



TUYỂN CHỌN VI KHUẨN QUANG HỢP TỪ VÙNG VEN BIỂN THÀNH PHỐ HUẾ NHẪM PHÁT TRIỂN SINH KHỐI VI KHUẨN GIÀU PROTEIN LÀM THỨC ĂN CHĂN NUÔI

Nguyễn Thị Thu Liên¹, Ngô Thị Bảo Châu¹, Nguyễn Văn Hoàng², Trần Vũ Ngọc Thi¹,
Đặng Thị Thanh Lộc¹, Lê Văn Tuấn^{1*}, Trương Quý Tùng¹, Nguyễn Đăng Giảng Châu¹

¹ Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế, 77 Nguyễn Huệ, Huế, Việt Nam

² Trường Cao đẳng Y tế Huế, 01 Nguyễn Trường Tộ, Huế, Việt Nam

* Tác giả liên hệ: Lê Văn Tuấn <levantuan@hueuni.edu.vn>

(Ngày nhận bài: 1-4-2025; Ngày chấp nhận đăng: 24-4-2025)

Tóm tắt. Vi khuẩn quang hợp (VKQH) là nhóm vi sinh vật có tiềm năng ứng dụng cao trong lĩnh vực chăn nuôi nhờ khả năng sinh trưởng mạnh, thích nghi tốt trong điều kiện nhân tạo và thành phần dinh dưỡng phong phú. Nghiên cứu này được thực hiện nhằm phân lập và tuyển chọn các chủng VKQH bản địa từ vùng ven biển thành phố Huế phục vụ phát triển nguồn sinh khối vi khuẩn giàu protein làm thức ăn bổ sung cho vật nuôi. Trong tổng số 30 mẫu bùn và nước thu thập từ các khu vực ven biển, 28 chủng VKQH đã được phân lập thành công. Các chủng này được đánh giá theo khả năng sinh trưởng trong môi trường nhân tạo và thành phần dinh dưỡng. Kết quả cho thấy 4 chủng tiêu biểu gồm ĐH1.2, RC2.2, TH1.4 và LA2.6 có tốc độ sinh trưởng cao và hàm lượng dinh dưỡng nổi bật: hàm lượng protein tổng số dao động từ 36,25% đến 50,75%; lipid từ 9,4% đến 11,0%; carotenoid từ 1,54 đến 2,14 mg/mL. Các chủng được tuyển chọn có tiềm năng làm tiền đề cho các nghiên cứu sâu hơn về phát triển sinh khối VKQH bản địa phục vụ sản xuất thức ăn chăn nuôi theo hướng bền vững.

Từ khoá: vi khuẩn quang hợp, phân lập, sinh khối vi khuẩn, protein, thành phố Huế

Selection of photosynthetic bacteria from coastal areas of Hue city for protein-rich biomass development in animal feed

Nguyễn Thị Thu Liên¹, Ngô Thị Bảo Châu¹, Nguyễn Văn Hoàng², Trần Vũ Ngọc Thi¹,
Đặng Thị Thanh Lộc¹, Lê Văn Tuấn^{1*}, Trương Quý Tung¹, Nguyễn Đăng Giang Châu¹

University of Sciences, Hue University, 77 Nguyen Hue St., Hue, Vietnam

Hue Medical College, 01 Nguyen Truong To St., Hue, Vietnam

* Correspondence to Lê Văn Tuấn <levantuan@hueuni.edu.vn>

(Submitted: April 1, 2025; Accepted: April 24, 2025)

Abstract. Photosynthetic bacteria (PSB) are microbial groups with high application potential in animal husbandry due to their robust growth, adaptability to artificial conditions, and rich nutritional composition. This study aimed to isolate and select indigenous PSB strains from the coastal areas of Hue city for the development of protein-rich microbial biomass as a supplementary feed source for livestock. From a total of 30 collected samples of coastal sediment and water, 28 PSB strains were successfully isolated. These strains were evaluated for their growth performance under laboratory conditions and key nutritional characteristics. Among them, four strains—ĐH1.2, RC2.2, TH1.4, and LA2.6—demonstrated outstanding growth and notable nutritional profiles, with total protein contents ranging from 36.25% to 50.75%, lipid contents from 9.4% to 11.0%, and carotenoid concentrations from 1.54 to 2.14 mg/mL. These selected strains show strong potential as foundational candidates for further research on the development of localized PSB biomass for sustainable animal feed production.

Keywords: Photosynthetic bacteria, isolation, microbial biomass, protein, Hue city

1 Đặt vấn đề

Vi khuẩn quang hợp (VKQH) là nhóm vi sinh vật nhân sơ có khả năng sử dụng ánh sáng làm nguồn năng lượng để tổng hợp chất hữu cơ từ các hợp chất vô cơ. Với cấu trúc tế bào đơn giản, VKQH là sinh vật có thể thích nghi và phân bố rộng rãi trong tự nhiên, từ đất, sông ngòi, hồ đến các vùng đầm lầy ven biển [1]. Không chỉ đóng vai trò sinh thái quan trọng trong chu trình chuyển hóa vật chất, VKQH còn nổi bật bởi khả năng tích lũy sinh khối với hàm lượng dinh dưỡng cao, bao gồm protein, lipid, carotenoid, các acid amin thiết yếu và vitamin nhóm B [2, 3].

Trong những năm gần đây, VKQH đã nhận được sự quan tâm đặc biệt trong lĩnh vực sản xuất protein đơn bào (SCP – Single Cell Protein), như một giải pháp tiềm năng nhằm thay thế các nguồn protein truyền thống vốn đang chịu áp lực do biến đổi khí hậu và khủng hoảng chuỗi cung ứng toàn cầu [4]. Các nghiên cứu cho thấy sinh khối VKQH có thể đạt hàm lượng protein từ 40% đến 60% khối lượng khô – tương đương hoặc cao hơn một số loài vi tảo, nấm men hoặc vi khuẩn dị dưỡng khác [5]. Ngoài ra, một số chủng VKQH còn tạo ra hợp chất sinh học như carotenoid với hoạt tính chống oxy hóa cao, có thể bổ sung vào khẩu phần ăn nhằm tăng cường

sức đề kháng và cải thiện chất lượng sản phẩm chăn nuôi, đặc biệt là trong nuôi trồng thủy sản [6].

