

**ĐẶC ĐIỂM SINH HỌC VÀ ẢNH HƯỞNG CỦA THỨC ĂN VI
TẢO ĐẾN SINH TRƯỞNG VÀ SINH SẢN CỦA LOÀI COPEPOD
Apocyclops royi (Lindberg, 1940)**

**BIOLOGICAL CHARACTERISTICS AND EFFECTS OF MICROALGAL DIETS ON
GROWTH AND REPRODUCTION OF THE COPEPOD *Apocyclops royi* (Lindberg, 1940)**

Đoàn Xuân Nam, Trần Thị Lê Trang, Trần Văn Dũng*

Khoa Nuôi trồng Thủy sản, Trường Thủy sản và Khoa học sự sống, Trường Đại học Nha Trang

Tác giả liên hệ: Trần Văn Dũng, Email: dungtv@ntu.edu.vn

Ngày nhận bài: 06/02/2026; Ngày phản biện thông qua: 24/03/2026; Ngày duyệt đăng: 25/03/2026

TÓM TẮT

Apocyclops royi là một trong những loài giáp xác chân chèo quan trọng, được sử dụng rộng rãi làm thức ăn sống trong ương ấu trùng cá biển tại các trại sản xuất giống hải sản. Nghiên cứu này được thực hiện với hai nội dung nhằm làm rõ một số đặc điểm sinh học chủ yếu của *A. royi* trong điều kiện thí nghiệm. Ở thí nghiệm thứ nhất, *A. royi* được nuôi trong các bình thủy tinh (1 lít), mật độ ban đầu là 50 con cái/bình, để theo dõi quá trình phát triển, vòng đời, sinh sản và tuổi thọ. Ở thí nghiệm thứ hai, *A. royi* được nuôi với ba chế độ cho ăn vi tảo gồm *Isochrysis galbana*, *Chaetoceros muelleri* và hỗn hợp *I. galbana* + *C. muelleri* (tỷ lệ 1:1), mật độ ban đầu là 500 ấu trùng/bình, nhằm đánh giá khả năng nuôi. Mỗi nghiệm thức được thực hiện với 5 lần lặp trong thời gian tương ứng là 33 và 10 ngày. Các chỉ tiêu đánh giá gồm kích thước ở mỗi giai đoạn phát triển, vòng đời sinh sản, tuổi thọ. Kết quả cho thấy, *A. royi* phát triển tốt trong điều kiện thí nghiệm, ấu trùng có kích thước ban đầu khoảng 101 μm sau 8 ngày đạt cỡ trưởng thành với chiều dài từ 485 - 586 μm . Tuổi thọ trung bình khoảng 32 ngày. Khả năng sinh sản suốt vòng đời đạt $251,7 \pm 31,65$ trứng/con cái. Kết quả thử nghiệm cho ăn vi tảo cho thấy không có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê về các chỉ tiêu sinh học cơ bản, bao gồm tỷ lệ sống, trứng/con cái, ấu trùng/con cái, tỷ lệ nở và kích thước con trưởng thành giữa các nghiệm thức, cho thấy *A. royi* có thể sử dụng tốt các loại vi tảo thử nghiệm. Các kết quả thu được giúp cung cấp hiểu biết về đặc điểm sinh học của loài *A. royi*, và điều này có ý nghĩa quan trọng góp phần xây dựng và hoàn thiện quy trình nuôi sinh khối *A. royi* làm thức ăn cho ương nuôi ấu trùng cá biển qua đó giúp nâng cao hiệu quả sản xuất giống cá biển.

Từ khóa: *Apocyclops royi*, *Chaetoceros muelleri*, *Isochrysis galbana*, phát triển, sinh sản.

ABSTRACT

Apocyclops royi is an important copepod species widely utilized as live feed in marine fish larval rearing at commercial hatcheries. This study was conducted with two experiments to elucidate key biological characteristics of *A. royi* under laboratory conditions. In the first experiment, *A. royi* was cultured in glass containers (1 L) at an initial density of 50 females per container to monitor development, life cycle, reproduction, and longevity. In the second experiment, *A. royi* was cultured with three microalgal feeding regimes: *Isochrysis galbana*, *Chaetoceros muelleri*, and a mixture of *I. galbana* + *C. muelleri* (1:1 ratio) at an initial density of 500 nauplii per container to evaluate culture performance. Each treatment was replicated five times over 33 and 10 days, respectively. Parameters assessed included size at each developmental stage, reproductive lifespan, longevity. Results showed that *A. royi* developed well under experimental conditions, with nauplii measuring approximately 101 μm initially reaching adult size (485–586 μm in length) after 8 days. Mean lifespan was approximately 32 days. Lifetime fecundity reached 251.7 ± 31.65 eggs per female. Microalgal feeding trials revealed no significant differences in basic biological parameters, including survival rate, eggs per female, nauplii per female, hatching rate, and adult body size among treatments, indicating that *A. royi* can efficiently utilize the tested microalgae. These findings provide insights into the biological characteristics of *A. royi*, which are crucial for developing and optimizing mass culture protocols for live feed production in marine fish larval rearing, thereby enhancing hatchery production efficiency.

Keywords: *Apocyclops royi*, *Chaetoceros muelleri*, development, *Isochrysis galbana*, reproduction.

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong hệ sinh thái thủy vực, giáp xác chân mái chèo (Copepoda) giữ vai trò quan trọng trong chuỗi thức ăn tự nhiên, hoạt động như cầu nối sinh thái giữa sinh vật sản xuất sơ cấp (chủ yếu là thực vật phù du) và các bậc tiêu thụ cao hơn như cá, giáp xác và động vật thân mềm [15]. Nhờ giá trị dinh dưỡng cao, đặc biệt là hàm lượng axit béo không no (HUFA), cùng kích thước phù hợp với khả năng bắt mồi của ấu trùng cá, copepod được đánh giá là nguồn thức ăn sống tối ưu cho ấu trùng của nhiều loài thủy sản có giá trị kinh tế [13, 14, 20, 24]. Trong số đó, *Apocyclops royi* là loài giáp xác chân mái chèo nhỏ thuộc bộ Cyclopoida, có thời gian phát triển quần thể ngắn (6 - 8 ngày), khả năng thích nghi cao với điều kiện môi trường biến động và tiềm năng lớn trong sản xuất sinh khối phục vụ ương nuôi ấu trùng nhiều loài thủy sản [16, 17, 18, 25].

Cho đến nay, các nghiên cứu về đặc điểm sinh trưởng và sinh sản của *A. royi* ở Việt Nam còn rất hạn chế. Việc nghiên cứu đặc điểm sinh học của loài *A. royi* có ý nghĩa quan trọng trong việc hiểu rõ cơ chế phát triển quần thể và xây dựng cơ sở khoa học cho quy trình nuôi sinh khối ổn định. Kết quả nghiên cứu không chỉ góp phần đa dạng hóa nguồn thức ăn tự nhiên chất lượng cao trong nuôi trồng thủy sản mà còn mở ra hướng ứng dụng tiềm năng trong sản xuất giống và quản lý hệ sinh thái ven biển.

II. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

1. Copepod thí nghiệm

Loài *Apocyclops royi* được thu thập từ các ao nuôi thủy sản có độ mặn 30 - 31‰ tại Trại thực nghiệm Nuôi trồng thủy sản Cam Ranh, Trường Thủy sản và Khoa học sự sống, Trường Đại học Nha Trang. Các con cái mang trứng được phân lập riêng lẻ bằng ống pipet dưới kính hiển vi soi nổi. Sau khi phân lập, quần thể copepod được duy trì trong các bình

nuôi chứa 20 L nước biển tại phòng thí nghiệm trong thời gian 1 tháng ở điều kiện nhiệt độ không khí (27 - 30°C), trước khi được sử dụng cho các thí nghiệm.

2. Bố trí thí nghiệm

2.1. Thí nghiệm 1: Giai đoạn phát triển quần thể, vòng đời sinh sản và tuổi thọ của *A. royi*

Thí nghiệm được bố trí nhằm xác định các giai đoạn phát triển quần thể, vòng đời sinh sản và tuổi thọ của *A. royi*. Mỗi đơn vị thí nghiệm gồm 50 con cái mang hai bọc trứng và kích thước cơ thể 519 - 617 μm , được bố trí trong bình nuôi có thể tích 1 L nước biển (độ mặn 30 - 31‰), với 5 lần lặp lại.

Sau 24 giờ, toàn bộ con cái được thu loại bỏ bằng vợt lọc có kích thước mắt lưới 200 μm , trong khi các ấu trùng mới nở được giữ lại trong nước nuôi ban đầu. Đồng thời, tiến hành thu mẫu lần đầu để xác định thành phần quần thể. Trong 3 ngày đầu, các mẫu quần thể được thu 2 lần/ngày (vào lúc 7 giờ và 19 giờ), với thể tích 50 mL/mẫu. Từ ngày thứ 4 đến khi quần thể copepod đạt giai đoạn trưởng thành hoàn toàn, mẫu được thu 1 lần/ngày (vào lúc 7 giờ), với thể tích 100 mL/mẫu cho mỗi bình. Các mẫu được sử dụng để xác định cơ cấu các giai đoạn phát triển (ấu trùng, con non và con trưởng thành) và đo kích thước cơ thể tương ứng của từng giai đoạn.

Đồng thời, vào ngày tuổi thứ 7 của thí nghiệm, các cá thể *A. royi* được chọn ngẫu nhiên từ quần thể nuôi và bố trí nuôi riêng lẻ từng cá thể trong các chai thủy tinh có thể tích 100 mL. Tổng số 60 chai được sử dụng, trong đó 40 chai (gồm 20 con đực và 20 con cái), phục vụ theo dõi tuổi thọ và 20 chai chứa các con cái mang trứng được dùng để xác định vòng đời sinh sản. Các cá thể được kiểm tra hàng ngày nhằm ghi nhận tình trạng sống, sự xuất hiện của con cái mang trứng, thời điểm kết thúc sinh sản và thời điểm chết của từng cá thể. Việc theo dõi được duy trì liên tục cho đến

khi toàn bộ copepod ngừng sinh sản và chết, từ đó xác định tuổi thọ và tổng số trứng được tạo ra trong suốt vòng đời sinh sản của con cái.

2.2. Thí nghiệm 2: Ảnh hưởng của thức ăn vi tảo đến các chỉ tiêu sinh học của *A. royi*

Thí nghiệm được thiết kế để đánh giá tác động của ba khẩu phần vi tảo gồm (i) 100% *Isochrysis galbana*, (ii) 100% *Chaetoceros muelleri* và (iii) hỗn hợp 50% *I. galbana* + 50% *C. muelleri* đến tỷ lệ sống, số trứng/con cái, số ấu trùng/con cái, tỷ lệ nở và kích thước con trưởng thành của *A. royi*.

Thí nghiệm được thiết kế với ba nghiệm thức thức ăn và 5 lần lặp cho mỗi nghiệm thức, tạo thành tổng cộng 15 đơn vị thí nghiệm. Mỗi đơn vị thí nghiệm được bố trí trong bình nuôi có thể tích 1 L nước biển, với mật độ ban đầu 500 ấu trùng. Các bình nuôi được đặt trong phòng thí nghiệm ở điều kiện nhiệt độ không khí, có sục khí nhẹ liên tục. Ấu trùng được nuôi cho đến khi toàn bộ quần thể đạt giai đoạn trưởng thành.

Sau khi đạt giai đoạn trưởng thành, các cá thể *A. royi* được sử dụng để đánh giá các chỉ tiêu sinh học bao gồm tỷ lệ sống, số lượng trứng/con cái, số lượng ấu trùng/con cái, tỷ lệ nở và kích thước của cá thể trưởng thành (đực và cái).

3. Chế độ chăm sóc và quản lý thí nghiệm

Trong tất cả các thí nghiệm, *A. royi* được cho ăn vi tảo với khẩu phần 1.600 $\mu\text{g C/L}$ của *I. galbana* [4] và 800 $\mu\text{g C/L}$ của *C. muelleri* [11], với 2 lần ăn mỗi ngày vào lúc 8 giờ và 20 giờ. Nước biển sử dụng trong quá trình nuôi có độ mặn 30 - 31‰, được lọc qua lõi lọc có kích thước lỗ 0,5 μm nhằm loại bỏ tạp chất và sinh vật không mong muốn trước khi đưa vào các đơn vị thí nghiệm.

Các thí nghiệm được bố trí trên bàn trong phòng thí nghiệm, dưới điều kiện nhiệt độ không khí. Chế độ chiếu sáng được duy trì theo chu kỳ 12 giờ sáng : 12 giờ tối, sử dụng ánh sáng tự nhiên.

Hai loài vi tảo *I. galbana* và *C. muelleri* được sử dụng làm thức ăn trong các thí nghiệm được nuôi cấy theo phương pháp bán liên tục. Tảo được nuôi trong nước biển có độ mặn 30 - 31‰, đã được lọc qua lõi lọc 0,5 μm , khử trùng và bổ sung môi trường dinh dưỡng f/2. Hệ thống nuôi tảo sử dụng các bình nhựa có thể tích 10 L, đặt trong phòng thí nghiệm ở điều kiện nhiệt độ không khí. Các bình nuôi được sục khí nhẹ liên tục từ đáy nhằm duy trì tảo ở trạng thái lơ lửng và đảm bảo điều kiện thuận lợi cho sinh trưởng và phát triển. Chế độ chiếu sáng cho nuôi tảo được duy trì liên tục 24/24 giờ.

