

ẢNH HƯỞNG CỦA CÁC LOẠI THỨC ĂN, MẬT ĐỘ BAN ĐẦU LÊN SỰ PHÁT TRIỂN CỦA QUẦN THỂ *Moina macrocopa* (STRAUS, 1820)

EFFECTS OF DIET TYPES AND INITIAL DENSITY ON THE POPULATION GROWTH

Moina macrocopa (STRAUS, 1820)

Trương Thị Bích Hồng¹, Bùi Văn Cảnh²

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

2. ThS Nuôi trồng Thủy sản

Tác giả liên hệ: Trương Thị Bích Hồng, Email: hongttb@ntu.edu.vn

Ngày nhận bài: 20/07/2026; Ngày phân biên thông qua: 15/09/2026 ; Ngày duyệt đăng: 30/09/2026

TÓM TẮT

Nghiên cứu được thực hiện nhằm đánh giá ảnh hưởng của các loại thức ăn, mật độ thả nuôi ban đầu đến sự phát triển của quần thể trứng nước (*M. macrocopa*). Thí nghiệm 1, ảnh hưởng của các loại thức ăn lên quá trình phát triển của quần thể *M. macrocopa* được thực hiện với 4 loại thức ăn khác nhau: men bánh mì, tảo *Spirulina* khô, lòng đỏ trứng chín và thức ăn tôm. Ảnh hưởng của mật độ thả *M. macrocopa* được nghiên cứu với 4 mức mật độ là 300, 400, 500 và 600 cá thể/lít (ct/L). Mỗi nghiệm thức đều được lặp lại 3 lần. Kết quả nghiên cứu cho thấy, quần thể *M. macrocopa* nuôi bằng men bánh mì phát triển tốt nhất đạt mật độ 2753 ± 205 ct/L và tốc độ phát triển quần thể $0,28 \pm 0,01$ %/ngày cao nhất vào ngày nuôi thứ 7. Tốc độ tăng trưởng quần thể nhanh và đạt mật độ cực đại sớm hơn từ 1 đến 2 ngày ở các nghiệm thức thả nuôi với mật độ thấp so với mật độ cao hơn. Nghiệm thức thả nuôi 300 ct/L có tốc độ phát triển quần thể là $0,28 \pm 0,01$ %/ngày vào ngày nuôi thứ 6 và đạt mật độ cực đại (1753 ± 68 ct/L) vào ngày nuôi thứ 7. Nghiệm thức thả nuôi 600 ct/L cũng có tốc độ phát triển quần thể cao nhất ($0,30 \pm 0,01$ %/ngày) và đạt mật độ cực đại (6407 ± 23 ct/L) vào ngày nuôi thứ 7. Kết quả này đóng góp cơ sở khoa học quan trọng cho việc hoàn thiện quy trình nhân nuôi sinh khối *M. macrocopa* làm thức ăn sống trong sản xuất giống thủy sản.

Từ khóa: *Moina*, mật độ quần thể, tốc độ phát triển quần thể

ABSTRACT

The aim of this study was to assess the effects of various types of diets, initial stocking densities on the population growth of *M. macrocopa*. Experiment 1 was performed to assess the influence of different types of diet on the population development of *M. macrocopa*. Four different diets were used: baker's yeast, dried *Spirulina*, cooked egg yolk, and commercial shrimp feed. Simultaneously, the effect of initial stocking density was studied at four levels: 300, 400, 500, and 600 individuals per liter (ind./L). Each treatment was replicated three times. The results showed that the best growth was observed in the *M. macrocopa* population fed with baker's yeast, which reached the maximum density of 2753 ± 205 ind./L and the maximum specific population growth rate of 0.28 ± 0.01 day⁻¹ on day the 7th. Growth rates were faster, and peak densities were reached 1 to 2 days earlier for the lower stocking density treatments than for the higher density. Specifically, the treatment 300 ind./L achieved a growth rate of 0.28 ± 0.01 day⁻¹ on day 6 and its maximum density (1753 ± 68 ind./L) on day 7. In contrast, the 600 ind./L treatment showed the highest growth rate (0.30 ± 0.01 day⁻¹) and reached the highest density of 6407 ± 231 ind./L on the 7th day. The results provide a scientific basis for the optimization of the culture protocols for *M. macrocopa* biomass as a live feed in aquaculture seed production.

Keyword: *Moina*, population density, population growth rate

1. MỞ ĐẦU

Trong quy trình sản xuất giống và ương nuôi ấu trùng động vật thủy sản, thức ăn sống được xem là yếu tố quyết định trực tiếp đến tỷ

lệ sống, tốc độ tăng trưởng và chất lượng con giống. Song song với các đối tượng làm thức ăn sống phổ biến như luân trùng (*Brachionus*) và *Artemia*, các loài giáp xác nhỏ thuộc bộ giáp xác

râu ngành (Cladocera) đang trở thành tâm điểm chú ý của cả giới nghiên cứu khoa học lẫn các cơ sở sản xuất thương mại. Đặc tính di chuyển giật cục theo quỹ đạo díc dắc độc đáo của nhóm sinh vật này đóng vai trò như một kích thích trực quan mạnh mẽ, giúp ấu trùng và cá con dễ dàng phát hiện cũng như bắt mồi hơn [4]. Bên cạnh lợi thế về tập tính vận động, Cladocera còn sở hữu giá trị dinh dưỡng tốt với hàm lượng protein và lipid cao, lần lượt chiếm khoảng 50% và 20–27% trọng lượng khô của sinh khối [16]. Giáp xác râu ngành phát triển mạnh ở các thủy vực có các hạt hữu cơ siêu nhỏ, chúng tham gia sinh sản đơn tính cái, có thể tăng số lượng cá thể của quần thể rất nhanh trong thời gian ngắn [10]. Trong các đại diện thuộc bộ giáp xác râu ngành, giống *Moina* được ưu tiên lựa chọn hàng đầu làm thức ăn cho giai đoạn cá mới nở nhờ hàm lượng dinh dưỡng vượt trội, giàu protein, các axit béo không bão hòa đa nối đôi (HUFA), cùng với kích thước cơ thể phù hợp với độ mở khoang miệng của cá con trong các giai đoạn chuyển đổi tập tính ăn [5,9]. Trong nuôi trồng thủy sản nước ngọt, *Moina* đã được chứng minh là tác nhân quyết định đến tốc độ sinh trưởng và tỷ lệ sống của nhiều loài cá nước ngọt như cá trê, cá rô đồng, cá thát lát, cá tai tượng, cũng như các loài cá cảnh nhiệt đới [2].

