, Tinh lộ 10, Phú Thượng, Phú Vang, Thừa Thiên Huế, Việt Nam

Tóm tắt: Nuôi trồng vi tảo là khâu không thể thiếu trong các trại giống nuôi trồng thủy sản nhằm tạo ra nguồn thức ăn chủ động. Một trong những vấn đề trong sản xuất sinh khối vi tảo quy mô lớn là phải có kỹ thuật thu hoạch sinh khối thích hợp với chi phí thấp. Với mục đích tìm kiếm phương pháp phù hợp nhất để thu hồi sinh khối tảo *Skeletonema costatum* khi nuôi ở quy mô lớn, trong nghiên cứu này chúng tôi bước đầu đã xác định ảnh hưởng của một số chất tạo bông đến hiệu suất kết bông của chủng tảo này. Kết quả nghiên cứu trong phòng thí nghiệm cho thấy tảo *Skeletonema costatum* nghiên cứu đạt hiệu quả thu hồi là $74,15 \pm 3,85\%$ ở pH 10,5 sau 1 giờ. Hiệu suất tối ưu thu hồi sinh khối lần lượt là $94,66 \pm 3,26\%$ và $91,01 \pm 4,65\%$ đạt được ở nồng độ FeCl_3 200 mg/L và FeSO_4 100 mg/L sau 15 phút. Trong thử nghiệm với AlCl_3 và $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, hiệu suất thu hồi là $95,23 \pm 2,87\%$ ở nồng độ AlCl_3 50 mg/L và $91,34 \pm 3,8\%$ ở nồng độ $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 100 mg/L sau 30 phút. Trong nghiên cứu này, $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ và AlCl_3 cho hiệu suất kết bông cao hơn đối với tảo *Skeletonema costatum* và thời gian tế bào bị tổn thương chậm hơn so với FeCl_3 , FeSO_4 hay sự thay đổi pH.

Từ khóa: *Skeletonema costatum*, chất kết bông, hiệu suất, thu hồi sinh khối

1 Đặt vấn đề

Nuôi trồng vi tảo là khâu không thể thiếu trong các trại giống nuôi trồng thủy sản nhằm tạo ra nguồn thức ăn chủ động cho tất cả các giai đoạn sinh trưởng của động vật thân mềm hai mảnh vỏ, các giai đoạn ấu trùng của một số loài giáp xác và cá [10]. Tuy nhiên, việc nuôi trồng vi tảo để làm thức ăn này có thể chiếm 30% chi phí hoạt động của trại giống [4]. Sản xuất sinh khối tảo và dự trữ dưới dạng đậm đặc với mật độ tế bào cao sẽ giúp chủ động cung cấp thức ăn với chất lượng đảm bảo và có thể giảm chi phí trong quá trình sản xuất giống. Một trong những vấn đề trong sản xuất sinh khối vi tảo quy mô lớn là phải có kỹ thuật thu hoạch sinh khối thích hợp với chi phí thấp. Có nhiều phương pháp khác nhau để thu hoạch tảo như ly tâm, lọc qua lưới và lắng. Ly tâm và lọc qua lưới đòi hỏi chi phí cao vì phải đầu tư trang thiết bị và thường không phù hợp cho việc thu hồi sinh khối với quy mô lớn [9]. Hiệu quả lắng của vi tảo có thể được cải thiện bằng cách sử dụng các loại muối vô cơ khác nhau: $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, AlCl_3 , $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$, FeCl_3 , ZnSO_4 , ZnCl_2 , CaSO_4 , CaCl_2 , MgSO_4 , MgCl_2 , $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ và NH_4Cl , chitosan, dung dịch điện phân [9]. Trong quá trình này, các tế bào vi tảo sẽ được trung hòa bằng cách tương tác với các ion mang điện tích

*Liên hệ: nttliencnsh@hueuni.edu.vn

dương làm cho chúng kết cụm lại, nặng hơn và lắng xuống đáy. Từ lâu tảo kết bông được sử dụng làm thức ăn cho các loài thủy sản: Sandbank 1978 cho cá chép (*Cyprinus carpio*) ăn vi tảo nuôi trong nước thải được kết bông bằng $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ với chế độ ăn chứa 25% tảo trong một bữa ăn, kết quả cho thấy không có tác dụng có hại của dư lượng nhôm đến tốc độ tăng trưởng hoặc sức khỏe của cá [4]. Knuckey R. M. và cs. đã sử dụng *T. pseudonana* được kết bông bằng pH cho hào Thái Bình Dương (*Crassostrea gigas*) ăn. Hào tăng trưởng tốt hơn so với khi sử dụng chủng tảo này được ly tâm bằng máy ly tâm trong phòng thí nghiệm và tốt hơn nhiều khi cho ăn sinh khối của chủng tảo này được tách váng và kết bông bằng clorua sắt [4].

