

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC NHA TRANG**

-----&&&-----

ĐOÀN XUÂN NAM

**NGHIÊN CỨU MỘT SỐ ĐẶC ĐIỂM SINH HỌC SINH TRƯỞNG, SINH
SẢN VÀ NUÔI SINH KHỐI COPEPODA *Pseudodiaptomus annandalei*
(Sewell, 1919) TRONG ĐIỀU KIỆN BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU**

Ngành đào tạo: Nuôi trồng Thủy sản

Mã Ngành: 9620301

TÓM TẮT LUẬN ÁN TIẾN SĨ

KHÁNH HÒA, 2023

Công trình được hoàn thành tại Trường Đại học Nha Trang

Người hướng dẫn khoa học:

- 1. PGS. TS. PHẠM QUỐC HÙNG**
- 2. TS. ĐINH VĂN KHƯƠNG**

Phản biện 1: PGS. TS. Nguyễn Phú Hòa

Phản biện 2: TS. Nguyễn Tấn Sỹ

Phản biện 3: TS. Nguyễn Phúc Thưởng

DANH MỤC CÔNG TRÌNH ĐÃ CÔNG BỐ

1. **Doan NX**, Vu MTT, Nguyen HT, Tran HTN, Pham HQ, Dinh KV (2018). *Temperature and sex specific grazing rate of a tropical copepod Pseudodiaptomus annandalei to food availability: implications for live feed in aquaculture*. Aquaculture Research, 49, 3864-3873. DOI: 10.1111/are.13854.
2. **Doan NX**, Vu MTT, Pham HQ, Wisz MS, Nielsen TG, Dinh KV (2019). *Extreme temperature impairs growth and productivity in a common tropical marine copepod*. Scientific Reports, 9, 4550.
3. **Đoàn Xuân Nam**, Bùi Văn Cảnh, Phạm Quốc Hùng, Đinh Văn Khương (2019). *Ảnh hưởng của nhiệt độ lên sự phát triển và sinh sản của loài copepoda Pseudodiaptomus annandalei*. Tạp chí Khoa học – Công nghệ Thủy sản. Đại học Nha Trang. Số 3/2019, trang 91 – 98.
4. **Đoàn Xuân Nam**, Phạm Quốc Hùng, Đinh Văn Khương (2019). *Khả năng chịu sốc độ mặn và sự tương tác của độ mặn với nhiệt lên đặc điểm cơ bản về sinh học và sinh sản của loài copepoda Pseudodiaptomus annandalei*. Tạp chí Khoa học – Công nghệ Thủy sản. Đại học Nha Trang. Số 4/2019, trang 75 – 87.

MỞ ĐẦU

Pseudodiaptomus annandalei được cho là loài Copepoda có vai trò quan trọng trong việc truyền năng lượng trong chuỗi thức ăn của hệ sinh thái nước lợ và cửa sông rừng ngập mặn nhiệt đới (Chew và cộng sự, 2012, Dhanker và cộng sự, 2012) và đồng thời cũng là thức ăn sống tốt cho ương nuôi ấu trùng các loài cá biển (Rayner và cộng sự, 2015). Dưới điều kiện biến đổi khí hậu như hiện nay, nhiệt độ bề mặt nước biển vùng nhiệt đới đã tăng gần bằng giới hạn chịu đựng nhiệt độ của Copepoda (Tewksbury và cộng sự, 2008b), nên có thể cũng ảnh hưởng tiêu cực đến loài *Pseudodiaptomus annandalei* trong tự nhiên. Bên cạnh đó, nguồn *Pseudodiaptomus annandalei* trong hỗn hợp nhiều loài Copepoda, được sử dụng làm thức ăn sống cho ương nuôi ấu trùng cá biển, có nguồn gốc hoàn toàn từ tự nhiên trong các ao nuôi thủy sản ngoài trời (Blanda và cộng sự, 2015). Nguồn Copepoda này có nhiều nhược điểm như khó kiểm soát về số lượng cũng như chất lượng do sự biến động về mùa vụ và sự truyền nhiễm của các tác nhân gây bệnh (Van der Meeren Naas, 1997). Do vậy, đến nay vẫn chưa chủ động được nguồn Copepoda *Pseudodiaptomus annandalei* đơn loài, an toàn cung cấp cho nuôi trồng thủy sản. Đồng thời cũng chưa có công trình nghiên cứu nào cung cấp thông tin về ảnh hưởng của sự ấm lên do biến đổi khí hậu lên loài *Pseudodiaptomus annandalei* này, cũng như về nuôi sinh khối loài Copepoda này ở Việt Nam. Trước thực tế đó, đề tài: **“Nghiên cứu đặc điểm sinh học sinh trưởng, sinh sản và nuôi sinh khối Copepoda *Pseudodiaptomus annandalei* Sewell, 1919 trong điều kiện biến đổi khí hậu”** được lựa chọn để thực hiện là cần thiết.