Trong số các loài thuộc giống *Moina*, *M. macrocopa* (Straus, 1820) có tiềm năng rất lớn nhờ khả năng thích ứng tốt và thường xuất hiện tự nhiên trong các hệ thống ao nuôi thủy sản nước ngọt. Tuy nhiên, trong môi trường tự nhiên, mật độ quần thể của *M. macrocopa* thường dao động ở mức thấp và không ổn định [3], dẫn đến việc thu vớt tự nhiên bị hạn chế, không đáp ứng đủ nhu cầu thương mại hóa và sản xuất giống liên tục. Điều này đặt ra yêu cầu cấp thiết về việc xây dựng các quy trình nuôi sinh khối chủ động trong điều kiện kiểm soát.

Việc chủ động nhân nuôi sinh khối loài này vẫn đối mặt với nhiều thách thức kỹ thuật. Sự

phát triển quần thể của các loài Cladocera nói chung chịu ảnh hưởng phức tạp bởi tổng hòa các yếu tố sinh thái môi trường như độ mặn, nhiệt độ [8], nguồn thức ăn cung cấp và mật độ thả giống ban đầu. Nhiều nghiên cứu trong và ngoài nước đã nỗ lực tối ưu hóa quy trình nuôi các loài thuộc giống *Moina*. Điển hình, nghiên cứu của Trần Sương Ngọc và cộng sự (2010) đã chứng minh hiệu quả vượt trội khi ứng dụng vi tảo xanh *Chlorella vulgaris* ở các mật độ tảo khác nhau để nuôi sinh khối *Moina* sp. tại vùng Đồng bằng sông Cửu Long [2]. Lê Văn Hậu và cộng sự (2019) đã nghiên cứu ảnh hưởng của thức ăn tới khả năng sản xuất kén của *M. micrura*. Khi điều kiện môi trường trở nên bất lợi hoặc nguồn dinh dưỡng cạn kiệt *M. micrura* có xu hướng chuyển đổi hình thức sinh sản đơn tính sang sinh sản hữu tính để tạo kén và trứng nghỉ nhằm duy trì quần thể [1]. Tuy nhiên, hầu hết các nghiên cứu chuyên sâu về sản xuất trứng nghỉ hay tối ưu thức ăn vi tảo sống thường đòi hỏi chi phí vận hành cao và quy trình kỹ thuật phức tạp áp dụng cho việc nuôi sinh khối loài *M. micrura* và khó áp dụng rộng rãi ở quy mô sản xuất bán thâm canh hoặc đại trà.

Đối với loài *M. macrocopa* (Straus, 1820), các nghiên cứu đa phần mới chỉ dừng lại ở việc khảo sát đặc điểm hình thái và sinh thái phân bố tự nhiên của chúng trong ao nuôi [3]. Hiện nay, các dữ liệu thực nghiệm đánh giá một cách hệ thống về tác động các loại thức ăn khác nhau (tảo tươi và các dạng thức ăn bổ sung) cùng với mật độ thả giống ban đầu phù hợp lên phát triển quần thể của *M. macrocopa* vẫn còn hạn chế. Việc thiếu hụt các nghiên cứu định lượng mối quan hệ giữa mật độ quần thể ban đầu và loại thức ăn phù hợp đến sự phát triển quần thể và thời gian đạt mật độ cực đại của loài này khiến cho hiệu suất nuôi sinh khối chưa đạt được mức tối đa, dễ dẫn đến hiện tượng suy giảm mật độ quần thể do cạnh tranh thức ăn hoặc mật độ không phù hợp. Xuất phát từ thực tế trên chúng tôi tiến hành nghiên cứu “Ảnh hưởng của các loại thức ăn,

mật độ ban đầu lên sự phát triển của quần thể *M. macrocopa* (Straus, 1820)".

Các nghiên cứu về mật độ trước thường có dải mật độ rộng và chưa xác định được mật độ nuôi sinh khối thích hợp. Loh và cộng sự (2016) bố trí thí nghiệm với 4 mức mật độ 80, 400, 800 và 16000 cá thể/L. Với mật độ thấp nhất 80 con/L giúp quần thể thích nghi rất nhanh, đạt đỉnh vào ngày thứ 5 [11]. Nếu thả mật độ thấp 80 cá thể/L quần thể phát triển tốt nhưng chưa tối ưu hóa được không gian sống và năng suất sinh khối trên 1 đơn vị thể tích nước và không cho trại giống thủy sản. Trong khi đó, Nandini & Sarma (2003) chỉ ra rằng mật độ dưới 300 cá thể/L thường chưa chạm tới giới hạn chịu đựng của *Moina* [13]. Nhằm tìm kiếm ngưỡng giới hạn chịu đựng và khả năng thích ứng của *M. macrocopa* đối với áp lực cạnh tranh dinh dưỡng và không gian sống dải mật độ từ 300 đến 600 cá thể/L (với bước nhảy 100 cá thể/L) đã được lựa chọn cho bố trí về ảnh hưởng của mật độ thả ban đầu. Việc bố trí này nhằm mục đích thiết lập một mô hình so sánh đối chứng giữa chiến lược rút ngắn chu kỳ nuôi (ở mật độ 300 cá thể/L) và chiến lược tối đa hóa sản lượng thu hoạch trên một đơn vị diện tích (ở mật độ cao 600 cá thể/L), phục vụ nhu cầu chủ động thức ăn sống kịp thời tại các trại sản xuất giống thủy sản.

