



ẢNH HƯỞNG CỦA THỨC ĂN ĐẾN SINH TRƯỞNG VÀ TỶ LỆ MANG TRỨNG CỦA LUÂN TRÙNG (*Brachionus rotundiformis*)

Huỳnh Văn Vi, Trần Quang Khánh Vân, Hoàng Nghĩa Mạnh*

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

* Tác giả liên hệ: Hoàng Nghĩa Mạnh <hoangnghiamanh@hvae.edu.vn>

(Ngày nhận bài: 22-8-2023; Ngày chấp nhận đăng: 29-11-2023)

Tóm tắt. Nghiên cứu này nhằm đánh giá ảnh hưởng của các loại thức ăn khác nhau lên sinh trưởng và tỷ lệ mang trứng của luân trùng (*Brachionus rotundiformis*). Thí nghiệm được thiết kế ngẫu nhiên hoàn toàn gồm ba nghiệm thức thức ăn và mỗi nghiệm thức được lặp lại ba lần: NT1 (100% tảo *Nannochloropsis oculata*); NT2 (50% tảo *Nannochloropsis oculata* + 50% men bánh mì); và NT3 (Selco S.parkle). Kết quả nghiên cứu cho thấy thông số môi trường trong suốt quá trình thí nghiệm như nhiệt độ, pH, oxy hòa tan, độ mặn, độ kiềm, NH_3 biến động trong khoảng thích hợp cho sự sinh trưởng của luân trùng. Sau tám ngày nuôi, mật độ Luân trùng cao nhất ở NT3 (276 cá thể/mL) và khác biệt có ý nghĩa so với các nghiệm thức còn lại ($p < 0,05$). Tương tự, tốc độ sinh trưởng quần thể ở cả ba nghiệm thức đều đạt giá trị cực đại vào ngày thứ sáu, cao nhất ở NT3 (0,25%) và có sự khác biệt có ý nghĩa ($p > 0,05$) so với các nghiệm thức còn lại. Tỷ lệ luân trùng mang trứng lớn nhất được tìm thấy ở NT3 (32,93%) vào ngày nuôi thứ bảy và khác biệt so với NT2 (30,17%) và NT1 (29,97%) ($p < 0,05$). Kết quả thí nghiệm cho thấy, trong nuôi sinh khối nên sử dụng Selco S.parkle để nâng cao tốc độ sinh trưởng và sinh khối của luân trùng.

Từ khoá: *Brachionus rotundiformis*, *Nannochloropsis oculata*, luân trùng, thức ăn, Selco S.parkle

Effects of different diets on growth performance and egg-carrying ratio of rotifer (*Brachionus rotundiformis*)

Huynh Van Vi, Tran Quang Khanh Van, Hoang Nghia Manh*

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

* Correspondence to Hoang Nghia Manh <hoangnghiamanh@huaf.edu.vn>

(Submitted: August 22, 2023; Accepted: November 29, 2023)

Abstract. This study aimed to evaluate the effect of different diets on the growth performance and egg-carrying ratio of rotifer. The experiment was designed as completely randomly designed, including three diets with 3 replications: NT1 (100% *Nannochloropsis oculata*); NT2 (50% baker's yeast + 50% *Nannochloropsis oculata*); and NT3 (100% Selco S.parkle). The results showed that water quality parameters were within the suitable ranges for growing rotifer. After 8 cultured days, the highest density of rotifer was in NT3 (276 ind/mL) and was significantly different from other treatments ($p < 0,05$). Similarly, the highest population growth rate of rotifer was in NT3 (0.25%) on the sixth day. Also, the highest percentage of egg-carrying rotifer was also in NT3 (32.93%) and was significantly different from other treatments ($p < 0,05$). The results recommend that Selco S.parkle should be used to enhance the growth performance and biomass of rotifer.

Keywords: *Brachionus rotundiformis*, *Nannochloropsis oculata*, food, rotifer, Selco S.parkle

1 Đặt vấn đề

Luân trùng là loại thức ăn tươi sống được sử dụng phổ biến trong trại sản xuất giống cá biển và giáp xác [1, 2]. Dựa trên đặc điểm hình thái, luân trùng được chia làm ba loại bao gồm: loại siêu nhỏ (loại SS, 90–110 μm), loại nhỏ (loại S, 100–120 μm) và loại lớn (loại L, 130–340 μm) [3]. Luân trùng (*Brachionus rotundiformis*) thuộc loại S (100–120 μm), được phát hiện trong các thủy vực nước lợ, nước mặn. Chúng là loài thích nghi rộng với môi trường và có nhiều đặc điểm phù hợp với hoạt động bắt mồi của ấu trùng các loài cá biển và giáp xác như: kích thước nhỏ phù hợp với cỡ miệng của ấu trùng, tốc độ bơi chậm và sống lơ lửng trong môi trường nước [4].

Luân trùng có vai trò quyết định đến tỷ lệ sống và tốc độ tăng trưởng của ấu trùng cá, giáp xác ở giai đoạn đầu mà không một loại thức ăn nào có thể thay thế được bởi những đặc điểm ưu việt của chúng như khả năng sinh sản nhanh nên có thể được sản xuất với số lượng lớn trong một khoảng thời gian ngắn và có đầy đủ các chất dinh dưỡng cần thiết cho sự sinh trưởng và phát triển của ấu trùng các loại cá và giáp xác [4, 5].