4. Phương pháp thu và phân tích mẫu

Giai đoạn phát triển (%): Các mẫu copepod được thu bằng vợt lọc có kích thước mắt lưới 25 μm , sau đó chuyển vào đĩa petri và cố định bằng dung dịch Lugol 3%. Mẫu được quan sát và phân tích dưới kính hiển vi soi nổi Olympus SZ51 (Olympus Corporation, Tokyo, Japan) nhằm xác định tỷ lệ (%) các giai đoạn phát triển theo ngày, dựa trên số lượng cá thể ở từng giai đoạn trong mẫu. Các giai đoạn phát triển bao gồm ấu trùng, con non, con đực trưởng thành và con cái trưởng thành, được phân biệt dựa trên các đặc điểm hình thái học của cơ thể, sự hình thành và phát triển của các phần phụ, cũng như những biến đổi về hình dạng cơ thể, theo mô tả của Chang và ctv (1993) [9].

Kích thước các giai đoạn phát triển của *A. royi* (μm): Kích thước của các giai đoạn phát triển bao gồm ấu trùng, con non và con trưởng thành của *A. royi* được đo dưới kính hiển vi soi nổi có gắn thước đo trên thị kính. Đối với giai đoạn con non và con trưởng thành, chiều dài cơ thể được xác định từ đỉnh đầu đến hết phần ngực, với cỡ mẫu 50 cá thể cho mỗi giai đoạn. Đối với giai đoạn ấu trùng, kích thước được xác định từ phần đầu đến phần gai đuôi, với cỡ mẫu tương tự (50 cá thể/giai đoạn). Các giá trị đo được sau đó được quy đổi sang kích

thước thực tế với độ chính xác 10 μm , thông qua phép tính dựa trên thước chuẩn của kính hiển vi soi nổi ở cùng vật kính.

$$\text{Kích thước Copepod} = \frac{n \times 1000}{\text{TC}}$$

Trong đó, n là số vạch tương ứng với kích thước của copepod được ghi nhận trên thước đo thị kính của kính hiển vi soi nổi ở cùng vật kính; TC là số vạch tương ứng với thước chuẩn (1.000 μm) của kính hiển vi ở cùng vật kính.

Số lượng trứng/con cái (E): được xác định dựa trên số trứng trong hai bọc trứng của mỗi con cái. Các con cái mang trứng được chọn ngẫu nhiên (50 con cái/nghiệm thức) và cố định bằng dung dịch formol 5%. Hai bọc trứng của mỗi con cái được rạch mở bằng kim dưới kính hiển vi soi nổi, sau đó tiến hành đếm tổng số trứng trong cả hai bọc trứng của các con cái.

$$E = \text{Tổng số trứng/Số lượng con cái}$$

Vòng đời sinh sản (Ngày): Các con cái mang trứng (20 con) được nuôi riêng lẻ (một con cái/chai) cho đến khi không sinh sản hoàn toàn nhằm xác định thời gian của vòng đời sinh sản.

Khả năng sinh sản (Tổng số trứng/con cái): Khả năng sinh sản được xác định bằng tổng số trứng được sinh ra bởi mỗi cá thể cái trong toàn bộ vòng đời sinh sản. Tổng số bọc trứng/con cái nhân với số trứng/con cái (E).

$$\text{Tổng số trứng/con cái} = \text{Tổng số bọc trứng} \times E$$

Tuổi thọ (Ngày): Các con đực (20 con), con cái (20 con) trưởng thành được nuôi riêng lẻ (một cá thể/chai) cho đến khi chết hoàn toàn nhằm xác định tuổi thọ. Tỷ lệ sống của con cái hoặc con đực (TLS_{tt} %):

$$\text{TLStt (\%)} = \frac{\text{Số lượng con cái hoặc con đực sống} \times 100}{\text{Số lượng con cái hoặc con đực ban đầu}}$$

Tỷ lệ sống của quần thể (TLS_{qt} %): Được xác định là tỷ lệ giữa số lượng cá thể sống đến giai đoạn trưởng thành và số lượng ấu trùng ban đầu (500 con) được thả nuôi. Khi quần thể

đạt đến giai đoạn trưởng thành, các mẫu được thu, cố định bằng dung dịch Lugol 3% và tiến hành đếm số lượng cá thể trưởng thành dưới kính hiển vi soi nổi.

$$\text{TLSqt (\%)} = \frac{\text{Số lượng con trưởng thành sống} \times 100}{\text{Số lượng ấu trùng ban đầu}}$$

Số lượng ấu trùng/con cái: Được xác định bằng cách tính tổng số ấu trùng nở ra chia số lượng con cái (10 con/đơn vị thí nghiệm). Các

mẫu được thu, đếm số lượng ấu trùng dưới kính hiển vi soi nổi và cố định bằng dung dịch Lugol 3% để phân tích.

$$\text{Số lượng ấu trùng/con cái} = \text{Tổng số ấu trùng/Số lượng con cái}$$

Tỷ lệ nở (H%): Tỷ lệ nở được xác định bằng cách lấy số lượng ấu trùng trên mỗi con cái nhân với 100, sau đó chia cho số lượng

trứng/con cái (E) trên đơn vị thí nghiệm của mỗi nghiệm thức. Kết quả được biểu thị dưới dạng phần trăm.

$$\text{Tỷ lệ nở (H\%)} = \frac{\text{Số lượng ấu trùng/cái} \times 100}{E}$$

5. Phương pháp xử lý số liệu

Các số liệu thu được của copepod *A. royi* được trình bày dưới dạng giá trị trung bình \pm độ lệch chuẩn. Dữ liệu được tổng hợp và xử lý

bằng phần mềm Microsoft Excel 2016 và phần mềm SPSS version 20.0 với phân tích phương sai một yếu tố (One-way ANOVA) và kiểm định Duncan ở mức ý nghĩa $p < 0,05$.

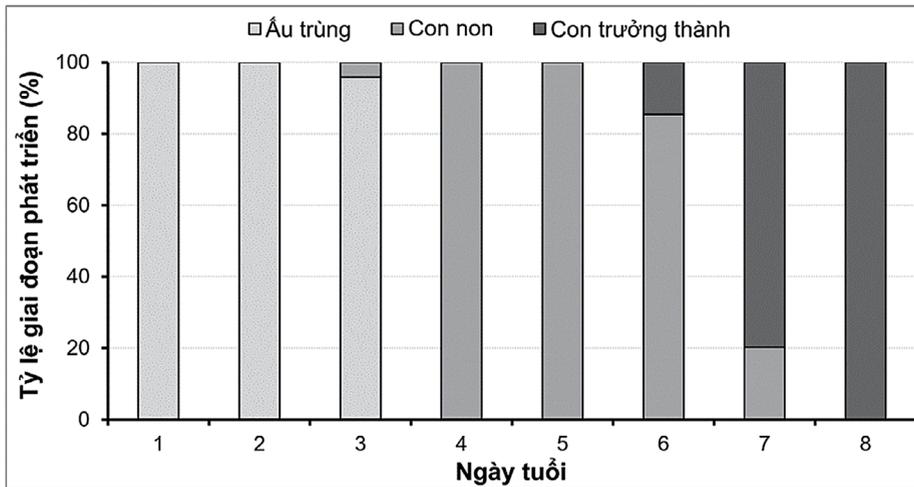
III. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