Các hợp chất khác nhau ảnh hưởng đến hiệu quả kết bông của các loài tảo là không như nhau; ví dụ, $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ và vôi có thể sử dụng để kết tủa *C. calcitrans*, *Skeletonema costatum* và *Tetraselmis chuii* nhưng không hiệu quả với *Isochrysis* sp. [5]. Vi tảo nước ngọt có thể được kết bông bằng polymer (hợp chất chitosan hoặc polyelectrolyte có nguồn gốc từ polyacrylamide), nhưng độ mặn cao ức chế sự kết tụ. Vì vậy, đối với các loài tảo biển, polymer dùng để kết bông thường được sử dụng kết hợp với các chất vô cơ như Fe^{3+} , phèn, vôi nhằm cải thiện hiệu quả kết bông. Sự kết tủa của vi tảo biển sử dụng FeCl_3 đòi hỏi nồng độ cao gấp 5 đến 10 lần so với yêu cầu đối với vi tảo nước ngọt do cường độ ion cao của môi trường làm giảm hoạt động hóa học của các hợp chất tạo kết bông và che lấp các vị trí hoạt động của nó [4]. Do đó, nghiên cứu này nhằm tìm ra hợp chất phù hợp để nâng cao hiệu suất lắng của *Skeletonema costatum* để đạt được hiệu quả thu hồi sinh khối cao.

2 Vật liệu và phương pháp

2.1 Vật liệu nghiên cứu

Chủng tảo *Skeletonema costatum* đã được phân lập ở vùng biển ven bờ Thuận An, Thừa Thiên Huế và lưu giữ tại bộ môn Công nghệ tế bào, Viện Công nghệ sinh học, Đại học Huế.

2.2 Phương pháp

Bố trí thí nghiệm

Sinh khối vi tảo được nuôi trong các bình nhựa thể tích 20 L, với nước biển được xử lý chlorine nồng độ 30 ppm, độ mặn 30‰, môi trường F/2 [3], sục khí 24/24h, ánh sáng mặt trời có bổ sung chiếu sáng bằng đèn huỳnh quang, cường độ ánh sáng 1500–3000 lux, nhiệt độ phòng dao động trong khoảng 20–35 °C, pH ban đầu 8,0. Theo dõi sinh trưởng của chủng hàng ngày, sinh khối thu ở giai đoạn phát triển lũy thừa.

Nghiệm thức 1: Ảnh hưởng của pH đến hiệu suất lắng của tảo *S. costatum*

Thí nghiệm được thực hiện trong các chai duran 1 L; mật độ ban đầu của dung dịch huyền phù tảo được duy trì ở $2,5 \times 10^4$ tế bào/mL. Các thí nghiệm được bố trí bằng cách thêm

NaOH (1N) và HCl (1N) vào dung dịch huyền phù tảo thí nghiệm để điều chỉnh pH ở các mức: 2; 4; 6; 9; 10; 10,5; 11 và mẫu đối chứng ở pH 8; khuấy đều dung dịch huyền phù cho đến khi quan sát thấy các tế bào tảo bắt đầu kết cụm [9].

Nghiệm thức 2: Ảnh hưởng của các hợp chất vô cơ đến hiệu suất kết bông của *Skeletonema costatum*

Thí nghiệm được thực hiện trong các chai duran 1 L; pH được duy trì ở mức 8,0; mật độ ban đầu của dung dịch huyền phù tảo được duy trì ở $2,37 \times 10^4$ tế bào/mL. Các hợp chất vô cơ CoFeCl_3 , FeSO_4 , $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ và AlCl_3 được bổ sung vào dung dịch huyền phù tảo thí nghiệm ở các nồng độ từ 0 cho đến khi tính hiệu quả của chúng không đổi để nghiên cứu hiệu quả lắng của vi tảo *S. costatum*; khuấy đều dung dịch huyền phù cho đến khi quan sát thấy các tế bào tảo bắt đầu kết cụm [9].

Xác định hiệu suất thu hồi sinh khối

Để đánh giá hiệu suất kết bông, mẫu tảo được thu ở phần nước bên trên (cách mặt nước 5 cm) sau mỗi 5 hoặc 10 phút từ lúc bắt đầu cho chất kết bông vào cho đến khi hiệu quả lắng không thay đổi hoặc tế bào bị vỡ.