Watanabe và cs. [6] cho rằng, việc nuôi ấu trùng cá biển không thể tiến hành nếu không thực hiện được việc nuôi sinh khối luân trùng. Ông đã sử dụng luân trùng với các kích cỡ khác nhau để nuôi ấu trùng cá song mồm (*Epinephelus tauvina*) và kết quả cho tỷ lệ sống cao hơn khi sử

dụng thức ăn là ấu trùng nhuyễn thể. Jamali và cs. [7] sử dụng luân trùng kết hợp với nauplius của artemia để nuôi ấu trùng tôm thẻ chân trắng ở giai đoạn từ mysis 1 đến postlarvae 1 cho sinh trưởng và tỷ lệ sống cao hơn so với cho ăn khẩu phần đơn thuần chỉ nauplius của artemia.

Trong nuôi sinh khối luân trùng, tốc độ sinh trưởng và sinh sản của chúng phụ thuộc vào chất lượng của thức ăn và các yếu tố môi trường nước nuôi [8]. Luân trùng có sinh trưởng và phát triển tốt khi nuôi bằng tảo. Có nhiều loài tảo được sử dụng để nuôi luân trùng, tùy thuộc vào tính sẵn có ở địa phương để chọn lựa loài tảo thích hợp, các loài tảo được sử dụng phổ biến như *Nannochloropsis oculata*, *Tetracelmis tetrathele*, *Tetracelmis suecica*, *Chlorella* sp. [9]. Mặt hạn chế lớn nhất khi sử dụng tảo (tươi hoặc khô) làm thức ăn nuôi luân trùng là tốn diện tích nuôi cấy hoặc chi phí đắt đỏ nếu được mua từ nguồn tảo thương mại [10, 11]. Ngoài ra, người nuôi còn sử dụng men bánh mì làm thức ăn cho nuôi luân trùng bởi men bánh mì dễ cho ăn và giá thành thấp. Tuy nhiên, khi cho luân trùng được cho ăn bằng men bánh mì rất khó xử lý lượng thức ăn dư thừa, dẫn đến thành bể nuôi có độ nhớt cao, nước có mùi hôi và thức ăn đóng thành hạt lớn trôi nổi trong nước cản trở hoạt động sống và hô hấp của chúng [12]. Môi trường bể nuôi trở nên xấu đi khi cho ăn men bánh mì ảnh hưởng tới tỷ lệ sống, sự sinh trưởng và sinh sản của luân trùng, tệ hơn dịch bệnh có thể xuất hiện. Để giảm thiểu tác động đến chất lượng nước bể nuôi, người nuôi đã sử dụng men bánh mì thay thế từng phần tảo trong khẩu phần ăn của luân trùng. Huỳnh Thanh Tới và cs. [12] khẳng định, thay thế 25% tảo bằng men bánh mì có cải thiện tăng trưởng quần thể của *B. calyciflorus* và không làm ảnh hưởng tới chất lượng của môi trường nước bể nuôi luân trùng.

Bên cạnh sử dụng tảo và men bánh mì để nuôi sinh khối luân trùng. Hiện nay, trong các trại giống thủy sản ở Việt Nam còn sử dụng thức ăn công nghiệp để nuôi luân trùng như Selco S.parkle bởi tính sẵn có, đáp ứng nhu cầu dinh dưỡng, dễ bảo quản và sử dụng của chúng [13]. Tuy nhiên, chưa có nghiên cứu nào so sánh đầy đủ tính hiệu quả của các loại thức ăn này. Vì vậy, nghiên cứu này được thực hiện nhằm đánh giá ảnh hưởng của các loại thức ăn khác nhau đến sinh trưởng và tỷ lệ mang trứng của luân trùng *Brachionus rotundiformis*.

2 Vật liệu và phương pháp

2.1 Vật liệu

Luân trùng (*Brachionus rotundiformis*) được lấy từ nguồn giống gốc lưu giữ tại trung tâm Nghiên cứu Ứng dụng và Chuyển giao công nghệ Thủy sản, Khoa Thủy sản – Trường Đại học Nông lâm, Đại học Huế. Luân trùng sử dụng trong thí nghiệm là giống thuần *Brachionus rotundiformis* được nuôi trong ống falcon ở mật độ 10 cá thể/mL. Từ ống falcon, luân trùng được nuôi chuyển ra các bình có thể tích lớn hơn để đủ số lượng cung cấp cho thí nghiệm.

Thức ăn sử dụng trong thí nghiệm: Selco S.parkle là thức ăn công nghiệp (thức ăn chuyên dụng cho nuôi luân trùng của Công ty INVE Aquaculture, có các thành phần dinh dưỡng chính

được ghi trên bao bì như sau: protein thô 36% (tối thiểu), lipid thô 10,5%, và xơ thô 2,2%); men bánh mì (*Saccharomyces cerevisiae*) được mua tại cửa hàng sản xuất bánh mì trên địa bàn (có hàm lượng protein thô 40%, lipid thô 5%, và xơ thô 15%); tảo khô *Nannochloropsis oculata* (sản phẩm của Công ty Mariculture có hàm lượng protein thô 38,6%, lipid thô 14,5%, và xơ thô 9%).

