

XẠ KHUẨN *STREPTOMYCES* - MỘT SỐ ĐẶC TÍNH TIỀM NĂNG TRONG NUÔI TRỒNG THỦY SẢN

*Nguyễn Thị Thu Hiền¹, Vũ Kim Thoa¹,
Nguyễn Thị Phương Thảo¹, Phạm Hoàng Nam²
Email: thuhienncsh@hou.edu.vn*

Ngày tòa soạn nhận được bài báo: 04/04/2025

Ngày phản biện đánh giá: 02/10/2025

Ngày bài báo được duyệt đăng: 23/10/2025

DOI: 10.59266/houjs.2025.848

Tóm tắt: Trong nuôi trồng thủy sản, dịch bệnh đang bùng phát do ô nhiễm môi trường nước, thay đổi khí hậu và đặc biệt là sử dụng kháng sinh không đúng cách. Việc tìm ra các chủng vi sinh vật tự nhiên có thể sử dụng làm chế phẩm sinh học để tăng cường sức khỏe cho động vật thủy sản đang rất được quan tâm. Các nghiên cứu đã chứng minh tiềm năng sinh học và xử lý sinh học của xạ khuẩn, trong đó *Streptomyces* được quan tâm với các cơ chế tác dụng trên động vật thủy sản. Các chủng *Streptomyces* từ các loài khác nhau có thể sinh ra các hợp chất ức chế như siderophores, hydro peroxide và các chất chuyển hóa thứ cấp làm giảm sự tạo thành lớp màng sinh học, giảm hoạt động trao đổi liên tế bào, giảm độc lực vi khuẩn, kích thích tăng trưởng, tăng cường miễn dịch và phát triển ở cá nuôi thâm canh do có khả năng sản xuất ra các hợp chất thứ cấp như kháng sinh, kháng nấm, các enzym thủy phân như amylase, cellulase, protease. Bên cạnh khả năng phòng và chống lại các mầm bệnh, kích thích miễn dịch, việc sử dụng *Streptomyces* ở nuôi trồng thủy sản cũng có thể cải thiện chất lượng nước thông qua quá trình cố định đạm và phân hủy dư lượng hữu cơ từ hệ thống nuôi. Đánh giá này mang lại triển vọng trong việc tạo ra chế phẩm sinh học chứa xạ khuẩn *Streptomyces* ứng dụng trong nuôi trồng thủy sản.

Từ khóa: *Streptomyces*, nuôi trồng thủy sản, probiotic

I. Đặt vấn đề

Theo thống kê của Tổ chức Lương thực và Nông nghiệp Liên Hợp Quốc (FAO) và Tổ chức Hợp tác và Phát triển Kinh tế (OECD, 2021) sản lượng nuôi trồng thủy sản toàn cầu dự kiến đạt 103 triệu tấn vào năm 2030, tăng 17,7% so với năm 2020 (87,5 triệu tấn). Tuy nhiên, dịch bệnh xuất hiện trên động vật thủy sản ngày càng tăng gây tổn thất ước tính hàng năm lên đến 4 tỷ đô la (Bondad-Reantaso &

cộng sự, 2005). Ở Việt Nam, theo dự báo của Cục Thú y, trong năm 2022 thiệt hại trong nuôi trồng thủy sản còn tiếp tục tăng do tình hình dịch bệnh và ảnh hưởng của đại dịch COVID-19 sẽ làm giảm khả năng sản xuất và triển khai các biện pháp phòng chống dịch bệnh. Đồng thời, gia tăng các vi sinh vật kháng thuốc từ việc sử dụng kháng sinh trong nuôi trồng thủy sản. Để ngành nuôi trồng thủy sản phát triển được bền vững thì việc tìm ra các biện pháp có thể thay thế cho kháng sinh là rất cấp thiết.

¹ Trường Đại học Mở Hà Nội

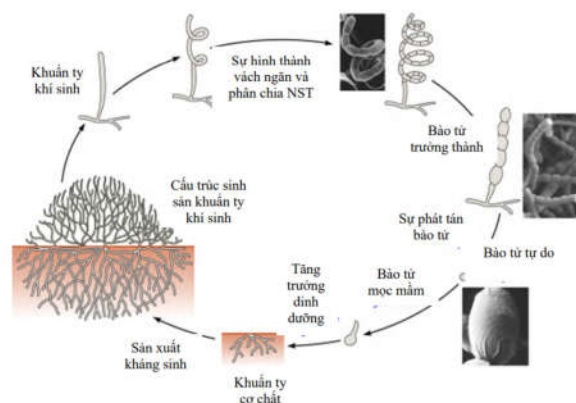
² Trường Đại học Khoa học và Công nghệ Hà Nội

