

NGHIÊN CỨU KHẢ NĂNG THAY THẾ TẢO BẰNG BỘT CÁ TRONG NUÔI SINH KHỐI GIÁP XÁC CHÂN CHÈO *Apocyclops* sp.

Hứa Thái An*, Huỳnh Minh Sang, Đỗ Hữu Hoàng, Hồ Thị Hoa, Cao Văn Nguyễn

Viện Hải dương học, Viện Hàn lâm KHCNVN
*thai54sh@gmail.com

Tóm tắt. Nghiên cứu ảnh hưởng của các tỷ lệ thức ăn khác nhau (tảo *Isochrysis* sp. + *Chaetoceros muelleri* và bột cá) lên sự tăng trưởng sinh khối của giáp xác chân chèo *Apocyclops* sp. sau 30 ngày thí nghiệm gồm 3 nghiệm thức (NT) và lặp lại 3 lần: NT1 (*Isochrysis* sp. và *Chaetoceros muelleri*, 1:1), NT2 (*Isochrysis* sp. + *Chaetoceros muelleri* và bột cá, 1:1:2), NT3 (bột cá). Kết quả thí nghiệm cho thấy nghiệm thức cho ăn 100% tảo và nghiệm thức cho ăn tảo kết hợp với bột cá tỷ lệ 1:1 không có sự khác biệt và cho sinh khối tối ưu ($1394,57 \pm 160,56$ và $1191,61 \pm 173,77$ cá thể/L), trong khi nghiệm thức cho ăn 100% bột cá *Apocyclops* sp. sinh trưởng và phát triển kém ($793,09 \pm 39,14$ cá thể/L). Ở tất cả các nghiệm thức, mật độ *Apocyclops* sp. đạt cao nhất ở ngày thí nghiệm thứ 10 nhưng sau đó có xu hướng giảm dần mật độ vào các ngày tiếp theo. Số lượng *Apocyclops* sp. cái nhiều hơn *Apocyclops* sp. đực ở tất cả các nghiệm thức thí nghiệm. Điều này cho thấy quần thể *Apocyclops* sp. có tiềm năng sinh sản cao, thích hợp để nuôi sinh khối làm thức ăn cho ấu trùng tôm cá.

Từ khóa: *Apocyclops* sp., bột cá, *Chaetoceros muelleri*, *Isochrysis* sp.

1. Giới thiệu

Giáp xác chân chèo là một mắt xích quan trọng trong chuỗi thức ăn của nhiều loài động vật thủy sinh và là nguồn thức ăn chính cho ấu trùng của các loài thủy hải sản do có hàm lượng dinh dưỡng cao (McMichael và cs, 1989; Kraul và cs, 1993; Shamsudin và cs, 1993). Nhiều nghiên cứu cho thấy giáp xác chân chèo chứa hàm lượng axit béo không no cần thiết cao hơn *Artemia*, đặc biệt là DHA (22:6n-3 docosahexaenoic acid) và EPA (20:5n-3 eicosapentaenoic acid), đây là 2 loại axit béo quan trọng cần thiết cho sự phát triển của ấu trùng nhiều loài cá biển (Payne và Rippingale, 2000; Bell và cs, 2003). Vòng đời giáp xác chân chèo trải qua nhiều giai đoạn với kích thước khác nhau từ ấu trùng, con non đến con trưởng thành nên có thể cung cấp làm thức ăn cho ấu trùng tôm cá (Vũ Ngọc Út và Huỳnh Phước Vinh, 2014). Tuy nhiên, thành phần axit béo của giáp xác chân chèo thường không ổn định vì nó phụ thuộc vào thành phần axit béo của thức ăn được sử dụng khi nuôi. Việc sử dụng vi tảo sống để nuôi giáp xác chân chèo sẽ quyết định giá trị dinh dưỡng và tốc độ tăng trưởng quần thể của chúng (Farhadian và cs, 2008; Knuckey và cs, 2005; Ohs và cs, 2010). Ngoài ra, việc chỉ sử dụng tảo để nuôi sinh khối chưa thực sự mang lại hiệu quả kinh tế do việc gây nuôi tảo không đơn giản và chi phí cao. Do đó, cần có những nguồn thức ăn thay thế khác để tìm, dễ sử dụng nhưng vẫn đạt hiệu quả cao trong quá trình nuôi sinh khối. Bột cá là sản phẩm giàu đạm, hàm lượng đạm trong bột cá tùy thuộc vào phương pháp chế biến và nguyên liệu ban đầu. Đồng thời protein của bột cá là protein hoàn hảo, chứa đủ các acid amin không thay thế và có tỷ lệ cân đối giữa các acid