2.2 Phương pháp bố trí thí nghiệm

Luân trùng được nuôi sinh khối trong chín bể nhựa (dung tích 20 L/bể). Thí nghiệm được thiết kế ngẫu nhiên hoàn toàn với ba nghiệm thức tương ứng với các loại thức ăn khác nhau. Trong đó: NT1 (luân trùng được cho ăn 100% tảo khô *Nannochloropsis oculata*), NT2 (luân trùng được cho ăn 50% men bánh mì kết hợp với 50% tảo khô *Nannochloropsis oculata*) và NT3 (luân trùng được cho ăn 100% Selco S.parkle). Mỗi nghiệm thức được lặp lại ba lần. Luân trùng được bố trí nuôi với mật độ ban đầu 55 cá thể/mL. Thí nghiệm được bố trí trong phòng có điều hoà nhiệt độ (27 °C–30 °C). Chế độ thay nước là 25% lượng nước trong bể/ngày [11]. Thí nghiệm kết thúc khi mật độ luân trùng bắt đầu có sự suy giảm.

2.3 Phương pháp chăm sóc, quản lý

Quản lý thức ăn được kết hợp cùng phương pháp của Nguyễn Thị Kim Liên và cs. [14] và Duy và cs. [3]. Cụ thể, luân trùng được cho ăn 4 lần/ngày vào lúc 8 giờ, 11 giờ, 14 giờ và 17 giờ (đối với nghiệm thức kết hợp giữa thức ăn tảo và men bánh mì, tảo được cho ăn vào lúc 8 giờ, 11 giờ; men bánh mì được cho ăn vào lúc 14 giờ và 17 giờ). Lượng thức ăn ở NT1: tảo khô *Nannochloropsis oculata* cho ăn 0,18 g/triệu luân trùng/ngày; NT2: cho ăn men bánh mì 0,2 g/triệu luân trùng/ngày + tảo khô *Nannochloropsis oculata* 0,09 g/triệu luân trùng/ngày; NT3: Selco S.parkle (NT3) cho ăn 0,4 g/triệu luân trùng/ngày. Men bánh mì, tảo khô và Selco S.parkle được pha với nước theo tỷ lệ 4 g/100 mL nước, xay trong máy xay sinh tố, bảo quản trong tủ lạnh ở nhiệt độ 4 °C, sử dụng trong ngày. Lượng thức ăn sẽ được điều chỉnh tùy thuộc vào trạng thái bắt mồi của luân trùng, màu nước, và được thay đổi sau mỗi ngày theo tổng sinh khối của luân trùng. Hệ thống nuôi thí nghiệm được bố trí máy thổi khí, sục khí nhẹ và liên tục theo dõi trong suốt quá trình thí nghiệm.

2.4 Các chỉ tiêu nghiên cứu

Các chỉ tiêu môi trường

Các chỉ tiêu môi trường được theo dõi gồm: nhiệt độ nước dùng nhiệt kế thủy ngân, pH dùng bút đo Hanna, Oxy dùng DO meter Hach, NH₃ dùng NH₃ test kit Sera, độ kiềm dùng test kit Sera, và độ mặn dùng khúc xạ kế Extech RF20. Các chỉ tiêu này được đo vào lúc tám giờ hàng ngày trong suốt quá trình thí nghiệm.

Các chỉ tiêu sinh học

Xác định các chỉ tiêu sinh trưởng quần thể, mật độ, tỷ lệ mang trứng của luân trùng theo phương pháp của Ortego Salas và cs. [15], Huỳnh Thanh Tới và cs. [12], Trần Công Bình và cs. [16], Phạm Thị Tuyết Ngân và Trần Sương Ngọc [2]. Mẫu luân trùng được thu hàng ngày vào lúc 7h bằng micropipet lấy ba mẫu tại ba điểm khác nhau của bể nuôi, với lượng 50 μL /bể, cố định và nhuộm màu bằng lugol. Sau đó, cho mẫu lên lamén và đếm trên kính hiển vi (không đếm những luân trùng không bắt màu lugol vì đó là những cá thể chết) để xác định mật độ và số lượng luân trùng mang trứng.

Mật độ luân trùng được tính theo công thức:

$$M (\text{cá thể/mL}) = \frac{A \times 1000}{V \times 3} \quad (1)$$

trong đó: M là mật độ luân trùng (cá thể/mL); A là tổng số cá thể luân trùng đếm được trong ba mẫu; V là thể tích của micropipette khi lấy mẫu.

Tỷ lệ cá thể mang trứng được tính theo công thức:

$$ER (\%) = \frac{N}{A} \times 100 \quad (2)$$

trong đó: ER là tỷ lệ mang trứng (%); N là tổng số cá thể mang trứng đếm được trong ba mẫu; A là tổng số cá thể đếm được trong ba mẫu.

Tốc độ sinh trưởng quần thể của luân trùng được tính theo công thức:

$$K = \frac{\ln N_t - \ln N_0}{t} \quad (3)$$

trong đó: K là tốc độ sinh trưởng quần thể; N_0 là mật độ luân trùng lúc thả; N_t là mật độ luân trùng sau t ngày nuôi; t là thời gian nuôi.

2.5 Phương pháp xử lý số liệu

Các giá trị trung bình và độ lệch chuẩn được xử lý trên Microsoft Excel 2016. So sánh thống kê các giá trị trung bình giữa các nghiệm thức sử dụng phương pháp phân tích phương sai (ANOVA) một nhân tố, xác định sai khác giữa các nghiệm thức bằng phép thử Tukey với khoảng tin cậy 95%, trên phần mềm SPSS Version 22.2.