1. Vòng đời của copepod *A. royi*

1.1. Phát triển của quần thể copepod *A. royi*

Trong điều kiện nuôi ở nhiệt độ 27 - 30°C và độ mặn 30 - 31‰, quần thể *A. royi* sử dụng thức ăn là vi tảo *C. muelleri* hoàn tất quá trình phát triển và đạt giai đoạn trưởng thành sau 8 ngày nuôi. Giai đoạn ấu trùng kết thúc vào

khoảng ngày thứ 3, trong khi giai đoạn con non kéo dài đến ngày thứ 7; tại thời điểm này, chỉ còn khoảng 20% cá thể chưa chuyển sang giai đoạn trưởng thành. Sự xuất hiện của cá thể trưởng thành được ghi nhận sớm từ ngày thứ 6, ngày 7 kèm theo sự xuất hiện của một số con cái mang trứng (hơn 50%), cho thấy quá trình sinh sản đã bắt đầu ngay khi quần thể đạt trạng thái phát triển hoàn chỉnh (Hình 1).



Hình 1. Sự phát triển quần thể của *A. royi*

Kết quả này phù hợp với nhiều nghiên cứu trước đây về *A. royi*. Vijayarai và ctv (2025) ghi nhận loài này thường đạt trưởng thành sau 7 - 8 ngày ở nhiệt độ 29°C và độ mặn 30‰, với giai đoạn ấu trùng kéo dài khoảng 3 ngày và giai đoạn con non kết thúc vào ngày thứ 7 [25]. Muthupriya và ctv (2009) cũng cho thấy *A. royi* phát triển nhanh ở độ mặn 12‰, đạt trưởng thành sau 6 ngày trong khoảng nhiệt độ 25 - 30°C; trong nghiên cứu này, giai đoạn ấu trùng kéo dài khoảng 2 ngày và giai đoạn con non kết thúc vào ngày thứ 5. Tuy nhiên, ở nhiệt độ cao hơn (35°C), thời gian phát triển các giai đoạn bị kéo dài, với ấu trùng kết thúc ở ngày thứ 3, con non kéo dài đến ngày thứ 6 và cá thể trưởng thành xuất hiện vào ngày thứ 7 [16]. Ngược lại, Chang và ctv (1993) ghi nhận vòng đời của *A. royi* kéo dài đến 16 ngày ở nhiệt độ thấp hơn (25°C) và

độ mặn 30‰, trong đó giai đoạn ấu trùng kéo dài 3,5 ngày và giai đoạn con non khoảng 10 ngày, cho thấy nhiệt độ là yếu tố quan trọng chi phối tốc độ phát triển của loài này [9]. Xu hướng phụ thuộc vào điều kiện môi trường này cũng được ghi nhận ở các loài copepod thuộc bộ Cyclopoida khác. Anandan và ctv (2013) cho biết *Apocyclops dengizicus* cần khoảng 10 ngày để phát triển từ ấu trùng đến giai đoạn trưởng thành ở nhiệt độ $29 \pm 1^\circ\text{C}$ và độ mặn 20‰ [7]. Trong khi đó, Santhanam và ctv (2013) ghi nhận *Oithona rigida* hoàn tất vòng đời trong 12 ngày ở điều kiện nhiệt độ 27 - 29°C và độ mặn 30 - 34‰ [22]. Đối với *Oithona simplex*, thời gian quá trình phát triển trung bình ngắn nhất, đạt $5,0 \pm 0,3$ ngày ở độ mặn 30‰, so với $6,7 \pm 0,3$ ngày ở độ mặn 35‰. Đồng thời, thời gian quá trình phát triển trung bình giảm còn $4,3 \pm 0,3$ ngày ở 35°C

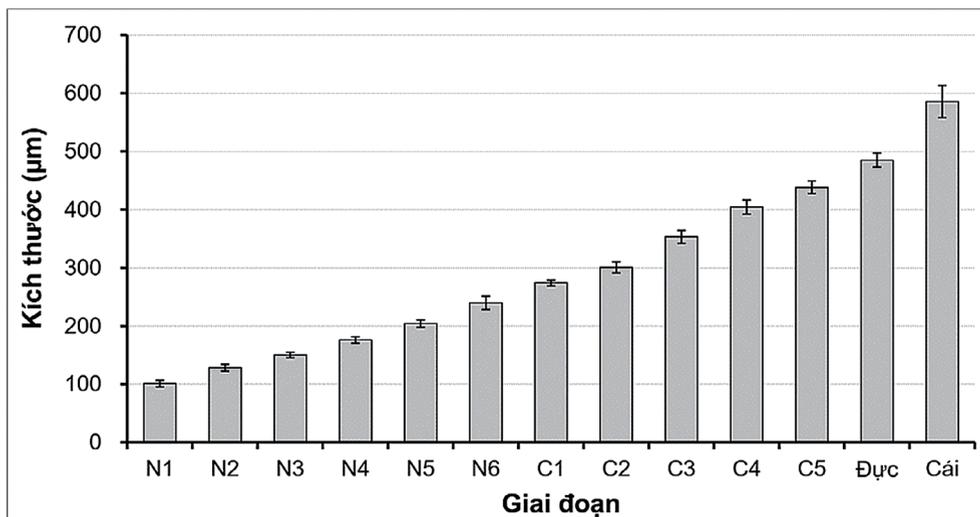
nhưng kéo dài đến $7,0 \pm 0,0$ ngày ở nhiệt độ thấp hơn là 25°C [19].

Những kết quả này cho thấy sự tương đồng về thời gian phát triển giữa *A. royi* và các loài Copepoda khác của bộ Cyclopoida, điều này cho thấy nhiệt độ và độ mặn là các yếu tố môi trường quan trọng có khả năng chi phối sự phát triển quần thể của các loài copepod.

1.2. Kích thước các giai đoạn phát triển *A. royi*

Trong nghiên cứu này, kích thước cơ thể của *A. royi* thay đổi rõ rệt theo các giai đoạn phát triển. Cụ thể, kích thước ấu trùng dao động từ 101 - 240 μm , giai đoạn con non từ

274 - 438 μm , trong khi cá thể trưởng thành đạt kích thước trung bình 485 μm đối với con đực và 586 μm đối với con cái (Hình 2). Kích thước cơ thể của *A. royi* trong nghiên cứu hiện tại nhìn chung nhỏ hơn so với một số nghiên cứu trước, đặc biệt ở giai đoạn trưởng thành. Trong đó kích thước của *A. royi* chịu ảnh hưởng đáng kể bởi điều kiện môi trường và chế độ nuôi. Chang và ctv (1993) ghi nhận *A. royi* nuôi ở nhiệt độ 25°C và độ mặn 30‰ có kích thước tương đương với kết quả trong nghiên cứu hiện tại, với ấu trùng đạt 110 - 265 μm , con non 294 - 588 μm và cá thể trưởng thành khoảng 618 μm [9].