Chất lượng tảo trong quá trình lắng được đánh giá thông qua chỉ tiêu là tỷ lệ tế bào còn nguyên vẹn (intact cells). Đếm các tế bào còn nguyên vẹn bằng buồng đếm Sedgewick Rafter ở các mẫu tảo thu được sau mỗi khoảng thời gian nhất định. Tế bào tảo còn nguyên vẹn được xác định là tế bào còn đầy đủ vách và không bị vỡ hoặc bị biến đổi hình dạng.

Hiệu suất thu hồi được xác định bằng công thức [11]:

$$\text{Hiệu suất kết bông (\%)} = \frac{C_i - C_f}{C_i} \times 100$$

trong đó C_i là mật độ tế bào trước khi cho chất tạo lắng; C_f là mật độ của tế bào sau khi lắng.

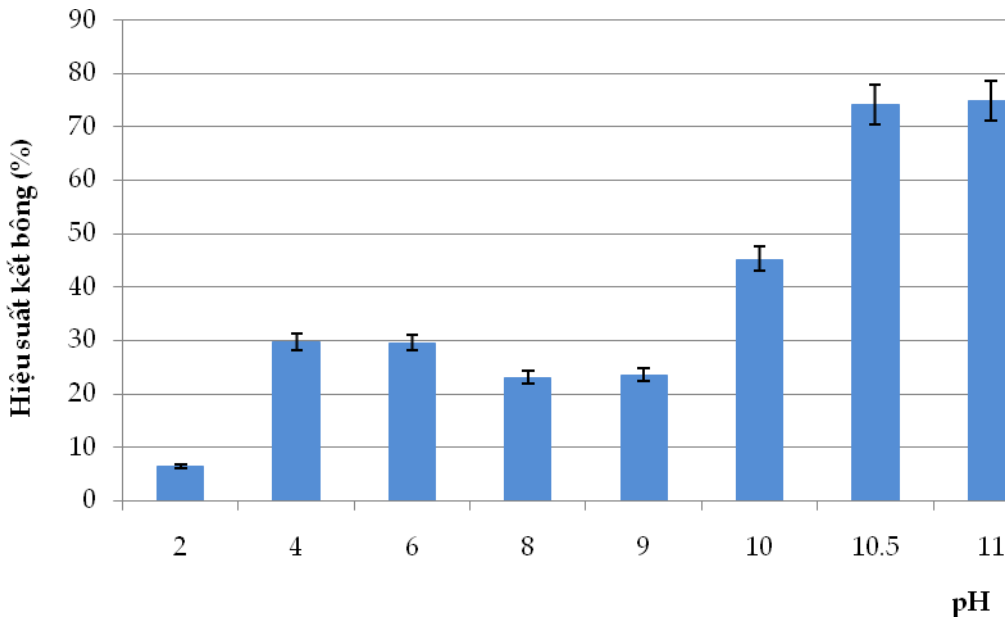
Xử lý số liệu

Các thí nghiệm được bố trí ngẫu nhiên và được lặp lại 3 lần. Số liệu thí nghiệm thu được xử lý thống kê bằng phần mềm Excel 2007.

3 Kết quả và thảo luận

3.1 Ảnh hưởng của pH đến hiệu suất kết bông của tảo *S. costatum*

Ảnh hưởng của pH đến sự kết bông của vi tảo *Skeletonema costatum* được thử nghiệm ở khoảng pH từ 2 đến 11 (Hình 1).