3 Kết quả và thảo luận

3.1 Sự biến động của một số yếu tố môi trường trong nuôi luân trùng

Các yếu tố môi trường nước nuôi như nhiệt độ, pH, oxy hoà tan, độ mặn, độ kiềm và NH_3 ảnh hưởng trực tiếp đến sinh trưởng và tỷ lệ mang trứng của luân trùng [8]. Nhiệt độ nước trong quá trình thí nghiệm dao động trong khoảng 27–32 °C, giá trị trung bình 28 °C (chi tiết tại Bảng

1). Nhiệt độ ảnh hưởng đến khả năng tiêu thụ thức ăn của luân trùng. Ở nhiệt độ cao, luân trùng sẽ tiêu thụ rất nhanh nguồn carbohydrate và chất béo dự trữ. Khoảng nhiệt độ thích hợp cho nuôi luân trùng từ 20–35 °C [17]. pH trong thí nghiệm này dao động trong khoảng 7,3–8,4. Theo Hoff và cs. [18], luân trùng có thể sống ở ngưỡng pH từ 5–10, luân trùng sinh trưởng tốt trong ngưỡng pH tối ưu từ 7,5–8,5. Hàm lượng oxy hòa tan bể nuôi luân trùng dao động 2,9–3,5 mg/L. Luân trùng có thể tồn tại trong môi trường nước ở ngưỡng oxy hoà tan dưới 2 mg/L [19].

Các bể thí nghiệm có độ mặn dao động từ 30–31‰, trong suốt quá trình thí nghiệm độ mặn rất ít biến động do các bể được cấp từ nguồn nước mặn trong bể dự trữ. Theo Lubzens [8], luân trùng (*Brachionus rotundiformis*) có thể tồn tại ở độ mặn từ 10–60‰. Độ kiềm trong các thí nghiệm thức dao động từ 85–110 mgCaCO₃/L. Độ kiềm trong các bể nuôi luân trùng tương đối ổn định và có xu hướng giảm dần theo thời nuôi. Hàm lượng NH₃ cao nhất trong quá trình thí nghiệm là 0,57 mg/L. Theo Han và cs. [20], khả năng chịu đựng NH₃ của *Brachionus rotundiformis* lên tới hàm lượng ≥ 8,5 mg/L. Hoff và cs. [18] đề xuất hàm lượng NH₃ trong bể nuôi luân trùng không nên vượt quá 1,0 mg/L.

Nhìn chung, các yếu tố môi trường nước trong quá trình nuôi thí nghiệm có biến động không lớn và luôn nằm trong ngưỡng phù hợp cho sự sinh trưởng và phát triển của luân trùng. Các loại thức ăn khác nhau không ảnh hưởng tiêu cực tới chất lượng nước bể nuôi.

Bảng 1. Sự biến động của một số yếu tố môi trường trong các thí nghiệm thức thí nghiệm

Yếu tố môi trường	Thí nghiệm thức		
	NT1	NT2	NT3
Nhiệt độ (°C)	27,0 – 32,0	27,0 – 32,0	27,0 – 32,0
	28,0 ± 0,05 ^a	28,0 ± 0,05 ^a	28,0 ± 0,05 ^a
pH	7,4 – 8,3	7,3 – 8,2	7,3 – 8,4
	7,9 ± 0,08 ^a	7,8 ± 0,03 ^a	7,9 ± 0,01 ^a
Oxy hoà tan (mg/L)	3,1 – 3,5	3,0 – 3,5	2,9 – 3,5
	3,3 ± 0,03 ^a	3,2 ± 0,02 ^a	3,3 ± 0,04 ^a
Độ mặn (‰)	30,0 – 31,0	30,0 – 31,0	30,0 – 31,0
	30,7 ± 0,02 ^a	30,5 ± 0,05 ^a	30,4 ± 0,04 ^a
Độ kiềm (mgCaCO ₃ /L)	90,0 – 110	90,0 – 110	85,0 – 110
	100,8 ± 1,44 ^a	100 ± 1,65 ^a	99,8 ± 1,76 ^a
NH ₃ (mg/L)	0,25 – 0,56	0,25 – 0,57	0,25 – 0,52
	0,40 ± 0,03 ^a	0,39 ± 0,04 ^a	0,37 ± 0,01 ^a

Ghi chú: Hàng trên là giá trị thấp nhất và cao nhất; hàng dưới là giá trị trung bình ± độ lệch chuẩn. Các giá trị trên cùng hàng có chữ cái khác nhau thì sai khác có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$).

NT1 (100% tảo *Nannochloropsis oculata*); NT2 (50% men bánh mì + 50% *Nannochloropsis oculata*); và NT3 (100% Selco S.parkle).