Hình 2. Kích thước (μm) các giai đoạn phát triển của *A. royi*

Trong khi đó, Vijayarai và ctv (2025) báo cáo kích thước *A. royi* lớn hơn khi nuôi ở nhiệt độ 29°C và độ mặn 30‰, với kích thước ấu trùng 90 - 312 μm , con non 397 - 698 μm , cá thể trưởng thành đực đạt 779 μm và cái đạt 854 μm [25]. Tương tự, Muthupriya và ctv (2009) cho thấy kích thước của *A. royi* thay đổi theo nhiệt độ và độ mặn, trong đó ở độ mặn 12‰ và nhiệt độ 25°C , kích thước ấu trùng dao động 93 - 292 μm , con non 373 - 735 μm , con trưởng thành đực 766 μm và con cái 880 μm . Khi nhiệt độ tăng lên 30 - 35°C , kích thước các giai đoạn phát triển có sự biến động

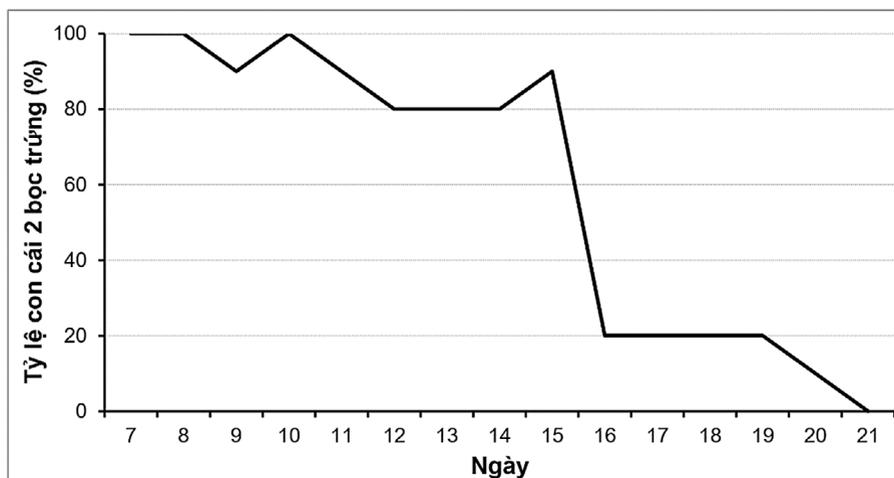
nhẹ nhưng nhìn chung vẫn cao hơn so với kết quả của nghiên cứu hiện tại [16]. Sự khác biệt về kích thước cơ thể *A. royi* giữa các nghiên cứu có thể xuất phát từ sự khác nhau về điều kiện môi trường nuôi, đặc biệt là nhiệt độ, độ mặn và nguồn thức ăn.

1.3. Vòng đời sinh sản và tuổi thọ của *A. royi*

Kết quả nghiên cứu cho thấy vòng đời sinh sản của con cái *A. royi* kéo dài từ 7 đến 20 ngày tuổi, trong đó hoạt động sinh sản chịu ảnh hưởng rõ rệt theo ngày tuổi của *A. royi*. Giai đoạn đầu sau khi trưởng thành là thời

kỳ sinh sản hiệu quả nhất, với số lượng trứng được sinh ra tập trung chủ yếu trong 9 ngày đầu, sau đó giảm dần theo thời gian (trong 5 ngày). Tổng số trứng được tạo ra trong suốt

vòng đời sinh sản của con cái đạt trung bình $251,9 \pm 31,65$ trứng/con cái trong 14 ngày, tương đương khoảng 18 trứng/con cái/ngày (Hình 3).



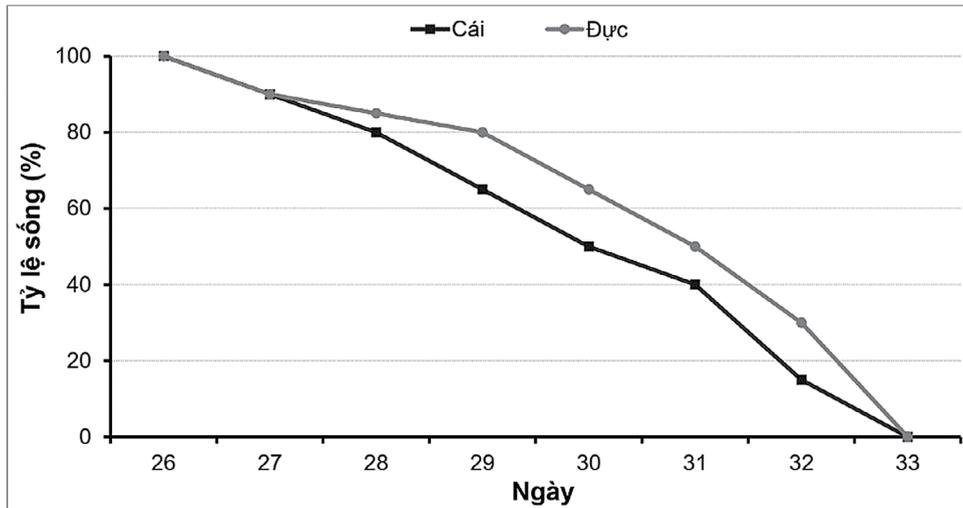
Hình 3. Vòng đời sinh sản của con cái từ 7 - 20 ngày tuổi

Các nghiên cứu trước cho thấy vòng đời sinh sản và khả năng sinh sản của các loài copepod khác. Cụ thể, *Oithona rigida* có vòng đời sinh sản trung bình $12,00 \pm 1,53$ ngày khi được nuôi bằng *Nannochloropsis* sp. [26], tương đương so với *A. royi*. Ở *Pseudodiaptomus annandalei* có khả năng sinh sản suốt vòng đời của chỉ đạt khoảng 106 ± 6 trứng/con cái [6] và ở *Apocyclops panamensis* có tốc độ sinh sản trung bình ghi nhận là $5,5 \pm 1,05$ trứng/con cái/ngày [3], thấp hơn đáng kể so với *A. royi* trong nghiên cứu hiện tại.

