

# MỤC LỤC

ISSN 1859-1531 - Tạp chí Khoa học và Công nghệ - Đại học Đà Nẵng, Vol. 20, No. 5, 2022

## KHOA HỌC KỸ THUẬT VÀ CÔNG NGHỆ

Ảnh hưởng của các hệ số chuyển đổi đến biến dạng của vi chất lỏng trong hệ kênh micro <i>The effects of convert factors on the droplet deformation of microchannel system</i> Hoàng Văn Thạnh, Lê Văn Dương, Lưu Đức Bình, Trần Minh Sang, Đỗ Lê Hưng Toàn, Trương Lê Duy Bảo, Tào Quang Bằng	1
Ảnh hưởng của pH và nồng độ các cation kim loại đến hiệu suất dòng điện và hình thái bề mặt lớp mạ Crom thu được từ dung dịch mạ chứa Cr(III) <i>Effect of pH and concentration of cations to current efficiency and morphology of Cr(III) coatings obtained from Cr(III)-containing bath</i> Nguyễn Văn Tài, Phạm Hoàng Khoa, Nguyễn Văn Cường, Ngô Quang Hiếu, Huỳnh Thanh Thương, Hoàng Minh Thuận	5
Hiện trạng và giải pháp nâng cao hiệu quả vận hành công trình sinh hóa hiếu khí tại hệ thống xử lý nước thải nhà máy chế biến thủy sản Bắc Đẩu <i>Current issues and solutions to improve the operational efficiency of aerobic tank in the wastewater treatment system of Bac Dau fishery factory</i> Phan Thị Kim Thủy, Nguyễn Ngọc Thành, Trần Văn Quang	12
Mất ổn định của cột thổi phồng được cấu tạo từ màng mỏng trực giao có định hướng bất kỳ <i>Buckling of an inflated orthotropic membrane column with an arbitrarily oriented orthotropy basis</i> Nguyễn Quang Tùng	18
Mô phỏng dao động của hệ thống treo chủ động có xét đến sự ảnh hưởng của cơ cấu chấp hành thủy lực <i>Simulation oscillation of active suspension system considering the effect of the hydraulic actuator</i> Trần Thị Thu Hương, Nguyễn Tuấn Anh, Nguyễn Mạnh Long	23
Mô phỏng vi dòng khí loãng dùng mô hình tựa khí động QGD với điều kiện biên trượt vận tốc và nhảy nhiệt độ <i>Low-speed rarefied gas microflow simulations using the QGD model with nonequilibrium boundary conditions</i> Lê Tuấn Phương Nam, Huỳnh Thân Phúc	27
Nghiên cứu mô phỏng dáng người trên không gian ba chiều từ hình ảnh hai chiều sử dụng phương pháp học sâu <i>Research in recreating 3D human pose from 2D images by using deep learning</i> Phạm Lê Minh Hoàng, Lê Thị Kim Oanh	33
Nghiên cứu nấu chảy và đúc phiôi hợp kim Al-Cu (2xxx) sử dụng khuôn đúc graphit <i>An investigation of the melting and casting of Al-Cu alloy ingots (2xxx) using graphite mold</i> Nguyễn Linh Giang, Đỗ Lê Hưng Toàn, Nguyễn Bá Kiên	39
Nghiên cứu so sánh các phương pháp dự báo năng lượng gió <i>A comparative study of wind power forecasting methods</i> Nguyễn Văn Ninh, Nguyễn Hữu Định, Lê Tuấn Hộ	43
Phân bố nhiệt trong mặt đường bê tông nhựa: Thực nghiệm và mô phỏng số <i>Temperature distribution in asphalt pavement: Experiment and numerical method</i> Nguyễn Hồng Hải, Trần Thị Thu Thảo, Hoàng Văn Tĩnh, Tôn Thất Bảo Nam, Huỳnh Ngọc Hùng	50