amin. Ngoài ra, bột cá còn chứa nhiều vitamin và chất khoáng cần thiết. Đây cũng là một nguồn thức ăn tiềm năng có thể thay thế tảo trong nuôi sinh khối copepod (Trần Thị Luyện và Đỗ Minh Phụng, 1996).

Hiện nay, trên thế giới và ở Việt Nam, nhiều nghiên cứu được thực hiện nhằm tìm ra quy trình phù hợp để sản xuất giáp xác chân chèo với năng suất cao, đáp ứng được nhu cầu về nguồn thức ăn cho ấu trùng tôm, cá. Một số loài giáp xác chân chèo đã được nghiên cứu gồm *Apocyclops denginicus* (Phạm Kiều Diễm và cs, 2015), *Schmackeria dubia* (Vũ Ngọc Út và cs, 2014), *Pseudodiaptomus annandalei* (Đoàn Xuân Nam và cs, 2019). Giáp xác chân chèo *Apocyclops* sp. trải qua 6 giai đoạn ấu trùng (85 – 240 μm) và 6 giai đoạn con non tiền trưởng thành (320 – 680 μm) trước khi trưởng thành (Phạm Kiều Diễm và cs, 2015). Đây là loài phân bố rộng và phát triển tốt trong môi trường tự nhiên nên có tiềm năng rất lớn trong việc nuôi sinh khối làm thức ăn cho các loài cá kinh tế và cá cảnh biển. Vì vậy, việc nghiên cứu khả năng thay thế tảo bằng bột cá trong nuôi sinh khối giáp xác chân chèo *Apocyclops* sp. là cần thiết nhằm bổ sung các thông tin làm cơ sở cho việc nuôi sinh khối đối tượng này cũng như các loài giáp xác chân chèo khác trong giống *Apocyclops*.

2. Vật liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Địa điểm nghiên cứu

Thí nghiệm được thực hiện tại Trạm thực nghiệm, phòng Công nghệ Nuôi trồng, Viện Hải dương học.

2.2. Vật liệu thí nghiệm

Hệ thống nuôi gồm 9 bể nhựa hình chữ nhật, thể tích 500 L, mức nước thí nghiệm là 300 L, mỗi bể đều có gắn hệ thống sục khí 24/24. Nguồn nước biển nuôi lưu giữ giáp xác chân chèo và nuôi sinh khối tảo được xử lý bằng chlorin nồng độ 5 ppm trong 48 giờ, sau đó được trung hòa từ từ bằng thiosulfat để loại bỏ chlorin. Kiểm tra dư lượng chlorin trong nước biển bằng Test kit Clo Sera (Đức). Nước biển sau khi được trung hòa sẽ tiếp tục cho sục khí mạnh trong 24 giờ để loại bỏ hoàn toàn chlorin đảm bảo an toàn cho vật nuôi trước khi đưa vào sử dụng. Nước xử lý xong được lắng, lọc qua túi lọc có kích thước mắt lưới 1 μm sau đó cung cấp cho nuôi tảo và các bể nuôi giáp xác chân chèo.

Tảo giống *Isochrysis* sp. (Iso) và *Chaetoceros muelleri* (Cht) được cung cấp bởi công ty TNHH Yên Trang – Nha Trang. Tảo được nuôi sinh khối trong các bình nhựa màu trắng thể tích 20 L, bằng môi trường F/2, riêng tảo Cht có bổ sung thêm 15 mL dung dịch silicat natri 0,01% (20 g silicat natri trong 1 L nước) (Guillard và cs, 1962), với mật độ ban đầu là $0,5 \times 10^6$ tế bào/ mL. Các bình tảo được sục khí vừa phải 24/24 giờ, nhiệt độ nước 27 – 29°C, độ mặn 30 – 33‰, pH 8 – 8,5, ánh sáng tự nhiên. Sau 4 – 5 ngày, mật độ tảo đạt từ $6 - 7 \times 10^6$ tế bào/ lít, tiến hành thu hoạch cho giáp xác chân chèo ăn. Mật độ tảo được xác định bằng buồng đếm Sedgewick – Rafter có thể tích 1000 μl , theo phương pháp của UNESCO (Sournia, 1978).