Một số loài copepod khác cho thấy sự khác biệt rõ rệt về tốc độ sinh sản tùy thuộc vào nhiệt độ, độ mặn và điều kiện thức ăn..., chẳng hạn *Paracartia grani* đạt 34 - 48 trứng/con cái/ngày trong điều kiện thức ăn đầy đủ, nhưng giảm mạnh khi nguồn thức ăn bị hạn chế [21]. Tương tự, tốc độ sinh sản trứng trung bình của *Eurytemora affinis* là ở nhiệt độ 15°C là 13 trứng/con cái/ ngày [10] và *Pseudocyclops umbraticus* là từ 2,3 - 6,3 trứng/cá thể cái/ngày ở 14°C đến 6,1 - 10,2 trứng/cá thể cái/ngày ở 24°C [8]. Số trứng/con cái của *Oithona*

simplex chịu ảnh hưởng rõ rệt bởi độ mặn và nhiệt độ môi trường. Đối với *Oithona simplex*, số trứng/con cái chịu tác động đồng thời của độ mặn và nhiệt độ. Ở độ mặn 30‰, số trứng trung bình đạt $7,0 \pm 0,6$ trứng/con cái, cao hơn so với độ mặn 20‰ đạt $4,7 \pm 0,3$ trứng/con cái. Ở các mức độ mặn trung gian 25‰ và cao hơn 35‰, số trứng lần lượt đạt $6,3 \pm 0,3$ và $6,0 \pm 0,6$ trứng/con cái. Ngoài ra, số trứng sinh ra có xu hướng tăng theo nhiệt độ, từ $5,3 \pm 0,3$ trứng/con cái ở 25°C lên $8,0 \pm 0,6$ trứng/con cái ở 30°C và đạt cực đại $9,0 \pm 1,0$ trứng/con cái ở 35°C [19].

Những sai khác về số trứng/con cái giữa các loài và giữa các nghiên cứu có thể bắt nguồn từ sự khác biệt về nhiệt độ, độ mặn, nguồn và chất lượng thức ăn, mật độ nuôi cũng như chế độ chăm sóc. Các yếu tố này đã được chứng minh là có ảnh hưởng trực tiếp đến sinh sản của các loài copepod [12]. Trong nghiên cứu này, điều kiện nuôi tương đối ổn định có thể đã tạo thuận lợi cho *A. royi* duy trì mức sinh sản tương đối cao và ổn định trong giai đoạn đầu vòng đời.



Hình 4. Tuổi thọ của con cái và con đực

Về tuổi thọ, kết quả nghiên cứu này cho thấy *A. royi* có thời gian sống tối đa khoảng 32 ngày trong điều kiện nhiệt độ 27 - 30°C, với tuổi thọ trung bình của con đực ($30,1 \pm 1,96$) và con cái ($29,4 \pm 2,30$); trong đó, khoảng nhiệt độ 25 - 30°C được xác định là điều kiện thích hợp cho sự tăng trưởng và hoạt động sinh sản bình thường của loài này [16]. Tuy nhiên, tuổi thọ ghi nhận trong nghiên cứu hiện tại thấp hơn so với nghiên cứu của Vijayarai và ctv (2025), khi *A. royi* có thể đạt tuổi thọ xấp xỉ 60 ngày ở 29°C trong điều kiện phòng thí nghiệm ổn định [25]. Xu hướng suy giảm tuổi thọ khi nhiệt độ tăng cũng được ghi nhận ở nhiều loài copepod khác. Ở *Pseudodiaptomus annandalei*, tuổi thọ trung bình của cả con đực và con cái giảm từ 43 - 44 ngày ở 25°C xuống 38 - 39 ngày ở 30°C và chỉ còn khoảng 32 ngày ở 34°C [1]; trong khi đó, tuổi thọ của *P. annandalei* dao động từ 26,79 - 31,75 ngày tại nhiệt độ trung bình $28,9 \pm 2,03$ °C [6]. Ngược lại, tuổi thọ của con cái *Oithona simplex* cũng giảm rõ rệt ở 35°C so với 25°C và 30°C, tuổi thọ trung bình của con cái tăng từ $45,7 \pm 4,6$ ngày ở 25°C lên $54,3 \pm 3,5$ ngày ở 30°C, nhưng giảm mạnh xuống còn $34,3 \pm 2,3$ ngày khi nhiệt độ tăng lên 35°C [19]. Tương tự, *Paracartia grani* có

tuổi thọ trung bình biến thiên trong khoảng 24,4 - 58,7 ngày ở 19°C và 31,0 - 54,8 ngày ở 22°C [21]. Đối với *Pseudocyclops umbraticus*, một loài copepod vùng ôn đới, tuổi thọ của con cái giảm rõ rệt khi nhiệt độ tăng, từ $121,7 \pm 10,5$ ngày ở 14°C xuống $54,4 \pm 2,9$ ngày ở 18°C và chỉ còn $31,0 \pm 2,8$ ngày ở 24°C [8]. Nhìn chung, sự biến động về tuổi thọ giữa các nghiên cứu phản ánh ảnh hưởng tổng hợp của điều kiện nuôi và chế độ chăm sóc, trong đó nhiệt độ đóng vai trò quan trọng do các loài copepod có đáp ứng sinh lý khác nhau trước sự thay đổi của nhiệt độ môi trường.

2. Ảnh hưởng của chế độ cho ăn vi tảo đến các chỉ tiêu sinh học của copepod *A. royi*

Kết quả nghiên cứu cho thấy loại thức ăn vi tảo không ảnh hưởng có ý nghĩa thống kê đến các chỉ tiêu sinh học chủ yếu của *A. royi*, bao gồm tỷ lệ sống, số trứng/con cái, số ấu trùng/con cái, tỷ lệ nở và kích thước cá thể trưởng thành ($p > 0,05$). Tỷ lệ sống của *A. royi* dao động từ 73,2 - 82,9%, trong đó nghiệm thức sử dụng hỗn hợp *I. galbana* và *C. muelleri* cho giá trị trung bình cao nhất, mặc dù sự khác biệt giữa các nghiệm thức không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$). Điều này cho thấy cả hai loài vi tảo, dù được cung cấp riêng lẻ hay kết hợp, đều đáp ứng đầy đủ

nhu cầu dinh dưỡng cơ bản cho sự sinh trưởng và duy trì quần thể của *A. royi* trong điều kiện thí nghiệm. Tương tự, các chỉ tiêu sinh sản của *A. royi* cũng không chịu tác động đáng kể từ sự khác biệt về loại thức ăn. Số lượng ấu trùng/con cái được ghi nhận khá ổn định giữa các nghiệm thức (22,1 – 23,8 ấu trùng/con cái), trong khi số

trứng/con cái trung bình chỉ dao động nhẹ trong khoảng 30,6 – 31,6 trứng/con cái. Tỷ lệ nở của trứng đạt từ 71,4 – 77,6%, với xu hướng cao hơn ở nghiệm thức sử dụng *I. galbana* đơn lẻ; tuy nhiên, sự khác biệt này không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$) (Bảng 1).

Bảng 1. Một số chỉ tiêu của copepod *A. royi* ở các nghiệm thức

Chỉ tiêu	<i>I. galbana</i>	<i>C. muelleri</i>	<i>I. galbana</i> + <i>C. muelleri</i>
Tỷ lệ sống (%)	77,1±10,10 ^a	73,2±10,11 ^a	82,9±6,37 ^a
Số ấu trùng/con cái	23,8±3,62 ^a	22,7±3,24 ^a	22,1±3,67 ^a
Số trứng/con cái	30,6±3,03 ^a	31,6±4,45 ^a	30,9±3,98 ^a
Tỷ lệ nở (%)	77,6±11,82 ^a	72,0±10,25 ^a	71,4±11,88 ^a
Kích thước cái	608±15,7 ^a	605±14,3 ^a	607±14,1 ^a
Kích thước đực	480±21,8 ^a	481±18,8 ^a	482±15,2 ^a

Các giá trị mang chữ cái khác nhau trong cùng hàng thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$).