Probiotic là một lựa chọn để thay thế cho kháng sinh trong nuôi trồng thủy sản, nó đã được nhiều nghiên cứu chứng minh có tác dụng đối với cơ thể vật chủ như phòng và điều trị bệnh, cải thiện chất lượng môi trường nuôi, kích thích tăng trưởng và tăng cường miễn dịch của vật chủ đối với các vi sinh vật gây bệnh. Chi *Streptomyces* đã được nghiên cứu là có khả năng để là probiotics sử dụng trong nuôi trồng thủy sản với các tác dụng như là sản xuất các enzyme quan trọng, tạo ra các sản phẩm chuyển hóa thứ cấp có hoạt tính sinh học như kháng sinh (Bondad-Reantaso & cộng sự, 2005), sinh ra các chất đối kháng và siderophore để ngăn ngừa vi khuẩn (Tan & cộng sự, 2019). Theo Hariharan và Dharmaraj (2018), Augustine và cộng sự (2015), García-Bernal và cộng sự (2018), các lợi ích khác của *Streptomyces* như là chế phẩm sinh học tiềm năng bao gồm tăng tỷ lệ sống và kích thích tăng trưởng cho động vật thủy sản, khả năng kháng bệnh và cải thiện chất lượng môi trường nuôi. Đánh giá này nhằm cung cấp chi tiết hơn khả năng tạo ra chế phẩm sinh học có chứa xạ khuẩn *Streptomyces* sử dụng trong nuôi trồng thủy sản.

II. Phân loại và đặc điểm sinh học của *Streptomyces*

Chi *Streptomyces* là vi khuẩn Gram dương, dạng sợi đa bào, ưa khí, chủ yếu sống dưới dạng hoại sinh trong đất, bộ gen có kích thước lớn từ 8,5 đến 12 Mb, tỷ lệ G-C cao dao động từ 69 đến 78% (Law &

cộng sự, 2017). Kích thước lớn của bộ gen chính là cơ sở giải thích cho khả năng sản xuất các hợp chất chuyển hóa thứ cấp ở quy mô công nghiệp của *Streptomyces*. Trong tự nhiên, *Streptomyces* có mặt rất phổ biến và tồn tại ở dạng bào tử trước khi chúng gặp được điều kiện phù hợp để phát triển. Chu kỳ sinh trưởng của *Streptomyces* bao gồm năm giai đoạn chính: bắt đầu với việc phát tán bào tử trong quá trình hình thành bào tử, tiếp theo là giai đoạn nảy mầm khi bào tử được phân tán vào môi trường, sau đó là sự hình thành khuẩn ty cơ chất, phát triển tạo thành khuẩn ty khí sinh, và cuối cùng là quá trình hình thành bào tử mới. Cấu trúc sợi cơ chất được đặc trưng bởi sự phân nhánh dày đặc, ít có hiện tượng đứt gãy, có đường kính khoảng 0,5-2,0 μm . *Streptomyces* sinh trưởng tốt ở nhiệt độ 25-35°C và pH 6,5-8,0. Khi đạt đến giai đoạn trưởng thành, các khuẩn ty khí sinh sẽ hình thành các chuỗi bào tử. Khuẩn ty cơ chất của một số loài có sự hình thành chuỗi bào tử ngắn. Bào tử của *Streptomyces* không di động. *Streptomyces* có cấu trúc giống nấm nhưng thuộc nhóm vi khuẩn do cách sắp xếp các tế bào hình sợi như một mạng lưới (Waksman & Henrici, 1943). Đến nay, đã có 1147 loài và 73 chủng thuộc chi *Streptomyces* được mô tả. Sự phân hóa hình thái của *Streptomyces* liên quan đến sự tạo thành một lớp sợi nấm có thể biệt hóa thành chuỗi bào tử. Quá trình này là đặc điểm đặc trưng của các vi khuẩn Gram dương, đòi hỏi một quá trình chuyển hóa chuyên biệt và phối hợp chặt chẽ (Ohnishi & cộng sự, 2008).