Mục tiêu chính của đề tài:

- Đánh giá sự ảnh hưởng của biến đổi khí hậu (nhiệt độ nước tăng cao lên 34°C) lên sinh trưởng và sinh sản của *Pseudodiaptomus annandalei*.
- Xác định các thông số kỹ thuật làm cơ sở cho việc xây dựng quy trình nuôi sinh khối loài *Pseudodiaptomus annandalei*.

Nội dung của đề tài:

1. Nghiên cứu ảnh hưởng của nồng độ tảo (*C. muelleri*, *I. galbana*, *T. chuii*) và nhiệt độ (25oC, 30oC và 35oC) lên tốc độ lọc của con trưởng thành.
2. Nghiên cứu ảnh hưởng sự cho ăn 3 loài tảo khác nhau (*C. muelleri*, *I. galbana*, *T. chuii*) lên sinh trưởng và sinh sản của *P. annandalei* ở nhiệt độ 30oC và 34oC.

3. Nghiên cứu ảnh hưởng của điều kiện nhiệt độ cao (34oC) đến sinh trưởng và sinh sản của *P. annandalei* qua 3 thế hệ.
4. Nghiên cứu ảnh hưởng của 3 nhiệt độ (25oC, 30oC và 34oC) lên sinh trưởng và sinh sản của *P. annandalei*.
5. Nghiên cứu ảnh hưởng của độ mặn và tương tác độ mặn với nhiệt độ lên sinh trưởng và sinh sản của *P. annandalei*.
6. Nghiên cứu ảnh hưởng của mật độ ấu trùng và mật độ con trưởng thành ban đầu lên sinh trưởng và sinh sản của *P. annandalei* ở nhiệt độ 30oC và 34oC.
7. Nghiên cứu thử nghiệm nuôi sinh khối và nuôi thu ấu trùng của *P. annandalei* ở nhiệt độ 30oC và 34oC.

Ý nghĩa khoa học và thực tiễn của đề tài:

- Về mặt khoa học, nghiên cứu này góp phần cung cấp các thông tin về sự ảnh hưởng của sự tăng nhiệt độ nước do biến đổi khí hậu đến sự sinh trưởng và sinh sản của loài *P. annandalei*. Nghiên cứu làm rõ hơn và bổ sung các dẫn liệu khoa học cho sự ảnh hưởng của biến đổi khí hậu lên thủy sinh vật nói chung và giáp xác chân chèo nói riêng.

- Về thực tiễn, đây là công trình nghiên cứu nuôi sinh khối loài *P. annandalei* đầu tiên ở Việt Nam. Thông qua nghiên cứu này, các thông số nuôi *P. annandalei* được xác định. Kết quả của đề tài giúp cho các nhà nghiên cứu và sản xuất có cơ sở để tiếp tục nghiên cứu sử dụng loài giáp xác chân chèo này làm thức ăn sống thay thế các loại thức ăn sống truyền thống trong ương nuôi các đối tượng thủy sản để đạt tỷ lệ sống và chất lượng con giống tốt hơn.

CHƯƠNG 1 – TỔNG QUAN

1.1. Đặc điểm sinh học của loài *Pseudodiaptomus annandalei*

1.2.1. Hệ thống phân loại

Theo Sewell (1919), loài *Pseudodiaptomus annandalei* thuộc giống *Pseudodiaptomidae*, họ *Pseudodiaptomidae*, bộ *Calanoida*, lớp *Hexanauplia*, ngành *Arthropoda*.

1.2.2. Đặc điểm phân bố

Ở Việt Nam, loài phân bố ở vùng biển ven bờ (Trần Đức Lượng và Hồ Thanh Hải, 2013). Loài này thường chiếm ưu thế trong các ao nuôi thủy sản nước lợ (Rayner và cộng sự, 2015).

1.2.3. Đặc điểm hình thái

Golez và cộng sự (2004) cũng mô tả chi tiết hình thái các giai đoạn phát triển khác của ấu trùng và con non, cũng như con đực và cái trưởng thành (Golez và cộng sự, 2004).