II. ĐỐI TƯỢNG VÀ VẬT LIỆU NGHIÊN CỨU

1. Vật liệu nghiên cứu và nguồn gốc giống

Đối tượng nghiên cứu: Loài *M. macrocopa* (Straus, 1820), nguồn giống ban đầu được phân lập từ các ao nuôi cá tại Trại thực nghiệm sinh học Ninh Phụng, Ninh Hòa, Khánh Hòa [3]. Sau khi phân lập, loài được thuần hóa và nuôi duy trì và tăng sinh trong phòng thí nghiệm bằng tảo xanh *Chlorella vulgaris*.

2. Bố trí thí nghiệm

Thí nghiệm 1: Ảnh hưởng của các loại thức ăn lên sự phát triển quần thể *M. macrocopa*

❖ **Điều kiện thí nghiệm:** Nghiên cứu được thực hiện ngoài trời có mái che bằng lưới lan để giảm cường độ chiếu sáng thẳng nhưng buổi sáng và chiều vẫn có ánh nắng chiếu xiên. Thí nghiệm được bố trí trong các bể có thể tích nước nuôi 20L (44 x 31 x 15cm), được sục khí liên tục. Mật độ thả ban đầu là 400 cá thể/L. Mỗi nghiệm thức lặp lại 3 lần. Định kỳ một ngày thu mẫu một lần vào lúc 6h để xác định mật độ *M. macrocopa*.

❖ **Bố trí thí nghiệm:** Nghiên cứu này được thực hiện với 4 nghiệm thức:

- Nghiệm thức 1: Cho ăn Men bánh mì dạng hạt mịn (có thành phần vi sinh là nấm men *Saccharomyces cerevisiae*)
- Nghiệm thức 2: Cho ăn Tảo Spirulina khô
- Nghiệm thức 3: Cho ăn Lòng đỏ trứng gà chín
- Nghiệm thức 4: Cho ăn Thức ăn tôm post (flake 3 của C.P Vietnam)

❖ **Quản lý và chăm sóc thí nghiệm, *M. macrocopa*** được cho ăn với lượng cho ăn vừa đủ 0,1g/L/ngày. Tiến hành cho *M. macrocopa* ăn 2 lần/ngày vào lúc 7h và 17h.

Chuẩn bị thức ăn: Các loại thức ăn lòng đỏ trứng chín và thức ăn tôm post (flake 3) nghiền nhỏ hòa vào nước, tiếp đến khuấy đều và lọc qua vợt có kích cỡ mắt lưới 100 µm loại bỏ toàn bộ phần cặn trên vợt.

Men bánh mì: hòa tan với nước ấm 30°C ủ trước 24h, trước khi cho ăn khuấy đều và lọc qua lưới 100 µm lấy phần nước mịn chảy qua lưới làm thức ăn.

Tảo Spirulina khô: cho tảo khô vào chai nhựa 500ml, thêm 300ml nước đầy nắp lắc đều để tảo ngậm nước hòa tan, không bị vón cục sau đó cho vào bể nuôi *M. macrocopa*

Thí nghiệm 2: Ảnh hưởng của mật độ nuôi ban đầu lên sự phát triển quần thể *M. macrocopa*

❖ **Điều kiện thí nghiệm**

Thí nghiệm được thực hiện ngoài trời có mái

che. Thí nghiệm được bố trí trong các bể có thể tích nước nuôi 20L (44 x 31 x 15cm), được sục khí liên tục. Mỗi nghiệm thức lặp lại 3 lần.

❖ *Bố trí thí nghiệm*

Thí nghiệm nghiên cứu ảnh hưởng của mật độ nuôi ban đầu được bố trí với 4 nghiệm thức:

- Nghiệm thức 1 (NT₃₀₀): mật độ 300 ct/L
- Nghiệm thức 2 (NT₄₀₀): mật độ 400 ct/L
- Nghiệm thức 3 (NT₅₀₀): mật độ 500 ct/L
- Nghiệm thức 4 (NT₆₀₀): mật độ 600 ct/L

❖ *Quản lý và chăm sóc thí nghiệm.*

Moina được cho ăn thức ăn đạt hiệu quả tốt nhất từ TN1 (men bánh mì, thức ăn được chuẩn bị như ở TN1) với lượng thức ăn 0,1g/L/ngày, một ngày cho ăn 2 lần 7h và 17h. Định kỳ một ngày thu mẫu một lần vào lúc 6h để xác định mật độ Moina.

3. Các yếu tố theo dõi

Nguồn nước nuôi: Nước ao nuôi cá được khử trùng bằng chlorine 5ppm, sục khí 48h, sau đó kiểm tra và trung hòa lại bằng Natri thiosulfate đảm bảo hết dư lượng chlorine các chỉ tiêu lý hóa ổn định (pH 7,2 – 7,8; hàm lượng oxy hòa tan DO > 5 mg/L). Trong quá trình thí nghiệm, các thông số môi trường như nhiệt độ, Oxy, pH, NH₃ được đo hằng ngày vào 8h và 14h. Nhiệt độ nước được đo bằng nhiệt kế thủy ngân, Oxy, pH, NH₃, NO₂ được đo bằng test O₂, pH, NH₃, NO₂ hãng Sera của Đức, tương ứng.

Mật độ Moina được xác định hàng ngày vào mỗi buổi sáng bằng ống đong với thể tích nước thu mỗi lần 100ml và lặp lại 3 lần. Mẫu được cố định bằng fomaline và đếm dưới kính hiển vi.

Phương pháp xác định mật độ: Các nghiệm thức thí nghiệm đều được sục khí liên tục để cho Moina phân bố đều trong bể nuôi. Tiến hành thu mẫu ở 5 điểm của mỗi bể (4 góc bể và 1 điểm ở giữa bể) mỗi điểm lấy 20ml đem lọc qua lưới lọc 100µm rồi tiến hành cố định formol, mẫu Moina trong mỗi bể được thu 3 lần để tính giá trị trung bình. Mật độ Moina trong mẫu cố định sẽ được

quan sát và đếm dưới kính hiển vi quang học.