Hình 1. Chu kỳ đời sống và sự hình thành bào tử xạ khuẩn (Barka & cộng sự, 2015)

III. Tác dụng của *Streptomyces* trong nuôi trồng thủy sản

3.1. Sản xuất các hợp chất có hoạt tính sinh học, chất ức chế, *Siderophore*

Streptomyces là xạ khuẩn có khả năng sản xuất nhiều loại hợp chất hóa học như polyoxins, streptomycin, blasticidin-S, validamycin, oxytetracycline, kusagamycin, natamycin, Actinovate, milbemycin, emamectin benzoat và mycostop (Aggarwal & cộng sự, 2016). *Streptomyces* còn có thể sinh ra các hợp chất kháng khuẩn như chalcomycin A được chiết xuất từ *Streptomyces termitum* N-15 đã chứng tỏ hoạt tính kháng khuẩn đáng kể khi được sử dụng làm chất chống lại 5 loại vi khuẩn gây bệnh trên cá trắm cỏ bao gồm *Aeromonas* sp. và *Plesiomonas shigelloides*, bên cạnh đó bộ gen hoàn chỉnh của *S. termitum* N-15 được phát hiện bao gồm nhiễm sắc thể tròn 8.887.222 bp với hàm lượng GC 72,89% và bộ gen plasmid, bao gồm 7744 trình tự mã hóa protein (CDS). Bộ gen của *S. termitum* N-15 chứa các cụm gen để tổng hợp nhiều chất chuyển hóa thứ cấp, bao gồm melingomycin, sulforaphane, oromycin, chlortetracycline, isomycin và primycin (Peng & cộng sự, 2022). Hợp chất được phân lập từ môi trường nuôi cấy Actinomycete L3.41 có cấu trúc giống kháng sinh Actinomycin D thuộc nhóm kháng sinh polypeptide có trọng lượng phân tử 1255g/mol và hợp chất B.69 là đồng phân glycoside của Mycinamicin III có hoạt tính kháng khuẩn chống lại *Bacillus cereus* gây bệnh cho tôm và *Fusarium oxysporum* gây bệnh nấm cho động vật thủy sản (Kapur & cộng sự, 2015). Từ dịch tăng sinh của chủng *Streptomyces showdoensis* BYF17 phân lập từ môi đã thu được một số các hoạt chất thứ cấp như izumiphenazine B có hoạt tính đối kháng mạnh với *Pseudomonas syringae* pv. Actinidiae (Psa), với đường kính vùng ức chế (ZOI) là 20,6mm. Phenazinolin D, izumiphenazine A và E cho thấy hoạt tính

đối kháng chống lại *Staphylococcus aureus* và *Micrococcus tetragenus* với vùng ức chế lần lượt là 10,3, 10,6 và 11,7 mm và 15,9 và 11,2 mm (Huang & cộng sự, 2023). Các chủng probiotic có khả năng sản xuất siderophores được chứng minh là có khả năng cạnh tranh với các tác nhân gây bệnh bằng cách hạn chế tác dụng sinh học của sắt - chất cần thiết cho sự tăng trưởng và hình thành cấu trúc sinh học (Weinberg, 2004). Từ mẫu trầm tích biển của một trại nuôi tôm, You và cộng sự (2005) đã sàng lọc được 94 chủng xạ khuẩn, trong đó có 87,2% thuộc chi *Streptomyces*, các chủng khác là *Micromonospora* spp. Nghiên cứu này cho thấy 51% các chủng *Streptomyces* sp. phân lập được có khả năng chống lại *Vibrio* sp. 38% chủng *Streptomyces* biển tạo ra các tế bào phụ trên đĩa thạch chrome azurol S (CAS), 07 chủng *Streptomyces* có khả năng tạo ra các tế bào phụ và ức chế sự phát triển của *Vibrio* spp. trong ống nghiệm. Kết quả từ các nghiên cứu cho thấy, xạ khuẩn *Streptomyces* có thể là một nguồn đầy hứa hẹn trong việc kiểm soát dịch bệnh trong nuôi trồng thủy sản.

3.2. Giảm sự giao tiếp của vi khuẩn (*Quorum sensing*) và hình thành màng sinh học (*Biofilm*)

Quorum sensing (QS) là quá trình các tế bào vi khuẩn tiếp cận với nhau, truyền các phân tử, gen mã hóa cho nhau. Khi vi khuẩn tiếp nhận các giao tiếp này sẽ sinh trưởng tạo quần thể, tạo màng sinh học (biofilm), thực hiện trao đổi chất, gây độc tính và thích nghi trong môi trường sống có điều kiện khắc nghiệt. Các tín hiệu QS là các phân tử hóa học nhỏ hoặc các peptit, gọi là chất tự cảm ứng (autoinducers). Chủng A66 được sàng lọc từ *Streptomyces* cũng đã được chứng minh có khả năng sản sinh ra các hợp chất gây ức chế và các chất chuyển hóa làm giảm sự tạo thành màng sinh học và giảm hoạt động “giao tiếp của vi khuẩn” (quorum sensing) của *Vibrio harveyi* (phân lập từ tôm thẻ chân trắng bị nhiễm bệnh *Litopenaeus vannamei*) tới