3.2 Ảnh hưởng của thức ăn đến sinh trưởng của luân trùng *Brachionus rotundiformis*

Ảnh hưởng của thức ăn đến mật độ luân trùng *Brachionus rotundiformis*

Mật độ luân trùng ở các nghiệm thức giảm ở ngày nuôi thứ hai do trước khi đưa vào nuôi thí nghiệm luân trùng được rửa kỹ, lọc qua lưới 300 µm để loại bỏ chất bẩn nên một số cá thể bị tổn thương chưa phục hồi kịp hoặc chết. Mặt khác, thời điểm này trùng với pha thích ứng của quá trình sinh trưởng và phát triển của luân trùng. Vì vậy, mật độ quần thể luân trùng không tăng mà còn sút giảm (chi tiết tại Bảng 2). Vào ngày thứ ba mật độ luân trùng bắt đầu tăng nhẹ ở tất cả các nghiệm thức, tăng nhanh vào ngày thứ tư đến ngày thứ tám, và có dấu hiệu giảm vào ngày thứ chín. Kết quả này hoàn toàn phù hợp với quá trình sinh trưởng và phát triển của phiêu sinh vật nói chung và luân trùng nói riêng. Planas và Estévez [21] nghiên cứu sự phát triển mật độ quần thể luân trùng, kết luận quần thể luân trùng sinh trưởng và phát triển qua ba pha: pha thích ứng bắt đầu từ ngày thứ nhất và kết thúc ở ngày thứ ba, pha logarit từ ngày 3–8, và pha suy thoái diễn ra từ ngày thứ chín. Tuy nhiên, Huỳnh Thanh Tới và cs. [12] nuôi sinh khối luân trùng *B. calyciflorus* ghi nhận luân trùng phát triển cực đại từ ngày thứ 3–5, sau đó bắt đầu suy thoái từ ngày thứ bảy.

Từ ngày nuôi thứ ba trở đi, mật độ quần thể luân trùng ở các nghiệm thức bắt đầu có sự khác nhau. Trong đó, xu hướng mật độ luân trùng cao luôn xuất hiện (từ ngày thứ 3 đến ngày thứ 10) ở các bể luân trùng được cho ăn bằng thức ăn Selco S.parkle (NT3) và có sự khác biệt so với các bể luân trùng được cho ăn tảo *Nannochloropsis oculata* (NT1) hay cho ăn 50%

Bảng 2. Ảnh hưởng của thức ăn đến mật độ quần thể luân trùng trong các nghiệm thức

Ngày nuôi	Nghiệm thức (cá thể/mL)		
	NT1	NT2	NT3
1	55 ± 0	55 ± 0	55 ± 0
2	47 ± 2 ^a	49 ± 3 ^a	50 ± 5 ^a
3	60 ± 4 ^a	59 ± 2 ^a	66 ± 3 ^b
4	82 ± 3 ^a	80 ± 4 ^a	97 ± 2 ^b
5	120 ± 5 ^a	119 ± 6 ^a	143 ± 4 ^b
6	163 ± 4 ^a	159 ± 6 ^a	242 ± 5 ^b
7	177 ± 5 ^a	168 ± 4 ^a	264 ± 6 ^b
8	184 ± 6 ^a	177 ± 7 ^a	276 ± 7 ^b
9	185 ± 9 ^a	169 ± 9 ^a	234 ± 5 ^b
10	179 ± 9 ^a	163 ± 8 ^a	195 ± 4 ^b

Ghi chú: Giá trị trên thể hiện là số trung bình ± sai số chuẩn. Các giá trị trên cùng một hàng có chữ cái khác nhau thì sai khác có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$).

NT1 (100% tảo *Nannochloropsis oculata*); NT2 (50% men bánh mì + 50% *Nannochloropsis oculata*); và NT3 (100% Selco S.parkle).

Nannochloropsis oculata + 50% men bánh mì (NT2) ($p < 0,05$). Tuy nhiên, không có sự khác biệt về mật độ luân trùng giữa NT1 và NT2 ($p > 0,05$). Quần thể luân trùng đạt tới mật độ cao nhất đối với NT3 (276 cá thể/mL), NT2 (177 cá thể/mL) ở ngày nuôi thứ tám. Có sự khác biệt về mật độ luân trùng giữa NT3 so với NT2 và NT1 (184 cá thể/mL) ($p < 0,05$). Trong khi, mật độ luân trùng ở các bể nuôi bằng tảo *Nannochloropsis oculata* (NT1) đạt mật độ cực đại chậm hơn (ở ngày thứ chín).

Kết quả thí nghiệm này tương đồng với nghiên cứu của Tamaru và cs. [22], khi sử dụng hai khẩu phần ăn là tảo *Nannochloropsis oculata* và 50% men bánh mì + 50% tảo *Nannochloropsis oculata* cho kết quả mật độ luân trùng ở các nghiệm thức không có sự khác biệt nhau ($p > 0,05$). Huỳnh Thanh Tới và cs. [12] nghiên cứu thay thế 50% tảo bằng 50% men bánh cho mật độ quần thể luân trùng *B. calyciflorus* không có sự khác biệt so với nghiệm thức sử dụng 100% tảo *Chlorella* sp. ($p > 0,05$). Trong nghiên cứu này, sử dụng Selco S.parkle làm thức ăn nuôi luân trùng cho sinh trưởng về mật độ cao nhất. Tương đồng với nghiên cứu của Kamil [23], sử dụng sản phẩm thức ăn công nghiệp nuôi luân trùng *Brachionus plicatilis* kết luận tảo khô *Nannochloropsis oculata* tối ưu trong việc lưu giữ và sản xuất luân trùng sinh khối dài ngày, tuy nhiên, cần sử dụng thêm sản phẩm công nghiệp nhằm thúc đẩy tốc độ sinh trưởng, sinh khối và bổ sung thành phần dinh dưỡng thiết yếu cho luân trùng.

