



ẢNH HƯỞNG CỦA THỨC ĂN ĐẾN SINH TRƯỞNG VÀ PHÁT TRIỂN CỦA COPEPODA *Apocyclops panamensis*

Trần Nguyên Ngọc, Nguyễn Văn Huy*

Trường Đại học Nông Lâm, Đại học Huế, 102 Phùng Hưng, Huế, Việt Nam

* Tác giả liên hệ: Nguyễn Văn Huy <huy.nguyen@hueuni.edu.vn>

(Ngày nhận bài: 21-8-2021; Ngày chấp nhận đăng: 9-12-2021)

Tóm tắt. Nghiên cứu này được thực hiện nhằm đánh giá ảnh hưởng của các công thức thức ăn (thức ăn tự chế, tảo khô *Spirulina* 80% và tảo tươi *Chaetoceros* sp.) đến sinh trưởng và phát triển copepoda *Apocyclops panamensis* phân lập từ ao nuôi tôm thẻ chân trắng trong thời gian 16 ngày. Kết quả cho thấy tốc độ tăng trưởng và phát triển của copepoda *Apocyclops panamensis* khi cho ăn tảo tươi cao hơn so với khi cho ăn thức ăn tự chế và tảo khô. Tỷ lệ mang trứng trung bình của copepoda trưởng thành ở nghiệm thức cho ăn tảo tươi là 18,41 và tự chế 16,95%, cao hơn ở nghiệm thức tảo khô (13,21%). Tuy nhiên, kích thước của copepoda khi cho ăn các loại thức ăn khác nhau không có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê. Nghiên cứu này chỉ ra rằng, có thể nuôi sinh khối copepoda *Apocyclops panamensis* bằng thức ăn tự chế thay thế tảo tươi trong sản xuất giống thủy sản.

Từ khóa: copepoda *Apocyclops panamensis*, thức ăn, sinh trưởng, phát triển

Effects of feeds on growth and development of copepod *Apocyclops panamensis*

Tran Nguyen Ngoc, Nguyen Van Huy*

University of Agriculture and Forestry, Hue University, 102 Phung Hung St., Hue, Vietnam

* Correspondence to Nguyen Van Huy <huy.nguyen@hueuni.edu.vn>

(Submitted: August 21, 2021; Accepted: December 9, 2021)

Abstract. This study was conducted to evaluate the effects of feed formulations (processed feed, spirulina 80%, and *Chaetoceros* sp.) on the growth and development of copepod *Apocyclops panamensis* isolated from white-leg shrimp ponds over 16 days. The results show that the growth and development rate was the highest when the copepod was fed with *Chaetoceros* sp. The average egg-carrying rate of adult copepods in the *Chaetoceros* sp. and processed feed treatments is 18.41 and 16.95%, higher than in the Spirulina treatment. However, the copepod size is not statistically different among the treatments. This research suggests that the processed diet is the best for copepod *Apocyclops panamensis* in aquaculture seedling production.

Keywords: copepod *Apocyclops panamensis*, feeds, growth, development

1 Đặt vấn đề

Copepoda được xem là một mắt xích quan trọng trong chuỗi thức ăn. Thực vật phù du được xem là nguồn thức ăn chủ yếu của copepoda. Gần đây, ngành nuôi trồng thủy sản có xu hướng chú trọng sử dụng thức ăn tự nhiên (động thực vật phù du) với hàm lượng dinh dưỡng cao, cung cấp đầy đủ các chất cần thiết cho ấu trùng. Copepoda là động vật phù du với hàm lượng các chất dinh dưỡng cao và được xem như là nguồn thức ăn tự nhiên tiềm năng trong sản xuất giống thủy sản. Đặc biệt, hàm lượng các chất như EPA và DHA rất cao, có nhiều acid amin và các acid béo thiết yếu, hàm lượng protein tương đối cao, đồng thời hàm lượng enzyme tiêu hóa và vitamin cũng cao nên rất thích hợp cho nhu cầu dinh dưỡng cho ấu trùng của các loài động vật thủy sản [1]. Việc đưa nauplius copepoda vào làm ăn cho ấu trùng cá có thể quyết định đến sự thành công của quá trình ương nuôi bởi vì kích thước cơ thể ở giai đoạn trứng và nauplius rất nhỏ, phù hợp với cỡ miệng của cá [2]. Theo Nguyễn Văn Huy và cs. [3] thì tốc độ sinh trưởng của cá nâu giống ở giai đoạn 21–50 ngày tuổi lớn hơn khi cho ăn copepoda so với thức ăn công nghiệp. Thêm vào đó, copepoda là thức ăn quan trọng quyết định đến tỷ lệ sống của cá Ong bầu khi ương trong ao [4].