Phân lập, tuyển chọn và định danh một số chủng vi sinh vật có lợi và bước đầu ứng dụng trong xử lý chất thải rắn hữu cơ làm phân bón hữu cơ sinh học <i>Isolation, screening and identification of effective microbial strains to make bio-organic fertilizer from organic solid waste</i> Đặng Quang Hải, Trần Thị Thanh Thủy	56
Phân loại bệnh phấn trắng và bệnh sương mai trên cây dưa chuột với mô hình ResNet kết hợp <i>Classification of powdery mildew and downy mildew on cucumber by combining ResNet model</i> Ngô Quang Ước, Ngô Trí Dương, Bùi Đăng Thành	62
Phát hiện sự cố trong hệ thống điện mặt trời dựa trên học máy <i>Pv system fault recognition based on machine learning</i> Nguyễn Quốc Minh, Nguyễn Tiên Thành	67
Thiết kế và lập trình gia công cho máy phay CNC 5 trục với Fusion 360 <i>Design and programming process for 5-axis CNC machine with Fusion 360</i> Phạm Quốc Phong, Thạch Mỹ Thuật, Lê Đức Đại	74
Tự động điều chỉnh hệ số tương đương và góc đánh lửa sớm của động cơ tĩnh tại đánh lửa cưỡng bức phun nhiên liệu khí tái tạo <i>Automatic control equivalence ratio and advance ignition angle of renewable gaseous fuel port injection si stationary engine</i> Bùi Thị Minh Tú, Bùi Văn Ga, Cao Xuân Tuấn, Trương Lê Bích Trâm, Võ Anh Vũ, Bùi Văn Hùng	79

## KHOA HỌC TỰ NHIÊN

Đặc điểm hình thái và nảy mầm của hạt Sa sâm nam ( <i>Launaea sarmentosa</i> ) <i>Characteristics of seed morphology and germination of Launaea sarmentosa</i> Trần Quang Dân, Phạm Công Anh, Nguyễn Thị Thanh Trinh, Võ Châu Tuấn	87
Nghiên cứu sự tạo khối biofloc của vi khuẩn <i>Escherichia coli</i> và <i>Chlorella vulgaris</i> <i>Study of biofloc formation of Escherichia coli and Chlorella vulgaris</i> Trần Thị Ngọc Thư, Nguyễn Thị Đông Phương, Nguyễn Phan Trúc Xuyên	93
Tổng hợp và đánh giá hoạt tính kháng khuẩn của một số dẫn xuất 2-aminothiazole <i>Synthesis and antimicrobial activity of novel 2-aminothiazole derivatives</i> Phan Thị Hằng Nga, Nguyễn Thị Minh Xuân, Phan Thị Kim Phượng	97
Tổng hợp vật liệu nano từ tính cấu trúc lõi-vỏ $Fe_3O_4@Au$ bằng phương pháp hai giai đoạn <i>Two-stage synthesis of magnetic core-shell structure <math>Fe_3O_4@Au</math> nano materials</i> Hoàng Ngọc Ánh Nhân, Phạm Xuân Anh, Nguyễn Bá Trung	102
Ứng dụng mô hình học máy dự báo chất lượng nước dưới đất: Điển hình tại khu vực thành phố Hội An, tỉnh Quảng Nam <i>Application of machine learning models in underground water prediction: A case study in Hoi-an city, Quangnam province</i> Lê Phước Cường, Ngô Việt Thắng	108

# NGHIÊN CỨU SỰ TẠO KHỐI BIOFLOC CỦA VI KHUẨN *ESCHERICHIA COLI* VÀ *CHLORELLA VULGARIS*

## STUDY OF BIOFLOC FORMATION OF *ESCHERICHIA COLI* AND *CHLORELLA VULGARIS*

Trần Thị Ngọc Thu<sup>1\*</sup>, Nguyễn Thị Đông Phương<sup>1</sup>, Nguyễn Phan Trúc Xuyên<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật - Đại học Đà Nẵng

<sup>2</sup>Trường Đại học Duy Tân

\*Tác giả liên hệ: ttntthu@ute.udn.vn

(Nhận bài: 22/12/2021; Chấp nhận đăng: 10/5/2022)

**Tóm tắt** - Nghiên cứu này đã đưa ra những kết quả đầu tiên về sự có mặt của vi khuẩn *Escherichia coli* (*E. coli*) trong môi trường nuôi vi tảo Bold's Basal medium (BBM) và hình thành các khối biofloc với vi tảo. Với sự có mặt của vi khuẩn *E. coli* ATCC 85922, hiệu suất hình thành biofloc hay là hiệu quả loại thải các hạt lơ lửng trong môi trường đạt tới hơn 98% sau ngày thứ 05 (là ngày tính từ việc thả vi khuẩn vào môi trường nuôi cấy tảo). Kết quả chụp từ kính hiển vi điện tử quét (SEM) cũng cho thấy, sự bao bọc của *E. coli* và vi tảo tạo thành một khối. Ngoài ra, khi quan sát bằng mắt thường các khối bông được hình thành và lắng xuống dưới đáy bình nuôi cấy. Quan sát bằng kính hiển vi điện tử ở độ phóng đại 400 lần, kết quả cũng cho thấy các tế bào vi tảo kết dính lại với nhau thành từng khối có kích thước 150 đến 220  $\mu\text{m}$ .