Bên cạnh giá trị dinh dưỡng, VKQH còn có khả năng cải thiện chất lượng môi trường nuôi thông qua quá trình hấp thu amoniac, nitrit và các hợp chất hữu cơ dư thừa, góp phần giảm chi phí xử lý nước thải và nâng cao hiệu quả sinh học trong hệ thống chăn nuôi tuần hoàn [7, 8]. Do đó, việc nghiên cứu và ứng dụng VKQH trong sản xuất thức ăn chăn nuôi không chỉ mang ý nghĩa dinh dưỡng mà còn đóng vai trò trong chiến lược phát triển nông nghiệp bền vững.

Tại Việt Nam, tiềm năng sử dụng VKQH bản địa chưa được khai thác đúng mức, đặc biệt ở các khu vực ven biển với điều kiện tự nhiên thuận lợi cho VKQH phát triển. Thành phố Huế, với hệ thống đầm phá và bờ biển dài, là nơi có tính đa dạng sinh học cao nhưng còn ít tài liệu nghiên cứu về vi sinh vật quang hợp. Việc phân lập và tuyển chọn các chủng VKQH từ khu vực này sẽ không chỉ góp phần bổ sung nguồn dữ liệu về tài nguyên vi sinh vật bản địa mà còn là cơ sở tiền đề cho các ứng dụng trong sản xuất sinh khối giàu protein phục vụ chăn nuôi.

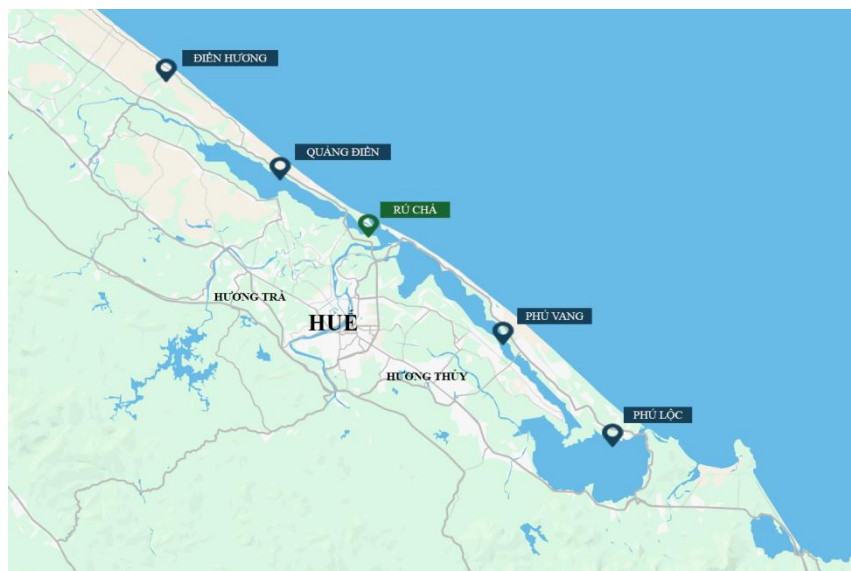
Nghiên cứu này được thực hiện nhằm phân lập và tuyển chọn các chủng VKQH có khả năng sinh trưởng tốt và hàm lượng dinh dưỡng cao từ vùng ven biển thành phố Huế. Kết quả nghiên cứu là cơ sở khoa học cho việc xây dựng hướng ứng dụng VKQH vào sản xuất thức ăn bổ sung, thân thiện môi trường, có tính bản địa hóa cao trong chăn nuôi.

2 Đối tượng và phương pháp nghiên cứu

2.1 Đối tượng nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu là các chủng VKQH bản địa được phân lập từ môi trường tự nhiên tại khu vực ven biển thành phố Huế. Mẫu bùn và nước được thu thập tại các địa điểm trải dài trên các huyện ven biển gồm Phong Điền, Quảng Điền, Hương Trà, Phú Vang và Phú Lộc – những khu vực đại diện cho hệ sinh thái nước lợ, đầm phá ven biển có tiềm năng đa dạng sinh học vi sinh vật cao (Hình 1).

Thời gian thu mẫu kéo dài từ tháng 9 năm 2023 đến tháng 8 năm 2024.



Hình 1. Bản đồ các địa điểm thu mẫu

2.2 Thu mẫu và bảo quản mẫu

Các mẫu bùn được thu tại lớp mặt từ độ sâu 0–5 cm trên diện tích khoảng 1 dm² bằng dụng cụ lấy mẫu tiệt trùng, sau đó được bảo quản trong túi Ziplock. Mẫu nước ven bờ được thu gom vào các chai nhựa PET 500 mL sạch và làm đầy để tránh tiếp xúc không khí. Toàn bộ mẫu được bảo quản ở nhiệt độ 4–8°C trong thùng giữ lạnh và chuyển ngay về phòng thí nghiệm Hóa – Sinh – Môi trường (Trường Đại học Khoa học – Đại học Huế) trong vòng 6 giờ kể từ thời điểm lấy mẫu.

2.3 Phân lập và nuôi cấy vi khuẩn quang hợp

Giai đoạn làm giàu

Để tăng sinh VKQH từ mẫu thô, mỗi mẫu bùn/nước thu về được chuyển vào bình tam giác 250 mL, bổ sung 5 g calcium sulfate (CaSO₄) và 10 g cellulose, sau đó phủ một lớp parafin lỏng dày 1 cm trên bề mặt. Hệ thống được ủ trong điều kiện ánh sáng liên tục (khoảng 2.400 Lux) ở nhiệt độ 28–30 °C trong 14 ngày [1, 9]. Sau thời gian làm giàu, 10 mL dịch huyền phù được lấy để cấy vào 90 mL môi trường DSMZ 27, tiếp tục nuôi cấy trong điều kiện tương tự thêm 7 ngày [10].

Phân lập và tạo dòng thuần

Sau quá trình làm giàu thứ cấp, 50 µL dịch nuôi được cấy vào đĩa thạch chứa môi trường DSMZ 27 – agar, nuôi trong điều kiện kỵ khí hoàn toàn dưới ánh sáng liên tục (2.400 Lux). Các khuẩn lạc đặc trưng được lựa chọn và làm thuần bằng phương pháp cấy rìa nhiều lần. Đặc điểm hình thái khuẩn lạc, sắc tố, cũng như hình thái tế bào của các chủng vi khuẩn tuyển chọn được xác định thông qua nhuộm Gram và quan sát bằng kính hiển vi dầu với vật kính 100× [11].