Hình 1. Ảnh hưởng của pH đến hiệu suất kết bông của *S. costatum*

Ở các khoảng pH thử nghiệm, chúng tôi nhận thấy pH acid không làm tăng đáng kể hiệu quả keo tụ của quá trình kết bông. Ở pH 2 hiệu suất lắng chỉ đạt $6,37 \pm 0,66\%$ và một số tế bào tìm thấy bị tổn thương sau 15 phút đầu của quá trình thí nghiệm; hiện tượng này chỉ xảy ra sau 1 giờ đối với các mức pH còn lại của thí nghiệm. Khi bị tổn thương, tế bào chuyển thành màu xanh do carotenoid bị phá hủy làm lộ ra các chlorophyll [1]. Hiệu suất lắng tăng khi điều chỉnh mức pH môi trường từ 10 lên 10,5; hiệu suất tăng thêm 0,65 lần, từ $45,23 \pm 1,7\%$ ở pH 10 và tăng lên $74,15 \pm 3,85\%$ ở pH 10,5. Ở mức pH 4 và 6 hiệu quả keo tụ là $29,7 \pm 0,3$ và $29,61 \pm 1,51\%$; hiệu quả lắng ở mẫu đối chứng pH 8 là $23,03 \pm 2,68\%$. Tiếp tục tăng pH lên 11 không cho thấy tăng thêm hiệu quả trong quá trình keo tụ của *Skeletonema costatum*. Theo Monila và cs., cation đóng một vai trò quan trọng trong sự kết bông; các ion Mg^{2+} có trong môi trường nuôi cấy đã được chuyển thành magnesium hydroxide $Mg(OH)_2$ ở pH cao hơn. Magnesium hydroxide với điện tích dương của nó có thể thu hút các bề mặt điện tích âm của vi tảo và tạo thành lớp bao quanh các tế bào vi tảo. Việc mất điện tích bề mặt không cho phép các tế bào vi tảo đẩy nhau ra và các khối được hình thành. Điều này dẫn đến sự kết bông và do tác động của lực hấp dẫn lắng xuống đáy của bề mặt [6].

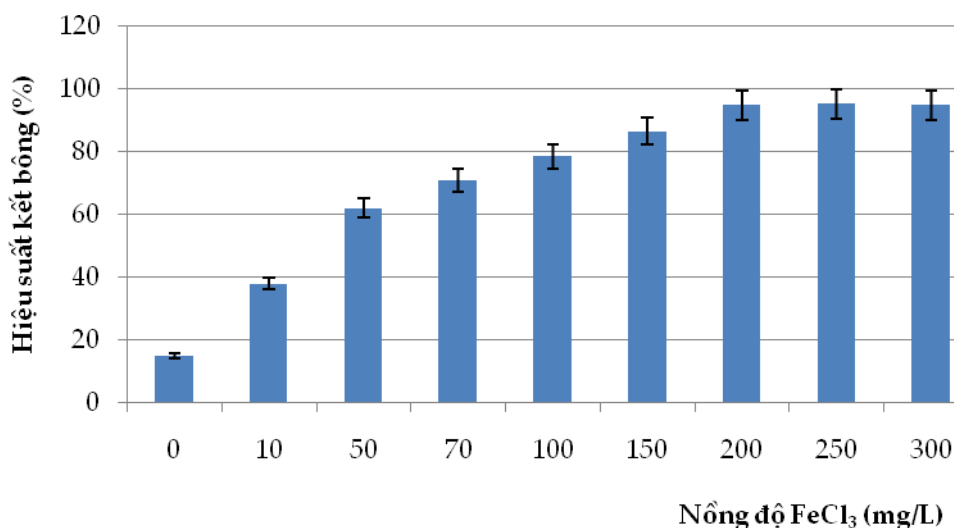
Kết quả của chúng tôi cũng tương tự với kết quả của Zuharlida và cs. trên loài vi tảo *Chaetoceros calcitrans*: hiệu suất kết bông cao nhất đối với loài vi tảo này lên đến 98% ở pH 10,2 [11]. Đối với một số loài như *Nannocloropsis oculata* và *Isochrysis* sp. (T-iso), việc điều chỉnh pH không làm tăng đáng kể hiệu quả kết bông, hiệu suất kết bông của *Nannocloropsis oculata* và *Isochrysis* sp. (T-iso) sau khi điều chỉnh pH chỉ đạt dưới 30% [4].

3.2 Ảnh hưởng của các hợp chất vô cơ đến hiệu suất kết bông của *S. costatum*

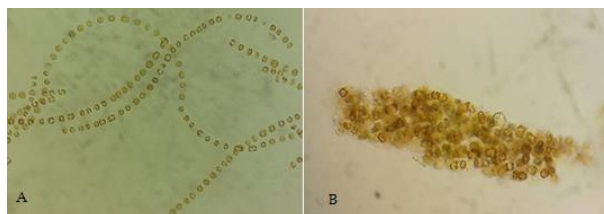
Sự kết bông bằng các hợp chất vô cơ được thử nghiệm với tảo *S. costatum* bằng cách bổ sung FeCl_3 , FeSO_4 , AlCl_3 , $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ vào dung dịch huyền phù tảo thí nghiệm ở các nồng độ từ 0 cho đến khi tính hiệu quả của chúng không đổi.