Ảnh hưởng của thức ăn đến tốc độ sinh trưởng quần thể của luân trùng *Brachionus rotundiformis*

Tốc độ sinh trưởng quần thể của luân trùng ở cả ba nghiệm thức đạt giá trị âm ở ngày nuôi thứ hai do ở giai đoạn này luân trùng đang thích ứng dần với điều kiện môi trường sống. Tuy nhiên, từ ngày thứ 3–6 tốc độ sinh trưởng quần thể bắt đầu tăng nhanh ở tất cả các nghiệm thức. Đồng thời, sự sai khác về tốc độ sinh trưởng quần thể của luân trùng giữa các nghiệm thức cũng bắt đầu diễn ra từ ngày thứ ba cho đến ngày thứ bảy. Trong đó, tốc độ tăng trưởng quần thể luân trùng tăng cao nhất ở NT3 (từ ngày thứ 3–7) và có sự sai khác so với hai nghiệm thức còn lại ($p < 0,05$). Tuy nhiên, không có sự sai khác giữa NT1 và NT2 ($p > 0,05$).

Tốc độ sinh trưởng quần thể luân trùng trong nghiên cứu này dao động từ -0,08% đến 0,25% và đạt giá trị cực đại vào ngày thứ sáu ở cả ba nghiệm thức. Giá trị sinh trưởng quần thể cực đại cao nhất ở NT3 (0,25%) và có sự sai khác so với NT1 (0,18%) và NT1 (0,18%) ($p < 0,05$) (Bảng 3). Điều này có thể do thức ăn Selco S.parkle có thành phần dinh dưỡng phù hợp với nhu cầu và khả năng tiêu hoá và hấp thu của luân trùng nên chúng sinh trưởng và phát triển nhanh. Từ ngày thứ bảy trở đi tốc độ sinh trưởng quần thể của luân trùng bắt đầu suy giảm ở tất cả các nghiệm thức. Suy giảm tốc độ sinh trưởng quần thể của luân trùng có thể do chúng bắt đầu chuyển sang pha suy thoái của quá trình sinh trưởng và phát triển. Mặt khác, việc nuôi luân trùng với mật độ cao dẫn tới lượng thức ăn dư thừa, chất thải, chất bài tiết được tích tụ trong bể làm chất lượng nước nuôi ngày một xấu đi đã ảnh hưởng tiêu cực đến tốc độ sinh trưởng quần thể luân trùng ở giai đoạn cuối.

Kết quả thí nghiệm này, thấp hơn so với nghiên cứu của Ortega Salas và cs. [15] nuôi sinh khối

Bảng 3. Ảnh hưởng của thức ăn đến tốc độ sinh trưởng quần thể của luân trùng

Ngày nuôi	Nghiệm thức (%)		
	NT1	NT2	NT3
2	-0,08 ± 0,03 ^a	-0,06 ± 0,01 ^a	-0,05 ± 0,01 ^a
3	0,03 ± 0,01 ^a	0,02 ± 0,01 ^a	0,06 ± 0,02 ^b
4	0,10 ± 0,02 ^a	0,09 ± 0,03 ^a	0,14 ± 0,04 ^b
5	0,16 ± 0,07 ^a	0,15 ± 0,03 ^a	0,19 ± 0,01 ^b
6	0,18 ± 0,01 ^a	0,18 ± 0,02 ^a	0,25 ± 0,03 ^b
7	0,17 ± 0,02 ^a	0,16 ± 0,03 ^a	0,22 ± 0,02 ^b
8	0,15 ± 0,04 ^a	0,15 ± 0,03 ^a	0,20 ± 0,04 ^a
9	0,13 ± 0,03 ^a	0,12 ± 0,01 ^a	0,16 ± 0,04 ^a
10	0,12 ± 0,02 ^a	0,11 ± 0,04 ^a	0,13 ± 0,03 ^a

Chú thích: Giá trị trên thể hiện là số trung bình ± sai số chuẩn. Các giá trị trên cùng một hàng có chữ cái khác nhau thì sai khác có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$).

NT1 (100% tảo *Nannochloropsis oculata*); NT2 (50% men bánh mì + 50% *Nannochloropsis oculata*); và NT3 (100% Selco S.parkle).

luân trùng *Brachionus plicatilis* cho tốc độ sinh trưởng quần thể dao động từ 0,87%–0,91%. Tương đương với nghiên cứu của Huỳnh Thanh Tới và cs. [12], nuôi sinh khối luân trùng *B. Calyciflorus* có tốc độ sinh trưởng quần thể dao động từ -0,03% đến 0,39%.

3.3 Ảnh hưởng của thức ăn đến tỷ lệ mang trứng của luân trùng *Brachionus rotundiformis*

Trong thí nghiệm này, tỷ lệ luân trùng mang trứng ở cả ba nghiệm thức tăng từ ngày nuôi thứ hai đến ngày thứ bảy, sau đó bắt đầu có xu hướng giảm dần từ ngày thứ 8–10 (chi tiết tại Bảng 4). Tỷ lệ luân trùng mang trứng dao động ở NT1 từ 25,55–29,97%; NT2 từ 24,42–30,17%; và NT3 từ 25,43–32,93%. Tương tự, xu hướng sinh trưởng của luân trùng, tỷ lệ mang trứng của luân trùng ở NT3 luôn có giá trị lớn nhất và xuất hiện sự sai khác có ý nghĩa so với hai nghiệm thức còn lại ($p < 0,05$) từ ngày nuôi thứ ba đến ngày thứ bảy. Tỷ lệ luân trùng *Brachionus rotundiformis* mang trứng ở nghiên cứu này, cao hơn so với nghiên cứu của Huỳnh Thanh Tới và cs. [11] nuôi sinh khối luân trùng *B. calyciflorus* (11–33%). Tuy nhiên, thấp hơn so với nghiên cứu của Planas và Estévez [21] trên đối tượng luân trùng *Brachionus plicatilis* có tỷ lệ mang trứng 30–45%.

