



DOI:10.22144/ctu.2026.166

ẢNH HƯỞNG CỦA PHẦN TRẮM THU HOẠCH LÊN DUY TRÌ QUẦN THỂ VÀ NĂNG SUẤT LUÂN TRÙNG (*Brachionus plicatilis*)

Dương Thiện Thanh, Đặng Uyên Phương và Huỳnh Thanh Tới*

Trường Thủy sản, Đại học Cần Thơ, Việt Nam

*Tác giả liên hệ (Corresponding author): httoi@ctu.edu.vn

Thông tin chung (Article Information)

Nhận bài (Received): 16/12/2025

Sửa bài (Revised): 29/03/2026

Duyệt đăng (Accepted): 16/07/2026

Title: Effect of harvesting percentage on population recovery and production of the rotifer *Brachionus plicatilis*

Author(s): Duong Thien Thanh, Dang Uyen Phuong and Huynh Thanh Toi*

Affiliation(s): College of Aquaculture and Fisheries, Can Tho University, Viet Nam

TÓM TẮT

Luân trùng *Brachionus plicatilis* là nguồn thức ăn quan trọng trong sản xuất giống thủy sản. Nghiên cứu này được thực hiện nhằm xác định phần trăm thu hoạch tối ưu trong nuôi sinh khối luân trùng *Brachionus plicatilis* để đạt sản lượng và khả năng phục hồi quần thể cao nhất cho mẻ nuôi. Luân trùng được cho ăn bằng men bánh mì kết hợp với thức ăn Selco S. Parkle (INVE, Bỉ) và bổ sung probiotic mỗi ngày. Thí nghiệm gồm 4 nghiệm thức: không thu hoạch (NT1-ĐC), thu hoạch 10% (NT2-10), thu hoạch 20% (NT3-20) và thu hoạch 30% (NT4-30), mỗi nghiệm thức được lặp lại 3 lần. Kết quả cho thấy sự tăng trưởng về mật độ luân trùng, khả năng phục hồi quần thể luân trùng bị ảnh hưởng bởi phần trăm thu hoạch luân trùng. Mật độ và tốc độ tăng trưởng quần thể tốt nhất được ghi nhận ở nghiệm thức thu hoạch 10% (NT2-10) với mật độ đạt cực đại là $893,3 \pm 126,6$ cá thể/mL, cao gấp 3 lần so với nghiệm thức không thu hoạch. Kết quả khẳng định việc áp dụng tỷ lệ thu hoạch hằng ngày là cần thiết để tối ưu hóa sản lượng luân trùng *Brachionus plicatilis*.

Từ khóa: *Brachionus plicatilis*, luân trùng, men bánh mì, phần trăm thu hoạch, sản lượng

ABSTRACT

The rotifer *Brachionus plicatilis* is an important live food in aquaculture seed production. This study was carried out to determine the optimal harvest percentage in biomass culture of the rotifer *Brachionus plicatilis* in order to achieve the highest production and population recovery capacity. The rotifers were fed baker's yeast combined with the rotifer feed Selco S. Parkle (INVE, Belgium), and a commercial probiotic was added daily. The experiment consisted of four treatments: no harvest (NT1-ĐC), 10% harvest (NT2-10), 20% harvest (NT3-20), and 30% harvest (NT4-30), each with three replicates. The results showed that rotifer density growth and population recovery were strongly affected by the harvest percentage. The highest density and population growth rate were recorded in the 10% harvest treatment, with a peak density of 893.3 ± 126.6 individuals/mL, which was three times higher than that of the no-harvest treatment. These results confirm that applying a daily harvest rate is necessary to optimize the production of *Brachionus plicatilis*.

Keywords: *Brachionus plicatilis*, baker's yeast, harvesting percentage, production, rotifer

1. GIỚI THIỆU

Luân trùng *Brachionus plicatilis* đang được nuôi và sử dụng trong sản xuất giống của hơn 60 loài cá biển và 18 loài giáp xác (Nagata, 1989), vì chúng có kích thước nhỏ, bơi lội chậm chạp, sống lơ lửng và đặc biệt đây là loài ăn lọc không chọn lựa nên có thể được giàu hóa bằng các chất dinh dưỡng hay kháng sinh để đưa vào cơ thể ấu trùng các loài thủy sản (Lubzens et al., 1989). Mật độ quần thể luân trùng dao động mạnh trong các ao hồ tự nhiên (Eckert & Walz, 1998), nhưng trong phòng thí nghiệm chúng có đường cong tăng trưởng hình chữ S (Yoshinaga et al., 2001). Bên cạnh đó, việc sinh sản vô tính của chúng tạo ra một quần thể giống nhau về mặt di truyền. Luân trùng có vòng đời ngắn trung bình từ 3,4 đến 4,4 ngày khi ở nhiệt độ của môi trường sống là 25°C (Dhert, 1996).

Trên thực tế, luân trùng là một loại thức ăn tươi sống được ưa chuộng vì kích cỡ của chúng phù hợp với cỡ miệng của con non cho hầu hết các loài cá biển, có thể nuôi ở mật độ cao, khả năng chịu đựng với nhiệt độ và độ mặn rộng (Lubzens et al., 1989; Dhert, 1996). Theo Dhert et al. (2001) thì luân trùng được nuôi với nhiều quy mô khác nhau, tùy thuộc vào điều kiện và nhu cầu sử dụng, nên có thể nuôi mẻ, nuôi bán liên tục và nuôi thâm canh. Trong quá trình nuôi luân trùng *Brachionus plicatilis* (*B. plicatilis*), ngoài các yếu tố ảnh hưởng đến tăng trưởng quần thể như môi trường hay thức ăn thì mật độ quần thể cũng là một yếu tố quan trọng ảnh hưởng đến tăng trưởng và năng suất đạt được. Theo Sarma and Nadini (2019) thì tốc độ tăng trưởng quần thể luân trùng phụ thuộc lớn vào mật độ quần thể; do vậy, việc kiểm soát quần thể ở mật độ thích hợp giúp quần thể luân trùng tăng trưởng tốt trong quá trình nuôi (Navarro & Yufera, 1998; Hindioğlu & Serdar, 2001). Trong nuôi mẻ luân trùng thì môi trường nuôi không được thường xuyên thay mới, nên khi mật độ luân trùng gia tăng hay sau khi nuôi một thời gian, các sản phẩm thải và thức ăn dư thừa (đặc biệt là men bánh mì và thức ăn nhân tạo) đã tạo nên nhiều chất cặn lơ lửng trong nước và làm chất lượng nước suy giảm nhanh kết quả mẻ nuôi suy tàn (Toi et al., 2021; Kagali et al., 2023). Nhiều thập niên gần đây, việc sử dụng probiotic nhằm giúp cải thiện tăng trưởng đối tượng nuôi thủy sản đã được nghiên cứu. Theo Tinh et al. (2006) thì probiotic không chỉ là nguồn dinh dưỡng cho luân trùng mà còn có chức năng cải thiện tăng trưởng của luân trùng. Loka et al. (2016) cho rằng *Bacillus* spp. và vi khuẩn nitrat hóa có chức năng cải thiện môi trường nước nuôi và cải thiện tăng trưởng luân trùng