Giai đoạn nuôi tăng sinh

Tiến hành nhân nuôi tăng sinh các chủng vi khuẩn phân lập được trong môi trường DSMZ 27 ở điều kiện tương tự trong 7 ngày. Các chủng VKQH được đánh giá sinh trưởng dựa trên mật độ quang (OD) tại bước sóng 660 nm, phản ánh nồng độ tế bào trong dung dịch nuôi cấy [8, 12].

Thành phần môi trường DSMZ 27

Môi trường DSMZ 27 bao gồm: cao nấm men (0,3 g/L), natri succinate (1 g/L), acetate (1 g/L), K_2HPO_4 (1 g/L), KH_2PO_4 (0,5 g/L), $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ (0,4 g/L), $CaCl_2 \cdot 2H_2O$ (0,05 g/L), NH_4Cl (0,4 g/L), NaCl (20 g/L), vitamin B₁₂ (0,4 mL/L), vi lượng SL6 (1 mL/L) và nước cất vừa đủ 1.000 mL.

Dung dịch vi lượng SL6 bao gồm: HCl (25%) 6,5 mL; $FeCl_2 \cdot 4H_2O$ 1,5 g; H_3BO_3 0,3 g; $MnCl_2 \cdot 2H_2O$ 0,03 g; $CoCl_2 \cdot 6H_2O$ 0,2 g; $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ 0,1 g; $CuCl_2 \cdot 2H_2O$ 17 mg; $NiCl_2 \cdot 6H_2O$ 24 mg; $Na_2MoO_4 \cdot 2H_2O$ 36 mg; nước cất vừa đủ 1.000 mL. Dung dịch vitamin B₁₂ được pha và tiệt trùng bằng màng lọc trước khi sử dụng [13].

2.4 Đánh giá sinh trưởng và phân tích thành phần dinh dưỡng

Các chủng VKQH được đánh giá sinh trưởng dựa trên mật độ quang học (OD) tại bước sóng 660 nm, phản ánh nồng độ tế bào trong dung dịch nuôi cấy [8, 12]. Các chủng có OD₆₆₀ cao hơn 1,0 được lựa chọn cho phân tích thành phần dinh dưỡng.

– Hàm lượng protein tổng số được xác định theo phương pháp Kjeldahl, tiêu chuẩn TCVN 3705:1990 với lượng mẫu ban đầu là 0,5 g sinh khối khô [14].

– Carotenoid được chiết bằng dung môi hữu cơ và đo phổ hấp thụ tại bước sóng tương ứng, theo phương pháp Liaaen-Jensen & Jensen với lượng mẫu ban đầu là 0,2 g sinh khối tươi [15].

– Lipid tổng số được xác định bằng kỹ thuật chuyển vị ester trực tiếp từ sinh khối tạo thành methyl ester của acid béo, theo phương pháp của Johnson & Wen với lượng mẫu ban đầu là 0,5 g sinh khối khô [16].

2.5 Xử lý số liệu

Mỗi chủng được tiến hành nhân nuôi sinh khối trên ít nhất 3 ống nghiệm. Các chỉ tiêu sinh trưởng và thành phần dinh dưỡng được thống kê mô tả, tính trung bình và sai số chuẩn bằng phần mềm Microsoft Excel 2021.

3 Kết quả nghiên cứu và thảo luận

3.1 Phân lập và tuyển chọn các chủng VKQH ven biển thành phố Huế

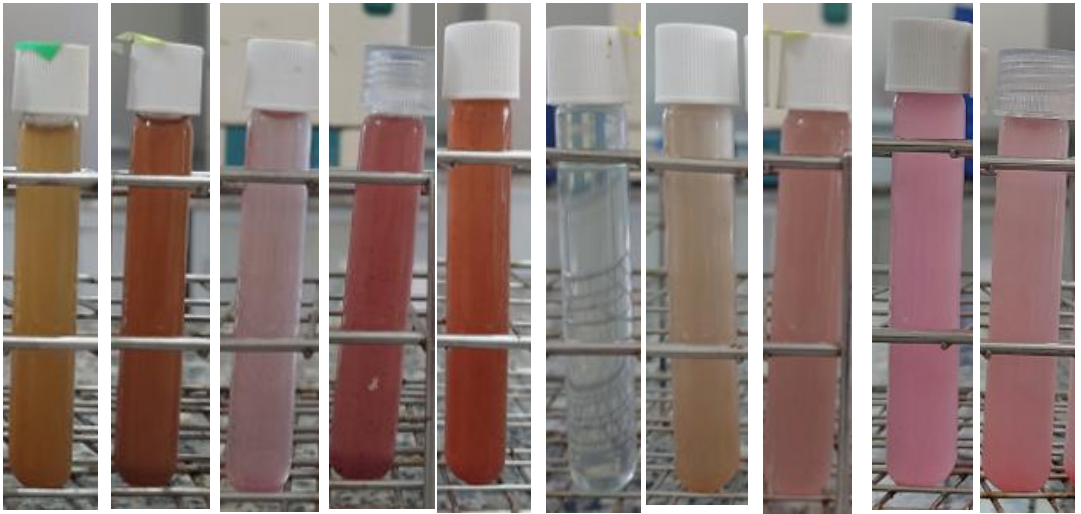
Từ 30 mẫu bùn và nước ven biển được thu thập tại các địa điểm nghiên cứu ở thành phố Huế, tổng cộng 28 chủng VKQH đã được phân lập thành công thông qua quy trình làm giàu và nuôi cấy trên môi trường DSMZ 27. Trong đó, có 9 chủng vi khuẩn quang hợp phân lập từ mẫu nước ven biển và 19 chủng vi khuẩn quang hợp được phân lập được từ mẫu bùn. Các chủng cho thấy sự đa dạng về màu sắc sắc tố (từ vàng nhạt, hồng, đỏ gạch đến tím đậm) (Hình 2), cho phép bước đầu phân biệt các nhóm VKQH khác nhau. Sự khác biệt về sắc tố phản ánh khả năng hấp thu ánh sáng cũng như cấu trúc quang hợp đặc trưng của từng chủng [1]. Kết quả đo mật độ tế bào gián tiếp qua độ hấp thụ quang ở bước sóng 660 nm (OD_{660}) cho thấy nhiều chủng đạt mật độ cao, vượt ngưỡng $OD_{660} = 1,0$, thể hiện khả năng sinh trưởng tốt trong điều kiện nhân tạo (Bảng 1). Một số chủng nổi bật bao gồm LA2.6 ($OD = 1,779$), TH1.4 ($OD = 1,621$), RC2.2 ($OD = 1,441$), RC2.1 và PH2.5. Các chủng có OD cao được đưa vào giai đoạn sàng lọc để đánh giá tiềm năng dinh dưỡng.