Tốc độ phát triển của Moina cũng được xác định bằng công thức:

$$\mu = \frac{(\ln N_t - \ln N_0)}{t}$$

Trong đó: μ : tốc độ phát triển

N_t: mật độ Moina tại thời điểm t (ct/L)

N₀: mật độ Moina ban đầu (ct/L)

t: thời gian nuôi (ngày)

4. Xử lý số liệu

Các kết quả thu thập được xử lý thống kê bằng phần mềm SPSS Version 22. Sự khác biệt về các giá trị trung bình giữa các nghiệm thức được kiểm định bằng phương pháp phân tích biến lượng một nhân tố (One-way ANOVA) và so sánh cặp Duncan ở mức ý nghĩa p < 0,05.

III. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

1. Ảnh hưởng của các loại thức ăn đến sự phát triển quần thể *M. Macrocopa*

1.1. Yếu tố môi trường

Kết quả yếu tố môi trường của thí nghiệm được trình bày ở Bảng 1 cho thấy, nhiệt độ buổi sáng dao động khoảng 25±0,9°C, nhiệt độ buổi chiều khoảng 29,4 ±1,0°C đây là khoảng nhiệt thích hợp cho sự phát triển của Moina [15], pH buổi sáng dao động 6,5÷7,0, pH buổi chiều cao hơn dao động 7,0 ÷8,5. Hàm lượng NH₃ ở các nghiệm thức men bánh mì, thức ăn tôm và tảo khô bắt đầu tăng dần từ ngày thứ 4 của quá trình thí nghiệm, xuất hiện với nồng độ cao vào ngày thứ 6 (0,75 mg/L). Riêng nghiệm thức thức ăn tôm NH₃ tiếp tục tăng đạt (1,5 mg/L). Nồng độ NH₃ trong các nghiệm thức thí nghiệm đều nhỏ hơn rất nhiều lần so với nồng độ trung bình gây chết LC₅₀ đối với *M. macrocopa* (232 mg/L) [12]. Nồng độ NO₂⁻ cũng đã ghi nhận có hàm lượng cao vào ngày thứ 6 của thời gian thí nghiệm (0,1 mg/L) và nồng độ này được cho là không ảnh hưởng tới quần thể *M macrocopa*.

Bảng 1: Biến động thông số môi trường trong thí nghiệm nuôi *Moina* với thức ăn khác nhau

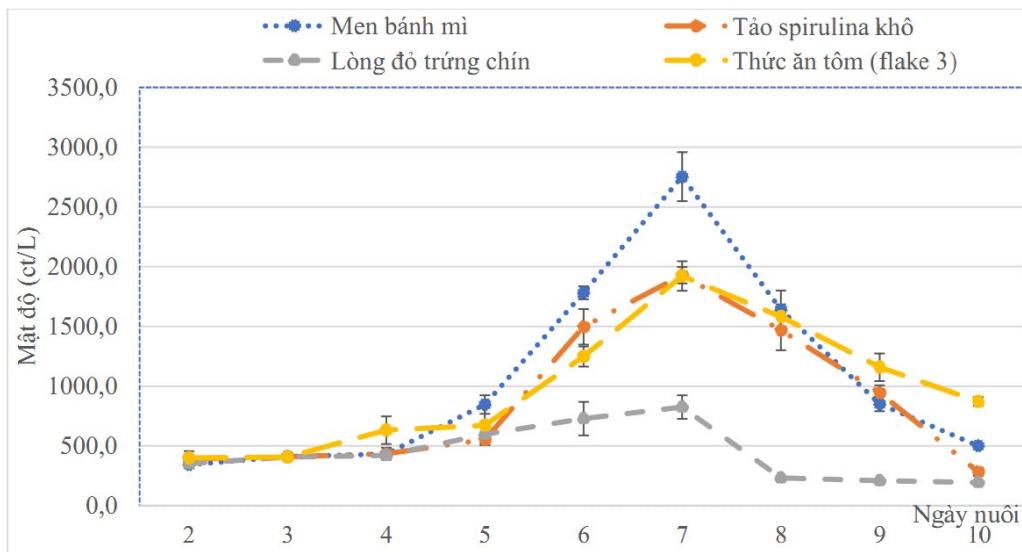
Yếu tố MT Thí nghiệm thức	Nhiệt độ (°C)		pH		Oxy hòa tan (mg/L)	NH ₃ (mg/L)	NO ₂ (mg/L)
	Sáng	Chiều	Sáng	Chiều			
Men bánh mì	25±0,9	29,4±1,0	6,5÷7,0	8,0÷8,5	4,0±0,0	0,3±0,4	0,1±0,2
Lòng đỏ trứng	25±0,9	29,4±1,0	6,5÷6,5	7,0÷8,0	4,0±0,0	0,5±0,7	0,1±0,2
Thức ăn tôm	25±0,9	29,4±1,0	6,5÷7,0	8,0÷8,5	3,6±0,8	0,5±0,6	0,1±0,2
Tảo khô	25±0,9	29,4±1,0	6,5÷7,0	8,0÷8,5	3,6±0,8	0,3±0,4	0,1±0,2

Số liệu trình bày giá trị trung bình ± độ lệch chuẩn

1.2 Biến động mật độ của quần thể *M. macrocopa*

Thí nghiệm được tiến hành trong thời gian 10 ngày, kết quả cho thấy thức ăn ảnh hưởng rõ ràng tới mật độ của quần thể *M. macrocopa*. Trong 3 ngày đầu thả nuôi, mật độ quần thể *M. macrocopa* chưa có sự khác biệt giữa các thí nghiệm thức. Mật độ quần thể *M. macrocopa* ở ngày thứ nhất và thứ 2 sau khi thả nuôi giảm nhẹ so với khi bố trí thí nghiệm, có thể do thời gian này *M. macrocopa* chưa thích nghi ngay với điều kiện môi trường mới nên một số cá thể bị chết. Khi thu mẫu quan sát được số lượng cá thể *M. macrocopa* mang trứng tăng dần từ ngày nuôi thứ 3 dẫn tới mật