Brachionus plicatilis, tăng trưởng quần thể luân trùng có cải thiện khi nuôi tăng sinh với thể tích lớn trong điều kiện bên ngoài phòng thí nghiệm. Hơn nữa, trong nuôi mẻ thì việc thu hoạch không hợp lý có thể làm giảm mật độ quần thể nhanh chóng gây ảnh hưởng đến khả năng sinh sản và phục hồi quần thể. Mặc dù có nhiều nghiên cứu về các yếu tố ảnh hưởng đến sinh trưởng và sinh sản quần thể nhưng việc nghiên cứu về phần trăm mật độ quần thể được thu hoạch vẫn còn khá hạn chế. Việc duy trì mật độ quần thể luân trùng ở mức tối ưu có thể giúp quần thể tăng trưởng và đạt năng suất tốt nhất, tối ưu hóa quy trình nuôi và nâng cao hiệu quả sản xuất. Vì vậy, nghiên cứu này được thực hiện.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Thời gian thực hiện và địa điểm nghiên cứu

Thời gian thực hiện: Từ tháng 9/2025 đến tháng 12/2025 tại Phòng thí nghiệm Thức ăn tự nhiên thuộc Khoa Sinh học và Môi trường Thủy sản, Trường Thủy sản, Đại học Cần Thơ.

2.2. Vật liệu nghiên cứu

Dụng cụ và thiết bị sử dụng: bể composite 50L nuôi luân trùng, lưới lọc (50 µm), kính lúp nổi (Olympus SZ61) quan sát mẫu, máy đo pH, máy sục khí cung cấp oxy cho luân trùng, pipet, cân điện tử sử dụng cân thức ăn, đĩa Petri có kẻ vạch mm chứa mẫu xác định mật độ luân trùng và các dụng cụ khác.

2.3. Nguồn nước

Nguồn nước ngọt là nước mááy thành phố và nước ót (100 ‰) từ vùng biển Bạc Liêu và được khử trùng bằng chlorine (50 mg/L), sục khí liên tục trong 07 ngày. Nước được sử dụng cho nuôi luân trùng có độ mặn là 30 ‰ được pha từ 2 nguồn nước trên. Sau đó, hàm lượng clo tồn dư được kiểm tra bằng chất chỉ thị kali iodide (KI). Nước không chứa clo tồn dư được sử dụng cho nuôi luân trùng.

2.4. Nguồn luân trùng

Luân trùng *B. plicatilis* được cung cấp từ Phòng thí nghiệm Thức ăn tự nhiên, Khoa Sinh học và Môi trường Thủy sản, Trường Thủy sản, Đại học Cần Thơ.

2.5. Thức ăn

Men bánh mì (*Saccharomyces cerevisiae*) hiệu 07 màu (Trung Quốc). Thức ăn luân trùng Selco S. Parkle (INVE, Bỉ)

Bảng 1. Thành phần dinh dưỡng trong thức ăn luân trùng Selco S. Parkle (INVE, Bì)

Thành phần	Lượng
Âm độ	5%
Protein thô	39%
Tro thô	5%
Lipids thô	12%
Xơ thô	1%
Phosphorus	1%
Vitamin A	500.000 IU/kg
Vitamin D3	50.000 IU/kg
Vitamin E	3.600 mg/kg
Vitamin C	4.000 mg/kg
Antioxidants	Ethoxyquin, BHA, propylgallate
Σω3HUFA	17 mg/g dwt
DHA/EPA	3

2.6. Probiotic

Probiotic thương mại “Vimedim-Subtyl” của công ty Vemedim (Cần Thơ) được sử dụng. Trong 1 kg Vimedim-Subtyl có chứa: *Bacillus subtilis* 10⁹ CFU và chất mang (lactose) bổ sung vừa đủ 1 kg.

2.7. Bố trí thí nghiệm

Luân trùng *B. plicatilis* được nuôi trong bể composite 50 L chứa 40 L nước ở độ mặn 30 ‰. Thí nghiệm được bố trí trong phòng, mật độ nuôi là 200 cá thể/mL, bể nuôi được sục khí liên tục và chiếu sáng 24/24. Luân trùng được cho ăn hỗn hợp thức ăn kết hợp là 25% men bánh mì + 75% Selco S. Parkle (Tân, 2025). Probiotic được bổ sung cho các bể nuôi luân trùng mỗi ngày với lượng 0,05 g tương đương 1,25 g/m³ (theo khuyến cáo của nhà sản xuất). Từ ngày nuôi thứ 2, luân trùng được tiến hành thu hoạch với lượng là 10%, 20% và 30% quần thể/ngày (tương đương với 10%, 20% và 30% thể tích nước trong bể nuôi). Sau khi thu, nước được lọc qua lưới có kích thước mắt lưới 50 μm để thu luân trùng và nước nuôi được trả lại bể nuôi để giữ nguyên thể tích cũng như chất lượng nước trong bể nuôi. Tăng trưởng mật độ quần thể và năng suất luân trùng ở ba nghiệm thức này được so sánh với nghiệm thức không áp dụng thu hoạch định kỳ trong quá trình nuôi, chỉ thu hoạch hoàn toàn vào cuối chu kỳ nuôi (đối chứng), mỗi nghiệm thức được lặp lại 03 lần. Các nghiệm thức được bố trí như sau:

Nghiệm thức 1 (đối chứng): Thu hoạch 100% vào ngày nuôi thứ 7 (viết tắt là NT1-ĐC).

Nghiệm thức 2: Thu hoạch 10% quần thể/ngày (thu theo thể tích nuôi, vì bể nuôi luân trùng được sục khí mạnh nhằm giúp luân trùng phân bố đều trong nước trước khi thu) từ ngày 2 đến ngày 6, thu

hoạch 100% vào ngày nuôi thứ 7 (viết tắt là NT2-10)

Nghiệm thức 3: Thu hoạch 20% quần thể/ngày từ ngày 2 đến ngày 6, thu hoạch 100% vào ngày nuôi thứ 7 (viết tắt là NT3-20)

Nghiệm thức 4: Thu hoạch 30% quần thể/ngày từ ngày 2 đến ngày 6, thu hoạch 100% vào ngày nuôi thứ 7 (viết tắt là NT4-30)

Thời gian thí nghiệm được thực hiện trong 07 ngày.