Bột cá của công ty TNHH Long Sinh được chế biến từ thịt cá, cá tạp, cá nguyên con, đầu, xương cá ngữ và các phụ phẩm khác từ quá trình chế biến cá. Bột cá sẽ được hòa tan và lọc qua túi lưới kích cỡ mắt lưới là 1 µm để loại bỏ bột tạp chất trước khi cho vào bể copepod.

Nguồn giống giáp xác chân chèo *Apocyclops* sp. được lưu giữ tại Trạm thực nghiệm phòng Công nghệ Nuôi trồng, Viện Hải dương học.

2.3. Bố trí thí nghiệm

Để xác định thức ăn thích hợp cho nuôi sinh khối copepod *Apocyclops* sp., thí nghiệm sẽ được thực hiện gồm 3 nghiệm thức với các loại thức ăn khác nhau gồm tảo *Isochrysis* sp., tảo *Chaetoceros muelleri* và bột cá. Mỗi nghiệm thức lặp lại 3 lần, cụ thể như sau:

- Nghiệm thức 1: cho ăn kết hợp 2 loại tảo *Isochrysis* sp. và *Chaetoceros muelleri* tỷ lệ 1:1, mật độ tế bào tảo cho ăn là 6×10^4 tế bào/ mL.

- Nghiệm thức 2: cho ăn kết hợp 25% tảo *Isochrysis* sp., 25% tảo *Chaetoceros muelleri* và 50% bột cá.

- Nghiệm thức 3: cho ăn 100% bột cá. Lượng bột cá sử dụng được tính dựa vào liều lượng là 1 g/ 100.000 cá thể copepod và sẽ điều chỉnh theo sức ăn thực tế của copepod.

Copepod trưởng thành sẽ được thu ngẫu nhiên từ các bể nuôi lưu giữ qua lưới lọc 300 µm vào cốc thủy tinh 1 L, sau đó đếm mật độ con trưởng thành trong cốc này bằng buồng đếm Bogorov dưới kính hiển vi soi nổi. Mật độ thí nghiệm là 100 cá thể copepod/ L. Định kỳ hàng ngày thay 20 – 30% nước trong các bể thí nghiệm bằng cách siphon đáy bể nuôi.

Phương pháp thu và đếm mẫu: Định kỳ 5 ngày/ lần thu và đếm mật độ *Apocyclops* sp. ở các bể thí nghiệm. Mỗi lần thu 5 mẫu/ bể và thu 500 mL/ mẫu bằng cốc thủy tinh 500 mL tại các vị trí khác nhau trong bể (gần 4 góc bể và ngay giữa bể), sau đó cố định mẫu bằng lugol. Đếm số lượng ấu trùng, con non và con trưởng thành bằng buồng đếm Bogorov dưới kính hiển vi soi nổi. Số liệu trung bình 3 lần đếm ở mỗi xô sẽ được xem là mật độ của giáp xác chân chèo tại thời điểm thu mẫu. Phân biệt và xác định các giai đoạn phát triển của giáp xác chân chèo thông qua các đặc điểm trên cơ thể và sự hình thành các phần phụ, thay đổi về hình thái cơ thể dựa trên mô tả của Valderhaug và Kewalramani (1979).

Các yếu tố nhiệt độ và độ mặn được đo hàng ngày bằng nhiệt kế và tỷ trọng kế. Các yếu tố pH, amoni, nitrat, nitrit được đo 7 ngày/ lần bằng test kit Sera (Đức).

2.4. Phân tích và xử lý số liệu

So sánh sự sai khác thống kê số liệu ở các nghiệm thức thí nghiệm bằng phương pháp phân tích phương sai (ANOVA) trong phần mềm SPSS 22.0, độ tin cậy 95% ($P < 0,05$).