Sự có mặt của copepoda trong thành phần nước ao nuôi tôm đã quyết định đến sự sống sót của cá Ong bầu [4] kể từ khi bắt đầu sử dụng thức ăn ngoài. Theo chúng tôi, mật độ copepoda trong nước ao là rất thấp, vì vậy rất khó để đáp ứng đầy đủ nhu cầu thức ăn cho cá giống khi thả

ương trong ao, đặc biệt là các ao có mật độ tảo thấp. Hơn nữa, việc sử dụng trực tiếp nước ao nuôi tôm vào ương ấu trùng cá sẽ gặp những rủi ro nhất định do nước ao chứa nhiều vi khuẩn gây bệnh. Điều này sẽ vô tình đưa mầm bệnh từ ngoài vào cho ấu trùng cá. Vì vậy, cần tạo nguồn thức ăn từ copepoda với mật độ cao trong bể ương để tăng cơ hội bắt mồi cho cá.

Điều kiện tự nhiên ở Thừa Thiên Huế có nhiều thuận lợi và phù hợp cho nuôi sinh khối copepoda. Tuy nhiên, cho đến nay, thông tin về các công trình nghiên cứu và nuôi thử nghiệm copepoda làm thức ăn trong sản xuất giống thủy sản vẫn còn rất hạn chế để có thể áp dụng nuôi đối tượng này trên diện rộng. Vì vậy, nghiên cứu này được tiến hành nhằm xác định loại thức ăn phù hợp để nuôi sinh khối copepoda, góp phần hoàn thiện quy trình nuôi sinh khối làm nguồn thức ăn tươi sống trong sản xuất giống thủy sản.

2 Phương pháp

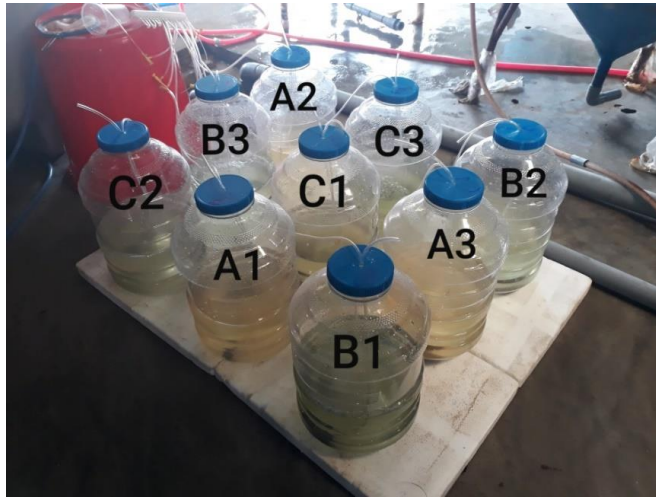
2.1 Thu mẫu và phân lập copepoda

Mẫu copepoda được thu từ ao nuôi tôm chân trắng tại Trung tâm Ứng dụng và Chuyển giao công nghệ thủy sản. Mẫu được thu bằng lưới thu mẫu động vật phù du với mắt lưới 75 μm theo phương pháp của Lindley và Phelps [5]. Quá trình thuần và chọn lọc mẫu copepoda đưa vào thí nghiệm được tiến hành theo mô tả của Trần Nguyễn Ngọc và cs. [6]. Mẫu copepoda được mô tả dưới kính hiển vi soi nổi theo phương pháp của Goswami [7] và xác định loài bằng phương pháp hình thái theo mô tả của Mulyadi [8] và Nguyễn Văn Khôi [9].

2.2 Bố trí thí nghiệm

Copepoda sau khi phân lập được nuôi sinh khối trong hệ thống bể composite để tăng số lượng. Thí nghiệm ảnh hưởng của các loại thức ăn đến sinh khối của copepoda được bố trí trong 9 bình loại 21 lít theo kiểu ngẫu nhiên hoàn toàn với ba nghiệm thức, lặp lại ba lần như Hình 1: Nghiệm thức 1: Thức ăn tự chế (A1, A2, A3); Nghiệm thức 2: Tảo khô *Spirulina* (B1, B2, B3); Nghiệm thức 3: Tảo tươi *Nannochloropsis oculata* (C1, C2, C3).