độ quần thể *M. macrocopa* bắt đầu tăng từ ngày nuôi thứ 4 và đạt tới mật độ cực đại vào ngày nuôi thứ 7. Sau khi đạt mật độ cực đại vào ngày nuôi thứ 7, mật độ quần thể *M. macrocopa* đều suy giảm rất nhanh vào ngày nuôi thứ 8, 9 và 10. Trong đó, mật độ quần thể *M. macrocopa* đạt cao nhất (2753±250 ct/L) ở thí nghiệm cho ăn men bánh mì và thấp nhất (826±98 ct/L) ở thí nghiệm sử dụng thức ăn lòng đỏ trứng chín (Hình 1), sai khác có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$). Kết quả nghiên cứu khá tương đồng với nghiên cứu của Trần Sương Ngọc, sử dụng tảo *Chlorella* nuôi sinh khối *Moina* mật độ quần thể đạt cao nhất vào ngày nuôi thứ 7 và giảm rất nhanh vào ngày nuôi thứ 8 [2].



Hình 1: Ảnh hưởng thức ăn đến mật độ quần thể *M. macrocopa*

1.3 Ảnh hưởng của thức ăn tới tốc độ sinh trưởng của quần thể *M. macrocopa*

Tốc độ sinh trưởng quần thể *M. macrocopa* được thể hiện ở Bảng 2 cho thấy, các loại thức ăn khác nhau có ảnh hưởng tới sinh trưởng quần thể *M. macrocopa*. Sự khác biệt rõ nét nhất được thể hiện khi quần thể *M. macrocopa* thích nghi với môi trường nuôi và tham gia sinh sản. Sau khi thả nuôi đến ngày nuôi thứ 2 số lượng cá thể trong quần thể giảm đi quần thể tăng trưởng âm, Từ ngày nuôi thứ 3 trở đi quần thể *M. macrocopa* bắt đầu tăng ở tất cả các nghiệm thức. Vào ngày nuôi thứ 7, tốc độ tăng trưởng quần thể *M. macrocopa* đạt cao nhất ($0,28 \pm 0,01$ %/ngày) ở nghiệm thức cho ăn bằng men bánh mì và thấp nhất ($0,10 \pm 0,01$ %/ngày) ở nghiệm thức cho ăn lòng đỏ trứng chín ($p < 0,05$). Tốc độ sinh trưởng quần thể *M. macrocopa* dao động 0,3-0,4 %/ngày cũng

được ghi nhận bởi Nandini và cộng sự (2023) khi đánh giá sự phát triển của *M. macrocopa* trong hệ thống nước thải sinh hoạt [14].

Tốc độ tăng trưởng của quần thể giảm mạnh sau ngày nuôi thứ 7. Trong đó, từ ngày nuôi thứ 8 đến khi kết thúc thí nghiệm, quần thể *M. macrocopa* sinh trưởng âm ($-0,07 \pm 0,01$) ở nghiệm thức cho ăn bằng lòng đỏ trứng chín ($p < 0,05$). Khi tốc độ sinh trưởng của quần thể đạt cực đại vào ngày nuôi thứ 7 sau đó giảm đã được ghi nhận ở các nghiên cứu trước. Môi trường nuôi bị ảnh hưởng bởi thức ăn thừa gây chết cho *Moina* đã được ghi nhận bởi nghiên cứu của Lê Văn Hậu (2019), đối với nghiệm thức cho ăn với liều lượng cao 1g -1,5g men bánh mì/L *M. micrura* không sinh kén, do thức ăn thừa làm bẩn nước dẫn đến quần thể *Moina* suy giảm sức sinh và mật độ sản sau 7 ngày nuôi [1].

Bảng 2: Tốc độ sinh trưởng của *Moina* theo các loại thức ăn khác nhau (%/ngày)

Ngày	Men bánh mì	Tảo khô	Lòng đỏ trứng chín	Thức ăn tôm
2	$-0,08 \pm 0,01^a$	$-0,01 \pm 0,01^a$	$-0,07 \pm 0,03^a$	$0,00 \pm 0,06^a$
3	$0,01 \pm 0,01^a$	$0,01 \pm 0,01^a$	$0,01 \pm 0,01^a$	$0,01 \pm 0,01^a$
4	$0,02 \pm 0,00^a$	$0,02 \pm 0,02^a$	$0,01 \pm 0,01^a$	$0,11 \pm 0,04^a$
5	$0,15 \pm 0,02^c$	$0,06 \pm 0,01^a$	$0,08 \pm 0,00^a$	$0,10 \pm 0,04^b$
6	$0,25 \pm 0,00^c$	$0,22 \pm 0,01^b$	$0,10 \pm 0,03^a$	$0,19 \pm 0,01^b$
7	$0,28 \pm 0,01^c$	$0,22 \pm 0,00^b$	$0,10 \pm 0,01^a$	$0,22 \pm 0,01^b$
8	$0,18 \pm 0,01^b$	$0,16 \pm 0,01^b$	$-0,07 \pm 0,01^a$	$0,17 \pm 0,01^b$
9	$0,08 \pm 0,01^b$	$0,10 \pm 0,01^c$	$-0,07 \pm 0,01^a$	$0,12 \pm 0,01^c$
10	$0,02 \pm 0,00^b$	$-0,03 \pm 0,01^a$	$-0,07 \pm 0,00^a$	$0,08 \pm 0,00^c$

Số liệu trình bày giá trị trung bình $\pm$ độ lệch chuẩn. Các chữ số khác nhau trên cùng một hàng ngang để chỉ sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$).