Chăm sóc và quản lý thí nghiệm:

Nước nuôi luân trùng được duy trì trong suốt quá trình thí nghiệm. Luân trùng được cho ăn 4 lần/ngày (7:00; 11:00; 15:00 và 19:00). Lượng thức ăn cho luân trùng sử dụng trong ngày tăng hay giảm phụ thuộc vào mật độ luân trùng và được tính trong ngày theo công thức được xuất bản bởi Ngọc và ctv. (2017):

$$m(g) = 0,0168 \times D^{0,415} \times V$$

Trong đó:

m là lượng thức ăn cho luân trùng cho ăn trong 1 ngày (g),

D là mật độ luân trùng (cá thể/mL),

V là thể tích bể nuôi (L).

2.8. Thu thập và phân tích số liệu

2.8.1. Chỉ tiêu môi trường

Nhiệt độ và pH nước được đo trực tiếp mỗi ngày vào lúc 8:00 sáng bằng bút đo nhiệt độ và pH (Hanna HI 98128).

Hàm lượng TAN (tổng đạm amon; NH₃ + NH₄⁺), NO₂⁻: mẫu nước được thu vào chai nhựa 50 mL và phân tích mỗi ngày. Chỉ tiêu TAN được phân tích theo phương pháp 4500-NH₃ F. Phenate Method (APHA, 2017) và NO₂⁻ được phân tích theo phương pháp 4500-NO₂⁻ B. Colorimetric Method (APHA, 2017) tại Phòng phân tích chất lượng nước, Khoa Sinh học và Môi trường Thủy sản, Trường Thủy sản, Đại học Cần Thơ.

2.8.2. Chỉ tiêu tăng trưởng của luân trùng

Mật độ luân trùng được xác định hằng ngày vào buổi sáng bằng cách sử dụng micropipette thu 100μL mẫu cho vào đĩa petri, mẫu được cố định bằng Lugol để quan sát dưới kính hiển vi, luân trùng được đếm số lượng ở vật kính đại 4× (độ phóng đại 40 lần). Số lượng luân trùng có trong mẫu và tổng số con mang trứng được ghi nhận. Sau đó mật độ

luân trùng và tốc độ tăng trưởng của quần thể được tính toán theo công thức sau:

$$\text{Mật độ quần thể (cá thể/mL)} = \frac{\text{số lượng luân trùng}}{100 \mu\text{l} \times 1000} \quad (1)$$

Tốc độ tăng trưởng quần thể tương đối (SGR - Specific growth rate, %/ngày) của luân trùng được tính theo công thức Suantika (2000):

$$\text{SGR} = (\ln N_t - \ln N_0)/t \quad (2)$$

Trong đó: SGR là tốc độ tăng trưởng tương đối của quần thể luân trùng, N_t là mật độ luân trùng tại thời gian t (ct/mL), t là thời gian nuôi cấy (ngày), N_0 là mật độ ban đầu.

Phần trăm con cái mang trứng được tính bằng công thức:

$$\text{HST}(\%) = (n/N) \times 100 \quad (3)$$

Trong đó: n là số cá thể luân trùng mang trứng, N là tổng số luân trùng đếm được.

Năng suất luân trùng (cá thể/mL) được tính toán như sau:

$$\text{Năng suất luân trùng (cá thể/mL)} = \frac{\text{Tổng luân trùng thu hoạch}}{40} \times 1000 \quad (4)$$

2.9. Xử lý số liệu

Số liệu được xử lý với bảng tính Excel và sử dụng phần mềm Statistica 7.0 với phương pháp phân tích ANOVA một nhân tố để so sánh sự khác biệt có ý nghĩa giữa các nghiệm thức ở mức $p < 0,05$ bằng phép thử Tukey.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Các yếu tố môi trường

3.1.1. Nhiệt độ và pH

Môi trường nuôi tương đối ổn định, nhiệt độ trung bình giữa các nghiệm thức dao động trong khoảng $28,6 - 30,5^\circ\text{C}$, nhiệt độ ở các nghiệm thức không chênh lệch nhiều và khác biệt không có ý nghĩa thống kê (Bảng 2). Luân trùng là loài khá rộng nhiệt, khoảng nhiệt độ thích hợp cho luân trùng phát triển từ 15 đến 35°C và pH tối ưu cho luân trùng là $7,5 - 8,5$ (Ngọc và ctv., 2017).

Bảng 2. Biến động nhiệt độ ($^\circ\text{C}$) giữa các nghiệm thức trong bể nuôi luân trùng

Ngày nuôi	Nghiệm thức			
	NT1-ĐC	NT2-10	NT3-20	NT4-30
Ngày 1	29,70±0,00 ^a	29,73±0,05 ^a	29,66±0,15 ^a	29,70±0,17 ^a
Ngày 2	28,56±0,11 ^a	28,63±0,05 ^a	28,60±0,20 ^a	28,63±0,05 ^a
Ngày 3	28,76±0,32 ^a	28,83±0,05 ^a	28,93±0,05 ^a	28,86±0,05 ^a
Ngày 4	29,80±0,26 ^a	29,60±4,35 ^a	29,53±0,23 ^a	29,66±0,05 ^a
Ngày 5	30,33±0,25 ^a	30,30±0,00 ^a	30,46±0,05 ^a	30,30±0,09 ^a
Ngày 6	29,36±0,05 ^a	29,36±0,05 ^a	29,56±0,05 ^a	29,43±0,25 ^a
Ngày 7	30,20±0,26 ^a	29,90±0,09 ^a	30,06±0,05 ^a	29,90±0,09 ^a

Ghi chú: Giá trị trên thể hiện số trung bình ± độ lệch chuẩn. Các ký tự mũ trong cùng hàng có chữ cái giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p \geq 0,05$).

Giá trị pH trung bình qua các ngày nuôi dao động từ 7,4 đến 8,0 (Bảng 3). Theo Fulks and Main (1991) thì hoạt động bơi lội và hô hấp của luân trùng hầu

như không thay đổi khi pH trong khoảng 6,5 - 8,5. Qua đó, kết quả cho thấy nhiệt độ và pH của môi trường nuôi vẫn nằm trong khoảng thích hợp đối với sự phát triển của quần thể luân trùng.

Bảng 3. Biến động pH giữa các nghiệm thức trong bể nuôi luân trùng

Ngày nuôi	Nghiệm thức			
	NT1-ĐC	NT2-10	NT3-20	NT4-30
Ngày 1	7,61±0,04 ^a	7,70±0,03 ^b	7,70±0,00 ^b	7,67±0,03 ^{ab}
Ngày 2	7,35±0,04 ^a	7,46±0,00 ^b	7,48±0,01 ^b	7,47±0,03 ^b
Ngày 3	7,46±0,08 ^a	7,53±0,04 ^{ab}	7,60±0,02 ^b	7,57±0,02 ^{ab}
Ngày 4	7,60±0,15 ^a	7,65±0,05 ^a	7,82±0,10 ^a	7,72±0,06 ^a
Ngày 5	7,67±0,11 ^a	7,80±0,00 ^{ab}	7,85±0,01 ^b	7,83±0,05 ^{ab}
Ngày 6	7,69±0,09 ^a	7,78±0,03 ^a	7,83±0,04 ^a	7,84±0,06 ^a
Ngày 7	8,01±0,02 ^a	7,96±0,06 ^a	8,02±0,06 ^a	8,02±0,03 ^a

Ghi chú: Giá trị trên thể hiện số trung bình ± độ lệch chuẩn. Các ký tự mũ trong cùng hàng có chữ cái giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p \geq 0,05$).