Kết quả này cho thấy vùng ven biển thành phố Huế là nguồn phong phú VKQH bản địa có khả năng sinh trưởng cao, phù hợp với định hướng phát triển sinh khối vi sinh vật làm nguyên liệu đầu vào trong lĩnh vực chăn nuôi.

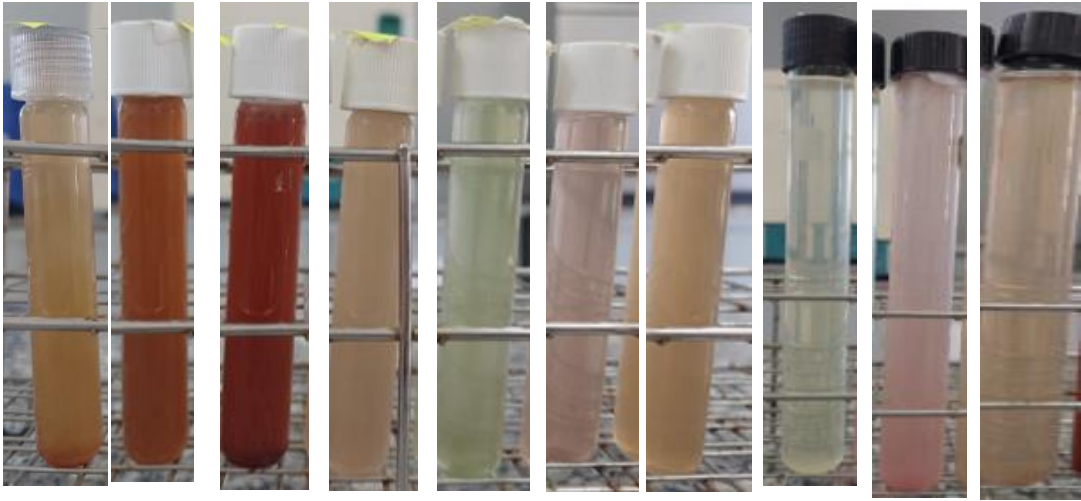
Bảng 1. Khả năng sinh trưởng của các chủng vi khuẩn quang hợp phân lập

STT	Kí hiệu	Sắc tố	OD_{660}	STT	Kí hiệu	Sắc tố	OD_{660}
1	ĐH1.1	Vàng nhạt	$0,781 \pm 0,004$	15	HD2.4	Xanh lá cây	$0,347 \pm 0,018$
2	ĐH1.2	Đỏ gạch	$1,047 \pm 0,002$	16	CT1.5	Hồng nhạt	$0,578 \pm 0,010$
3	MP1.3	Hồng nhạt	$0,424 \pm 0,006$	17	CT2.6	Vàng nhạt	$0,487 \pm 0,024$
4	MP2.4	Tím đậm	$1,035 \pm 0,009$	18	PA2.1	Xanh ngọc	$0,315 \pm 0,011$
5	PH2.5	Đỏ gạch	$1,148 \pm 0,026$	19	PA2.2	Hồng nhạt	$0,835 \pm 0,013$
6	QN1.1	Xanh ngọc	$0,325 \pm 0,012$	20	VT2.1	Vàng nhạt	$0,869 \pm 0,039$
7	QN2.2	Vàng nhạt	$0,334 \pm 0,016$	21	VT2.4	Đỏ mận	$1,209 \pm 0,015$
8	TM2.3	Hồng nhạt	$0,663 \pm 0,011$	22	VH1.1	Xanh lá cây	$0,784 \pm 0,017$
9	TM2.4	Hồng nhạt	$0,441 \pm 0,021$	23	VH2.2	Đỏ nhạt	$0,895 \pm 0,030$
10	TA2.5	Hồng nhạt	$0,376 \pm 0,028$	24	TH2.3	Tím nhạt	$0,862 \pm 0,019$
11	TA2.6	Vàng nhạt	$0,348 \pm 0,015$	25	TH1.4	Đỏ mận	$1,621 \pm 0,008$
12	RC2.1	Đỏ nâu	$1,108 \pm 0,016$	26	LA1.5	Nâu	$1,091 \pm 0,023$
13	RC2.2	Đỏ đậm	$1,441 \pm 0,011$	27	LA2.6	Tím đậm	$1,779 \pm 0,007$
14	HD1.3	Vàng nhạt	$0,452 \pm 0,026$	28	LA2.7	Vàng đất	$1,009 \pm 0,006$

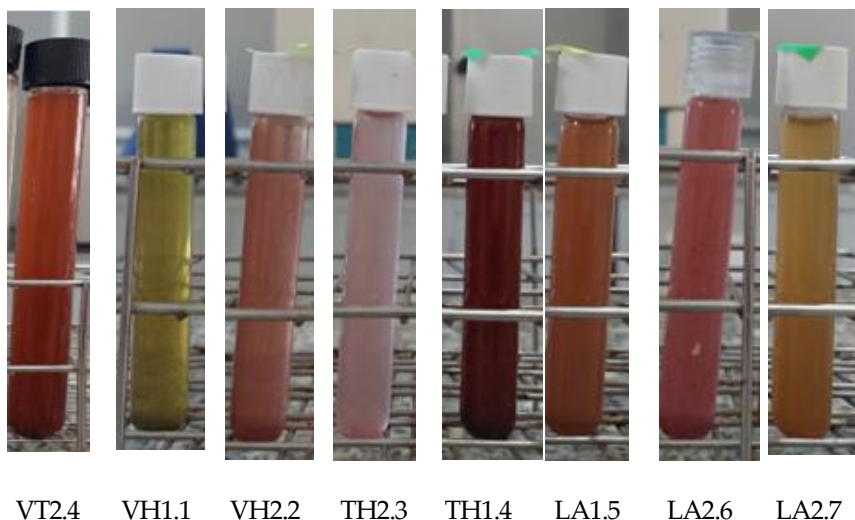
Chú thích: Giá trị được trình bày ở bảng là TB $\pm$ SD