2. Ảnh hưởng của mật độ nuôi ban đầu lên sự phát triển quần thể *M. macrocopa*

2.1 Yếu tố môi trường

Nhiệt độ trung bình của thí nghiệm trong thời điểm buổi sáng $26,8 \pm 1,8^\circ\text{C}$ và buổi chiều $29,1 \pm 1,8^\circ\text{C}$ không có sự chênh lệch lớn. pH

buổi sáng dao động $6,5 \div 7,5$ và $7,5 \div 8,3$ vào buổi chiều (Bảng 3). Hàm lượng NH_3 giữa các nghiệm thức có sự sai khác nhất định, hàm lượng NH_3 thể hiện mối tương quan thuận với mật độ thả nuôi. Các yếu tố môi trường đều nằm trong khoảng thích hợp cho sự phát triển của quần thể *M. macrocopa*.

Bảng 3: Biến động thông số môi trường trong thí nghiệm về mật độ thả nuôi

Thông số Thí nghiệm thức	Nhiệt độ (°C)		pH		Oxy hòa tan (mg/L)	NH ₃ (mg/L)
	Sáng	Chiều	Sáng	Chiều		
MD300	26,8±1,8	29,1±1,8	6,5÷7,0	7,5÷8,3	5,2±0,9	0,20±0,01
MD400	26,8±1,8	29,1±1,8	6,7÷7,5	7,5÷8,0	4,6±0,9	0,22±0,01
MD500	26,8±1,8	29,1±1,8	6,7÷7,5	7,8÷8,3	4,8±0,9	0,38±0,01
MD600	26,8±1,8	29,1±1,8	6,7÷7,5	7,8÷8,3	4,6±0,8	0,35±0,01

Số liệu trình bày giá trị trung bình ± độ lệch chuẩn

1.2 Ảnh hưởng của mật độ ban đầu tới mật độ quần thể *M. macrocopa*

Kết quả thí nghiệm cho thấy mật độ thả ban đầu có ảnh hưởng đến sự phát triển của quần thể *M. macrocopa*. Ban đầu, mật độ *M. macrocopa* giảm đáng kể ở các thí nghiệm thức, duy nhất thí nghiệm thức mật độ 300 ct/L có sự tăng nhẹ về mật độ. Từ ngày thứ 3 trở đi mật độ ở các thí nghiệm thức bắt đầu tăng, ở thí nghiệm thức 600 ct/L luôn đạt mật độ cao nhất, khác biệt với các thí nghiệm thức còn lại ($p < 0,05$).

Thời gian đạt mật độ tối đa ở các thí nghiệm thức vào ngày thứ 6 đến ngày thứ 8 của chu kỳ nuôi. Trong đó, mật độ 300 ct/L và 600 ct/L đều đạt mật độ cao nhất tương ứng là 1753 ± 68 ct/L và 6407 ± 231 ct/L vào ngày thứ 7 (Bảng 4). Thời gian quần thể *M. macrocopa* đạt mật độ cao nhất tương tự như nghiên cứu của Loh và cộng sự (2016). Trong các thí nghiệm thức thả nuôi với mật độ 80 ct/L và 400 ct/L thời gian quần thể *M. macrocopa* đạt mật độ cao nhất vào ngày nuôi thứ 5 và thứ 8, tương ứng [11].

Bảng 4: Mật độ *Moina* trong thí nghiệm mật độ nuôi ban đầu (ct/L)

Ngày	MD300	MD400	MD500	MD600
2	343±6 ^a	393±8 ^b	420±20 ^b	407±20 ^b
3	433±8 ^a	583±8 ^b	597±14 ^b	707±26 ^c
4	810±20 ^a	802±8 ^a	820±34 ^a	1053±45 ^b
5	962±85 ^a	1250±91 ^b	1253±176 ^b	1830±35 ^c
6	1652±159 ^a	1930±30 ^b	1753±85 ^{bc}	2200±50 ^c
7	1753±68 ^a	1890±36 ^a	2085±143 ^b	6407±231 ^c
8	1073±93 ^a	1167±121 ^a	2360±20 ^b	5570±340 ^c
9	437±19 ^a	657±45 ^a	2210±155 ^b	5037±423 ^c
10	170±27 ^a	360±10 ^{ab}	680±240 ^b	1837±256 ^c

Số liệu trình bày giá trị trung bình ± độ lệch chuẩn. Các chữ số khác nhau trên cùng một hàng ngang để chỉ sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$). Mật độ *Moina* ban đầu là 300, 400, 500 và 600 ct/L được kí hiệu MD300, MD400, MD500 và MD600

Kết quả nghiên cứu cho thấy mật độ *M. macrocopa* ở thí nghiệm thức 600 ct/L từ ngày nuôi thứ 3 đã tăng nhanh ($p < 0,05$) so với các thí nghiệm thức còn lại. Kết quả này cho thấy,

trong điều kiện thí nghiệm môi trường nuôi tốt cung cấp đầy đủ thức ăn *M. macrocopa* thích nghi tốt với mật độ cao 600 ct/L. Điều này đã được ghi nhận ở nghiên cứu trước đó, *M.*

macrocopa có khả năng thích nghi với mật độ cao trong môi trường nuôi nhốt tốt hơn so với các loài giáp xác râu ngành (Cladocera) khác, chẳng hạn như *M. micrura*. Theo Jana và Pal, hiệu suất tăng trưởng của *M. micrura* bị hạn chế ở mật độ quần thể 75 ct/L [7]. Theo Loh và cộng sự (2016), quần thể *M. macrocopa* cho thấy khả năng thích nghi tốt hơn ở mật độ 80 - 400 ct/L tương đương với mật độ thí nghiệm 4 và 20 cá thể /50 mL [11].