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Các yếu tố môi trường

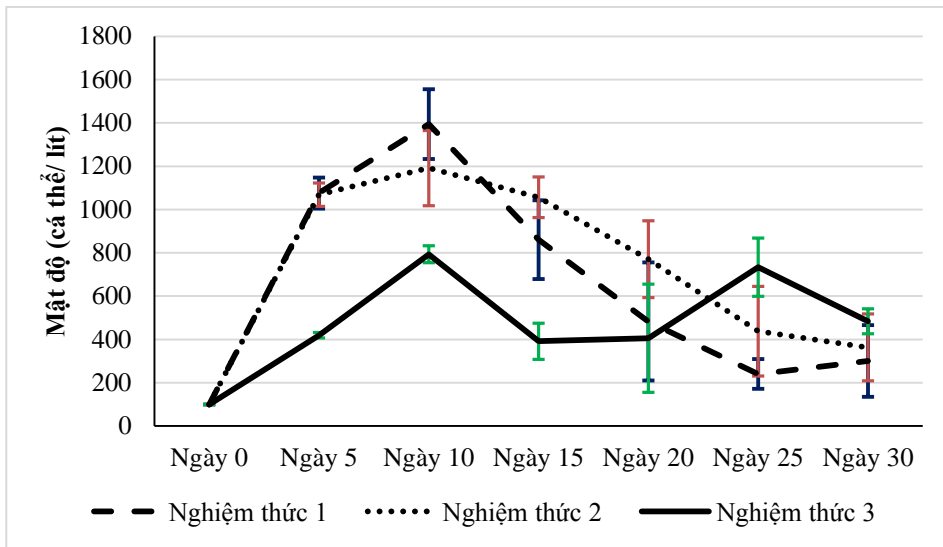
Thí nghiệm được tiến hành trong 25 ngày, môi trường nước được duy trì ổn định trong khoảng nhiệt độ 27 – 29⁰C, độ mặn 25 – 26‰, pH: 8,0 – 8,3, hàm lượng amoni nhỏ hơn 0,01 ppm, hàm lượng nitrat, nitrit nhỏ hơn 0,05 ppm và cho sục khí nhẹ. Các điều kiện môi trường đều nằm trong khoảng thích hợp cho sự tăng trưởng của giáp xác chân chèo.

3.2. Sự biến động mật độ *Apocyclops* sp. sau 30 ngày nuôi

Sự thay đổi mật độ copepod *Apocyclops* sp. sau 30 ngày nuôi được thể hiện ở Hình 1. Ở tất cả các nghiệm thức, mật độ copepod đạt cao nhất ở ngày thí nghiệm thứ 10 và có xu hướng giảm dần mật độ copepod vào các ngày tiếp theo, cụ thể nghiệm thức 1 đạt 1394,57 ± 160,56 cá thể/ L; rất cao so với nghiệm thức 3 (793,09 ± 39,14 cá thể/ L) (P < 0,05) nhưng không sai khác so với nghiệm thức 2 (1191,61 ± 173,77 cá thể/ L) (P > 0,05). Ở ngày thứ 5, mật độ copepod ở nghiệm thức 1 là 1076,54 ± 71,59 cá thể/ L cao hơn so với nghiệm thức 3 là 419,26 ± 12,60 cá thể/ L (P < 0,05) nhưng không sai khác so với nghiệm thức 2 là 1069,14 ± 53,90 cá thể/ L (P > 0,05).

Ở nghiệm thức 1, mật độ copepod tăng nhanh trong 10 ngày đầu, từ mật độ ban đầu là 100 cá thể/ L, ngày thứ 5 đạt 1076,54 ± 71,59 cá thể/ L (gấp 10,76 lần) đến ngày thứ 10 mật độ copepod đạt 1394,57 ± 160,56 cá thể/ L (gấp 13,94 lần) nhưng sau đó có xu hướng giảm dần mật độ copepod ở các ngày tiếp theo, ngày 15 mật độ copepod là 860,74 ± 181,63 cá thể/ L, đến ngày 30, mật độ copepod chỉ còn 300,74 ± 165,19 cá thể/ L. Tương tự ở nghiệm thức 2, mật độ copepod cũng tăng nhanh trong 10 ngày đầu, từ mật độ ban đầu là 100 cá thể/ L, ngày thứ 5 đạt 1069,14 ± 53,90 cá thể/ L (gấp 10,69 lần) đến ngày thứ 10 mật độ copepod đạt 1191,61 ± 173,77 cá thể/ L (gấp 11,91 lần) nhưng sau đó có xu hướng giảm dần mật độ copepod ở các ngày tiếp theo, ngày 15 mật độ copepod là 1056,30 ± 94,15 cá thể/ L, đến ngày 30, mật độ copepod chỉ còn 363,21 ± 154,22 cá thể/ L. Tuy nhiên, ở nghiệm thức 3, trong 10 ngày đầu, mật độ copepod tăng từ 100 cá thể/ L (ngày 0) lên 793,09 ± 39,14 cá thể/ L (ngày 10), sau đó mật độ copepod có xu hướng giảm dần, 391,60 ± 83,57 cá thể/ L (ngày 15). Nhưng sau ngày 15, mật độ copepod tại nghiệm thức 3 có xu hướng tiếp tục tăng đến ngày 25, mật độ copepod đạt 733,83 ± 134,05 cá thể/ L.