Kết bông bằng FeCl_3

Hiệu suất kết bông đạt $94,66 \pm 3,26\%$ được ghi nhận sau 15 phút ở nồng độ 200 mg/L FeCl_3 và $86,42 \pm 3,48\%$ ở 150 mg/L FeCl_3 , trong khi đó ở môi trường đối chứng không bổ sung FeCl_3 , hiệu suất kết bông chỉ đạt $14,95 \pm 0,93\%$ (Hình 2). Khi tăng nồng độ FeCl_3 lên 250 mg/L và 300 mg/L, hiệu quả keo tụ là $95,2 \pm 1,7\%$ và $94,84 \pm 1,15\%$. Điều này cho thấy hiệu quả keo tụ không tăng khi tăng nồng độ FeCl_3 từ 200 mg/L lên 300 mg/L. Ở các nồng độ 50, 70 và 100 mg/L hiệu quả keo tụ lần lượt là $62 \pm 1,35\%$; $70,82 \pm 3,27\%$ và $78,51 \pm 2,18\%$ trong 15 phút. Tuy nhiên, sau 15 phút ở các nồng độ FeCl_3 từ 50 mg/L đến 300 mg/L tế bào bị tổn thương nhanh chóng (Hình 3).



Hình 2. Ảnh hưởng của nồng độ FeCl_3 đến hiệu suất kết bông của *S. costatum*



Hình 3. Tảo *Skeletonema costatum* trước và sau khi bị tổn thương

A – Tảo *Skeletonema costatum*; B – Một số tế bào tảo *S. costatum* bị tổn thương sau khi xử lý kết bông bởi FeCl_3

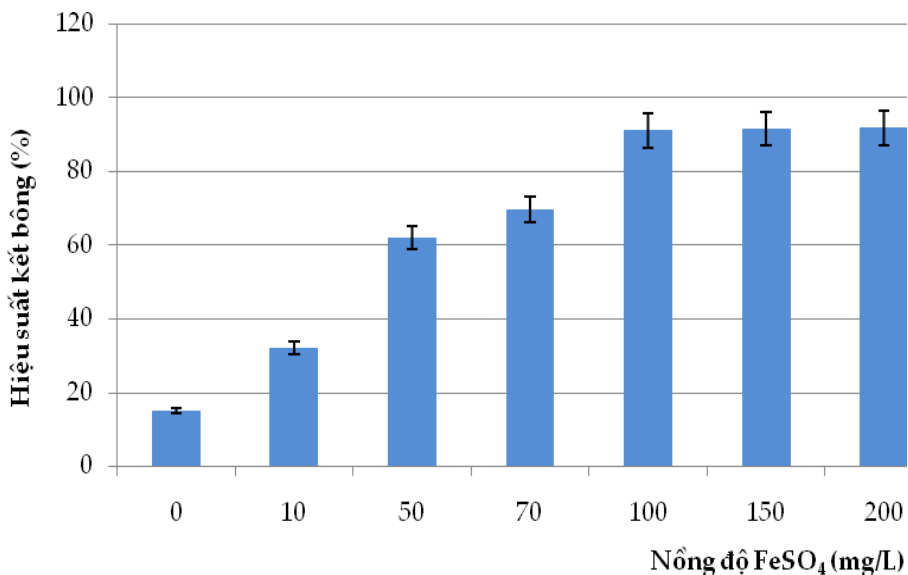
Kết bông bằng FeSO₄

Từ kết quả thí nghiệm, chúng tôi nhận thấy hiệu suất lắng của *Skeletonema costatum* chỉ 15,02 ± 1,15 % khi để lắng tự nhiên sau 15 phút; trong khi ở nồng độ bổ sung thêm 100 mg/L FeSO₄, hiệu suất tăng gấp 6 lần với 91,01 ± 4,65%. Hiệu suất kết bông tăng dần ở các nồng độ FeSO₄ từ 10 mg/L đến 70 mg/L lần lượt là 32,03 ± 2,41%; 61,91 ± 1,14 % và 69,58 ± 2,27%. Ở các nồng độ 150 và 200 mg/L FeSO₄, hiệu suất kết bông là 91,58 ± 1,95% và 91,66 ± 3,75% (Hình 4). Tuy nhiên, cũng như FeCl₃ sau 15 phút, các tế bào tảo *S. costatum* bị tổn thương nhanh chóng ở các nồng độ FeSO₄ từ 50 mg/L đến 200mg/L.