1.2.4. Vòng đời

Golez và cộng sự (2004) đã chỉ ra vòng đời của loài *P. annandalei* có 3 giai đoạn chính: giai đoạn ấu trùng (Naupli), giai đoạn con non (Copepodit) và giai đoạn trưởng thành. Tuổi thọ của loài giáp xác chân chèo này có thể đạt hơn 40 ngày tuổi khi nuôi ở độ mặn từ 5 đến 20 ‰ và ở điều kiện nhiệt độ là 25 - 28°C (Chen và cộng sự, 2006b).

1.2.5. Đặc điểm sinh sản

Loài *P. annandalei* có thể trưởng thành, tham gia sinh sản sớm nhất từ ngày tuổi thứ 7 và dừng sinh sản ở khoảng 40 ngày tuổi. Con cái sẽ đẻ trứng vào hai bọc và sử dụng tinh trùng trong túi tinh để thụ tinh cho trứng ở trong bọc. Đồng thời, con cái cần thiết có con đực để thụ tinh định kỳ (Beyrend-Dur và cộng sự, 2011).

1.2.6. Đặc điểm dinh dưỡng

Loài *P. annandalei* thường ăn thực vật phù du và có thể chuyển sang ăn tạp cả động vật nhỏ hơn khi cần thiết.

1.2. Ảnh hưởng của biến đổi khí hậu lên giáp xác chân chèo

Vùng nước nông ven bờ ở vùng nhiệt đới đặc biệt có thể xảy ra nhiệt độ tăng cao quá mức trong điều kiện biến đổi khí hậu (Stuart-Smith và cộng sự, 2017) được dự đoán sẽ ảnh hưởng tiêu cực đến các loài nhiệt đới đặc hữu (Tewksbury và cộng sự,

2008b, Lough, 2012) và nhiều loài đã phải chịu đựng mức nhiệt độ đạt quá ngưỡng giới hạn trên (Wernberg và cộng sự, 2012). Do vậy, bất cứ ảnh hưởng nào lên cơ thể và sinh sản của loài giáp xác chân chèo *Pseudodiaptomus annandalei* được dự đoán sẽ dẫn tới những hậu quả về mặt sinh thái, cụ thể ảnh hưởng lên mắt xích cao hơn như làm giảm nguồn thức ăn cho cá nhỏ (Chew và cộng sự, 2012).

1.3. Các nghiên cứu về *Pseudodiaptomus annandalei* trên thế giới và Việt Nam

1.3.1. Nghiên cứu ảnh hưởng của nhiệt độ và độ mặn

Loài giáp xác chân chèo *P. annandalei* là loài nhiệt đới và rộng muối nhưng cũng bị ảnh hưởng lớn bởi hai yếu tố nhiệt độ và độ mặn (Beyrend-Dur và cộng sự, 2011, Chen và cộng sự, 2006b). Nhiệt độ và độ mặn ảnh hưởng tới tỷ lệ sống, tuổi thọ, kích thước con trưởng thành, tuổi thành thực sinh sản, khoảng thời gian sinh sản trong đời, khoảng cách giữa hai lần đẻ, sức sinh sản, khả năng thụ tinh, phát triển phôi, tỷ lệ nở. Nghiên cứu về đặc điểm sinh học được thực hiện bởi Vũ Ngọc Út và ctv (2014) và Trương Sĩ Hải Trình (2016) chỉ ra một số đặc điểm sinh học của loài *P. annandalei* trong điều kiện nhiệt độ 26 – 28,5°C.

1.3.2. Các nghiên cứu về đặc điểm dinh dưỡng

Để tìm ra nồng độ thức ăn bão hòa cho giáp xác chân chèo thì phương pháp thích hợp thường được sử dụng qua nhiều thập kỷ là nghiên cứu “functional response” (Holling, 1966, Colin Dam, 2007, Sarma và cộng sự, 2013, Saiz và cộng sự, 2014, Kiørboe và cộng sự, 2018). Một số nghiên cứu đã sử dụng nồng độ tảo tương đương với 500 µg C/lít (Rayner và cộng sự, 2017b) hoặc 500 µg chlorophyll a/lít (Lehette và cộng sự, 2016) để nuôi loài *P. annandalei*. Vũ Ngọc Út và ctv (2014) mới chỉ ra được loài *P. annandalei* có tốc độ ăn lọc cao nhất là tảo *Isochrysis galbana* hơn so với tảo *Chaetoceros calcitrans* và *Dunaliella tertiolacta* nhưng không cho biết về mật độ tảo phù hợp cho loài ăn.