99,3% và phân tán màng sinh học trưởng thành của *Vibrio harveyi* tới 75,6% khi sử dụng ở nồng độ 2,5%. Sự giảm hình thành màng sinh học do các chất chuyển hóa của *Streptomyces* làm giảm số lượng vi khuẩn *Vibrio harveyi* gần gấp 10 lần và làm suy giảm yếu tố cảm ứng N-AHL (N-acyl-L-homoserine lactone) (You & cộng sự, 2007; Iwatsuki & cộng sự, 2008). Chủng xạ khuẩn IM20 được sàng lọc từ ruột cá thu Ấn Độ có khả năng làm giảm QS giữa *Chromobacterium violaceum* và *Serratia marcescens* (Vignesh & cộng sự, 2019).

3.3. Cải thiện chất lượng nước

Trạng thái hóa lý của nước ao nuôi đóng vai trò quan trọng đối với sức khỏe và sự phát triển của động vật thủy sản. Sự suy thoái về chất lượng nước nuôi chủ yếu xảy ra khi chất thải tích tụ hoặc do sự phân hủy thức ăn và các hợp chất hữu cơ trong hệ thống nuôi trồng không hiệu quả, điều này có thể là nguyên nhân gây bùng phát dịch bệnh, ảnh hưởng đến tỷ lệ sống của động vật nuôi trồng. Các chủng *Streptomyces* với đặc tính probiotic đã được chứng minh có khả năng điều chỉnh hệ vi sinh vật trong môi trường nuôi trồng, kiểm soát hiệu quả các tác nhân gây bệnh và cải thiện điều kiện ao nuôi. Nghiên cứu của Devaraja và cộng sự (2002) cho thấy việc bổ sung chế phẩm sinh học không chỉ an toàn với hệ vi sinh vật mà còn thúc đẩy quá trình chuyển hóa đạm, gia tăng quần thể vi khuẩn phân giải amoniac, từ đó đẩy mạnh việc phân giải các chất thải tích lũy. Nhiều nghiên cứu cũng đã xác nhận hiệu quả này thông qua việc ghi nhận mức NH_3 giảm và tổng số vi khuẩn dị dưỡng tăng ở trong môi trường nuôi được bổ sung probiotic chứa *Streptomyces* so với nhóm đối chứng không sử dụng chế phẩm (Das & cộng sự, 2010). Nghiên cứu của Phạm và cộng sự (2016) đã minh chứng hiệu quả tương hỗ giữa vi khuẩn *Bacillus subtilis* và xạ khuẩn *Streptomyces parvulus* trong nuôi tôm thẻ chân trắng (*Litopenaeus vannamei*). Sau 60 ngày thí nghiệm, kết quả phân

tích các chỉ tiêu COD, TAN, NH_3 và NO_2 cho thấy việc bổ sung probiotic vào môi trường nuôi đã đẩy nhanh quá trình phân hủy chất thải cao hơn so với nhóm đối chứng. Tương tự, các chủng *Streptomyces parvus* (A56), *Streptomyces champavatii* (R32), *Streptomyces diastaticus* (A44), *Streptomyces coelicoflavus* (A6) ở dạng hạt sinh học cũng thể hiện khả năng phân giải hiệu quả chất hữu cơ, nâng cao chất lượng hệ thống nuôi tôm (Babu & cộng sự, 2018).