Thức ăn đóng vai trò quan trọng ảnh hưởng đến sự sinh trưởng và phát triển của copepod. Kết quả nghiên cứu về ảnh hưởng sự kết hợp các loại thức ăn vi tảo lên sự tăng trưởng sinh khối của copepod *Apocyclops* sp. sau 25 ngày thí nghiệm cho thấy khẩu phần ăn kết hợp nhiều loại tảo (*Nannochloropsis oculata*, *Chaetoceros muelleri* và *Isochrysis* sp.) tốt cho sự sinh trưởng và phát triển của *Apocyclops* sp. hơn là khẩu phần ăn chỉ sử dụng một loại tảo duy nhất. Đồng thời, khi so sánh các nghiệm thức thí nghiệm thì nghiệm thức kết hợp hai loại tảo *Isochrysis* sp. và *Chaetoceros muelleri* cho kết quả tốt nhất sau 20 ngày nuôi với mật độ copepod đạt 250,00 ± 50,00 cá thể/ L (Hứa Thái An và cs, 2021).



Hình 1. Biểu đồ biến động mật độ *Apocyclops* sp. sau 30 ngày thí nghiệm.

Theo nghiên cứu của Vũ Ngọc Út và cộng sự (2014) nhằm xác định khả năng thay thế tảo *Chaetoceros calcitrans* bằng men bánh mì trong nuôi sinh khối copepod *Schmackeria dubia*. Sau 30 ngày thí nghiệm, kết quả cho thấy có sự khác biệt về sự tăng trưởng của quần thể *S. dubia*, nghiệm thức cho ăn kết hợp 75% tảo và 25% men cho kết quả tốt nhất, khi tỷ lệ men bánh mì càng tăng thì quần thể *S. dubia* phát triển càng kém. Theo Dert và Sorgeloos (1996), nhóm calanoida nói chung và loài *S. dubia* nói riêng có khả năng chịu đựng và phát triển không tốt trong điều kiện nuôi (môi trường và thức ăn) nhiều chất hữu cơ so với một số nhóm khác như nhóm harpacticoida (*Microsetella norvegica*) nên chúng cũng phát triển kém hơn. Tương tự nghiên cứu của Payne và Rippingale (2000) sử dụng 5 loài tảo khác nhau (*Isochrysis galbana*, *Chaetoceros muelleri*, *Dunaliella tertilectaa*, *Nannochloropsis oculata*) và men bánh mì làm thức ăn cho loài *Gladioferents imparipes* thì kết quả cho thấy quần thể phát triển kém nhất khi cho ăn bằng men bánh mì và khi cho ăn bằng tảo *Isochrysis galbana* thì quần thể sinh trưởng, phát triển tốt nhất (Payne và cs, 2000). Nghiên cứu của Carli và cs. (1995) thử nghiệm cho loài *Tigriopus fulvus* ăn 2 loại thức ăn là tảo *Monochrysis lutheri* và men *Saccharomyces cerevisiae* trong thời gian trên 10 tuần. Kết quả cho thấy sức sinh sản của copepod trong nghiệm thức cho ăn bằng men thấp hơn (< 4 nauplii/ ngày) so với nghiệm thức cho ăn bằng tảo (> 5 nauplii/ ngày). Dựa trên các kết quả nghiên cứu, các tác giả kết luận rằng việc cho copepod ăn hoàn toàn bằng men đã ảnh hưởng không tốt đến sự sinh trưởng và phát triển của quần thể copepod, nguyên nhân có thể do men bánh mì không chứa nhiều các axit béo cao phân tử nên không đáp ứng được nhu cầu dinh dưỡng của copepod. Ngược lại, khi cho ăn bằng tảo thì quần thể copepod sinh trưởng và phát triển tốt hơn do trong thành phần dinh dưỡng của tảo có chứa nhiều acid béo cao phân tử (HUFA) cần thiết cho sự sinh trưởng và phát triển của copepod.