Hỗn hợp tạo thức ăn tự chế cho copepoda bao gồm các thành phần sau: 5 L nước đã xử lý, 1 kg thức ăn cho tôm (Uni-President: N312 chứa 40% protein thô), 0,5 kg bã đậu nành, 0,5 L EM gốc và 0,1 L ri đường. Hỗn hợp được trộn đều và ủ trong điều kiện yếm khí trong bóng tối trong một tuần trước khi cho ăn với tỷ lệ 1/1.000 (L/m³). Tảo sử dụng trong thí nghiệm là *Chaetoceros* sp. nuôi trong môi trường F2 ở độ mặn 28–30‰. Đây là thức ăn phù hợp nhất khi nuôi sinh khối copepoda phục vụ cho ương ấu trùng cá biển [9]. Quá trình nuôi tảo được tiến hành trước một tuần trong phòng thí nghiệm có điều hòa nhiệt độ (25 ± 1 °C). Tảo sử dụng cho copepoda ăn trong thí nghiệm được duy trì ở pha cân bằng. Copepoda trong các nghiệm thức được cho ăn 1 lần/ngày; đối với nghiệm thức tảo tươi thì duy trì ở mật độ khoảng 350.000–400.000 tb·mL⁻¹; đối

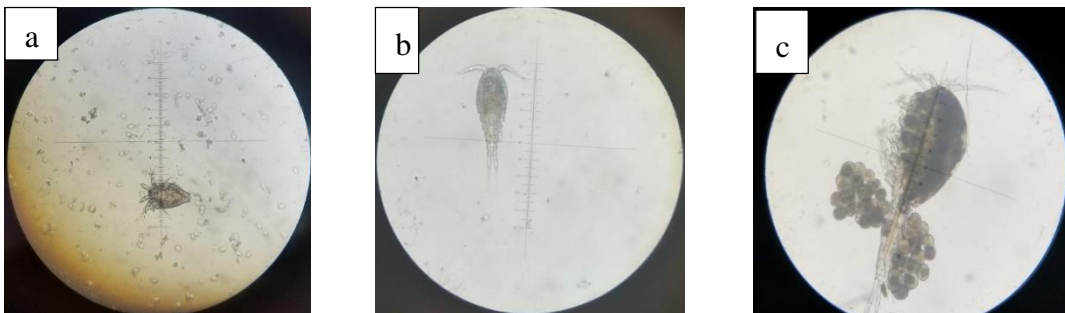


Hình 1. Các thí nghiệm thực nghiệm

với tảo khô *Spirulina* 80%, hàm lượng thức ăn là $1 \text{ g} \cdot \text{m}^{-3}$. Trước khi cho ăn, các bình thí nghiệm được vệ sinh bằng cách sử dụng ống silicon màu trắng (ống dẫn oxy) để nhẹ nhàng siphon loại bỏ chất bẩn ở đáy bể, bù vào nước mới đã được lọc sạch với độ mặn tương ứng với độ mặn của nước thí nghiệm trong các bình.

2.3 Xác định các chỉ tiêu nghiên cứu

Mật độ copepoda được xác định 2 ngày/lần. Mẫu được thu lặp lại (3 mẫu/bình/lần) bằng cách lắc đều bình và sử dụng ống tiêm 5 mL để hút lấy mẫu theo ống dẫn (dây khí). Mẫu được cho vào các ống Eppendorf 5 mL và cố định bằng dung dịch formaldehyde 10% để xác định các chỉ tiêu nghiên cứu. Copepoda trong mẫu pha loãng được đếm trên đĩa Petri dưới kính hiển vi soi nổi (gồm cả Nauplii, copepodite và cá thể trưởng thành). Kích thước copepoda được đo dưới kính hiển vi gắn trục vi thị kính ở thị kính $10\times$. Tỷ lệ mang trứng được phân biệt với các giai đoạn copepoda khác (Hình 2).