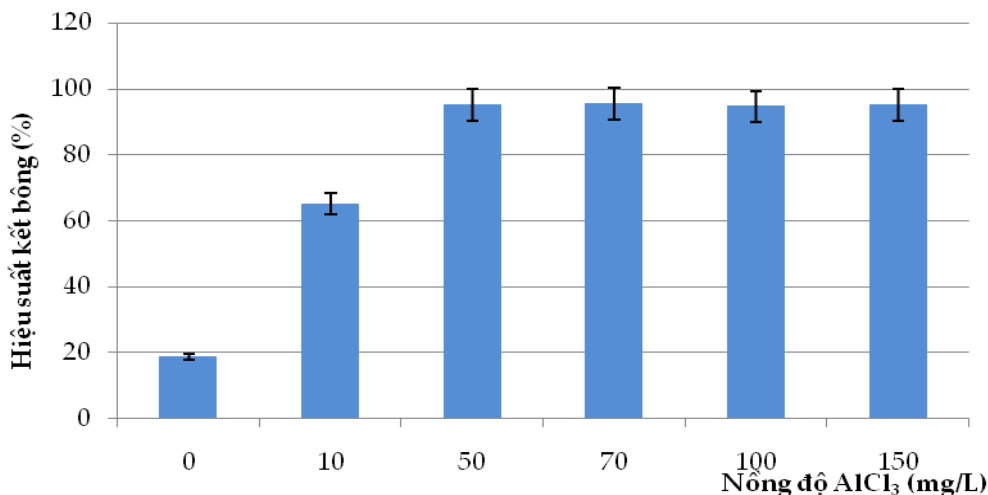
Kết bông bằng AlCl₃

Chỉ với nồng độ 10 mg/L của AlCl₃ trong 30 phút, hiệu suất kết bông đạt đến 65,18 ± 2,34% trong khi hiệu suất của mẫu đối chứng chỉ 18,59 ± 1,31%. Ở nồng độ AlCl₃ 50mg/L, hiệu suất kết bông đạt 95,23 ± 2,87%, cao gấp 5,1 lần đối chứng. Tiếp tục tăng nồng độ AlCl₃ 70, 100, 150 mg/L không cho thấy sự tăng hiệu suất trong quá trình kết bông của *Skeletonema costatum* với hiệu suất lần lượt là 95,43 ± 3,4%; 94,7 ± 3,3%; 95,08 ± 1,6% (Hình 5).

Ở các nồng độ AlCl₃ từ 50 mg/L đến 150 mg/L cấu trúc của các bông kết tủa hình thành lớn hơn và lắng xuống nhanh hơn so với kết bông được tạo ra ở nồng độ 10 mg/L AlCl₃. Đặc biệt, với các nồng độ AlCl₃ đã thử nghiệm, chúng tôi nhận thấy các tế bào ít bị tổn thương. Cụ thể, sau 5 giờ tế bào trong môi trường có nồng độ AlCl₃ 150 mg/L bắt đầu có dấu hiệu tổn thương, nhưng quá trình tổn thương xảy ra chậm.



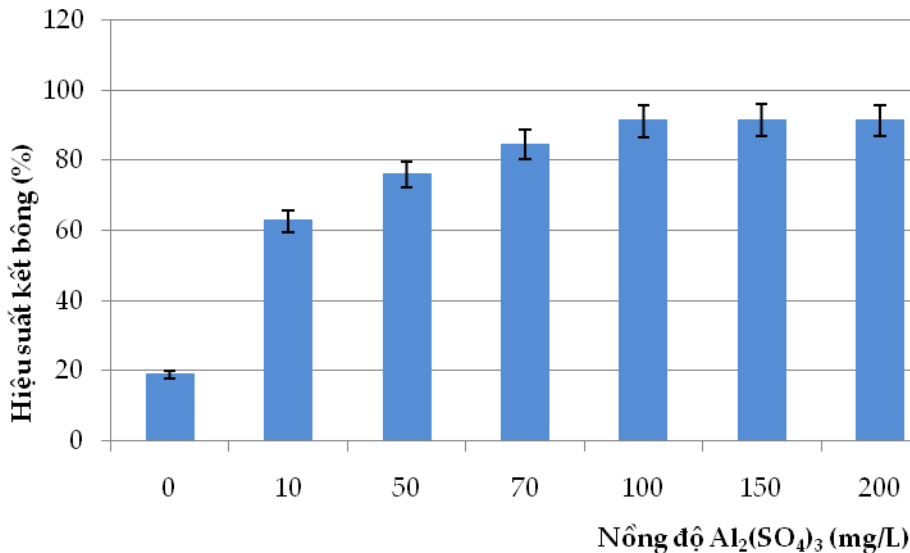
Hình 4. Ảnh hưởng của nồng độ FeSO₄ đến hiệu suất kết bông của *S. costatum*