ĐH1.1 ĐH1.2 MP1.3 MP2.4 PH2.5 QN1.1 QN2.2 TM2.3 TM2.4 TA2.5



TA2.6 RC2.1 RC2.2 HD1.3 HD2.4 CT1.5 CT2.6 PA2.1 PA2.2 VT2.1



Hình 2. Các chủng VKQH phân lập được nuôi cấy trên môi trường DSMZ 27

3.2 Đánh giá thành phần dinh dưỡng của các chủng VKQH tuyển chọn

Trong tổng số 28 chủng vi khuẩn quang hợp được phân lập, 10 chủng có mật độ sinh trưởng cao nhất ($OD_{660} > 1,0$) đã được lựa chọn để phân tích chuyên sâu các chỉ tiêu dinh dưỡng gồm: ĐH1.2, MP2.4, PH2.5, RC2.1, RC2.2, VT2.4, TH1.4, LA1.5, LA2.6 và LA2.7. Đây là những chủng thể hiện khả năng phát triển tốt trong điều kiện nhân tạo và có sắc tố đặc trưng. Các biểu hiện này thường liên quan đến khả năng quang hợp và chuyển hóa dinh dưỡng hiệu quả [1].

Ba chỉ tiêu dinh dưỡng chính được đánh giá bao gồm: hàm lượng protein tổng số, lipid tổng số và carotenoid. Đây là những thành phần sinh học quan trọng phản ánh giá trị sử dụng của sinh khối vi khuẩn trong ngành thức ăn chăn nuôi. Kết quả được trình bày trong Bảng 2 cho thấy: các chủng có sự khác biệt đáng kể về thành phần dinh dưỡng, phản ánh sự đa dạng về chuyển hóa sinh học của các dòng VKQH bản địa.

Hàm lượng protein tổng số của các chủng dao động từ 14,50% đến 50,75% (tính theo khối lượng khô). Các chủng có hàm lượng protein cao gồm: LA2.6 (50,75%), RC2.2 (47,13%), TH1.4 (43,50%) và ĐH1.2 (36,25%). Mức protein này tương đương với nhiều nghiên cứu trước đó về vi khuẩn *Rhodopseudomonas palustris* và *Rhodobacter blasticus*, có hàm lượng protein dao động trong khoảng 40–60% sinh khối khô [5, 17]. Đây là mức cao so với nhiều chủng vi sinh vật khác đang được khai thác để sản xuất protein đơn bào (SCP) như nấm men hoặc vi tảo [4, 3], cho thấy tiềm năng đáng kể trong việc thay thế hoặc bổ sung nguồn đạm cho vật nuôi.

Về lipid tổng số, các chủng VKQH cho kết quả dao động từ 2,2% đến 11,0%. Chủng LA2.6 tiếp tục là chủng nổi bật với hàm lượng lipid cao nhất (11,0%), theo sau là RC2.2 (10,2%) và TH1.4 (9,6%). Các mức này tương đương hoặc cao hơn so với lipid thu được từ một số chủng VKQH nuôi trong môi trường bổ sung carbon hữu cơ, như *Rhodomonas sp.* (8–10%) hoặc *R. faecalis* PA2 (13,28%) [6, 18]. Hàm lượng lipid cao không chỉ góp phần nâng cao giá trị năng lượng của sinh

Bảng 2. Hàm lượng protein tổng số, lipid tổng số và carotenoid của 10 chủng VKQH

STT	Kí hiệu	Protein tổng số (%)	Lipid tổng số (%)	Carotenoid (mg/mL)
1	ĐH1.2	36,25 ± 0,289	9,4 ± 0,100	1,54 ± 0,026
2	MP2.4	18,13 ± 0,324	6,0 ± 0,069	1,52 ± 0,036
3	PH2.5	18,13 ± 0,125	5,8 ± 0,265	1,33 ± 0,026
4	RC2.1	21,75 ± 0,250	5,4 ± 0,265	1,48 ± 0,010
5	RC2.2	47,13 ± 0,063	10,2 ± 0,300	1,75 ± 0,036
6	VT2.4	14,50 ± 0,188	3,2 ± 0,173	1,42 ± 0,035
7	TH1.4	43,50 ± 0,217	9,6 ± 0,265	1,58 ± 0,026
8	LA1.5	18,13 ± 0,109	2,4 ± 0,200	1,50 ± 0,035
9	LA2.6	50,75 ± 0,125	11,0 ± 0,436	2,14 ± 0,015
10	LA2.7	29,00 ± 0,108	2,2 ± 0,100	0,93 ± 0,010

Chú thích: Giá trị được trình bày ở bảng là TB ± SD

khối mà còn mở ra tiềm năng trích ly axit béo không no – nhóm chất dinh dưỡng chức năng quan trọng trong dinh dưỡng vật nuôi.

Hàm lượng carotenoid là nhóm sắc tố có hoạt tính sinh học cao với vai trò chống oxy hóa, kích thích miễn dịch và tạo màu sinh học. Các giá trị đo được dao động từ 0,93 mg/mL đến 2,14 mg/mL, với LA2.6 (2,14 mg/mL), RC2.2 (1,75 mg/mL), TH1.4 (1,58 mg/mL) và ĐH1.2 (1,54 mg/mL). Đây là mức cao, tiệm cận với hàm lượng carotenoid của các chủng phân lập từ đất Núi Cấm, An Giang (2,41–3,40 mg/mL) [19]. Sắc tố carotenoid không chỉ góp phần tạo màu tự nhiên mà còn là chỉ số về hoạt tính quang hợp và giá trị sinh học của sinh khối vi khuẩn.