Trong nghiên cứu này, ở ngày thứ 10, mật độ *Apocyclops* sp. cao nhất ở nghiệm thức cho ăn kết hợp 2 loại tảo *Isochrysis* sp. và *Chaetoceros muelleri* (1:1), cao hơn so với nghiệm thức chỉ cho ăn 100% bột cá. Qua đó cho thấy rằng, việc chỉ sử dụng bột cá để cho ăn thì không đáp ứng được nhu cầu dinh dưỡng, do đó hạn chế sự sinh trưởng của *Apocyclops* sp. Tuy nhiên, quần thể *Apocyclops* sp. vẫn phát triển trong điều kiện cho ăn bột cá, mặc dù mật độ thấp hơn so với các nghiệm thức có bổ sung thêm tảo. Điều này cho thấy có thể sử dụng bột cá để thay thế một phần tảo trong trường hợp nguồn cung cấp tảo khó khăn, hạn chế. Mặt khác, việc sử dụng kết hợp tảo và bột cá với tỷ lệ 1:1 không khác nhiều với khi cho ăn 100% tảo, copepod *Apocyclops* sp. vẫn sinh trưởng và phát triển tốt. Vì vậy, việc kết hợp tảo và bột cá với tỷ lệ 1:1 có thể xem là biện pháp thích hợp nhằm giảm bớt chi phí sản xuất cũng như hạn chế sự phụ thuộc vào nguồn tảo làm thức ăn mà không ảnh hưởng nhiều đến sự sinh trưởng và phát triển của quần thể *Apocyclops* sp.

3.3. Tỷ lệ *Apocyclops* sp. đực và cái giữa các lô thí nghiệm sau 30 ngày nuôi

Sự khác nhau về tỷ lệ *Apocyclops* sp. đực và cái giữa các lô thí nghiệm sau 30 ngày nuôi được thể hiện ở Bảng 1. Kết quả kiểm tra sau 30 ngày nuôi cho thấy tỷ lệ copepod đực: cái có sự sai khác ở các lô thí nghiệm. Hầu hết ở các nghiệm thức, số lượng copepod cái nhiều hơn copepod đực. Ở ngày thứ 5, copepod cái gấp 6,60 lần copepod đực (nghiệm thức 1) và gấp 8,13 lần (nghiệm thức 2). Ở ngày thứ 10, copepod cái gấp 7,46 lần copepod đực (nghiệm thức 1) và gấp 6,78 lần (nghiệm thức 2). Kết quả này cũng phù hợp với nghiên cứu của Phạm Kiều Diễm và cộng sự (2015) về vòng đời và đặc điểm sinh sản của *Apocyclops dengizicus*, các tác giả chỉ ra rằng kích thước con đực thường nhỏ hơn con cái và số lượng trong quần thể cũng ít hơn. Nghiên cứu tỷ lệ đực: cái có ý nghĩa rất quan trọng trong nuôi trồng thủy sản, nó cho thấy tiềm năng sinh sản của quần thể. Trong nghiên cứu này, tỷ lệ giáp xác chân chèo cái nhiều hơn giáp xác chân chèo đực chứng tỏ quần thể giáp xác chân chèo có tiềm năng sinh sản cao, thích hợp để nuôi sinh khối làm thức ăn cho ấu trùng tôm cá.