Hình 2. Các giai đoạn copepoda

Chú thích: a. Copepoda nauplii, b. Copepodite, c. Copepoda mang trứng

Mật độ copepoda được tính theo công thức (1)

$$MĐ (ct \cdot mL^{-1}) = \frac{N}{V} \quad (1)$$

trong đó N là số lượng trung bình của copepoda của các lần thu mẫu (cá thể, ct); V là trung bình thể tích của các lần thu mẫu (mL).

Tốc độ tăng trưởng của quần thể copepoda được tính bằng công thức (2) [10].

$$r = (\ln N_t - \ln N_0) / t \quad (2)$$

trong đó N_0 là mật độ copepoda ban đầu ($ct \cdot mL^{-1}$); N_t là mật độ copepoda tại thời điểm t ($ct \cdot mL^{-1}$); t là thời gian nuôi (ngày).

$$Tỷ\ lệ\ mang\ trứng\ (\%) = \frac{\text{Số\ copepoda\ mang\ trứng}}{\text{Tổng\ số\ copepoda\ kiểm\ tra}} \times 100 \quad (3)$$

Các yếu tố môi trường trong quá trình thí nghiệm được kiểm tra thường xuyên để đảm bảo trong khoảng thích hợp cho copepoda sinh trưởng và phát triển: nhiệt độ 28–30 °C, pH 7,8–8,2; độ mặn 20‰; sục khí 24/24h.

2.4 Xử lý số liệu

Số liệu được tổng hợp và xử lý bằng phần mềm Microsoft Excel 2010. Sự sai khác giữa các giá trị trung bình của các nghiệm thức được so sánh trên phần mềm SPSS, Version 20.0, với kiểm định Tukey trong phương pháp phân tích phương sai một chiều ở mức ý nghĩa $\alpha = 0,05$.

3 Kết quả

3.1 Mật độ quần thể và hệ số sinh trưởng của copepoda ở các nghiệm thức

Thí nghiệm được tiến hành trong 16 ngày và kết quả thu được về sự biến động quần thể copepoda được trình bày trong Bảng 1. Mật độ copepoda tăng liên tục từ ngày thứ nhất đến ngày thứ mười, sau đó giảm dần cho đến khi kết thúc thí nghiệm. Copepoda sinh trưởng và phát triển tốt nhất ở nghiệm thức tảo tươi với mật độ cao nhất ($34,33 \pm 1,53 \text{ ct} \cdot \text{mL}^{-1}$) vào ngày thứ mười, còn ở nghiệm thức thức ăn tự chế và tảo khô, mật độ là $24,67 \pm 1,53 \text{ ct} \cdot \text{mL}^{-1}$ và $14,67 \pm 0,58 \text{ ct} \cdot \text{mL}^{-1}$ ($p < 0,05$). Như vậy, nếu chỉ sử dụng thức ăn tảo khô thì không đáp ứng được nhu cầu dinh dưỡng nên hạn chế sự phát triển và giá trị dinh dưỡng của copepoda. Tuy nhiên, copepoda vẫn phát triển trong điều kiện cho ăn tảo khô mặc dù mật độ thấp hơn. Copepoda ở các nghiệm thức tăng trưởng tốt ở giai đoạn đầu của thí nghiệm cho đến ngày thứ mười, sau đó có xu hướng giảm dần. Hệ số sinh trưởng của copepoda càng giảm khi mật độ luân trùng càng tăng: 0,12–0,3 cho thức ăn tự chế, 0,07–0,26 cho tảo khô và 0,17–0,38 cho tảo tươi. Có sự sai khác thống kê về hệ số tăng

Bảng 1. Biến động mật độ copepoda (ct·mL⁻¹) giữa các nghiệm thức

Ngày nuôi	TC	TK	TT
0	4,00 ± 0,00 ^a	4,00 ± 0,00 ^a	4,00 ± 0,00 ^a
1	6,00 ± 0,00 ^a	5,67 ± 1,15 ^a	6,67 ± 1,53 ^a
2	8,00 ± 1,00 ^a	7,33 ± 1,15 ^a	12,33 ± 1,53 ^b
4	11,00 ± 1,73 ^a	11,33 ± 1,54 ^a	17,33 ± 1,53 ^b
6	17,67 ± 2,08 ^b	11,33 ± 1,53 ^a	27,00 ± 1,00 ^c
8	18,00 ± 3,60 ^b	12,67 ± 0,58 ^a	33,33 ± 1,53 ^c
10	24,67 ± 1,53 ^b	14,67 ± 0,58 ^a	34,33 ± 1,53 ^c
12	18,67 ± 1,53 ^b	13,00 ± 1,00 ^a	28,33 ± 0,58 ^c
14	15,67 ± 2,08 ^b	9,33 ± 1,15 ^a	25,33 ± 0,58 ^c
16	13,00 ± 2,65 ^b	8,00 ± 0,00 ^a	21,67 ± 2,52 ^c

Ghi chú: Các giá trị với các chữ cái khác nhau trên cùng một hàng cho biết sự sai khác có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$).