2.3 Ảnh hưởng của mật độ ban đầu tới tốc

độ sinh trưởng quần thể *M. macrocopa*

Mật độ thả nuôi ảnh hưởng rõ ràng tới tốc độ sinh trưởng của quần thể *M. macrocopa*. Trong 6 ngày nuôi đầu tiên của chu kỳ nuôi, tốc độ sinh trưởng của quần thể thả nuôi với mật độ 300 ct/L luôn đạt cao và khác biệt có ý nghĩa thống kê so với các nghiệm thức còn. Tuy nhiên, từ ngày 7 đến ngày 9 tốc độ sinh trưởng ở nghiệm thức thả nuôi với mật độ 600 ct/L duy trì ở mức cao hơn các nghiệm thức khác ($p < 0,05$) (Bảng 5)

Bảng 5: Tốc độ sinh trưởng quần thể *Moina* ảnh hưởng bởi mật độ nuôi ban đầu (%/ngày)

Ngày	MD300	MD400	MD500	MD600
2	0,07±0,01 ^d	-0,01± 0,01 ^c	-0,09±0,02 ^b	-0,19±0,02 ^a
3	0,12±0,01 ^b	0,13±0,01 ^b	0,06±0,01 ^a	0,05±0,01 ^a
4	0,25±0,01 ^d	0,17±0,00 ^c	0,12±0,01 ^a	0,14±0,01 ^b
5	0,23±0,01 ^b	0,23±0,01 ^b	0,18±0,02 ^a	0,22±0,00 ^b
6	0,28±0,01 ^c	0,26±0,00 ^b	0,21±0,01 ^a	0,22±0,00 ^a
7	0,25±0,01 ^c	0,23±0,00 ^b	0,20±0,01 ^a	0,30±0,01 ^d
8	-0,16±0,01 ^a	-0,13±0,01 ^b	0,19±0,00 ^c	0,28±0,01 ^d
9	-0,04±0,00 ^b	-0,05±0,01 ^b	-0,16±0,01 ^a	0,26±0,03 ^c
10	-0,06±0,01 ^b	-0,01±0,00 ^d	-0,03±0,03 ^c	-0,11±0,01 ^a

Số liệu trình bày giá trị trung bình ± độ lệch chuẩn. Các chữ số khác nhau trên cùng một hàng ngang để chỉ sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$). Mật độ *Moina* ban đầu là 300, 400, 500 và 600 ct/L được kí hiệu MD300, MD400, MD500 và MD600

Mật độ của quần thể được cho là yếu tố ảnh hưởng tới hiệu suất tăng trưởng của quần thể *M. macrocopa*, chủ yếu là sự cạnh tranh về không gian sống, thức ăn và sự tích lũy sinh học của các chất bài tiết đã được ghi nhận ở các nghiên cứu trước đây. Theo Loh và cộng sự (2016), khi thả nuôi *M. macrocopa* với mật độ 80 ct/L có hiệu tăng trưởng quần thể tốt và đạt mật độ cao nhất vào ngày nuôi thứ 5 sớm hơn 3 ngày so với nghiệm thức mật độ 400 ct/L (mật độ cao nhất vào ngày nuôi thứ 8) [11]. Trong nuôi sinh khối động vật nổi làm thức ăn sống cho các loài nuôi thủy sản ở giai đoạn ấu thể thường đặt trọng tâm vào tốc độ phát triển nhanh của quần thể động vật nổi nhằm

chủ động nguồn thức ăn sống cần thiết. Do đó, người nuôi nên chọn nghiệm thức có tốc độ sinh trưởng quần thể nhanh, sớm đạt đến đạt tới mật độ cực đại để tối ưu chi phí và thời gian nuôi. Trong nghiên cứu này, việc thả nuôi ở mật độ 300, 400 cá thể/L chứng minh khả năng rút ngắn đáng kể thời gian nuôi sinh khối *M. macrocopa*, từ đó tối ưu hóa số chu kỳ thu hoạch trong một vụ nuôi. Thời gian sản xuất ngắn là một trong những yếu tố quan trọng đối với quy trình sản xuất thức ăn tươi sống thương mại, vì nó giúp giảm đáng kể thời gian, chi phí vận hành tại trại sản xuất thủy sản giống đặc biệt là chủ động được nguồn thức ăn cho đối tượng nuôi. Điều đáng chú ý, kết quả quần thể

M. macrocopa đạt tăng trưởng tối ưu khi nuôi bằng men bánh mì trong nghiên cứu này có sự khác biệt với kết quả của Fabiola và cộng sự (2005), việc sử dụng nấm men *S. cerevisiae* đơn thuần dẫn đến sự suy giảm nghiêm trọng của quần thể do thiếu hụt các axit béo thiết yếu và sterol [6]. Sự khác biệt này là do trong điều kiện bố trí thí nghiệm ngoài trời có mái che bằng lưới lan, ánh sáng chiếu xiên tới các nghiệm thức vào buổi sáng và chiều tạo điều kiện cho các tế bào nấm men phát triển không chỉ là thức ăn trực tiếp mà còn đóng vai trò là nguồn cơ chất hữu cơ lý tưởng thúc đẩy sự phát triển của hệ vi sinh vật (vi khuẩn) vi tảo tự nhiên. *M. macrocopa* với tập tính ăn lọc không chọn lọc đã tiêu thụ đồng thời cả nấm men, vi khuẩn và vi tảo. Trong đó, vi khuẩn và vi tảo đóng vai trò như một nguồn dinh dưỡng bổ sung, bù đắp các axit béo thiết yếu thiếu hụt từ nấm men. Do đó, trong chu kỳ nuôi ngắn ngày (7 ngày), men bánh mì vẫn thể hiện vai trò là nguồn thức ăn đơn lẻ hiệu quả cao và tiết kiệm chi phí trước khi các tác động do thiếu hụt dinh dưỡng.