3.1.2. Hàm lượng TAN và NO_2^-

Kết quả hàm lượng TAN ($\text{NH}_3 + \text{NH}_4^+$) được trình bày trong Bảng 4 cho thấy hàm lượng TAN xuất hiện từ ngày thứ 2 và tăng dần, dao động từ 0,32 đến 9,41 mg/L. Hàm lượng TAN trung bình đạt giá trị cao nhất là $8,79 \pm 0,33$ mg/L ở NT2-10 vào ngày thứ 5 nhưng khác biệt không có ý nghĩa ($p \geq 0,05$) so với 3 nghiệm thức còn lại. Bên cạnh đó, hàm lượng TAN trung bình thấp nhất là ở nghiệm thức NT4-30 là 0,44 mg/L ở ngày thứ 2. Trong quá trình thực hiện thí nghiệm không thay nước nên tổng đạm amon có xu hướng tăng dần từ ngày thứ 2 đến ngày nuôi thứ 5, từ ngày thứ 6 thì bắt đầu giảm ở các nghiệm thức do mật độ luân trùng bắt đầu giảm dần. Tổng đạm amon trong môi trường nước nuôi giảm cũng có thể là do vi khuẩn góp phần chuyển hóa. Theo Ngân và Ngọc (2013), vi khuẩn *Bacillus* hoạt động chuyển hóa amon và nitrite từ ngày nuôi thứ 4 khi được bổ sung vào bể nuôi luân trùng. Theo

Hirata and Nagata (1982) chất thải và chất bài tiết của luân trùng phần lớn là ammonia dưới dạng hòa tan chủ yếu là ammonia và ure nên khi mật độ luân trùng càng cao thì TAN càng cao, đặc biệt trong hệ thống nuôi mẻ luân trùng có thể tích lớn (từ vài trăm lít đến vài khối nước) không có điều kiện thay nước trong quá trình nuôi, do không đủ cơ sở vật chất để chuẩn bị nước và thời gian thay nước. Theo Chengyan et al. (2022), hàm lượng NH_3 cao ($\geq 8,5$ mg/L) ức chế sự tăng trưởng và sinh sản của luân trùng, gây ra hiện tượng chậm phát triển quần thể. Do vậy, hàm lượng NH_3 ở NT2-10 ở ngày nuôi thứ 5 có ảnh hưởng rất lớn đến sự tăng trưởng của quần thể luân trùng. Hàm lượng NH_3 được đề nghị trong bể nuôi luân trùng không nên vượt quá 1 mg/L (Hoff & Snell, 2004), nên hàm lượng NH_3 ở các nghiệm thức từ ngày thứ 3 từ 0,05 đến 0,06 mg/L đến ngày 7 là 0,4 - 0,5 mg/L (quy đổi từ TAN; Bảng 4) cũng có ảnh hưởng đến sinh trưởng của luân trùng.

Bảng 4. Biến động hàm lượng TAN (mg/L) trong bể nuôi luân trùng

Ngày nuôi	Nghiệm thức			
	NT1-ĐC	NT2-10	NT3-20	NT4-30
Ngày 2	$0,57 \pm 0,12^a$	$0,45 \pm 0,04^a$	$0,45 \pm 0,02^a$	$0,44 \pm 0,11^a$
Ngày 3	$2,62 \pm 0,13^a$	$2,42 \pm 0,13^a$	$2,40 \pm 0,03^a$	$2,43 \pm 0,27^a$
Ngày 4	$4,13 \pm 0,64^a$	$5,27 \pm 0,09^b$	$4,50 \pm 0,30^{ab}$	$4,91 \pm 0,38^{ab}$
Ngày 5	$7,21 \pm 1,93^a$	$8,79 \pm 0,33^a$	$7,30 \pm 0,77^a$	$7,45 \pm 0,38^a$
Ngày 6	$6,95 \pm 1,51^a$	$7,41 \pm 0,70^a$	$6,39 \pm 0,71^a$	$6,88 \pm 0,96^a$
Ngày 7	$6,50 \pm 1,20^a$	$8,43 \pm 0,67^a$	$6,85 \pm 1,47^a$	$6,80 \pm 0,85^a$

Ghi chú: Giá trị trên thể hiện số trung bình $\pm$ độ lệch chuẩn. Các ký tự mũ trong cùng hàng có chữ cái giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p \geq 0,05$).

Hàm lượng NO_2^- trung bình ở các nghiệm thức dao động từ 0,02 đến 0,33 mg/L, đạt giá trị cao nhất là 0,33 mg/L ở NT4-30 vào ngày nuôi thứ 7 của thí nghiệm (Bảng 5) và giá trị thấp nhất là 0,02 mg/L ở NT1-ĐC vào ngày nuôi thứ 7. Nhìn chung, hàm lượng NO_2^- dao động trong quá trình nuôi không vượt quá 1 mg/L. Theo Groeneweg and Schluter

(1981) thì hàm lượng NO_2^- từ 10 đến 20 mg/L không gây độc đối với luân trùng *B. plicatilis*. Theo Yoo et al. (2023), hàm lượng NO_2^- trong khoảng 0,45 – 5,4 mg/L đạt kết quả nuôi tốt và không gây độc cho luân trùng. Vì vậy, hàm lượng NO_2^- của các nghiệm thức không gây ảnh hưởng đến sinh trưởng và sinh sản của quần thể luân trùng *B. plicatilis*.

Bảng 5. Biến động hàm lượng NO_2^- (mg/L) trong bể nuôi luân trùng

Ngày nuôi	Nghiệm thức			
	NT1-ĐC	NT2-10	NT3-20	NT4-30
Ngày 1	$0,17 \pm 0,00$	$0,17 \pm 0,00$	$0,17 \pm 0,00$	$0,17 \pm 0,00$
Ngày 2	$0,09 \pm 0,03^a$	$0,10 \pm 0,02^a$	$0,10 \pm 1,69^a$	$0,10 \pm 1,69^a$
Ngày 3	$0,04 \pm 0,02^a$	$0,05 \pm 0,02^a$	$0,10 \pm 1,69^a$	$0,03 \pm 0,05^a$
Ngày 4	$0,03 \pm 0,01^a$	$0,04 \pm 0,02^a$	$0,10 \pm 1,69^b$	$0,10 \pm 1,69^b$
Ngày 5	$0,03 \pm 0,01^a$	$0,06 \pm 0,03^a$	$0,13 \pm 0,05^a$	$0,13 \pm 0,05^a$
Ngày 6	$0,03 \pm 0,01^a$	$0,07 \pm 0,05^a$	$0,16 \pm 0,11^a$	$0,16 \pm 0,11^a$
Ngày 7	$0,02 \pm 0,00^a$	$0,08 \pm 0,08^a$	$0,30 \pm 0,34^a$	$0,33 \pm 0,25^a$

Ghi chú: Giá trị trên thể hiện số trung bình $\pm$ độ lệch chuẩn. Các ký tự mũ trong cùng hàng có chữ cái giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p \geq 0,05$).