Bảng 2. Hệ số tăng trưởng của copepoda theo thời gian

Ngày nuôi	TC	TK	TT
1	0,20 ± 0,00 ^b	0,17 ± 0,10 ^a	0,26 ± 0,12 ^c
2	0,23 ± 0,04 ^b	0,20 ± 0,05 ^a	0,38 ± 0,04 ^c
4	0,25 ± 0,05 ^b	0,26 ± 0,02 ^b	0,37 ± 0,02 ^c
6	0,30 ± 0,02 ^b	0,26 ± 0,01 ^a	0,38 ± 0,01 ^c
8	0,30 ± 0,03 ^b	0,19 ± 0,01 ^a	0,35 ± 0,01 ^c
10	0,21 ± 0,03 ^b	0,15 ± 0,02 ^a	0,30 ± 0,01 ^c
12	0,19 ± 0,01 ^b	0,15 ± 0,01 ^a	0,24 ± 0,01 ^c
14	0,15 ± 0,02 ^b	0,09 ± 0,01 ^a	0,20 ± 0,01 ^c
16	0,12 ± 0,02 ^b	0,07 ± 0,00 ^a	0,17 ± 0,01 ^c

Ghi chú: Các giá trị với các chữ cái khác nhau trên cùng một hàng cho biết sự sai khác có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$).

trường bắt đầu từ ngày thứ hai trở đi giữa tảo tươi và hai nghiệm thức còn lại ($p < 0,05$). Trong khi đó, sự khác biệt giữa nghiệm thức tảo khô với thức ăn tự chế chỉ được ghi nhận từ ngày thứ sáu cho đến khi kết thúc thí nghiệm ($p < 0,05$).

3.2 Ảnh hưởng của các loại thức ăn đến sự thay đổi kích thước cơ thể copepoda

Kích thước của copepoda đóng vai trò quan trọng đối với ấu trùng cá biển khi được sử

dụng làm thức ăn bởi vì kích thước cơ thể của copepoda có thể quá lớn so với miệng cá khi mới nở. Theo một số tác giả, tùy vào điều kiện sinh thái ở những vùng khác nhau mà kích cỡ copepoda có sự thay đổi. Tuy nhiên, trong thí nghiệm này thức ăn không ảnh hưởng đến sự thay đổi kích thước cơ thể của copepoda (Bảng 3 và 4).

Bảng 3. Ảnh hưởng của các loại thức ăn đến chiều dài cơ thể (μm)

Ngày nuôi	TC	TK	TT
0	831,67 \pm 54,85 ^a	860,00 \pm 41,16 ^a	863,33 \pm 56,70 ^a
1	828,89 \pm 36,22 ^a	853,43 \pm 18,00 ^a	855,83 \pm 77,15 ^a
2	804,20 \pm 41,72 ^a	775,28 \pm 92,65 ^a	761,47 \pm 92,72 ^a
4	821,67 \pm 59,01 ^a	744,61 \pm 41,89 ^a	756,11 \pm 40,08 ^a
6	770,38 \pm 17,83 ^a	785,60 \pm 65,53 ^a	763,90 \pm 31,02 ^a
8	740,78 \pm 12,43 ^a	801,56 \pm 32,29 ^{ab}	733,70 \pm 30,25 ^b
10	804,24 \pm 42,65 ^a	805,16 \pm 7,90 ^a	756,12 \pm 37,84 ^a
12	769,12 \pm 30,99 ^a	758,88 \pm 8,89 ^a	746,87 \pm 18,80 ^a
14	768,60 \pm 22,92 ^a	705,92 \pm 57,77 ^a	787,97 \pm 60,99 ^a
16	741,35 \pm 52,30 ^a	806,25 \pm 71,82 ^a	785,96 \pm 74,57 ^a
Trung bình	788,09 \pm 15,18^a	789,67 \pm 3,60^a	781,13 \pm 6,33^a

Ghi chú: Các giá trị với các chữ cái khác nhau trên cùng một hàng cho biết sự sai khác có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$).