**Từ khóa** - Biofloc; công nghệ biofloc; vi tảo; vi khuẩn; sự kết dính

### 1. Đặt vấn đề

Biofloc là một tập hợp không đồng nhất các hạt lơ lửng và nhiều loại vi sinh vật liên kết với các chất cao phân tử ngoại bào. Biofloc bao gồm vi khuẩn, tảo, động vật nguyên sinh, các mảnh vỡ của các phân tử hữu cơ và các sinh vật khác, là nguồn thức ăn giàu protein được hình thành do quá trình chuyển hóa thức ăn không sử dụng và phân thành thức ăn tự nhiên trong hệ thống nuôi khi tiếp xúc với ánh sáng mặt trời. Mỗi biofloc được kết dính với nhau trong một ma trận lỏng lẻo của chất nhầy do vi khuẩn tiết ra và được liên kết bởi các vi sinh vật dạng sợi hoặc lực hút tĩnh điện. Có thể nhìn thấy các bông lớn bằng mắt thường, nhưng hầu hết chúng đều ở dạng siêu nhỏ. Ngày nay, nhiều nơi trên thế giới đã ứng dụng công nghệ biofloc vào nhiều lĩnh vực như xử lý nước thải, thu hoạch vi tảo, đặc biệt là làm thức ăn nuôi tôm cá như là một nguồn cung cấp protein thực vật [1], [2], [3].

Công nghệ biofloc có ảnh hưởng sâu sắc đến việc áp dụng sản xuất nuôi trồng thủy sản quy mô lớn. Tổng cộng một nửa sản lượng nuôi trồng thủy hải sản là từ cá, tiếp theo là các động vật thân mềm 2 mảnh (trai, nghêu, sò) chiếm ¼ sản lượng, và phần còn lại là rong biển và tảo. Năm 2007, cá nước ngọt đã bổ sung thêm 43% lượng thức ăn động vật biển cho con người tiêu thụ [4]. Với việc tăng năng suất khai thác động vật biển ngày càng cao, việc cung cấp thức ăn cho các nông trại nuôi trồng hải sản cũng đòi hỏi sản xuất với quy mô rất lớn. Trong khi đó, việc kiểm soát thức ăn công nghiệp nuôi tôm cá đòi hỏi

**Abstract** - This study demonstrated the first results on the presence of *Escherichia coli* (*E. coli*) bacteria in Bold's Basal medium (BBM) and the formation of biofloc with microalgae. With the presence of *E. coli* ATCC 85922, the biofloc formation efficiency or the removal efficiency of suspended particles in the environment reached more than 98% after the fifth day (accounted from the time that bacteria were added in microalgae cultivation). Scanning electron microscopy results (SEM) also showed the enveloping of *E. coli* and microalgae forming a floc. In addition, when observed with the naked eye, clumps of floc were formed and settled to the bottom of the culture flask. Observed by electron microscopy at 400 magnifications, the results also proved that the microalgae cells stucked together into blocks of 150 to 220  $\mu\text{m}$  in size.

**Key words** - Biofloc; biofloc technology; microalgae; bacteria; aggregation

nghiêm ngặt sử dụng liều lượng kháng sinh dưới mức cho phép của tiêu chuẩn quốc tế khi xuất khẩu. Do đó, các nghiên cứu trong thời gian gần đây đã tập trung vào việc phát triển các chiến lược thay thế thức ăn bằng nguồn cung cấp tối thiểu bột cá và dầu cá, sau đó được thay thế bằng các nguồn protein thay thế và rẻ hơn như protein thực vật [5], [6].

Vi khuẩn có vai trò rất lớn trong cơ chế hình thành các biofloc, nhiều nghiên cứu đã chứng minh rằng, với sự tạo màng nhầy hay là các cao phân tử ngoại bào của vi khuẩn, vi khuẩn có thể gắn kết các tế bào, các phân tử lơ lửng trong các lớp này. Các quần xã vi sinh vật được hình thành trong các lớp màng nhầy này bao gồm thực vật phù du, vi khuẩn và tập hợp các chất hữu cơ dạng hạt sống và chết. *Escherichia coli* (*E. coli*) là vi khuẩn Gram âm thường có trong các ao, hồ, và đầm nuôi thủy hải sản cùng với các loài khác thuộc chi *Bacillus*, *Proteobacterium*, và *Actinobacterium* [7], [8].