3.2. Mật độ luân trùng

Mật độ luân trùng có xu hướng tăng dần đều trong năm ngày đầu của thí nghiệm (Bảng 6). Chất lượng thức ăn và liều lượng thức ăn là một trong những nguyên nhân ảnh hưởng trực tiếp tới tăng trưởng quần thể của luân trùng (Štrojsová et al., 2009). Mật độ luân trùng trong 3 ngày đầu có xu hướng tăng nhưng khác biệt không có ý nghĩa ($p \geq 0,05$) giữa các nghiệm thức. Từ ngày thứ 4 mật độ luân trùng ở NT1-ĐC tăng cao và khác biệt có ý nghĩa ($p < 0,05$) so với NT3-20 và NT4-30, khác biệt không có ý nghĩa ($p \geq 0,05$) so với NT2-10. Ở ngày thứ 5, các nghiệm thức NT1-ĐC và NT2-10 có mật độ luân trùng tăng cao, khác biệt có ý nghĩa so với 2 nghiệm thức còn lại và đạt giá trị mật độ cao nhất là $1103,3 \pm 107,9$ cá thể/mL ở NT1-ĐC. Các nghiệm thức mật độ luân trùng đạt cao nhất ở ngày thứ 5, chỉ

có NT4-30 đạt mật độ cao nhất ở ngày thứ 4. Ở các nghiệm thức thu hoạch luân trùng tỉ lệ 20%, 30% là NT3-20 và NT4-30 thì mật độ luân trùng đạt được không cao, nghiệm thức 2 thu hoạch 10% luân trùng đạt được mật độ tương đối cao. Đến ngày thứ 6, tất cả các nghiệm thức đều giảm dần mật độ đến cuối thí nghiệm. Kết quả thí nghiệm cho thấy NT1-ĐC không thu hoạch luân trùng trong quá trình nuôi vẫn duy trì được mật độ luân trùng tốt nhưng không ổn định, đến ngày thứ 6 và thứ 7 giảm mạnh nên sản lượng của nghiệm thức này không cao. Các nghiệm thức thu hoạch luân trùng trong quá trình nuôi đạt được mật độ tương đối ổn định, trong đó mật độ luân trùng ở NT2-10 khá cao; bên cạnh đó, việc thu hoạch luân trùng mỗi ngày thu được lượng lớn luân trùng mà quần thể nuôi trong bể vẫn tăng trưởng tốt, đạt năng suất cao.

Bảng 6. Mật độ luân trùng (cá thể/mL) ở các phần trăm thu hoạch khác nhau

Ngày nuôi	Nghiệm thức			
	NT1-ĐC	NT2-10	NT3-20	NT4-30
Ngày 1	$430,0 \pm 20,0^a$	$440,0 \pm 30,0^a$	$443,3 \pm 20,8^a$	$456,6 \pm 20,8^a$
Ngày 2	$456,6 \pm 35,1^a$	$460,0 \pm 34,5^a$	$420,0 \pm 26,4^a$	$473,3 \pm 15,2^a$
Ngày 3	$550,0 \pm 140,0^a$	$540,0 \pm 79,3^a$	$500,0 \pm 60,0^a$	$473,3 \pm 47,2^a$
Ngày 4	$798,3 \pm 72,5^b$	$683,3 \pm 109,6^{ab}$	$528,3 \pm 113,3^a$	$500,0 \pm 26,4^a$
Ngày 5	$1.103,3 \pm 107,9^b$	$893,3 \pm 126,6^b$	$543,3 \pm 118,4^a$	$425,0 \pm 85,2^a$
Ngày 6	$720,0 \pm 43,5^c$	$633,3 \pm 150,4^{bc}$	$426,6 \pm 30,5^{ab}$	$356,6 \pm 58,5^a$
Ngày 7	$246,6 \pm 120,9^a$	$443,3 \pm 105,9^a$	$310,0 \pm 10,0^a$	$236,6 \pm 127,0^a$

Ghi chú: Giá trị trên thể hiện số trung bình $\pm$ độ lệch chuẩn. Các kí tự mũ trong cùng hàng có chữ cái giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p \geq 0,05$).

Nhìn chung, mật độ luân trùng cao nhất ở hầu hết các nghiệm thức vào ngày thứ 5 với mật độ luân trùng cao nhất là ở NT1-ĐC (1103 cá thể/mL) và thấp nhất ở NT4-30 (425 cá thể/mL). Hindioğlu and Serdar (2001) cho rằng tăng trưởng về mật độ cải thiện đáng kể khi quần thể trong quá trình nuôi, khi mật độ đạt 200 cá thể/mL thì tiến hành pha loãng mật độ ở mức 10% so với nuôi không pha loãng quần thể. Việc pha loãng quần thể giúp mật độ luân trùng luôn được giữ ở dưới mức đạt cực đại, có thể làm quần thể mang trứng trình sản và nở ra con non, nếu quần thể đạt cực đại hay môi trường nuôi không thuận lợi, thì quần thể sẽ sinh trứng nghỉ, đây là nguyên nhân có thể làm cho mật độ quần thể giảm xuống (Ngọc và ctv., 2017). Điều này cũng tương tự ở thí nghiệm hiện tại, khi quần thể thu hoạch 10%/ngày, quần thể phục hồi nhanh vào ngày nuôi tiếp theo, làm mật độ quần thể cao hơn so với ngày nuôi trước đó. Bên cạnh đó, việc bổ sung probiotic vào môi trường nước nuôi không chỉ là nguồn thức ăn cho luân trùng mà còn cải thiện tăng trưởng quần

thể (Tinh et al., 2006; Le et al., 2017). Nguyên nhân là probiotic giúp nâng cao chất lượng môi trường nước (Ngân & Ngọc, 2013), từ đó giúp luân trùng bơi lội, di chuyển và lọc thức ăn hiệu quả hơn (Kagali et al., 2023). Ngoài ra, probiotic còn hỗ trợ quá trình tiêu hóa (Tinh et al., 2006), và tăng sức đề kháng chống lại vi khuẩn gây bệnh (Kagali, 2023). Vì thế, việc bổ sung probiotic giúp cho luân trùng tăng trưởng quần thể tốt hơn so với không bổ sung probiotic (Kagali, 2023).