1.3.3. Nghiên cứu về mật độ nuôi

Mật độ nuôi con trưởng thành *P. annandalei* khoảng từ 80 đến 270 con/lít có số con cái mang trứng đạt 30 – 40% trong quần thể so với tỷ lệ ban đầu là 2%, tỷ lệ này giảm khi mật độ tăng hơn 270 con/l và đạt thấp nhất ở mật độ thí nghiệm cao nhất khoảng 1.500 con/lít (Rayner và cộng sự, 2017b). Sự có mặt của ấu trùng (ở mật độ

200 – 1.600 naupli/Lít) không ảnh hưởng đến tỷ lệ con cái mang trứng trong quần thể (Rayner và cộng sự, 2017b).

1.3.4. Nghiên cứu về nuôi sinh khối

Loài *P. annandalei* cũng đã được thử nghiệm nuôi thành công trong điều kiện nhân tạo. Nghiên cứu nuôi đầu tiên vào năm 1988 bởi Shiao, loài được nuôi bằng ba loài tảo *Cryptomonas sp.*, *Tetraselmis sp.*, và *Isochrysis sp.*. Nghiên cứu tiếp theo được thực hiện bởi Chen (2002) thử nghiệm nuôi loài này bằng dung dịch lên men (có thành phần là bột tôm và bột cá chình...). Cả hai nghiên cứu đều thực hiện ở quy mô thí nghiệm ở các thể tích nhỏ khoảng 500 ml (Edward J. Buskey, 2005). Tương tự, ở Việt Nam loài *P. annandalei* này cũng chỉ đang được nuôi giữ trong phòng thí nghiệm để nghiên cứu về một số đặc điểm sinh học (Trương Sĩ Hải Trình, 2016, Vũ Ngọc Út, 2014). Như vậy đến nay, vẫn chưa có công trình nghiên cứu nào về nuôi sinh khối và nuôi sinh sản loài *P. annandalei*, đặc biệt ở điều kiện nhiệt độ cao (34°C) ứng với sự biến đổi khí hậu như hiện nay.

CHƯƠNG 2 – VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng nghiên cứu

Giáp xác chân chèo *Pseudodiaptomus annandalei* (Sewell, 1919) được thu trong ao nuôi thủy sản tại Cam Ranh, Khánh Hòa.

2.2. Thời gian và địa điểm nghiên cứu

Các thí nghiệm được tiến hành từ năm 2017 đến năm 2019 tại trại thực nghiệm Cam Ranh, Viện Nuôi Trồng Thủy Sản, Trường Đại Học Nha Trang, Cam Thịnh Đông, Cam Ranh, Khánh Hòa.

2.3. Phương pháp tiến hành các nội dung nghiên cứu

2.3.1. Nghiên cứu ảnh hưởng của nồng độ tảo (*C. muelleri*, *I. galbana*, *T. chuii*) và nhiệt độ (25°C, 30°C và 35°C) lên tốc độ lọc của con trưởng thành - Thí nghiệm 1

- Ba thí nghiệm riêng rẽ cho ba loài tảo: *Ch. muelleri*, *I. galbana* và *T. chuii* được thiết kế gồm: 9 nồng độ tảo (12,5, 25, 50, 100, 200, 400, 800, 1.600 và 3.200 µg C/L) × 3 nhiệt độ (25, 30 và 35°C) × 2 giới tính (đực, cái) × 5 lần lặp = 270 đơn vị thí nghiệm.
- Các chỉ tiêu đánh giá: Số phân thải ra (PP), Số phân thải ra đặc trưng (SPP)

2.3.2. Nghiên cứu ảnh hưởng sự cho ăn 3 loài tảo khác nhau (*Chaetoceros muelleri*, *Isochrysis galbana*, *Tetraselmis chuii*) lên sinh trưởng và sinh sản của *P. annandalei* ở nhiệt độ 30°C và 34°C - Thí nghiệm 2

- Thí nghiệm được thiết kế gồm: 3 loài tảo (*Chaetoceros muelleri*, *Isochrysis galbana*, *Tetraselmis chuii*) × 2 nhiệt độ (30°C và 34°C) = 6 nghiệm thức.
- Các chỉ tiêu đánh giá: Phát triển của quần thể mỗi ngày, tỷ lệ sống đến giai đoạn trưởng thành, sức sinh sản/lần đẻ, tỷ lệ nở thành công, số ấu trùng nở ra từ mỗi con cái, số ấu trùng được sinh ra bởi mỗi *P. annandalei* cái trong 10 ngày.