Bảng 4. Ảnh hưởng của các loại thức ăn đến chiều rộng cơ thể (μm)

Ngày nuôi	TC	TK	TT
0	244,17 \pm 19,09 ^a	260,17 \pm 10,79 ^a	249,17 \pm 13,77 ^a
1	247,22 \pm 9,18 ^a	259,33 \pm 3,06 ^a	263,51 \pm 15,10 ^a
2	242,96 \pm 17,07 ^a	243,33 \pm 16,07 ^a	241,98 \pm 22,38 ^a
4	257,59 \pm 12,09 ^a	230,22 \pm 10,89 ^a	240,76 \pm 10,89 ^a
6	239,59 \pm 7,87 ^a	243,44 \pm 20,06 ^a	239,52 \pm 10,87 ^a
8	232,68 \pm 1,52 ^a	254,57 \pm 14,18 ^b	230,62 \pm 4,46 ^a
10	249,12 \pm 10,74 ^a	250,49 \pm 4,36 ^a	238,60 \pm 6,25 ^a
12	240,68 \pm 6,67 ^a	239,59 \pm 2,56 ^a	236,75 \pm 5,04 ^a
14	239,99 \pm 7,48 ^a	224,83 \pm 13,97 ^a	250,06 \pm 15,12 ^a
16	234,41 \pm 11,86 ^a	250,83 \pm 23,92 ^a	245,39 \pm 16,61 ^a
Trung bình	242,84 \pm 3,27^a	245,68 \pm 2,85^a	243,64 \pm 2,74^a

Ghi chú: Các giá trị với các chữ cái khác nhau trên cùng một hàng cho biết sự sai khác có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$).

3.3 Ảnh hưởng của các loại thức ăn đến tỷ lệ mang trứng của copepoda

Tỷ lệ mang trứng của copepoda trưởng thành cũng chịu ảnh hưởng của thức ăn cung cấp (Bảng 5).

Tảo tươi là thức ăn phù hợp nhất đối với sự sinh trưởng và phát triển của copepoda với tỷ lệ mang trứng trung bình $18,41 \pm 1,09\%$ và không khác biệt có ý nghĩa thống kê so với nghiệm thức thức ăn tự chế ($p > 0,05$). Tỷ lệ cá thể mang trứng của copepoda tăng dần và thời gian thay đổi tùy thuộc vào nguồn thức ăn cung cấp, cao nhất trong khoảng ngày thứ 10–12 của thí nghiệm. Có sự khác biệt thống kê về tỷ lệ mang trứng trung bình trong suốt thời gian thí nghiệm giữa nghiệm thức sử dụng thức ăn tảo tươi hoặc thức ăn tự chế so với nghiệm thức sử dụng tảo khô ($p < 0,05$).

4 Thảo luận

Kết quả của nghiên cứu này cho thấy, mặc dù thức ăn tảo tươi là nguồn dinh dưỡng tốt nhất để nuôi sinh khối copepoda thì thức ăn tự chế cũng đạt một số chỉ tiêu khá tốt như tỷ lệ mang trứng và mật độ so với thức ăn tảo khô. Có thể nói, đây là nguồn thức ăn có thể sử dụng thay thế tảo tươi trong quá trình nuôi sinh khối copepoda trong điều kiện không đủ nguồn tảo tươi sinh khối. Williamson và Butler [11] đã khẳng định, ngoài các yếu tố môi trường nuôi như nhiệt độ và độ mặn, thức ăn đóng vai trò quan trọng ảnh hưởng đến sinh trưởng và phát triển của copepoda. Theo Raju và cs. [12], tổng mật độ của copepoda loài *O. Rigida* là $44 \text{ ct}\cdot\text{mL}^{-1}$ trong

Bảng 5. Ảnh hưởng của các loại thức ăn đến tỷ lệ mang trứng (%)