Kết quả này tương đồng với nghiên cứu của Nguyễn Thị Thủy và ctv (2021), khi ghi nhận *A. royi* đạt số trứng/con cái cao nhất khi sử dụng *I. galbana* ở mật độ tảo 1.600 µg C/L và tỷ lệ nở tối ưu (~90%) tại mật độ tảo 800 µg C/L [4]. Tương tự, kích thước cơ thể của cá thể trưởng thành, bao gồm cả con đực và con cái, không khác biệt đáng kể giữa các nghiệm thức.

So sánh với các nghiên cứu đã công bố trước đây, kết quả của nghiên cứu này phù hợp với nhiều báo cáo về ảnh hưởng của các loài vi tảo khác nhau đến tăng trưởng quần thể *A. royi*. Một số nghiên cứu cho thấy khi sử dụng tảo *Dunaliella tertiolecta* hoặc *Rhodomonas salina* làm thức ăn, mật độ quần thể *A. royi* đạt trên 1.600 cá thể/L và không có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các loại thức ăn. Điều này cho thấy *A. royi* có khả năng thích nghi tốt với nhiều nguồn thức ăn vi tảo khác nhau [17]. Ngoài ra, các nghiên cứu sử dụng tảo *Tetraselmis suecica* và *Thalassiosira* sp. (đơn loài hoặc hỗn hợp) trong hệ thống nuôi liên tục, *A. royi* được cho ăn hỗn hợp tảo *T. suecica* và *Thalassiosira* sp. đạt mật độ trung bình và năng suất ấu trùng

và con trưởng thành cao, tương đương hoặc chỉ thấp hơn nhẹ so với nghiệm thức đơn loài [23].

Những kết quả này cho thấy việc sử dụng vi tảo đơn loài có giá trị dinh dưỡng phù hợp vẫn có thể đáp ứng tốt nhu cầu sinh trưởng và sinh sản của *A. royi*, đồng thời giúp đơn giản hóa quy trình nuôi sinh khối trong thực tiễn sản xuất [23]. Copepod *A. royi* được cho là có khả năng tự chuyển hóa tổng hợp được hàm lượng axit béo thiết yếu HUFA, như DHA và EPA [17]. Tương tự, *Pseudodiaptomus annandalei* được cho ăn hỗn hợp ba loài vi tảo (*C. muelleri*, *I. galbana* và *T. chuii*), cho các chỉ tiêu sinh sản (tỷ lệ sống, số trứng/con cái, số ấu trùng/con cái, tỷ lệ nở) tương đương nhau và sai khác không có ý nghĩa thống kê với các nghiệm thức sử dụng đơn loài [2]. Ở *Apocyclops panamensis*, việc sử dụng đơn lẻ tảo *Nannochloropsis oculata*, *C. muelleri* hoặc hỗn hợp hai loài tảo trên theo tỷ lệ 1:1 cũng không tác động đáng kể đến các chỉ tiêu sinh học được theo dõi ($p > 0,05$), cho thấy loài copepod này có khả năng sử dụng hiệu quả nhiều nguồn thức ăn vi tảo khác nhau mà không làm giảm hiệu quả sinh trưởng và sinh sản [5].

Nhìn chung, kết quả của nghiên cứu hiện tại, kết hợp với các nghiên cứu trước, cho thấy *A. royi* là loài copepod ít bị ảnh hưởng bởi sự thay đổi loại thức ăn vi tảo trong phạm vi các loài tảo thường được sử dụng trong nuôi trồng thủy sản. Đây là một ưu điểm quan trọng, tạo điều kiện thuận lợi cho việc lựa chọn và tối ưu hóa nguồn thức ăn trong các hệ thống nuôi sinh khối nhằm phục vụ sản xuất giống các loài hải sản.

IV. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

1. Kết luận

Trong điều kiện nuôi 27 - 30°C và độ mặn 30 - 31‰, *A. royi* sử dụng vi tảo *C. muelleri* hoàn tất phát triển và đạt tuổi trưởng thành sau 8 ngày. Kích thước cơ thể của *A. royi* biến đổi rõ rệt theo giai đoạn phát triển, dao động từ 101 - 240 μm ở ấu trùng, 274 - 438 μm ở con non và 482 - 485 μm (đực) và 586 - 608 μm (cái) ở giai đoạn

trưởng thành. Vòng đời sinh sản của con cái kéo dài 7 - 20 ngày, với cường độ sinh sản cao nhất trong giai đoạn 9 ngày đầu sau trưởng thành và giảm dần, ở giai đoạn cuối vòng đời, 32 ngày.

Loại thức ăn vi tảo (đơn loài hoặc kết hợp *I. galbana* và *C. muelleri*) không ảnh hưởng có ý nghĩa thống kê đến tỷ lệ sống, số trứng/con cái, số ấu trùng/con cái, tỷ lệ nở và kích thước con trưởng thành.

2. Kiến nghị

Trên cơ sở các kết quả thu được, nghiên cứu đề xuất sử dụng vi tảo *C. muelleri* và/hoặc *I. galbana* làm nguồn thức ăn trong quy trình nuôi sinh khối *A. royi*. Các nghiên cứu tiếp theo nên đánh giá sâu hơn chất lượng dinh dưỡng của *A. royi* được nuôi với các loại vi tảo nêu trên. Đồng thời, tiến hành đánh giá khả năng nuôi thu sinh khối loài copepod này ở quy mô lớn hơn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Đoàn Xuân Nam, Bùi Văn Cảnh, Phạm Quốc Hùng, Đinh Văn Khương (2019), “Ảnh hưởng của nhiệt độ lên sự phát triển và sinh sản của loài copepod *Pseudodiaptomus annandalei*”, *Tạp chí Khoa học - Công nghệ Thủy sản*, 3, trang 91-98.
2. Đoàn Xuân Nam, Trần Thị Lê Trang, Trần Văn Dũng, Lê Minh Hoàng, Đinh Văn Khương, Phạm Quốc Hùng (2025), “Ảnh hưởng của nhiệt độ và vi tảo làm thức ăn đến sinh trưởng, sinh sản của loài copepoda *Pseudodiaptomus annandalei*”, *Tạp chí Khoa học - Công nghệ Thủy sản*, 2, trang 34-45.
3. Trần Nguyên Ngọc, Lê Minh Tuệ, Nguyễn Anh Tuấn, Võ Đức Nghĩa, Nguyễn Đức Thành, Trần Thị Thúy Hằng, Nguyễn Văn Huy (2022), “Ảnh hưởng của độ mặn đến sinh trưởng và phát triển của copepoda *Apocyclops panamensis*”, *Tạp chí Khoa học Đại học Huế*, 131(3A), trang 179-192.
4. Nguyễn Thị Thủy, Lê Minh Hoàng, Đoàn Xuân Nam, Bùi Văn Cảnh, Nguyễn Thị Thành & Đinh Văn Khương (2021), “Ảnh hưởng của mật độ vi tảo *Isochrysis galbana* làm thức ăn đến sức sinh sản và tỷ lệ nở của loài Copepoda *Apocyclops royi*”, *Tạp chí Khoa học - Công nghệ Thủy sản*, (03), trang 34-42.
5. Lê Minh Tuệ, Trần Thị Thu Sương, Phan Thị Hương, Hà Thị Huệ (2022), “Ảnh hưởng của các loại thức ăn đến khả năng tăng trưởng quần thể của copepoda (*Apocyclops panamensis* Marsh, 1913)”, *Tạp chí Khoa học Nông nghiệp Việt Nam*, 20(4), trang 467-474.
6. Vũ Ngọc Út & Huỳnh Phước Vinh (2014), “Một số đặc điểm sinh học của Copepoda *Schmackeria dubia*”, *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*, Số chuyên đề: Thủy sản, 2, trang 292-299.
7. Anandan, P., Krishnamurthy, R., & Altaff, K. (2013), “Studies on different stages of post embryonic development of cyclopoid copepod *Apocyclops dengizicus*”, *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 2(2), pp. 20-27.
8. Brugnano, C., Granata, A., Guglielmo, L., Minutoli, R., & Zagami, G. (2014), “Fecundity and development of the benthic-pelagic copepod *Pseudocyclops umbraticus*: effects of temperature”, *Aquatic Biology*, 20(3), pp. 245-254.
9. Chang, W. B., & Lei, C. H. (1993), “Development and energy content of a brackish-water copepod, *Apocyclops*