Từ ba chỉ tiêu trên, có thể thấy rằng bốn chủng ĐH1.2, RC2.2, TH1.4 và LA2.6 là những dòng VKQH bản địa có tiềm năng dinh dưỡng vượt trội, đồng thời đạt đồng thời cả ba thành phần: protein cao (36 – 51%), lipid (9 – 11%), và carotenoid (1,5 – 2,14 mg/mL). Những chủng này không chỉ phù hợp để phát triển sinh khối dùng trong chăn nuôi mà còn có tiềm năng mở rộng nghiên cứu trong lĩnh vực dinh dưỡng chức năng và xử lý ô nhiễm hữu cơ, dinh dưỡng trong môi trường nước.

3.3 Đặc điểm hình thái của 04 chủng VKQH tuyển chọn

Bốn chủng VKQH được lựa chọn dựa trên khả năng sinh trưởng và hàm lượng dinh dưỡng cao bao gồm ĐH1.2, RC2.2, TH1.4 và LA2.6. Các chủng này tiếp tục được khảo sát đặc điểm hình thái khuẩn lạc và hình thái tế bào – một bước quan trọng trong nhận diện vi khuẩn sơ cấp và định hướng ứng dụng.

Trên môi trường thạch DSMZ 27 – agar, các khuẩn lạc có hình tròn, mép đều, bề mặt bóng. Chủng ĐH1.2 và RC2.2 có sắc tố đỏ gạch đến đỏ đậm, trong khi TH1.4 có sắc tố đỏ mặn, và LA2.6 thể hiện sắc tố tím đậm đặc trưng. Điều này cho thấy có sự khác biệt trong hệ sắc tố quang hợp giữa các chủng. Các sắc tố này có liên hệ với bacteriochlorophylls và carotenoids, là dấu hiệu cho thấy hiệu suất hấp thu ánh sáng và khả năng tổng hợp sinh khối [1].

Quan sát tế bào sau nhuộm Gram cho kết quả như sau:

– Chủng ĐH1.2: tế bào Gram âm, dạng hình cầu, có kích thước nhỏ. Màu sắc khuẩn lạc đỏ gạch. Quan sát tế bào thấy phân bố rải rác, không kết cụm (Hình 3).

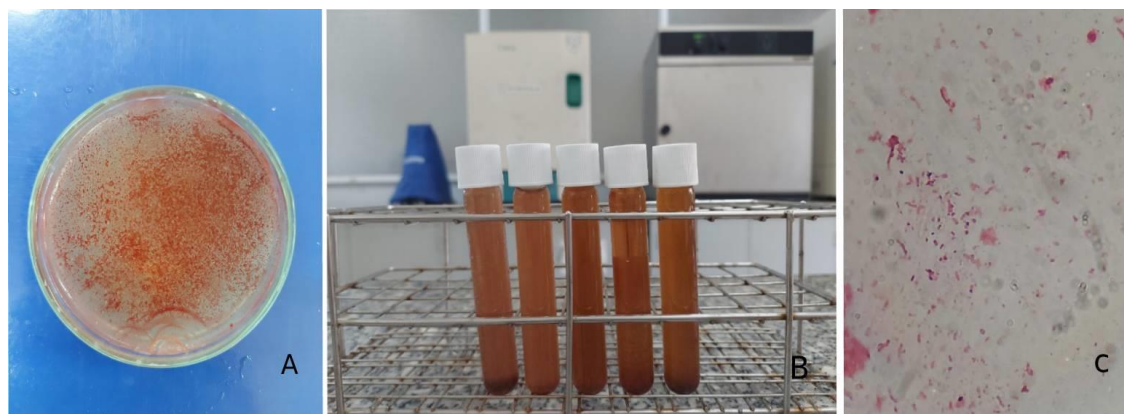
– Chủng RC2.2: tế bào Gram âm, trực khuẩn ngắn, màu sắc đỏ đậm. Tế bào đứng riêng rẽ hoặc tạo đôi. Đây là hình dạng phổ biến ở một số chi *Rhodopseudomonas* và *Rhodobacter* (Hình 4).

– Chủng TH1.4: tế bào Gram âm, dạng cầu, có xu hướng xếp thành chuỗi. Khuẩn lạc có sắc tố đỏ mặn và mép đều. Hình thái xếp chuỗi có thể là đặc điểm sinh học giúp tăng tính ổn định trong môi trường thay đổi (Hình 5).

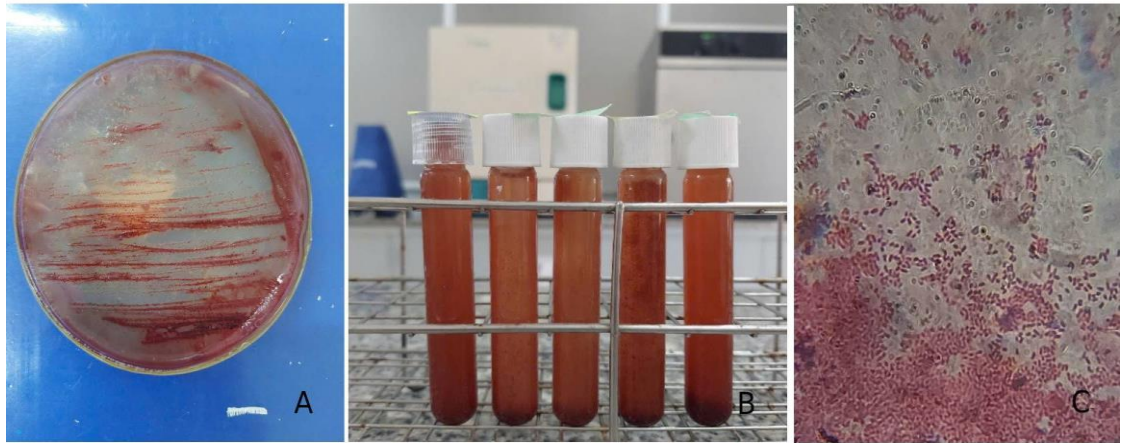
– Chủng LA2.6: tế bào Gram âm, trực khuẩn mảnh, hơi cong nhẹ. Màu sắc khuẩn lạc tím đậm rất đặc trưng, mật độ tế bào cao, kích thước đồng đều. Đặc điểm này phù hợp với một số chủng *Rhodovulum sulfidophilum* có khả năng sinh carotenoid mạnh (Hình 6).