Cả ba nghiệm thức đều đạt giá trị cực đại về tỷ lệ luân trùng mang trứng vào ngày nuôi thứ bảy. Trong đó, tỷ lệ luân trùng mang trứng cao nhất được tìm thấy ở NT3 (32,93%) và sai khác có ý nghĩa so với NT1 (29,97%) và NT2 (30,17%) ($p < 0,05$). Tuy nhiên, không có sự sai khác giữa NT1 và NT2 ($p > 0,05$). Kết quả này tương đồng với nghiên cứu của Hirayama và cs. [24] luân trùng được cho ăn men bánh mì và tảo *Nannochloropsis* sp. (tỷ lệ 1:1) có tỷ lệ mang trứng và sức sinh sản tương đương với luân trùng chỉ cho ăn đơn thuần loại tảo này.

Bảng 4. Ảnh hưởng của thức ăn đến tỷ lệ luân trùng mang trứng ở các nghiệm thức

Ngày nuôi	Nghiệm thức (%)		
	NT1	NT2	NT3
2	25,73 ± 0,57 ^a	25,06 ± 0,53 ^a	25,53 ± 0,49 ^a
3	26,03 ± 0,21 ^a	25,87 ± 0,67 ^a	28,43 ± 0,49 ^b
4	28,47 ± 0,47 ^a	28,50 ± 0,49 ^a	30,70 ± 0,78 ^b
5	28,93 ± 0,49 ^{ab}	29,70 ± 0,65 ^a	32,00 ± 0,62 ^b
6	29,00 ± 0,56 ^a	30,03 ± 0,45 ^{ab}	32,70 ± 1,08 ^b
7	29,97 ± 0,43 ^a	30,17 ± 0,46 ^a	32,93 ± 0,41 ^b
8	28,40 ± 1,14 ^a	28,23 ± 1,00 ^a	31,30 ± 1,02 ^b
9	28,47 ± 1,04 ^a	26,53 ± 1,15 ^a	28,43 ± 1,11 ^a
10	25,55 ± 1,06 ^a	24,42 ± 1,13 ^a	25,43 ± 1,08 ^a

Chú thích: Giá trị trên thể hiện là số trung bình ± sai số chuẩn. Các giá trị trên cùng một hàng có chữ cái khác nhau thì sai khác có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$).

NT1 (100% tảo *Nannochloropsis oculata*); NT2 (50% men bánh mì + 50% *Nannochloropsis oculata*); và NT3 (100% Selco S.parkle).

4 Kết luận và kiến nghị

4.1 Kết luận

Thức ăn Selco S.parkle cho mật độ quần thể của luân trùng cao ở các bể nuôi thí nghiệm. Đồng thời, cho tỷ lệ luân trùng mang trứng cao, khả năng tái phục hồi quần thể nhanh hơn (từ một đến hai ngày) so với việc chỉ sử dụng tảo *Nannochloropsis aculata* hay tảo *Nannochloropsis aculata* kết hợp với men bánh mì. Vì vậy, nên sử dụng thức ăn Selco S.parkle để nuôi sinh khối luân trùng để nâng cao tốc độ sinh trưởng và sinh khối của luân trùng.

4.2 Kiến nghị

Cần có nghiên cứu về hàm lượng và tần suất cho luân trùng ăn thức ăn Selco S.parkle, nhằm tối ưu hóa việc sử dụng thức ăn trong quá trình nuôi sinh khối, hạn chế được tình trạng ô nhiễm môi trường nước, giảm chi phí sản xuất luân trùng.

Lời cảm ơn

Nhóm tác giả chân thành cảm ơn sự hỗ trợ về cơ sở vật chất và tinh thần để chúng tôi hoàn thành nghiên cứu này từ các đồng nghiệp thuộc trung tâm Nghiên Cứu Ứng Dụng Và Chuyển Giao Công Nghệ Thủy sản, Khoa Thủy sản – Trường Đại học Nông Lâm, Đại học Huế.