Vì vậy, trong bài báo này, nhóm tác giả nghiên cứu sự tạo thành các khối biofloc của *E. coli* ATCC 85922 với vi tảo *C. vulgaris* trong môi trường nuôi cấy của vi tảo. Nghiên cứu nhằm hướng đến việc tăng hiệu suất thu hồi các tế bào lơ lửng khó lắng của vi tảo mà không cần dùng các phương pháp phân tách vật lý khác như lắng, lọc, ly tâm. Ngoài ra, còn nhằm hướng tới sự tạo thành biofloc của vi khuẩn và vi tảo, một nguồn protein thực vật dồi dào có trong bể nuôi tôm cá, nhằm tạo nguồn thức ăn mới cho các bể nuôi này.

<sup>1</sup> The University of Danang – University of Technology and Education (Thi Ngọc Thu Tran, Thi Dong Phuong Nguyen)

<sup>2</sup> Duy Tan University (Truc Xuyen Nguyen Phan)

## 2. Vật liệu và phương pháp nghiên cứu

### 2.1. Vật liệu

*E. coli* ATCC 85922 được thu thập từ phòng vi sinh thuộc Viện Công nghệ Sinh học, thành phố Huế. Giống vi khuẩn này được nuôi tăng sinh trong môi trường trypton soya broth (TSB, Himedia, Ấn Độ) với thành phần dinh dưỡng như sau: 17,0 g/L tryptone; 3,0 g/L đậu nành chứa papain tiêu hoá; 5 g/L NaCl; 2,5 g/L Dextrose; 2,5 g/L  $K_2HPO_4$  [9].

*Chlorella vulgaris* SAG 211-19 (SAG, Germany) được nuôi trong môi trường BBM có hiệu chỉnh với thành phần dinh dưỡng theo Bảng 1 [10], [11].

**Bảng 1.** Thành phần môi trường dinh dưỡng BBM

Thành phần	Hàm lượng (mg/L)	Thành phần	Hàm lượng (mg/L)
$H_3BO_3$	11,42	$Na_2EDTA.2H_2O$	63,61
$MgCl_2.4H_2O$	1,44	NaCl	25,00
$CaCl_2$	18,87	$Fe_2(SO_4)_3.7H_2O$	4,98
KOH	31,00	$Na_2MoO_4.2H_2O$	1,19
$Co(NO_3)_2.6H_2O$	0,49	$MgSO_4$	36,63
$K_2HPO_4$	75,00	$NaNO_3$	250,00
$CuSO_4.5H_2O$	1,57	$ZnSO_4.7H_2O$	8,82
$KH_2PO_4$	175,00	-	-

### 2.2. Phương pháp nghiên cứu

#### 2.2.1. Nuôi cấy vật liệu ban đầu

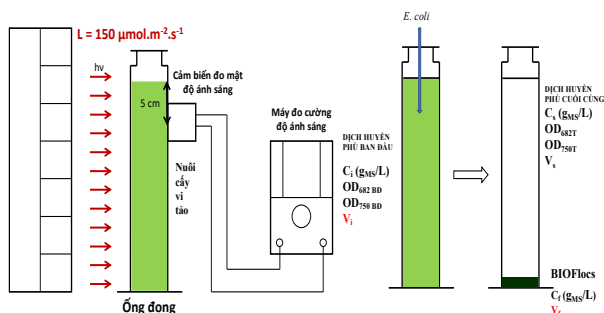
Giống *E. coli* ATCC 85922 được nuôi trong môi trường TSB cho tới khi đạt giá trị mật độ quang tại bước sóng 600nm ( $OD_{600}$ ) là 0,8 ở nhiệt độ  $35 \pm 2$  °C, tương đương với mật độ tế bào là  $(1,05 \pm 0,04) \times 10^8$  CFU/mL.

*C. vulgaris* SAG 211-19 được nuôi trong môi trường Bold's Basal medium (BBM) với nồng độ ban đầu là 0,1 g/L Tiến hành theo dõi giá trị mật độ quang học của môi trường tại bước sóng 682 nm ( $OD_{682}$ ) đến khi không đổi, sinh khối tế bào thu được là  $0,8 \pm 0,25$  g/L trong bình tam giác 250 mL ở nhiệt độ phòng  $25 \pm 2$  °C, với mật độ ánh sáng trắng là  $150 \mu mol m^{-2} s^{-1}$  [12].

Các giá trị mật độ quang của các mẫu phân tích được xác định trên máy đo quang phổ UV-Vis (Labomed, Mỹ).

#### 2.2.2. Bố trí thí nghiệm

Quá trình bố trí thí nghiệm có thể khái quát ở Hình 1.