Các kết quả hình thái quan sát được phù hợp với các mô tả đặc trưng của VKQH không lưu huỳnh (Nonsulfur purple bacteria), đặc biệt là các chi *Rhodobacteraceae* như *Rhodopseudomonas*, *Rhodobacter*, *Rhodovulum* [9]. Những đặc điểm này không chỉ hỗ trợ phân loại mà còn cung cấp thông tin giá trị cho việc lựa chọn chủng trong ứng dụng thực tiễn, như khả năng lắng tụ, chiết sinh khối hay bền vững trong điều kiện nuôi ngoài trời.

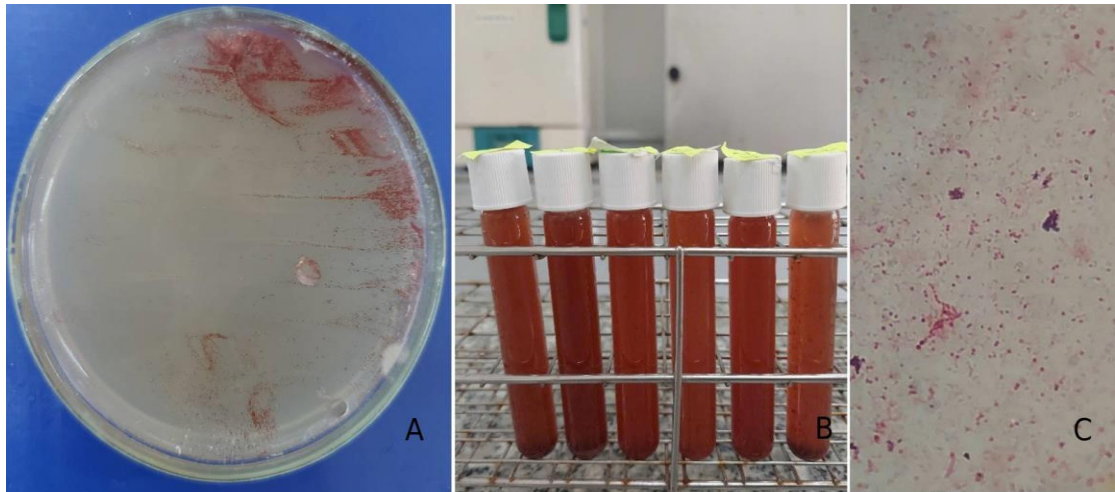
Việc kết hợp đặc điểm hình thái với chỉ tiêu sinh hóa và sinh trưởng tạo nền tảng khoa học cho việc phát triển chủng VKQH bản địa phù hợp với điều kiện môi trường tại thành phố Huế, hướng đến ứng dụng trong sản xuất thức ăn chăn nuôi bền vững.



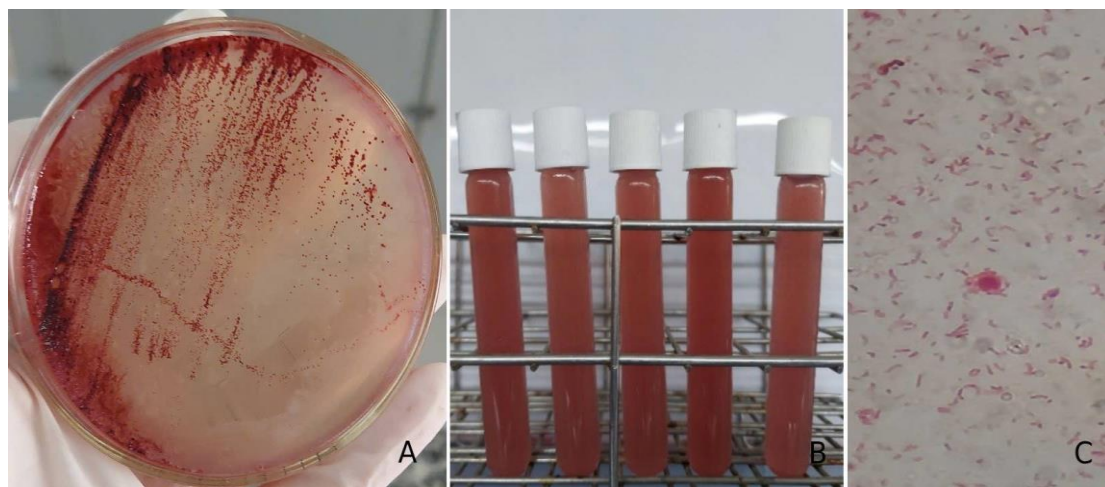
Hình 3. (A) Khuẩn lạc của chủng ĐH1.2 trên môi trường DSMZ 27 – agar. (B) Chủng ĐH1.2 nuôi cấy trên môi trường DSMZ 27 dịch thể. (C) Hình thái tế bào của chủng ĐH1.2 (100x)



Hình 4. (A) Khuẩn lạc của chủng RC2.2 trên môi trường DSMZ 27 – agar. (B) Chủng RC2.2 nuôi cấy trên môi trường DSMZ 27 dịch thể. (C) Hình thái tế bào của chủng RC2.2 (100x)



Hình 5. (A) Khuẩn lạc của chủng TH1.4 trên môi trường DSMZ 27 – agar. (B) Chủng TH1.4 nuôi cấy trên môi trường DSMZ 27 dịch thể. (C) Hình thái tế bào của chủng TH1.4 (100x)



Hình 6. (A) Khuẩn lạc của chủng LA2.6 trên môi trường DSMZ 27 – agar. (B) Chủng LA2.6 nuôi cấy trên môi trường DSMZ 27 dịch thể. (C) Hình thái tế bào của chủng LA2.6 (100x)

4 Kết luận

Nghiên cứu đã tiến hành phân lập và tuyển chọn thành công 28 chủng vi khuẩn quang hợp (VKQH) từ 30 mẫu bùn và nước ven biển thành phố Huế. Trong đó, 4 chủng ĐH1.2, RC2.2, TH1.4 và LA2.6 được đánh giá là có tiềm năng ứng dụng cao dựa trên khả năng sinh trưởng mạnh trong điều kiện nhân tạo và hàm lượng dinh dưỡng nổi bật. Hàm lượng protein tổng số của các chủng dao động từ 36,25% đến 50,75%; lipid từ 9,4% đến 11,0%; và carotenoid từ 1,54 đến 2,14 mg/mL. Các đặc điểm hình thái tế bào như cầu khuẩn (ĐH1.2, TH1.4), trực khuẩn ngắn (RC2.2) và trực khuẩn mảnh hơi cong (LA2.6), kết hợp với sắc tố đặc trưng trên môi trường nuôi cấy, phù hợp với mô tả của các dòng VKQH không lưu huỳnh. Kết quả nghiên cứu góp phần khẳng định vùng ven biển thành phố Huế là nguồn tài nguyên VKQH bản địa phong phú, tiềm năng cho phát triển sinh khối vi sinh vật làm thức ăn bổ sung trong chăn nuôi.