Ngày nuôi	TC	TK	TT
1	$11,11 \pm 9,62^a$	$11,43 \pm 10,30^a$	$19,76 \pm 5,36^b$
2	$16,80 \pm 7,28^b$	$8,33 \pm 7,22^a$	$16,13 \pm 8,11^b$
4	$17,69 \pm 6,84^b$	$11,67 \pm 4,41^a$	$17,44 \pm 6,26^b$
6	$17,55 \pm 7,50^b$	$11,49 \pm 3,40^a$	$18,09 \pm 3,51^b$
8	$14,81 \pm 1,56^a$	$12,67 \pm 3,80^a$	$20,33 \pm 2,03^b$
10	$20,57 \pm 2,72^a$	$18,25 \pm 4,32^a$	$18,88 \pm 4,41^a$
12	$18,11 \pm 4,71^a$	$18,38 \pm 4,12^a$	$21,11 \pm 2,39^a$
14	$19,89 \pm 8,73^b$	$14,17 \pm 5,20^a$	$17,08 \pm 1,86^{ab}$
16	$16,03 \pm 8,14^a$	$12,50 \pm 0,00^a$	$16,88 \pm 1,21^a$
Trung bình	$16,95 \pm 1,89^b$	$13,21 \pm 1,07^a$	$18,41 \pm 1,09^b$

Ghi chú: Các giá trị với các chữ cái khác nhau trên cùng một hàng cho biết sự sai khác có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$).

vòng 35 ngày nuôi, cao hơn so với kết quả trong các báo cáo trước đây và trong nghiên cứu này. Pinkaeo và Chullasorn [13] cũng đã công bố copepoda thuộc giống *Apocyclops* sp. nước lợ, phân lập từ khu vực rừng ngập mặn ở đảo Chang, tỉnh Trad, Thái Lan, được nuôi sinh khối trong phòng thí nghiệm ở 28 °C, độ mặn 30‰ và cho ăn bằng tảo *Isochrysis galbana*, đạt mật độ 289 ct·L⁻¹ trong vòng 9–13 ngày. Theo Santhanam và Perumal [14], copepoda loài *Oithona rigida* được nuôi thành công bằng các loại tảo như *Chlorella marina*, *Coscinodiscus Centralis*, *Skeletonema costatum* và *Chaetoceros* trong điều kiện trại giống và đạt mật độ tối đa của nauplii vào ngày nuôi thứ 11. Theo Hyder và cs. [15], hai giống copepoda trong họ cyclopoid là *Thermocyclops decipiens* và *Mesocyclops aspericornis* nuôi sinh khối bằng cách sử dụng phân gà làm thức ăn trong thời gian 21 ngày có cá thể trưởng thành của *Thermocyclops decipiens* đạt mật độ cao vào ngày thứ 14, trong khi mật độ cao nhất của copepodite và nauplii được ghi nhận vào ngày 21 và 7 của quá trình nuôi. Hsing và cs. [16] cho rằng thời gian để copepoda từ giai đoạn nauplius đến khi trưởng thành mất trung bình 8,7 ngày và có khả năng sinh sản tối đa đạt 13,5 nauplii/con cái/ngày. Protein DHA Selco và tảo tươi là thức ăn tốt nhất để nuôi sinh khối. Hệ số sinh trưởng của copepoda trong nghiên cứu này cao hơn so với công bố của Liu và Hopcroft [17] đối với loài *Metridia pacifica* (Copepoda: Calanoida), chỉ đạt trung bình 0,149 cá thể/ngày khi cho ăn tảo tươi.

5 Kết luận

Trong nghiên cứu này, opepoda *Apocyclops panamensis* đã được phân lập từ ao nuôi tôm thẻ chân trắng với mật độ ban đầu là 4 ct·mL⁻¹, ở 28–30 °C, độ mặn 20‰ và sục khí 24/24. Tảo tươi là thức ăn thích hợp nhất cho sự sinh trưởng phát triển của copepoda, tiếp đến là thức ăn tự chế và tảo khô. Thức ăn không ảnh hưởng tới kích thước cơ thể (chiều dài và chiều rộng) của copepoda nhưng ảnh hưởng đến tỷ lệ mang trứng. Có thể sử dụng thức ăn tự chế để nuôi sinh khối copepoda *Apocyclops panamensis* để chủ động trong điều kiện không thể nuôi sinh khối tảo tươi để tạo nguồn thức ăn tươi sống cho các trại sản xuất giống thủy sản.

Thông tin tài trợ

Nghiên cứu này được tài trợ từ đề tài nghiên cứu khoa học cấp Đại học Huế năm 2020, mã số DHH2020-02-140.