Hình 5. Ảnh hưởng của nồng độ $AlCl_3$ đến hiệu suất kết bông của *S. costatum*

Kết bông bằng $Al_2(SO_4)_3$

Cũng như $AlCl_3$, $Al_2(SO_4)_3$ ở các nồng độ từ 10 mg/L đến 200 mg/L làm tăng rõ rệt hiệu suất kết bông của *Skeletonema costatum* (Hình 6). Ở nồng độ 10 mg/L, hiệu suất kết bông đạt $62,85 \pm 2,85\%$, trong khi đó ở mẫu đối chứng chỉ đạt $18,98 \pm 0,47\%$ sau 30 phút. Hiệu suất kết bông tăng dần khi tăng nồng độ $Al_2(SO_4)_3$ từ 10 mg/L đến 100 mg/L với hiệu suất $76,1 \pm 1,37\%$ ở 50 mg/L; $84,53 \pm 0,55\%$ ở 70mg/L và cao nhất là $91,34 \pm 3,8\%$ ở 100 mg/L $Al_2(SO_4)_3$. Các nồng độ 150 mg/L và 200 mg/L không cho thấy sự tăng thêm hiệu suất kết bông đối với chủng *Skeletonema costatum* so với nồng độ 100 mg/L; hiệu suất kết bông ở hai nồng độ này lần lượt $91,47 \pm 2,4\%$ và $91,58 \pm 2,35\%$ trong 30 phút. Các tế bào bắt đầu có dấu hiệu tổn thương sau 4 giờ thí nghiệm ở nồng độ 200 mg/L, nhưng sự tổn thương xảy ra chậm và rời rạc. So với $AlCl_3$ thì $Al_2(SO_4)_3$ cho hiệu suất kết bông thấp hơn khi nồng độ chất kết bông được sử dụng cao hơn. Ở nồng độ 100 mg/L, $Al_2(SO_4)_3$ cho hiệu suất kết bông đạt $91,34 \pm 3,8\%$; trong khi ở nồng độ 50mg/L, hiệu suất kết bông lên đến $95,23 \pm 2,87\%$. Quá trình trung hòa điện tích là một hiện tượng mà các ion Al^{3+} hoặc Fe^{2+}/Fe^{3+} phản ứng với nước để tạo thành hydroxyde kim loại. Ion kim loại hòa tan tích điện dương gắn với bề mặt âm của các tế bào vi tảo tạo thành các liên kết và lắng xuống theo trọng lực. Cho đến nay, các muối kim loại có khả năng thủy phân cho thấy có hiệu quả kết bông trong việc thu hoạch nhiều loài vi tảo khác nhau như *Chlorella* sp. [7], *N. salina* [8], *Nannochloropsis* sp. [8] và *Scenedesmus* sp. [2]. Trong nghiên cứu này, các hợp chất vô cơ như $FeCl_3$ và $FeSO_4$ có thể trợ giúp thu hồi sinh khối *Skeletonema costatum* với hiệu suất cao trong thời gian ngắn, nhưng các tế bào bị tổn thương nhanh chóng chỉ sau 15 phút. Điều này khiến cho việc tách các chất kết bông này khỏi sinh khối trong giai đoạn xử lý sau trở nên khó khăn hơn. $Al_2(SO_4)_3$ và $AlCl_3$ cho hiệu suất kết bông cao, và thời gian tế bào bị tổn thương chậm hơn so với $FeCl_3$, $FeSO_4$ hay sự thay đổi pH. Trong đó, hiệu suất kết bông cao nhất đạt $95,23 \pm 2,87\%$ ở nồng độ $AlCl_3$ 50 mg/L.



Hình 6. Ảnh hưởng của nồng độ $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ đến hiệu suất kết bông của *S. costatum*

4 Kết luận

Các kỹ thuật kết bông được thực hiện nhằm thu hồi sinh khối vi tảo *Skeletonema costatum* trước khi chúng được xử lý để làm thức ăn trong nuôi trồng thủy sản. Kết quả cho thấy trong các hợp chất được thử nghiệm quá trình tạo pH do NaOH cho hiệu suất thấp nhất trong 1 giờ. Các hợp chất FeCl_3 và FeSO_4 có thể giúp thu hồi sinh khối với hiệu suất cao trong thời gian ngắn, nhưng các tế bào bị tổn thương nhanh chóng. Trong các kỹ thuật được thử nghiệm, $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ và AlCl_3 tỏ ra hiệu quả vì cho hiệu suất thu hồi cao với thời gian tổn thương ngắn và rời rạc.