3.3. Tốc độ tăng trưởng của quần thể luân trùng

Tốc độ tăng trưởng quần thể luân trùng ở 3 ngày đầu thí nghiệm có sự thay đổi nhưng khác biệt không có ý nghĩa ($p < 0,05$). Từ ngày nuôi thứ 4, 5 và 6 có sự khác biệt ở các nghiệm thức, trong đó NT1-ĐC có tốc độ tăng trưởng quần thể cao hơn và khác biệt có ý nghĩa so với NT3-20 và NT4-30, khác biệt không có ý nghĩa so với NT2-10 (Bảng 7).

Bảng 7. Tốc độ tăng trưởng của quần thể luân trùng

Ngày nuôi	Thí nghiệm			
	NT1-ĐC	NT2-10	NT3-20	NT4-30
Ngày 1	0,76±0,04 ^a	0,78±0,06 ^a	0,79±0,04 ^a	0,82±0,04 ^a
Ngày 2	0,41±0,03 ^a	0,41±0,03 ^a	0,37±0,03 ^a	0,43±0,01 ^a
Ngày 3	0,32±0,08 ^a	0,32±0,04 ^a	0,30±0,04 ^a	0,28±0,03 ^a
Ngày 4	0,34±0,02 ^b	0,30±0,04 ^{ab}	0,23±0,05 ^a	0,22±0,01 ^a
Ngày 5	0,34±0,01 ^b	0,29±0,02 ^b	0,19±0,04 ^a	0,14±0,03 ^a
Ngày 6	0,21±0,00 ^c	0,18±0,03 ^{bc}	0,12±0,01 ^{ab}	0,09±0,02 ^a
Ngày 7	0,01±0,08 ^a	0,11±0,03 ^a	0,06±0,00 ^a	0,00±0,10 ^a

Ghi chú: Giá trị trên thể hiện số trung bình ± độ lệch chuẩn. Các ký tự mũ trong cùng hàng có chữ cái giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p \geq 0,05$).

3.4. Phần trăm luân trùng mang trứng

Tỉ lệ luân trùng mang trứng có xu hướng tăng cao ở giai đoạn đầu và giảm dần ở cuối thí nghiệm (Bảng 8). Tỉ lệ phần trăm con cái mang trứng có sự dao động giữa các thí nghiệm nhưng khác biệt không có ý nghĩa ($p < 0,05$); tuy nhiên, các thí nghiệm thức thu hoạch càng nhiều thì tỉ lệ mang trứng càng cao (đến ngày thứ 5). Phần trăm con mang trứng trong quần thể cao vào các ngày đầu của thí nghiệm, đạt cao nhất là 26,7% ở NT2 vào ngày nuôi thứ 1. Vào các ngày nuôi đầu tiên, do mật độ nuôi còn thấp và chất lượng nước của môi trường sống còn tốt nên luân trùng có xu hướng mang trứng nhiều trong quần

thể. Phần trăm mang trứng ở các thí nghiệm thức giảm dần từ ngày nuôi thứ 5 và dao động từ 11,7 đến 14,8%, tỉ lệ thấp nhất ở các ngày cuối thí nghiệm là 10,2%, ghi nhận ở NT2 vào ngày nuôi thứ 7. Phần trăm mang trứng ở luân trùng có xu hướng giảm dần đến cuối thí nghiệm là do lượng thức ăn thừa và chất thải tích tụ trong môi trường nước gây ảnh hưởng đến sinh trưởng và tỉ lệ mang trứng của luân trùng. Theo Štrojsova et al. (2009) thì chất lượng thức ăn ảnh hưởng lớn nên khả năng mang trứng của luân trùng; ngoài ra, chất lượng nước bể nuôi cũng ảnh hưởng lớn đến khả năng mang trứng hoặc mang trứng nghỉ của luân trùng (Han et al., 2022).

Bảng 8. Tỉ lệ phần trăm (%) luân trùng mang trứng trong quần thể

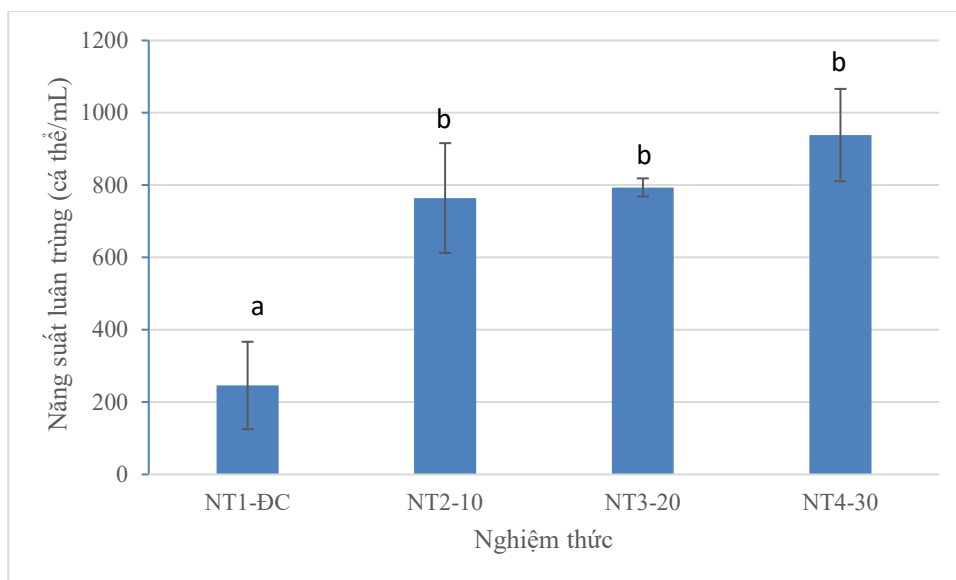
Ngày nuôi	Thí nghiệm			
	NT1-ĐC	NT2-10	NT3-20	NT4-30
Ngày 1	23,6±1,7 ^a	26,7±6,4 ^a	22,0±4,7 ^a	23,4±3,3 ^a
Ngày 2	24,1±3,9 ^a	19,4±3,1 ^a	20,5±4,3 ^a	21,8±6,0 ^a
Ngày 3	20,0±6,2 ^a	20,1±3,0 ^a	22,4±6,2 ^a	23,6±4,0 ^a
Ngày 4	21,0±3,6 ^a	21,7±6,4 ^a	25,1±8,9 ^a	24,3±9,8 ^a
Ngày 5	11,7±3,2 ^a	12,9±4,2 ^a	14,8±6,2 ^a	14,8±7,1 ^a
Ngày 6	13,3±3,4 ^a	17,0±8,4 ^a	15,6±3,0 ^a	14,9±3,1 ^a
Ngày 7	13,5±4,6 ^a	10,2±4,0 ^a	14,9±6,2 ^a	13,3±5,2 ^a

Ghi chú: Giá trị trên thể hiện số trung bình ± độ lệch chuẩn. Các ký tự mũ trong cùng hàng có chữ cái giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p \geq 0,05$).