3.4. Kích thích tăng trưởng và tăng tỷ lệ sống sót của động vật thủy sản

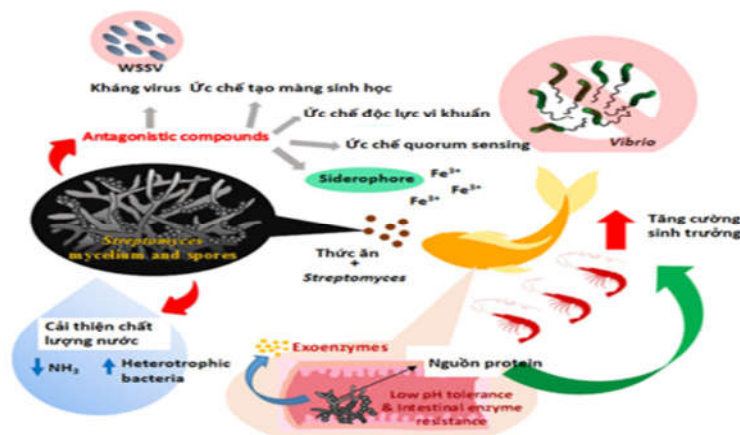
Chế độ dinh dưỡng hợp lý đóng vai trò quan trọng trong quá trình phát triển của động vật thủy sản. Bổ sung *Streptomyces* vào thức ăn cho cá đuôi kiếm đỏ (*Xiphophorus helleri*) trong 50 ngày đã ghi nhận hiệu suất tăng trưởng vượt trội so với nhóm đối chứng không được bổ sung xạ khuẩn này. Dharmaraj và Dhevendaran (2010) chỉ ra rằng khi sử dụng thức ăn có bổ sung probiotic thì khả năng sản xuất hormone tăng trưởng của *Streptomyces* sp. chính là cơ chế then chốt giúp nâng cao tốc độ phát triển ở cá đuôi kiếm đỏ. Nghiên cứu của Das và cộng sự (2010) đã cho thấy tác dụng bảo vệ động vật thủy sản khi bổ sung *Streptomyces* ở nồng độ 1% với *Artemia* (ấu trùng để nuôi tôm cá giai đoạn ương giống) có tỷ lệ sống sót cao hơn so với nhóm đối chứng trong thí nghiệm thử thách với *V. proteolyticus* hoặc *V. harveyi* với mật độ 10^6 CFU/mL, điều này cho phép đưa probiotic vào đường tiêu hóa của động vật thủy sản tốt hơn. Thí nghiệm khác cho thấy *S. rubrolavendulae* M56 thể hiện hoạt tính đối kháng mạnh với bốn loài thuộc chi *Vibrio* sp., bao gồm *V. parahaemolyticus*, *V. fluvialis*, *V. harveyi*, và *V. alginolyticus* trong điều kiện nuôi cấy (Augustine & cộng sự, 2015). Cá vàng sử dụng thức ăn có trộn với chủng *Streptomyces virginiae* W18 theo hai tỷ lệ: 1:1 (nhóm II) và 1:2 (nhóm III) trong 30 ngày, với mỗi nhóm

gồm 10 cá thể được chọn ngẫu nhiên để theo dõi sự phát triển. Kết quả cho thấy cả hai nhóm sử dụng thức ăn có bổ sung W18 có tỷ lệ tăng trưởng là 27,10% và 24,87%. Đồng thời, tỷ lệ cá sống sót sau khi gây nhiễm với *A. veronii* đạt 70% và 50% trong khi nhóm đối chứng chỉ đạt 10% (Hu & cộng sự, 2021). Theo nghiên cứu của Phạm và cộng sự (2016), thức ăn bổ sung *Streptomyces* thể hiện khả năng kiểm soát mật độ vi khuẩn *Vibrio* trong môi trường nuôi, đồng thời nâng cao tỷ lệ sống sót và hiệu quả phát triển của tôm. Đặc biệt, khi tôm sử dụng thức ăn có bổ sung xạ khuẩn *S. parvulus* tỷ lệ tăng trưởng từ 58% lên 83%. *Streptomyces* sp. bổ sung vào chế độ ăn của cá kiểng ở nồng độ 5% so với khối lượng cơ thể, tốc độ tăng trưởng đạt 140,54%, hiệu suất chuyển đổi thức ăn 45% và hàm lượng protein 54,72% (Dharmaraj & Dhevendaran, 2010). Tôm thẻ Litopenaeus vannamei (hậu ấu trùng) gây nhiễm *Vibrio* được cho ăn với thức ăn

bổ sung *Streptomyces* sp. N7, *Streptomyces* sp. RL8 với nồng độ 10^8 CFU g⁻¹ trong 30 ngày đều cho thấy tỷ lệ sống sót và kích thích tăng trưởng cao hơn so với nhóm đối chứng không bổ sung xạ khuẩn (García-Bernal & cộng sự, 2018). Những nghiên cứu này khẳng định tiềm năng của xạ khuẩn *Streptomyces* như một chế phẩm sinh học kích thích tăng trưởng và bảo vệ sức khỏe động vật thủy sản.