Tài liệu tham khảo

1. Lubzens, E., Tandler, A., & Minkoff, G. (1989), Rotifers as food in aquaculture, *Hydrobiologia*, 1(186), 387–400.
2. Phạm Thị Tuyết Ngân và Trần Thương Ngọc (2013), Ảnh hưởng của vi khuẩn *Bacillus* chọn lọc lên luân trùng nước lợ *Brachionus plicatilis*, *Tạp chí khoa học Trường Đại học Cần Thơ*, 27, 145–153.
3. Duy, V. B. Le, Phuoc, N. N., Kristof, D., Dung, V. N., Peter, D. S., Atsushi, H., Peter, B. (2017), Growth performance of the very small rotifer *Proales similis* is more dependent on proliferating bacterial community than the bigger rotifer *Brachionus rotundiformis*, *Aquaculture*, 476, 185–193.
4. Conceição, L. E., Yúfera, M., Makridis, P., Morais, S., Dinis, M. T. (2010), Live feeds for early stages of fish rearing, *Aquac Research*, 41, 613–640.
5. Hawkyard, M., Stuart, K., Langdon, C., Drawbridge, M. (2016), The enrichment of rotifer (*Brachionus plicatilis*) and *Artemia franciscana* with taurine liposomes and their subsequent effects on the larval development of California yellowtail (*Seriola lalandi*), *Aquaculture Nutrition*, 22, 911–922.
6. Watanabe, T., Kitajima, C., & Fujita, S. (1983), Nutritional values of live organisms used in Japan for mass propagation of fish, *Aquaculture*, 34, 115–143.
7. Jamali, H., Imani, A., Abdollahi, D., Roozbehfar, R., and Isari, A. (2015), Use of Probiotic *Bacillus* spp. in rotifer (*Brachionus plicatilis*) and *Artemia* (*Artemia urmiana*) Enrichment: Effects on Growth and Survival of Pacific White Shrimp, *Litopenaeus vannamei*, Larvae, *Probiotics and Antimicrobial Proteins*, 7, 118–125.
8. Lubzens, E. (1987), Raising rotifers for use in aquaculture, *Hydrobiologia*, 147, 245–255.
9. Hirata, H., Murata, O., Yamada, S., Ishitami, H., Wachi, M. (1998), Probiotic culture of the rotifer *Brachionus plicatilis*, *Hydrobiologia*, 387/388, 495–498.
10. Trần Thương Ngọc (2017), Giáo trình kỹ thuật nuôi thức ăn tự nhiên, *Trường Đại Học Cần Thơ*.
11. Trần Thương Ngọc, Nguyễn Thành Đức, Nguyễn Tấn Khương, và Vũ Ngọc Út (2010), Ảnh hưởng của tảo *Chlorella* và men bánh mì lên sự phát triển của quần thể luân trùng nước ngọt (*Brachionus angularis*) nuôi trên bể, *Tạp chí khoa học Trường Đại học Cần Thơ*, 4b, 66–75.
12. Huỳnh Thanh Tới, Huỳnh Thị Ngọc Hiền, Vũ Hùng Hải, Âu Văn Hóa, Trần Trung Giang và Nguyễn Thị Hồng Vân (2021), Ảnh hưởng thay thế tảo *Chlorella* sp. bằng men bánh mì *Saccharomyces cerevisiae* lên tăng trưởng quần thể luân trùng *Brachionus calyciflorus*, *Tạp chí Trường Đại học Cần Thơ*, 57(2B), 142–150.
13. Sorgeloos, P. and Lavens, P. (1996), Manual on the production and use of live food for aquaculture. *Fisheries Technical Paper, Food and agriculture organization of the United Nation, Rome*, 361, 9–100.

14. Nguyễn Thị Kim Liên, Trần Tấn Huy và Nguyễn Thanh Phương (2008), Nuôi luân trùng siêu nhỏ (*Brachionus rotundiformis*) bằng tảo chlorella và men bánh mì, *Tạp chí khoa học trường Đại học Cần Thơ*, (1), 67–74.
15. Ortega Salas, A. A., Reyes, I. C. and Bustamante, H. R. (2013), Population growth and Cyst production of the rotifer *Brachionus plicatilis* fed with 3 different diets, *Cuad. De invest*, 5, 195–199.
16. Trần Công Bình, Dương Thị Hoàng Oanh, Quách Thế Vinh, Trần Thị Kiều Trang và Trương Trọng Nghĩa (2006), Nuôi luân trùng (*Brachionus plicatilis*) thâm canh trong hệ thống tuần hoàn kết hợp với bể nước xanh, *Tạp chí khoa học Trường Đại học Cần Thơ*, 2006, 102–112.
17. Fulks, W. and Main, K. (1991), The design and operation of commercial-scale live feeds production system. In: Fulks, W., Main, K. (eds), rotifer and microalgae culture system, *In Proceeding of a US-Asia workshop, The Oceanic institute, HI*, 25–52.
18. Hoff, H. and Snell, T. W. (1987), Plankton culture manual, *The first edition, Florida aqua farm. Florida, USA*.
19. Fukusho, K. (1989), Biology and mass culture production of the rotifer *Brachionus plicatilis*, *Int. J. aquat. Fish. Technol*, 1, 232–240.
20. Han, C., Kim, H., Sakakura, Y., and Hagiwara, A. (2022), Species – specific ammonia tolerance in the marine rotifers *Brachionus plicatilis* and *Brachionus rotundiformis*: Reproductive characteristics and its mechanisms, *Aquaculture*, 550(115), 117.
21. Planas, M., & Estévez, A. (1989), Effects of diet on population development of the rotifer *Brachionus plicatilis* in culture, *Helgoländer Meeresuntersuchungen*, 43, 171–181.
22. Tamaru, C. S., Murashige, R., Lee, C. S., Ako, H., Sato, V. (1993), Rotifers fed various diets of baker's yeast and/or *Nannochloropsis oculata* and their effect on the growth and survival of striped mullet (*Mugil cephalus*) and milkfish (*Chanos chanos*) larvae, *Aquaculture*, 110, 361–372.
23. Kamil Mert Eryalçın (2019), Nutritional value and production performance of the rotifer *Brachionus plicatilis* Müller, 1786 cultured with different feeds at commercial scale, *Aquaculture International*, 27, 1–4.
24. Hirayama, K., Fish, K. (1973), Fundamental studies on physiology of rotifer for its mass culture IV, Nutritional effect of yeast on population growth of rotifer, *Vliz.be*, 11, 1129–1133.