3.5. Năng suất

Năng suất cuối cùng của luân trùng phụ thuộc khá lớn vào phần trăm thu hoạch. Ở thí nghiệm thức đối chứng chỉ áp dụng thu hoạch vào cuối chu kỳ nuôi, nên mật độ quần thể luôn cao hơn so với các thí nghiệm thức thu hoạch mỗi ngày ($p < 0,05$). Nhưng đối với các thí nghiệm thức thu hoạch mỗi ngày, quần thể luân trùng có xu hướng sinh sản bù đắp lại quần thể. Mặc dù quần thể cao không bằng với thí nghiệm thức đối chứng, năng suất ở các thí nghiệm thức NT2-10, NT3-

20 và NT4-30 cao hơn và khác biệt có ý nghĩa thống kê so với NT1-ĐC (Hình 1). Ngoài ra, việc bổ sung probiotic mỗi ngày cũng góp phần làm năng suất luân trùng tốt hơn. Planas et al. (2004), tốc độ tăng trưởng của luân trùng có thể đạt từ 8 đến 13 lần khi sử dụng các vi khuẩn Lactic như *Lactobacillus casei* *Pediococcus acidilactici*, và *Lactococcus lactis* so với trường hợp không bổ sung chúng. Do vậy, trong thí nghiệm hiện tại thì năng suất luân trùng đạt được ở mỗi thí nghiệm thức đều có sự đóng góp đáng kể từ việc bổ sung probiotic.



Hình 1. Năng suất luân trùng (cá thể/mL) thu được ở các nghiệm thức trong quá trình nuôi

Cụ thể, tổng lượng thu hoạch trung bình sau 7 ngày nuôi ở NT1-ĐC là 9.866.667 ct/bể tương đương 247 ct/mL thấp hơn so với 3 nghiệm thức thu hoạch mỗi ngày. Tuy nhiên, nghiệm thức đối chứng thu hoạch vào ngày nuôi thứ 7, lúc đó mật độ luân trùng đã giảm nhiều so với mật độ đạt cực đại ở ngày nuôi thứ 5. Bên cạnh đó, ở các nghiệm thức thu hoạch thì NT2-10 thu hoạch 10% luân trùng mỗi ngày đạt tổng sản lượng luân trùng sau 7 ngày nuôi thấp nhất là 30.573.333 ct/bể (764 ct/mL) và NT4-30 thu hoạch 30% đạt cao nhất với tổng lượng thu sau 7 ngày là 37.540.000 ct/bể (939 ct/mL) các nghiệm thức thu hoạch không có sự khác biệt về tổng lượng thu hoạch. Việc thu hoạch luân trùng mỗi ngày giúp duy trì mật độ quần thể tối ưu, luân trùng có đủ điều kiện sinh sản mạnh mẽ và tái tạo lại quần thể nên có thể tiếp tục khai thác sinh khối luân trùng tăng thêm thay vì chỉ thu hoạch một lần khi quần thể đạt cực đại. Do vậy, khi nuôi luân trùng thu hoạch sử dụng 1 lần thì nên thu hoạch vào ngày đạt cực đại vào ngày 5, trong trường hợp trại nuôi cần sử dụng luân trùng mỗi ngày thì có thể áp dụng hình thức thu hoạch 10% mỗi ngày để đảm bảo quần thể luân trùng luôn ở mật độ cao, đủ lượng trong quá trình sản xuất giống thủy sản. Hindioğlu and Serdar (2001) báo cáo rằng việc pha loãng 10% mật độ giúp tổng sản lượng sinh khối luân trùng *B. plicatilis* tăng lên có ý nghĩa so với mẻ nuôi không pha loãng mật độ. Kết quả này cũng tương đồng với thí nghiệm

hiện tại, khi thu hoạch 10% - 30% mỗi ngày thì năng suất tăng lên đáng kể so với không áp dụng thu hoạch mỗi ngày. Nhưng sản lượng luân trùng khi thu hoạch 10%, 20% và 30% không khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$) mặc dù có xu hướng tăng lên.

4. KẾT LUẬN

Ở các nghiệm thức thu hoạch luân trùng thì tổng sản lượng thu hoạch sau 7 ngày nuôi đạt cao hơn so với nghiệm thức không thu hoạch mỗi ngày (đối chứng). Tuy nhiên, đối với nghiệm thức đối chứng thu hoạch vào ngày 5 (thời điểm đạt mật độ cực đại) thì sản lượng sẽ tăng đáng kể so với thu vào ngày 7. Khi đó, sản lượng của nghiệm thức đối chứng có thể tương đương hoặc cao hơn so với thu hoạch mỗi ngày. Tuy nhiên, việc thu hoạch một lần không giúp được khai thác liên tục của quần thể như thu hoạch mỗi ngày để đáp ứng nhu cầu của các trại giống.

Phần trăm thu hoạch luân trùng (10%, 20% và 30%) có ảnh hưởng đến sự tăng trưởng của quần thể, khả năng phục hồi quần thể và năng suất luân trùng. Trong đó, việc thu hoạch 10% mỗi ngày giúp mật độ tương đối ổn định và khả năng phục hồi tốt.