Lời cảm ơn: Đây là kết quả của đề tài khoa học và công nghệ cấp tỉnh được ngân sách nhà nước tỉnh Thừa Thiên Huế đầu tư (tên đề tài “Nghiên cứu quy trình sản xuất sinh khối tảo silic *Skeletonema costatum* tại Thừa Thiên Huế”, mã số TTH.2016-KC.05).

Tài liệu tham khảo

1. Buf H., Bayer M.M. (2002), *Automatic diatom identification*, World Scientific, Pub Co Inc.
2. Chen L., Wang C., Wang W., Wei J. (2013), *Optimal conditions of different flocculation methods for harvesting Scenedesmus sp. cultivated in an open-pond system*. Biores. Technol., 133: 9–15.
3. Guillard R.R., Ryther J.H. (1962), *Studies of marine planktonic diatoms. I. Cyclotella nana Hustedt and Detonula confervaceae (Cleve)*. Gran. Can. J. Microbiol., 8: 229–239.
4. Knuckey R.M., Brown M.R., Robert R., Frampton D.M.F. (2006), *Production of microalgal concentrates by flocculation and their assessment as aquaculture feeds*. Aquacult. Eng.35: 300–313.

5. Millamena O.M., Aujero E.J., Borlongan I.G. (1990), *Techniques on algae harvesting and preservation for use in culture as larval food*. Aquacult. Eng. 9: 295–304.
6. Molina G.E., Belarbi E.H., Acien-Fernandez F.G., Robles-Medina A., Yusuf C. (2003), *Recovery of microalgal biomass and metabolites: process options and economics*. Biotechnol. Adv. 20: 491–515.
7. Papazi A., Makridis P., Divanach P. (2010), *Harvesting Chlorella minutissima using cell coagulants*. J. Appl. Phycol. 22: 349–355.
8. Rwehumbiza V.M., Harrison R., Thomsen L. (2012), *Alum-induced flocculation of preconcentrated Nannochloropsis salina: residual aluminium in the biomass, FAMES and its effects on microalgae growth upon media recycling*. Chem. Eng. J. 168–175
9. Shankha K., Satyapal P., Sourav Kumar B., Nirupama M. (2017), *Development of a harvesting technique for large scale microalgal harvesting for biodiesel production*. R.S.C. Advances 7, 7227.
10. Wikfors G.H., Ohno M. (2001), *Impact of algal research in aquaculture*. Journal of Phycology 37: 968 – 974.
11. Zuharlida T.H., Fatimah M.Y., Mohd S.M., Mohamed S., Mohamed D., Arbakariya B. A. (2009), *Effect of different flocculants on the flocculation performance of microalgae, Chaetoceros calcitrans cells*. African Journal of Biotechnology 8 (21): 5971–5978

INFLUENCE OF SOME FLOCCULANTS ON FLOCCULATION EFFICIENCY OF DIATOM *Skeletonema costatum*

Le Thi Tuyet Nhan, Dao Thi Men, Mac Ho Mai Tram, Nguyen Thi Thu Lien*

Institute of Biotechnology, Hue University, Provincial Road 10, Phu Thuong commune, Phu Vang District, Thua Thien Hue Province, Vietnam

Abstract. Microalgae cultivation is an indispensable step in aquaculture hatcheries to create a feed source for larval and juvenile aqua-animal species. One of the problems in the production of large-scale microalgal biomass is that it requires appropriate low-cost biomass harvesting techniques. For the purpose of finding the most suitable method for recovering the biomass of *Skeletonema costatum* in large-scale cultivation, we have determined the influence of some flocculants on the flocculation efficiency. The results of laboratory studies showed that the recovering efficiency of *Skeletonema costatum* was $74.15 \pm 3.85\%$ at pH 10.5 after 1 hour. The optimal biomass recovering rate was $94.66 \pm 3.26\%$ and $91.01 \pm 4.65\%$ at FeCl_3 200 mg/L and FeSO_4 100 mg/L after 15 minutes, respectively. In experiments with AlCl_3 and $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, the recovering efficiency was $95.23 \pm 2.87\%$ at AlCl_3 50 mg/L and $91.34 \pm 3.8\%$ at $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 100mg/L after 30 minutes. In this study, $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ and AlCl_3 gave higher flocculation efficiencies for *Skeletonema costatum* and slower cell damage compared with FeCl_3 and FeSO_4 or pH adjustment.

Keywords: *Skeletonema costatum*, flocculants, biomass recovering, efficiency