Lời cảm ơn

Công trình này là một phần kết quả của đề tài khoa học và công nghệ cấp Tỉnh. Tên đề tài “Nghiên cứu khai thác nguồn tài nguyên vi khuẩn quang hợp giàu protein ở vùng ven biển Thừa Thiên Huế làm nguồn nguyên liệu sản xuất thức ăn chăn nuôi và nuôi trồng thủy sản”, Mã số: TTH.2022-KC.08. Nhóm tác giả chân thành cảm ơn UBND tỉnh Thừa Thiên Huế (nay là thành phố Huế) đã cấp kinh phí và tạo điều kiện để thực hiện đề tài.

Tài liệu tham khảo

1. Hunter, C. N., Daldal, F., Thurnauer, M. C., & Beatty, J. T. (2009), *The Purple Phototrophic Bacteria*, Chapter 1: An overview of purple bacteria: Systematics, physiology and habitats, 2–15, Springer Nature.
2. Swetha, G., Karunakar, R. K., Aruna, K., & Ramchander, M. (2017), Current status on single cell protein (SCP) production from photosynthetic purple non-sulphur bacteria, *Journal of Chemical and Pharmaceutical Sciences*, 10, 915–922.
3. Nyssölä, A., Suhonen, A., Ritala, A., & Oksman-Caldentey, K. M. (2022), The role of single cell protein in cellular agriculture, *Current Opinion in Biotechnology*, 75, 102686.
4. Bratosin, B. C., Darjan, S., & Vodnar, D. C. (2021), Single cell protein: A potential substitute in human and animal nutrition, *Sustainability*, 13(9284).
5. Saejung, C., & Thammaratana, T. (2016), Biomass recovery during municipal wastewater treatment using photosynthetic bacteria and prospect of production of single cell protein for feedstuff, *Environmental Technology*, 37(24), 3055–3061.
6. Chewapat Saejung, Ladaporn Puensungnern (2018), Evaluation of molasses-based medium as a low-cost medium for carotenoids and fatty acid production by photosynthetic bacteria, *Waste and Biomass Valorization*.
7. Wada, O. Z., Vincent, A. S., & Mackey, H. R. (2022), Single-cell protein production from purple non-sulphur bacteria-based wastewater treatment, *Reviews in Environmental Science and Biotechnology*, 21, 931–956.
8. Nguyen, T. M. N., Hoang, P. H., Dong, V. Q., Nguyen, N. H. T., & Le, T. N. C. (2020), Degradation of naphthalene and pyrene by several biofilm-forming photosynthetic purple bacterial strains, *Journal of Biotechnology*, 18(3), 561–570.
9. Jiao, Y., Kappler, A., Croal, L. R., & Newman, D. K. (2005), Isolation and characterization of a genetically tractable photoautotrophic Fe(II)-oxidising bacterium, *Rhodospseudomonas palustris* strain TIE-1, *Applied and Environmental Microbiology*, 71(8), 4487–4496.
10. Huỳnh Tấn Trọng, Trương Phước Thiên Hoàng, Võ Trần Quốc Thắng, Lê Quốc Huy, Lê Phước Thọ (2024), Phân lập và tuyển chọn dòng vi khuẩn tía không lưu huỳnh có khả năng xử lý sulfide trong môi trường nước nuôi trồng thủy sản tại thị xã Đông Hòa, tỉnh Phú Yên, *Hội nghị Khoa học toàn quốc về Công nghệ Sinh học 2024*, 839–846.
11. Phạm Thị Ngọc Lan (2012), *Thực tập Vi sinh vật học*, Nxb. Đại học Huế.

12. Oda, Y., de Vries, Y. P., Forney, L. J., & Gottschal, J. C. (2001), Acquisition of the ability for *Rhodopseudomonas palustris* to degrade chlorinated benzoic acids as the sole carbon source, *FEMS Microbiology Ecology*, 38(2–3), 133–139.
13. Đỗ Thị Liên, Đỗ Thị Tố Uyên, Hoàng Phương Hà, Cung Thị Ngọc Mai, Lê Thị Nhi Công (2020), Lựa chọn một số nguồn carbon để sản xuất sinh khối vi khuẩn tía quang hợp có hàm lượng protein cao để làm thức ăn cho thủy sản, *Hội nghị Công nghệ Sinh học toàn quốc 2020*, 486–492.
14. TCVN 3705:1990, *Phương pháp xác định hàm lượng nitơ tổng số và protein thô*, Tiêu chuẩn Quốc gia.
15. Liaaen-Jensen, S., & Jensen, A. (1971), Quantitative determination of carotenoid in photosynthetic tissues. In: A. S. Pietro (Ed.), *Methods in Enzymology*, 23, 586–602.
16. Johnson, M. B., & Wen, Z. (2009), Production of biodiesel fuel from the microalga *Schizochytrium limacinum* by direct transesterification of algal biomass, *Energy & Fuels*, 23(10), 5179–5183.
17. Worowit, W., Wilai, C. C., Pareena, T. W., & Sorawit, P. (2014), Wastewater from instant noodle factory as the whole nutrient source for the microalga *Scenedesmus* sp. Cultivation, *Environmental Engineering Research*, 19(3), 283–287.
18. Oostlander, P. C., Van Houcke, J., Wijffels, R. H., & Barbosa, M. J. (2020), Optimization of *Rhodomonas* sp. under continuous cultivation for industrial applications in aquaculture, *Algal Research*, 47, 101889.
19. Bằng Hồng Lam, Văn Viễn Lương (2020), Phân lập và tuyển chọn các dòng vi khuẩn có khả năng sinh tổng hợp carotenoid ở Núi Cấm, huyện Tịnh Biên, tỉnh An Giang, *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Nông nghiệp Việt Nam*, 8(117), 152–157.