3.5. Nguồn protein cho động vật thủy sản

Thông thường, protein từ động vật được sử dụng để đáp ứng nhu cầu protein của động vật thủy sản. Chế phẩm sinh học có chứa *Streptomyces* đang được coi là nguồn protein thay thế rẻ tiền và dễ sản xuất. Protein đơn bào (single cell protein- SCP) của *Streptomyces* đã được sử dụng thay thế cho protein từ động vật trong quá trình nuôi cá đuôi kiểng đã kích thích tăng trưởng và làm tăng hiệu suất chuyển hóa thức ăn của vật chủ (Dharmaraj & Dhavendaran, 2015).



Hình 2. Tác dụng probiotic của streptomyces (Tàn & cộng sự, 2016)

IV. Kết luận

Đánh giá này tập trung vào vai trò của các chủng *Streptomyces* như là probiotic tiềm năng ứng dụng cho động vật thủy sản. Các nghiên cứu đã chỉ ra các hoạt chất sinh học được sản xuất bởi *Streptomyces* như các chất đối kháng, chất chuyển hóa thứ cấp, siderophore có tác dụng trong việc phòng và chống lại các mầm bệnh gây ra cho động vật thủy

sản. Bên cạnh đó thức ăn có bổ sung *Streptomyces* còn kích thích tăng trưởng, tăng tỷ lệ sống sót của vật chủ đồng thời cải thiện môi trường nuôi. Bên cạnh những tác dụng có lợi, còn có những hạn chế trong việc sử dụng *streptomyces* làm chế phẩm sinh học cho động vật thủy sản. Cần nghiên cứu sâu hơn để hiểu toàn diện về các chủng *streptomyces* cũng như chế phẩm sinh học trước khi đưa vào sử dụng.

Tài liệu tham khảo

- [1]. Aggarwal, N., Thind, S. K., Sharma, S. (2016). Role of Secondary Metabolites of Actinomycetes in Crop Protection. In *Plant Growth Promoting Actinobacteria* (pp. 99-121). DOI: 10.1007/978-981-10-0707-1_7.
- [2]. Augustine, D., Jacob, J. C., & Philip, R. (2015). Exclusion of *Vibrio* spp. by an antagonistic marine actinomycete *Streptomyces rubrolavendulae* M56. *Aquaculture Research*, 47, 2951-2960. <https://doi.org/10.1111/are.12746>.
- [3]. Babu, D. T., Archana, K., Kachiprath, B., Solomon, S., Jayanath, G., Singh, I. S. B., & Philip, R. (2018). Marine actinomycetes as bioremediators in *Penaeus monodon* rearing system. *Fish Shellfish Immunol*, 75, 231-242. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2018.01.037>.
- [4]. Barka, E. A., Vatsa, P., Sanchez, L., Gaveau-Vaillant, N., Jacquard, C., Klenk, H.-P., Clement, C., Ouhdouch, Y., & van Wezel, G. P. (2015). Taxonomy, Physiology, and Natural Products of Actinobacteria. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, 80(1), 1-43. DOI: 10.1128/MMBR.00019-15.
- [5]. Bondad-Reantaso, M. G., Subasinghe, R. P., Arthur, J. R., Ogawa, K., Chinabut, S., Adlard, R., Tan, Z., & Shariff, M. (2005). Disease and health management in Asian aquaculture. *Veterinary Parasitology*, 132 (3-4), 249-272. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2005.07.005>.
- [6]. Das, S., Ward, L. R., & Burke, C. (2010). Screening of marine *Streptomyces* spp. for potential use as probiotics in aquaculture. *Aquaculture*, 305, 32-41. doi:10.1016/j.aquaculture.2010.04.001.
- [7]. Devaraja, T. N., Yusoff, F. M., & Shariff, M. (2002). Changes in bacterial populations and shrimp production in ponds treated with commercial microbial products. *Aquaculture*, 206, 245-256. doi: 10.1016/0044-84 86(01)00721-9.
- [8]. Dharmaraj, S., & Dhevendaran, K. (2010). Evaluation of *Streptomyces* as a probiotic feed for the growth of ornamental fish *Xiphophorus helleri*. *Food Technol. Biotechnol*, 48, 497-504.
- [9]. Dharmaraj, S., & Dhavendaran, K. (2015). Effect of Actinobacteria as a single cell protein on growth 862 performance of *Xiphophorus helleri*. *International Journal of Aquatic Biology*, 3, 19-24.
- [10]. Garcia-Bernal, M., Medina-Marrero, R., Rodríguez-Jaramillo, C., Marrero-Chang, O., Campa-Cordova, A. I., Medina-Garcia, R., & Mazon-Suastegui, J. M. (2018). Probiotic effect of *Streptomyces* spp. on shrimp (*Litopenaeus vannamei*) postlarvae challenged with *Vibrio parahaemolyticus*. *Aquacult Nutr*, 24, 865-871. <https://doi.org/10.1111/anu.12622>.
- [11]. Gatesoupe, F.-J. (2002). Probiotic and formaldehyde treatments of *Artemia* nauplii as food for larval pollack. *Pollachius pollachius*. *Aquaculture*, 212, 347-360. doi: 10.1016/s0044-8486(02)00138-2.
- [12]. Hai, N. (2015). The use of probiotics in aquaculture. *J. Appl. Microbiol*, 119, 917-935. Doi: 10.1111/jam.12886.
- [13]. Hariharan, S., & Dharmaraj, S. (2018). Selection of new probiotics: the case of *Streptomyces*. In: *Therapeutic, Probiotic, and Unconventional Foods*. Elsevier, pp 27-54.
- [14]. Hu, W., Yu, X., Jin, D., Zhai, F., Zhou, P., Ali, K. T., Cui, J., Wang, P., Liu, X., Sun, Y., Yi, G., & Xia, L. (2021). Isolation of a new *Streptomyces virginiae* W18 against fish pathogens and its effect on disease resistance mechanism of *Carassius auratus*. *Microb Pathog*, 161, 105273. <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2021.105273>.
- [15]. Huang, Z., Tang, W., Jiang, T., Xu, X., Kong, K., Shi, S., Zhang, S., Cao, W., & Zhang, Y. (2023). Structural characterization, derivatization and antibacterial activity of secondary metabolites produced by termite-associate *Streptomyces showdoensis* BYF17. *Pest Manag Sci.*, 79(5), 1800-1808. <https://doi.org/10.1002/ps.7359>.
- [16]. Iwatsuki, M., Uchida, R., Yoshijima, H., Ui, H., Shiomi, K., Matsumoto, A., Takahashi, Y., Abe, A., Tomoda, H., & Omura, S. (2008). Guadinomines.