Tài liệu tham khảo

1. Lavens, P. and Sorgeloos, P. (1996), Manual on the production and use of live food for aquaculture, *FAO Fisheries Technical*, 361, 295.
2. Payne, J. W. and Rippingale R. J. (2001), Intensive cultivation of the calanoid copepod *Gladioferens imparipes*, *Aquaculture*, 201, 329–342.

3. Nguyễn Văn Huy, Nguyễn Anh Tuấn, and T. N. Ngọc. (2020), Ảnh hưởng của thức ăn đến tốc độ sinh trưởng và tỷ lệ sống của cá nâu (*Scatophagus argus* Linnaeus, 1766) giai đoạn giống từ ngày 21 đến 50 ngày tuổi, *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn*, 1(1), 123–131.
4. Lê Văn Dân, Kiều Thị Huyền, Nguyễn Đức Thành, Lê Tiến Hữu, Nguyễn Khoa Huy Sơn, Trần Nguyên Ngọc, Lê Minh Tuệ, Tôn Thất Chất, Ngô Hữu Toàn, and T.V. Đoàn (2018), Nghiên cứu quy trình nuôi vỗ và thử nghiệm kích thích sinh sản nhân tạo cá Ong bầu *Rhyncopelates oxyrhynchus* (Terminich & Schlegel, 1842) tại Thừa Thiên Huế (DP-DTTH.2015-KC.01): Báo cáo tổng kết đề tài KHCN cấp tỉnh Thừa Thiên Huế.
5. Lindley, Phelps, L. C. and R. P. (2009), Production and Collection of Copepod Nauplii from Brackish Water Ponds, *Journal of Applied Aquaculture*, 21(2), 96–109.
6. 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: Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn*, 131(3A), 177–189.
7. Goswami, S. C. (2004), *Zooplankton Methodology, Collection & Identification – a field Manual*, National Institute of Oceanography.
8. Mulyadi, M. (2002), The Calanoid Copepods family Pontellidae from Indonesian waters, with notes on its species-groups, *Treubia*, 32, 1–167.
9. Nguyễn Văn Khôi (2001), *Động vật chí Việt Nam, Phân lớp chân mái chèo – Copepoda, Biển*, Nxb. Khoa học và Kỹ thuật.
10. Suantika, G., Dhert, P., Sweetman, E., O'Brien, E. and Sorgeloos, P. (2003), Technical and economical feasibility of a rotifer recirculation system, *Aquaculture*, 227, 173–189.
11. Williamson, E. and M. Butler (1987), Temperature, food and mate limitation of copepod reproductive rates: separating the effects of multiple hypotheses, *Journal of Plankton Research*, 9(5), 821–836.
12. Raju, P., Kathiresan, M., Ananth, S., Nandakumar, R., Jayalakshmi, T., Ananthi, P., Shenbaga Devi, A. and Santhanam, P. (2012), Laboratory Culture of Marine Cyclopoid Copepod *Oithona rigida* Giesbrecht, *Indian Journal Of Natural Sciences*, 3(14), 0976–0997.
13. Pinkaeo, K. and Chullasorn, S. (1997), Preliminary observations on mass culture and larval development of *Apocyclops* sp. (Copepoda: Cyclopoida) from a mangrove area in Thailand, Burapha Univ., Chonburi (Thailand). *Inst. of Marine Science*, 3, 1–8.
14. Santhanam, P. and Perumal, P. (2012), Effect of temperature, salinity and algal food concentration on population density, growth and survival of marine copepod *Oithona rigida* Giesbrecht, *NISCAIR-CSIR, Ấn Độ*, 41(4).

15. Hyder, A., War, M., Saquib, N. and Kareem, A. (2014), Utilization of poultry waste (chicken manure) for Cost effective and high density culture of two freshwater cyclopoid copepods *Thermocyclops decipiens* and *Mesocyclops aspericornis*, *Research Journal of Biotechnology*, 9(9).
16. Hsing, H. C., Shih, C. T., Chen, I. M., Lo, W. T. and Su, H. M. (2000), *Effects of food types and temperature on the development and reproduction of Apocyclops royi*(copepoda, cyclopoida), Publisher, NSYSU.
17. Liu, H. and Hopcroft, R. (2006), Growth and development of *Metridia pacifica* (Copepoda: Calanoida) in the northern Gulf of Alaska, *Journal of Plankton Research*, 28, 769–781.