- royi* (Lindberg) reared in a laboratory”, *Bulletin of the Institute of Zoology, Academia Sinica*, 32, pp. 62-81.
10. Devreker, D., Souissi, S., Winkler, G., Forget-Leray, J., & Leboulenger, F. (2009), “Effects of salinity, temperature and individual variability on the reproduction of *Eurytemora affinis* (Copepoda; Calanoida) from the Seine estuary: a laboratory study”, *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 368(2), pp. 113-123.
 11. Doan, N. X., Vu, M. T., Nguyen, H. T., Tran, H. T., Pham, H. Q., & Dinh, K. V. (2018), “Temperature-and sex-specific grazing rate of a tropical copepod *Pseudodiaptomus annandalei* to food availability: Implications for live feed in aquaculture”, *Aquaculture Research*, 49(12), pp. 3864-3873.
 12. Drilllet, G., Frouël, S., Sichlau, M. H., Jepsen, P. M., Højgaard, J. K., Joarder, A. K., & Hansen, B. W. (2011), “Status and recommendations on marine copepod cultivation for use as live feed”, *Aquaculture*, 315(3-4), pp. 155-166.
 13. Evjemo, J. O., Reitan, K. I., & Olsen, Y. (2003), “Copepods as live food organisms in the larval rearing of halibut larvae (*Hippoglossus hippoglossus* L.) with special emphasis on the nutritional value”, *Aquaculture*, 227(1-4), pp. 191-210.
 14. Evjemo, J. O., & Olsen, Y. (1997), “Lipid and fatty acid content in cultivated live feed organisms compared to marine copepods”, *Hydrobiologia*, 358(1), pp. 159-162.
 15. Kevin, W. H., Kwok, S. S., Dur, G., Won, E. J., Lee, J. S. (2015), *Copepods as references species in estuarine and marine waters*. In *Aquatic Ecotoxicology*, Academic Press, pp. 281-308.
 16. Muthupriya, P., & Altaff, K. (2009), “Effect of salinity and temperature on the reproduction of the estuarine Copepoda *Apocyclops royi* (Lindberg, 1940)”, *Journal of Experimental Zoology, India*, 12(1): pp. 103–106.
 17. Nielsen, B. L. H., Gréve, H. V. S., & Hansen, B. W. (2021), “Cultivation success and fatty acid composition of the tropical copepods *Apocyclops royi* and *Pseudodiaptomus annandalei* fed on monospecific diets with varying PUFA profiles”, *Aquaculture Research*, 52(3), pp. 1127-1138.
 18. Nielsen, B. L. H., van Someren Gréve, H., Rayner, T. A., & Hansen, B. W. (2020), “Biochemical adaptation by the tropical copepods *Apocyclops royi* and *Pseudodiaptomus annandalei* to a PUFA-poor brackish water habitat”, *Marine Ecology Progress Series*, 655, pp. 77-89.
 19. Noor, N. S. M., Arshad, A., Amin, S. M. N., & Kamarudin, M. S. (2018), “Effect of salinity, temperature, light intensity and photoperiod on reproduction, larval development and life cycle of cyclopoid copepod, *Oithona simplex* (Farran, 1913)”, *Asian Journal of Biological Sciences*, 11(1), pp. 33-40.
 20. Rasdi, N. W., & Qin, J. G. (2018), “Copepod supplementation as a live food improved growth and survival of Asian seabass *Lates calcarifer* larvae”, *Aquaculture Research*, 49(11), pp. 3606-3613.
 21. Saiz, E., Calbet, A., Griffell, K., Bersano, J. G. F., Isari, S., Solé, M., Peters, J., & Alcaraz, M. (2015), “Ageing and caloric restriction in a marine planktonic copepod”, *Scientific Reports*, 5(1), p. 14962.
 22. Santhanam, P., & Perumal, P. (2013), “Developmental biology of brackishwater copepod *Oithona rigida* Giesbrecht: A laboratory investigation”, *Indian Journal of Geo-marine Sciences*, 42(2), pp. 236-243.
 23. Tapaneeyaworawong, P., Prasopwong, A., Kutako, M., & Powtongsook, S. (2019), “Growth of copepod *Apocyclops royi* (Lindberg, 1940) fed with *Tetraselmis suecica* and *Thalassiosira* sp. in semi-continuous and continuous culture systems”, *Khon Kaen Agriculture Journal*, 47(1), pp. 305–312.
 24. van der Meeren, T., Olsen, R. E., Hamre, K., & Fyhn, H. J. (2008), “Biochemical composition of copepods for evaluation of feed quality in production of juvenile marine fish”, *Aquaculture*, 274(2-4), pp. 375-397.
 25. Vijayaraj, R., Jayaprakashvel, M., & Altaff, K. (2025), “Asian seabass (*Lates calcarifer*) larval rearing using cyclopoid copepod (*Apocyclops royi*) live feed: A new approach”, *The Journal of Basic and Applied Zoology*, 86(5), pp. 1-11.
 26. Yuslan, A., Suhaimi, H., Taufek, H. M., & Rasdi, N. W. (2022), “Effect of bio-organic fertilizer and agro-industrial residue on the growth and reproduction of cyclopoid copepod, *Oithona rigida* (Giesbrecht, 1896)”, *International Journal of Aquatic Biology*, 10(2), pp. 151-168.