IV. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

1. Kết luận

Mật độ cực đại và tốc độ sinh trưởng của quần thể *M. Macrocopa* đều đạt cao nhất ở ngày nuôi thứ 7 ở cả 4 loại thức ăn thí nghiệm.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Lê Văn Hậu, Nguyễn Thành An, Lê Lưu Phương Hạnh & Ngô Huỳnh Phương Thảo, 2019. Nghiên cứu ảnh hưởng của thức ăn tới khả năng sản xuất kén và các yếu tố bảo quản tới tỷ lệ nở của trứng nghé *Moina micrura* Kurz, 1874. Tạp chí Khoa học - Công nghệ Thủy sản, số 3/2019.
- [2]. Trần Sương Ngọc, La Ngọc Thạch & Trần Thị Thủy, 2010. Khả năng sử dụng tảo *Chlorella* nuôi sinh khối *Moina* sp. Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ, số 16a.
- [3]. Trương Thị Bích Hồng & Bùi Văn Cảnh, 2019. Sinh thái phân bố của *Moina* (*Moina macrocopa* Straus, 1820) trong ao nuôi thủy sản nước ngọt. Tạp chí Khoa học - Công nghệ Thủy sản, số 3/2019.
- [4]. Trương Thị Bích Hồng, 2026. Tổng quan vai trò của động vật phù du trong nuôi trồng thủy sản. Tạp chí Khoa học - Công nghệ Thủy sản, số 1/2026, doi: 10.53818/jfst.01.2026.586.
- [5]. Budhin G, Vivekanand S & Debangshu N. D. (2016). The Cladoceran as live Feed in Fish Culture: A Brief Review Research Journal of Animal, Veterinary and Fishery Sciences.

Trong đó, mật độ cực đại (2753 ± 205 ct/L) và tốc độ sinh trưởng của quần thể ($0,28 \pm 0,01$ %/ngày) đạt cao nhất ở nghiệm thức men bánh mì, thấp nhất (826 ± 98 ct/L) và $0,10 \pm 0,01$ %/ngày) tương ứng, ở nghiệm thức lòng đỏ trứng chín.

Mật độ quần thể *M. macrocopa* đạt cực đại (1930 ± 30 ct/L) sớm nhất ở ngày nuôi thứ 6 với mật độ thả 400 ct/L và (2360 ± 20 ct/L) muộn nhất vào ngày nuôi thứ 8 với mật độ thả 500 ct/L. Tốc độ sinh trưởng của quần thể *M. macrocopa* đạt cao nhất $0,28 \pm 0,01$ (%/ngày), $0,26 \pm 0,00$ (%/ngày), $0,21 \pm 0,01$ (%/ngày) vào ngày nuôi thứ 6 với mật độ ban đầu 300 ct/L, 400 ct/L và 500 ct/L, tương ứng và $0,30 \pm 0,01$ (%/ngày) ngày nuôi thứ 7 ở mật độ 600 ct/L.

2. Kiến nghị

Từ kết quả nghiên cứu, có thể sử dụng men bánh mì để nuôi sinh khối *M. macrocopa*. Khi nuôi theo từng đợt, để tốc độ quần thể sinh trưởng nhanh nhất và đạt hiệu quả sớm nhất thì nên thả nuôi ở mật độ 300 ct/L, để phát huy tối đa tốc độ sinh trưởng của quần thể và thu được sinh khối quần thể cao nhất thì lựa chọn mật độ thả nuôi ban đầu là 600 ct/L. Đồng thời, tiếp tục nghiên cứu ảnh hưởng của thức ăn tới giá trị dinh dưỡng của *M. macrocopa* để đáp ứng nhu cầu dinh dưỡng cao của con giống thủy sản.

- [6]. Fabiola PA, Nandini S, Sarma SSS, (2005). Differences in population growth of rotifers and cladocerans raised on algal diets supplemented with yeast. *Limnologica*; 35:298-303
- [7]. Jana BB, Pal GP. (1985). Effects of inoculum density on growth, reproductive potential and population size in *Moina micrura* (Kurz). *Limnologica* 16:315-324
- [8]. Ghazy M. M. E. D., Habashy M. M., Kossa F. I. & Mohammady E. Y, (2009). Effects of Salinity on Survival, Growth and Reproduction of the Water Flea, *Daphnia magna*. *Nature and Science*, 7(11): 123-134.
- [9]. Halpati, R. P., Sukham, M., Pailan, G. H., Dasgupta, S., Sahoo, S., Malik, M. A., ... & Chandegara, A. (2024). Optimized co-feeding strategy of *Anabas testudineus* (Bloch 1792) larvae with enriched *Moina micrura* and egg custard-based inert diet; effects on growth, survival, and physio-metabolic responses. *Aquaculture International*, 32(5), 7007-7029.
- [10]. Khan. M.A., Hasan, M.M., Sumon, K.A., Rashid, H, (2020). Culture of freshwater zooplankton *Daphnia magna* fed with different feed combination. *Bangladesh J. Fish* 32, 55–59.
- [11]. Loh. J. Y., Ong. H. K. A, Hii .Y. S., and Khoo. G, (2016). The effects of recirculating aquaculture system effluent water on the growth of *Moina macrocopa* (Straus), *International Journal of Zoology Studies*, vol. 1, pp. 01-08
- [12]. Mangas-Ramírez, E., Sarma, S. S. S., & Nandini, S. (2002). Combined effects of algal (*Chlorella vulgaris*) density and ammonia concentration on the population dynamics of *Ceriodaphnia dubia* and *Moina macrocopa* (Cladocera). *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 51(3), 216-222.
- [13]. Nandini, S., & Sarma, S. S. S. (2003). Population growth of *Moina macrocopa* (Cladocera) fed *Chlorella vulgaris* under different density regimes. *Hydrobiologia*, 510(1), 97–105.
- [14]. Nandini, S., Alonso-Soto, R., & Sarma, S. S. S. (2013). Growth of Plankton (*Scenedesmus acutus* (Chlorophyceae) and *M. macrocopa* on domestic wastewater. *CLEAN–Soil, Air, Water*, 41(1), 11-15
- [15]. Rottmann R.W., Graves S.J., Watson C., Roy P., and Yanong E. (2003), “Culture techniques of *Moina*: The ideal *Daphnia* for feeding freshwater fish fry,” *FAO*, pp. 2-9,
- [16]. Suresh. Kumar. R. (2000). Studies of freshwater cladocerans use as live food in aquaculture. Ph. D. thesis. University of Madras, Tamil Nadu.