Bảng 1. Tỷ lệ *Apocyclops* sp. đực cái giữa các lô thí nghiệm sau 30 ngày nuôi

	Nghiệm thức 1	Nghiệm thức 2	Nghiệm thức 3
Ngày 5	1:6,60	1:8,13	1:4,13
Ngày 10	1:7,46	1:6,78	1:3,90
Ngày 15	1:3,79	1:3,43	1:2,57
Ngày 20	1:2,81	1:0,84	1:1,02
Ngày 25	1:0,61	1:1,16	1:2,31
Ngày 30	1:1,89	1:0,56	1:2,26

Kết luận

Apocyclops sp. vẫn sinh trưởng và phát triển tốt khi cho ăn khẩu phần kết hợp tảo và bột cá với tỷ lệ 1:1. Vì vậy, trong quá trình nuôi sinh khối *Apocyclops* sp., có thể sử dụng bột cá để thay thế một phần tảo trong trường hợp nguồn cung cấp tảo khó khăn, hạn chế.

Ở tất cả các nghiệm thức, *Apocyclops* sp. phát triển tốt nhất ở giai đoạn từ 5 đến 10 ngày, sau 10 ngày mật độ *Apocyclops* sp. bắt đầu đi xuống. Vì vậy vào ngày 10 cần tiến hành thu hoạch *Apocyclops* sp.

Tỷ lệ giáp xác chân chèo cái luôn nhiều hơn giáp xác chân chèo đực ở tất cả các nghiệm thức, chứng tỏ quần thể *Apocyclops* sp. có tiềm năng sinh sản cao, thích hợp để nuôi sinh khối làm thức ăn cho ấu trùng tôm cá.

Lời cảm ơn: Nhóm tác giả xin chân thành cảm ơn phòng Sinh vật phù du, phòng Hóa sinh biển, phòng Nguồn lợi thủy sinh đã hỗ trợ phân tích mẫu. Viện Hải dương học đã cấp kinh phí để thực hiện nghiên cứu này. Công trình này chào mừng kỷ niệm 100 năm thành lập Viện Hải dương học, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam.

Tài liệu tham khảo

- Bell, J. G., McEvoy, L. A., Estevez, A., Shields, R. J. and Sargent, J. R., 2003. Optimising lipid nutrition in first-feeding flatfish larvae. *Aquaculture*, 227, 211 – 220.
- Carli, A., Mariottini G. L., Pane L. 1995. Influence of nutrition on fecundity and survival in *Tigriopus fulvus* Fischer (Copepoda: Harpacticoida). *The Scientific World ELSEVIER Aquaculture*, 134 (1995), 113 – 119.
- Dert, P. and Sorgeloos, P., 1996. Live feed in aquaculture. A quaculture toward the 21st century Nambiar K. P. P. and Tarlochan Singh (Eds) Infolish, Kuala Lumpur, Malaysia.
- Đoàn Xuân Nam, Bùi Văn Cảnh, Phạm Quốc Hùng và Đinh Văn Khương, 2019. Ảnh hưởng của nhiệt độ lên sự phát triển và sinh sản của loài copepoda *Pseudodiaptomus annandalei*. *Tạp chí Khoa học - Công nghệ Thủy sản trường Đại học Nha Trang*, 2019 (3), 91 – 98.
- Farhadian, O., Yusoff, F. M. and Mohamed, S., 2008. Nutritional values of *Apocyclops dengizicus* (Copepoda: Cyclopoida) fed *Chaetoceros calcitrans* and *Tetraselmis tetrathele*. *Aquaculture Research*, 40 (1), 74 – 82.
- Guillard, R. R. and Ryther, J. H., 1962. Studies of marine planktonic diatoms: I. *Cyclotella nana* Hustedt, and *Detonula confervacea* (Cleve) Gran. *Canadian journal of microbiology*, 8, 229 – 239.
- Hứa Thái An, Nguyễn Trung Kiên, Huỳnh Minh Sang, Đỗ Hữu Hoàng, Hồ Thị Hoa và Cao Văn Nguyễn (2021). Ảnh hưởng của các loại thức ăn vi tảo lên sự tăng sinh khối giáp xác chân chèo *Apocyclops* sp. *Tạp chí Khoa học và công nghệ Biển*, Tập 21 (4A), 145 – 152.
- Knuckey, R. M., Semmens, G. L., Mayer, R. J. and Rimmer, M. A., 2005. Development of an optimal microalgal diet for the culture of the calanoid copepod *Acartia sinjiensis*: Effect of algal species and feed concentration on copepod development. *Aquaculture*, 249, 339 – 351.