- type III secretion system inhibitors. produced by *Streptomyces* sp. K01-0509. *The Journal of Antibiotics*, 61, 222-229. <https://doi.org/10.1038/ja.2008.32>.
- [17]. Kapur, M. K., Solanki, R., Kundu, A., & Das, P. (2015). Characterization of antimicrobial compounds from *Streptomyces* sp. *World Journal of Pharmaceutical Research*, 4(7), 1626-1641.
- [18]. Kaweewan, I., Hemmi, H., Komaki, H., & Kodani, S. (2020). Isolation and structure determination of a new antibacterial peptide pentaminomycin C from *Streptomyces cacaoi* subsp. *Cacaoi*. *The Journal of Antibiotics*, 73, 224-229. <https://doi.org/10.1038/s41429-019-0272-y>.
- [19]. Law, J. W. F., Ser, H. L., Duangjai, A., Saokaew, S., Bukhari, S. I., Khan, T. M., Mutalib, N. A., Chan, K. G., Goh, B. H., & Lee, L. H. (2017). *Streptomyces colonosanans* sp. nov., a novel actinobacterium isolated from Malaysia mangrove soil exhibiting antioxidative activity and cytotoxic potential against human colon cancer cell lines. *Front Microbiol.* <https://doi.org/10.3389/fmicb.2017.00877>.
- [20]. Newaj-Fyzul, A., Al-Harbi, A., & Austin, B. (2014). Review: developments in the use of probiotics for disease control in aquaculture. *Aquaculture*, 431, 1-11. doi: 10.1016/j.aquaculture.2013.08.026.
- [21]. OECD-FAO. (2021). *OECD-FAO Agricultural Outlook 2021- 2030*. OECD, Paris.
- [22]. Ohnishi, Y., Ishikawa, J., Hara, H., Suzuki, H., Ikenoya, M., Ikeda, H., Yamashita, A., Hattori, M., & Horinouchi, S. (2008). Genome sequence of the streptomycin-producing microorganism *Streptomyces griseus* IFO 13350. *J Bacteriol*, 190(11), 4050-4060. doi: 10.1128/JB.00204-08.
- [23]. Peng, Y., Lai, X., Wang, P., Long, W., Zhai, F., Hu, S., Hu, Y., Cui, J., Huang, W., Yu, Z., Yang, S., Yi, G., & Xia, L. (2022). The isolation of a novel streptomyces termitum and identification its active substance against fish pathogens. *Reproduction and Breeding*, 2 (3), 95-105. <https://doi.org/10.1016/j.repbre.2022.07.002>.
- [24]. Phạm, T. T. N., Hồ, D. T., & Trần, S. N. (2016). So sánh khả năng cải thiện chất lượng nước và ức chế *Vibrio* của xạ khuẩn *Streptomyces parvulus* và vi khuẩn *Bacillus subtilis* chọn lọc trong hệ thống nuôi tôm thẻ chân trắng (*Litopenaeus vannamei*). *Tạp chí Khoa học trường Đại học Cần Thơ*, Phần B: Nông nghiệp, Thủy sản và Công nghệ Sinh học, 47, 87-95.
- [25]. Suzer, C., Çoban, D., Kamaci, H. O., Saka, S., Firat, K., Otgucuoglu, Ö., & Kucuksari, H. (2008). *Lactobacillus* spp. bacteria as probiotics in gilthead sea bream (*Sparus aurata*. L.) larvae: effects on growth performance and digestive enzyme activities. *Aquaculture*, 280 (1-4), 140-145. doi: 10.1016/j.aquaculture.2008.04.020.
- [26]. Tan, L. T. H., Chan, K. G., Lee, L. H., & Goh, B. H. (2016). *Streptomyces* Bacteria as Potential Probiotics in Aquaculture. *Front Microbiol*, 2016 Feb 5:7:79. DOI: 10.3389/fmicb.2016.00079.
- [27]. Tan, L. T. H., Lee, L. H., & Goh, B. H. (2019). The bioprospecting of antiVibrio *Streptomyces* species: Prevalence and applications. *Progress in Microbes and Molecular Biology*, 2(1). <https://doi.org/10.36877/pmbb.a0000034>.
- [28]. Vignesh, A., Ayswarya, S., Gopikrishnan, V., & Radhakrishnan, M. (2019). Bioactive potential of actinobacteria isolated from the gut of marine fishes. *Indian J Geomarine Sci*, 48(8), 1280-1285.
- [29]. Waksman, S.A., & Henrici, A. T. (1943). The nomenclature and classification of the actinomycetes. *Journal of Bacteriology*, 46(4), 337-341. <https://doi.org/10.1128/jb.46.4.337-341.1943>.
- [30]. Weinberg, E. D. (2004). Suppression of bacterial biofilm formation by iron limitation. *Medical Hypotheses*, 63(5), 863-865. <https://doi.org/10.1016/j.mehy.2004.04.010>.