**Hình 1.** Sơ đồ thí nghiệm nghiên cứu sự hình thành biofloc

*C. vulgaris* được cho vào các ống đứng 500ml chứa 400 mL thể tích môi trường BBM với nồng độ ban đầu là 0,1 g/L, quá trình nuôi cấy được thực hiện như đã mô tả trong mục 2.2.1 cho tới khi giá trị mật độ quang ở bước sóng 682

nm có giá trị không đổi theo Mục 2.2.3. *E. coli* được thêm vào các ống đứng nuôi cấy này với nồng độ tế bào ban đầu là  $10^8$  CFU/mL và chuyển qua các ống đứng để dễ quan sát quá trình tạo biofloc. Quá trình tạo thành biofloc được quan sát hình thái bằng kính hiển vi quang học có độ phóng đại 400 lần và hiệu quả keo tụ KT (%) cho tới khi tất cả tế bào vi tảo kết tụ và lắng hết dưới đáy ống đứng.

Tiến hành xác định mức độ kết tụ của các huyền phù lơ lửng trong môi trường nuôi cấy, theo Mục 2.2.3. Các quá trình thí nghiệm đều được bố trí mẫu đối chứng để so sánh kết quả. Mẫu đối chứng là mẫu vi tảo được nuôi ở cùng điều kiện nhưng không cho bất kì giống vi khuẩn nào vào trong môi trường.

#### 2.2.3. Phương pháp xác định hiệu quả keo tụ

Để xác định mật độ vi khuẩn, phương pháp đếm khuẩn lạc được sử dụng theo Hiệp hội sức khỏe cộng đồng Hoa Kỳ [13]. Mật độ quang đo ở bước sóng 682 nm được thực hiện dựa theo các phương pháp đo lường tế bào vi tảo của Hadj-Romdhane và cộng sự đã công bố năm 2012 [12]. Vì thế, hiệu quả kết tụ các hạt huyền phù lơ lửng (KT) trong môi trường nuôi cấy được đánh giá dựa vào công thức như sau:

$$KT, \% = \left( 1 - \frac{OD_{682t}}{OD_{682BB}} \right) \times 100$$

Trong đó,  $OD_{682t}$  là giá trị mật độ quang của mẫu phân tích được đo ở thời điểm khảo sát;  $OD_{682BB}$  là giá trị mật độ quang của mẫu phân tích được đo ở thời điểm bắt đầu thêm vi khuẩn *E. coli* vào.

#### 2.2.4. Phương pháp xác định đặc điểm hình thái và đánh giá quá trình tạo khối biofloc

Vào thời điểm cuối cùng của quá trình tạo biofloc, khi giá trị mật độ quang của các mẫu nước môi trường nuôi cấy được lấy để đo cho giá trị không đổi thì các biofloc được thu hoạch để tiến hành phân tích bằng kính hiển vi quang học (Olympus, Nhật Bản) ở độ phóng đại 400.

Xác định nồng độ sinh khối của các mẫu phân tích theo phương pháp đã được mô tả trong nghiên cứu của Nguyen và cộng sự [14]. Phương trình tương quan giữa mật độ quang tại bước sóng 682nm và nồng độ g/L của vi tảo được tra cứu theo các nghiên cứu trước đã được công bố của nhóm tác giả [15].

Tiến hành chụp SEM các mẫu phân tích theo mô tả trong nghiên cứu của Nguyen và cộng sự công bố năm 2018 [16].

#### 2.2.5. Xử lý số liệu

Các mẫu phân tích được lặp lại tối thiểu 03 lần. Kết quả các thí nghiệm được biểu thị dưới dạng trung bình  $\pm$  SD. Dữ liệu được phân tích phương sai (ANOVA) và kiểm tra sự khác nhau có nghĩa theo Fisher sử dụng phần mềm Minitab ver 18 (với mức ý nghĩa  $\alpha=0,05$ ).

## 3. Kết quả và thảo luận

### 3.1. Kết bông tạo biofloc

Vi tảo sau khi được nuôi cấy ổn định đến ngày thứ 13 thì giá trị  $OD_{682}$  có giá trị thấp hơn giá trị tăng sinh tế bào vi tảo thì được cho thêm các tế bào vi khuẩn *E. coli* ATCC 85922. Bắt đầu từ thời điểm này, các mẫu môi trường nuôi cấy vẫn tiếp tục đo đạt mật độ quang ở 682 nm để tính hiệu quả kết tụ hoặc loại thải các hạt vi tảo huyền phù KT.