Kết quả nghiên cứu cho thấy việc thu hoạch 10% luân trùng mỗi ngày là tối ưu, giúp duy trì mật độ ổn định, tăng năng suất và đảm bảo khả năng phục hồi quần thể trong hệ thống nuôi sinh khối *B. plicatilis*.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- APHA (2017). *Standard methods for the examination of water and wastewater* (23rd Edition). American Public Health Association, Washington DC.
- Chengyan, H., Hee-Jin, K., Yoshitaka, S., & Atsushi, H. (2022). Species-specific ammonia tolerance in the marine rotifers *Brachionus plicatilis* and *Brachionus rotundiformis*: Reproductive characteristics and its mechanisms. *Aquaculture*, 550, 737837, <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2021.737837>
- Dhert, P. (1996). *Rotifers*. In Sorgeloos, P., Lavens, P. (Editors), *Manual on the production and use of live food for aquaculture*. Fisheries technical paper No. 361. Food & Agriculture Organization of the United Nations, Rome (pp. 49-78).
- Dhert, P., Rombaut, G., Suantika, G., & Sorgeloos, P. (2001). Advancement of rotifer culture and manipulation techniques in Europe. *Aquaculture*, 200, 129–146. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(01\)00697-4](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(01)00697-4)
- Eckert, B., & Walz, N. (1998). Zooplankton succession and thermal stratification in the polymictic shallow Müggelsee (Berlin, Germany): a case for the intermediate disturbance hypothesis?. In: Wurdak, E., Wallace, R., Segers, H. (eds). *Rotifera VIII: A Comparative Approach* (199-206). Developments in Hydrobiology Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-94-011-4782-8_26
- Fulks, W., & Main, K. (1991). The design and operation of commercial-scale live feeds production system. In: W. Fulks, K. Main (eds). *Rotifer and microalgae culture system* (25-52). Proceedings of a US-Asia workshop. The Oceanic Institute, HI, 25-52.
- Groeneweg, J., & Schluter, M. (1981). Mass production of freshwater rotifers on liquid wastes. II. Mass production of *Brachionus rubens* Ehrenberg 1838 in the effluent of highrate algal ponds used for the treatment of piggery waste. *Aquaculture*, 25, 25 - 33. [https://doi.org/10.1016/0044-8486\(81\)90096-X](https://doi.org/10.1016/0044-8486(81)90096-X)
- Han, C., Kim, H.J., Sakakura, Y., & Hagiwara, A. (2022). Species-specific ammonia tolerance in the marine rotifers *Brachionus plicatilis* and *Brachionus rotundiformis*: Reproductive characteristics and its mechanisms. *Aquaculture*, 550, 737837. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2021.737837>
- Hindioğlu, A., & Serdar, S. (2001). The effect of different dilution rates on rotifer (*Brachionus plicatilis* Müller, 1786) culture. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 25(4), 9.
- Hirata, H., & Nagata, W. D. (1982). Excretion rates and excreted components of the rotifer *B. plicatilis* O. F. Muller in culture. *Memoirs of the Faculty of Agriculture, Kagoshima University*, 31, 161 – 174.
- Hoff, F., & Snell, T. (2004). *Plankton Culture Manual* (6^a ed). Dade City, FL: Florida Aqua Farms.
- Kagali, R. N., Sakakura, Y., & Hagiwara, A. (2023). Locomotory behavioral of euryhaline rotifer *Brachionus rotundiformis*: The potential influence of probiotics on swimming pattern and speed. *Aquac. Fish*, 3, 497–506. <https://doi.org/10.1002/aff2.136>
- Le, D. V., Nguyen, P. N., Dierckens, K., Nguyen, D. V., De Schryver, P., Hagiwara, A., & Bossier, P. (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
- Loka, J., Sonali, S. M., Saha, P., Devaraj, K., & Philipose, K. K. (2016). Use of commercial probiotics for the improvement of water quality and rotifer density in outdoor mass culture tanks. *Indian Journal of Fisheries*, 63(4), 145-149. <https://doi.org/10.21077/ijf.2016.63.4.60352-24>
- Lubzens, E., Tandker, A., & Minkoff, G. (1989). Rotifer as food in aquaculture. *Hydrobiologia*, 186/187, 387- 400. <https://doi.org/10.1007/BF00048937>
- Nagata, W. D. (1989). Nitrogen flow through a *Brachionus/Chlorella* mass culture system. *Hydrobiologia*, 186/187, 401- 408. <https://doi.org/10.1007/BF00048938>
- Nagata, W. D., & Whyte, J. N. C. (1992). Effect of yeast and algal diets on the growth and biochemical composition of the rotifer *Brachionus plicatilis* Muller in culture. *Aquaculture Research*, 23, 13-21. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.1992.tb00591.x>
- Navarro, N., & Yufra, M. (1998). Population dynamics of rotifers (*Brachionus plicatilis* and *Brachionus rotundiformis*) in semi continuous culture fed freeze-dried micro algae: influence of dilution rate. *Aquaculture*, 166, 297-309. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(98\)00291-9](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(98)00291-9)
- Ngân, P. T. T., & Ngọc, T. S. (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.

- Ngọc, T. S., Hòa, N. V., Út, V. N., Hải, T. N., & Hiền, T. T. T. (2017). *Giáo trình kỹ thuật nuôi thức ăn tự nhiên*. Nhà xuất bản Đại học Cần Thơ.
- Planas, M., Vazquez, J. A., Marques, J., Perez-Lomba, R., Gonzalez, M. P., & Murado, M. (2004). Enhancement of rotifer (*Brachionus plicatilis*) growth by using terrestrial lactic acid bacteria. *Aquaculture*, 240, 313–329.
<https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2004.07.016>
- Sarma, S. S. S., & Nandini, S. (2019). Comparative population dynamics of six brachionid rotifers (Rotifera) fed seston from a hypertrophic, high altitude shallow waterbody from Mexico. *Hydrobiologia*, 844, 55-65.
<https://doi.org/10.1007/s10750-018-3875-6>
- Štrojsová, M., Suga, K., Hagiwara, A. and Vrba, J. (2009). Effect of food quantity and quality on population growth rate and digestive activity in the euryhaline rotifer *Brachionus plicatilis* Muller. *International Review of Hydrobiology*, 94(6), 706–719.
<https://doi.org/10.1002/iroh.200811138>
- Suantika, G. (2001). *Development of a recirculation system for the mass culturing of the rotifer (Brachionus plicatilis)*. PhD thesis. Gent University, Gent, Belgium.
- Tân, N. T. (2025). *Ảnh hưởng của việc thay thế thức ăn luân trùng bằng men bánh mì lên tăng trưởng quần thể luân trùng Brachionus plicatilis (Luận văn tốt nghiệp đại học)*. Đại học Cần Thơ.
- Tinh, N. T. N., Phuoc, N. N., Dierckens, K., Sorgeloos, P., & Bossier, P. (2006). Gnotobiotically grown rotifer *Brachionus plicatilis* sensu strictu as a tool for evaluation of microbial function and nutritional value of different food types. *Aquaculture*, 253, 421-432.
<https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2005.09.006>
- Toi, H. T., Van, N. T. H., Giang, H. T., & Toan, V. T. (2021). The combination of microalgae and baker's yeast in feeding regime and daily water change may result in increased population growth of *Brachionus calyciflorus* in batch culture. *Asia Life Science*, 11(3), 1077-1085
- Yoo, H. K., Kim, S. S., Lee, K. W., Lee, S. Y., Jung, M. M., & Woo, S. J. (2023). Determination of the optimal conditions for the mass culture of large-type rotifers (*Brachionus plicatilis*) at low temperatures. *Water*, 15, 3310.
<https://doi.org/10.3390/w15183310>
- Yoshinaga, T., Hagiwara, A., & Tsukamoto, K. (2001). Why do rotifer populations present a typical sigmoid growth curve? In: Sanoamuang, L., Segers, H., Shiel, R. J., Gulati, R. D. (eds). *Rotifera IX* (153). Developments in Hydrobiology, Springer, Dordrecht.
https://doi.org/10.1007/978-94-010-0756-6_15