- Kraul, S., 1993. Larviculture of the mahimahi *Coryphaena nippurus* in Hawaii, USA. *Journal of the World Aquaculture Society*, 24 (3), 410 – 421.
- McMichael, R. H., and Peters, K. M., 1989. Early life history of spotted seatrout *Cynoscion nebulosus* (Pisces: Sciaenidae) in Tampa Bay, Florida. *Estuaries*, 12 (2), 98 – 110.
- Ohs, C. L., Chang, K. L., Grabe, S. W., DiMaggio, M. A. and Stenn, E., 2010. Evaluation of dietary microalgae for culture of the calanoid copepod *Pseudodiaptomus pelagicus*. *Aquaculture*, 307, 225 – 232.
- Payne, M. F. and Rippingale, R. J., 2000. Evaluation of diets for culture of the calanoid copepod *Gladioferens imparipes*. *Aquaculture*, 187, 85 – 96.
- Payne, M. F. and Rippingale, R. J., 2000. Rearing West Australian seahorse, *Hippocampus subelongatus*, juveniles on copepod nauplii and enriched Artemia. *Aquaculture*, 188, 353 – 361.
- Phạm Kiều Diễm, Huỳnh Phước Vinh và Vũ Ngọc Út, 2015. Vòng đời và đặc điểm sinh sản của *Apocyclops denginicus* ở các điều kiện nhiệt độ khác nhau. *Tạp chí Nông nghiệp và phát triển nông thôn*, 14, 94 – 102.
- Shamsudin, L. and Saad, C. R., 1993. Livefood organism used in Malaysia for mass propagation of marine shrimp larvae *Penaeus monodon*, In: Wyban (Eds) from discovery to commercialization, Oosteden. *European Aquaculture Society Special Publication*, 19, 170 – 187.
- Sournia A., 1978. Phytoplankton manual. UNESCO. Printed in France.
- Trần Thị Luyện và Đỗ Minh Phụng, 1996. Công nghệ chế biến bột cá, dầu cá. Giáo trình trường Đại học Thủy Sản, 10 – 12.
- Valderhaug, A. V. and Kewalramani, H. G., 1979. Larval development of *Apocyclops dengizicus* Leshchkin (Copepoda). *Crustacean*, 36, 1 – 8.
- Vũ Ngọc Út và Huỳnh Phước Vinh, 2014. Một số đặc điểm sinh học của copepoda *Schmackeria dubia*. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ, Thủy sản 2014* (2), 292 – 299.
- Vũ Ngọc Út, Lý Trường An và Huỳnh Phước Vinh, 2014. Khả năng sử dụng men bánh mì và tỉ lệ thu hoạch tối ưu trong nuôi sinh khối *Schmackeria dubia*. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*, 37, 120 – 129.

THE POSSIBILITY OF REPLACING ALGAE WITH FISH MEAL ON INTENSIVE CULTIVATION OF CYCLOPOIDA COPEPOD, *Apocyclops* sp.

Hua Thai An*, Huynh Minh Sang, Do Huu Hoang, Ho Thi Hoa, Cao Van Nguyen

Institute of Oceanography, VAST

*thaian54sh@gmail.com

Abstract. Effects of different diets including *Isochrysis* sp., *Chaetoceros muelleri* and fish meal on mass culture of copepod *Apocyclops* sp. was conducted under three treatments (3 replicates) and the experiment lasted 30 days, treatment 1 (*Isochrysis* sp. and C.

muelleri, 1:1), treatment 2 (*Isochrysis* sp., *C. muelleri* and fish meal 1:1:1), treatment 3 (fish meal). The results investigated that the highest density of copepod was detected in treatment 1 (1394.57 ± 160.56 inds/ L) and treatment 2 (1191.61 ± 173.77 inds/ L), the growth and development of *Apocyclops* sp. was poor in treatment 3 (793.09 ± 39.14 inds/ L). In all treatment, the highest population growth was in cultivation period from 0 to 10 days, after that the copepod densities will be reduced. The number of female *Apocyclops* sp. was higher than that of male *Apocyclops* sp. in all treatment. This suggests that the population of *Apocyclops* sp. has high reproductive potential, suitable for raising biomass as food for shrimp and fish larvae.

Keywords: *Apocyclops* sp., *Chaetoceros muelleri*, fish meal, *Isochrysis* sp.