- [31]. You, J. L., Cao, L. X., Liu, G. F., Zhou, S. N., Tan, H. M., & Lin, Y. C. (2005). Isolation and characterization of actinomycetes antagonistic to pathogenic *Vibrio* spp. from nearshore marine sediments. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 21, 679-682. doi: 10.1007/s11274-004-3851-3.
- [32]. You, J. L., Xue, X. L., Cao, L. X., Lu, X., Wang, J., Zhang, L. X., & Zhou, S. N. (2007). Inhibition of *Vibrio* biofilm formation by a marine actinomycete strain A66. *Applied Microbial and Cell Physiology*, 76, 1137-1144. <https://doi.org/10.1007/s00253-007-1074-x>.

***STREPTOMYCES* - SOME POTENTIAL CHARACTERISTICS IN AQUACULTURE**

***Nguyen Thi Thu Hien³, Vu Kim Thoa³,
Nguyen Thi Phuong Thao³, Pham Hoang Nam⁴***

Abstract: *The outbreak of diseases in aquaculture due to the misuse of antibiotics, water pollution, and climate change is becoming an alarming problem. Seeking microorganism strains that can be applied as biological products to improve the health of aquatic animals is of great interest. Numerous studies have demonstrated the biological and bioremediation potential of a number of actinomycete species, among which Streptomyces stands out for its mechanisms of action on aquatic animals. Streptomyces strains from different species have the ability to produce inhibitory compounds such as siderophores, hydrogen peroxide, and secondary metabolites that exhibit antibiofilm, quorum-sensing inhibitory, and antibacterial activities; they also stimulate growth, enhance immunity, and promote development in intensively farmed fish due to their ability to produce secondary compounds such as antibiotics, antifungals, and hydrolytic enzymes such as amylase and protease. Besides their disease resistance and immune enhancement, the use of Streptomyces in aquaculture can also improve water quality through nitrogen fixation and the decomposition of organic residues from the culture system. This review highlights perspectives on the use of Streptomyces to develop potential bioproducts for aquaculture applications.*

Keywords: *Streptomyces, aquaculture, probiotic*

³ Hanoi Open University

⁴ University of Science and Technology of Hanoi