2.3.3. Nghiên cứu ảnh hưởng của điều kiện nhiệt độ cao (34°C) đến sinh trưởng và sinh sản của loài *P. annandalei* qua 3 thế hệ - Thí nghiệm 3

- Thí nghiệm được tiến hành trên ba thế hệ F1, F2, F3 trong hai điều kiện nhiệt độ 30°C và 34°C.

- Các chỉ tiêu được xác định cho 3 thế hệ F1, F2, F3: phát triển của quần thể, kích thước, sinh khối *P. annandalei* trưởng thành, sức sinh sản/lần đẻ và sức sinh sản đặc trưng, tỷ lệ nở thành công, số ấu trùng trung bình nở ra từ mỗi *P. annandalei* cái.

2.3.4. Nghiên cứu ảnh hưởng của 3 nhiệt độ (25°C, 30°C và 34°C) lên sinh trưởng và sinh sản của loài *P. annandalei* – Thí nghiệm 4

- Thí nghiệm được thiết kế gồm: 3 nhiệt độ (25°C, 30°C và 34°C) $\times$ 3 lần lặp = 9 đvtn.
- Các chỉ tiêu đánh giá: phát triển của quần thể mỗi ngày, Kích thước *P. annandalei* trưởng thành, sức sinh sản/lần đẻ, tỷ lệ nở thành công, số ấu trùng nở ra từ mỗi *P. annandalei* cái, số ấu trùng được sinh ra bởi mỗi *P. annandalei* cái trong 10 ngày, tuổi thọ của con đực và cái *P. annandalei*.

2.3.5. Nghiên cứu khả năng chịu sốc độ mặn và sự tương tác của độ mặn với nhiệt độ lên sinh trưởng và sinh sản của *P. annandalei* - Thí nghiệm 5

- Thí nghiệm 5.1: Thí nghiệm sốc độ mặn được thiết kế giống nhau cho 4 nhóm *P. annandalei* gồm: 9 độ mặn (0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40 ‰) $\times$ 3 lần lặp = 27 đơn vị thí nghiệm.
- Thí nghiệm 5.2: Thí nghiệm được thiết kế gồm: 2 nhiệt độ (30°C và 34°C) $\times$ 7 độ mặn (5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 ‰) $\times$ 5 lần lặp = 70 đơn vị thí nghiệm.
- Các chỉ tiêu đánh giá: tỷ lệ sống của các giai đoạn *P. annandalei* ở thời điểm 24 giờ và 48 giờ, kích thước *P. annandalei* trưởng thành, sức sinh sản/lần đẻ, tỷ lệ nở thành công, số ấu trùng trung bình nở ra từ mỗi *P. annandalei* cái, số ấu trùng được sinh ra bởi mỗi *P. annandalei* cái trong 10 ngày.

2.3.6. Nghiên cứu ảnh hưởng của mật độ ấu trùng và mật độ con trưởng thành ban đầu lên sinh trưởng và sinh sản của loài *P. annandalei* ở nhiệt độ 30°C và 34°C – Thí nghiệm 6

- Thí nghiệm 6.1: Ảnh hưởng tương tác của nhiệt độ với mật độ ấu trùng ban đầu lên *P. annandalei*. Thí nghiệm được thiết kế gồm: 4 mật độ ấu trùng ban đầu (500, 1.000, 1.500, 2.000 con/lít) $\times$ 2 nhiệt độ (30°C và 34°C) $\times$ 5 lần lặp = 40 đơn vị thí nghiệm.
- Thí nghiệm 6.2: Ảnh hưởng tương tác của nhiệt độ với mật độ *P. annandalei* bố mẹ lên khả năng sinh sản ấu trùng trong 10 ngày. Thí nghiệm được thiết kế gồm: 6 mật

độ bố mẹ (100, 200, 400, 600, 800, 1.000 con/lít) $\times$ 2 nhiệt độ (30°C và 34°C) $\times$ 5 lần lặp = 60 đơn vị thí nghiệm.

- Các chỉ tiêu đánh giá: giai đoạn phát triển quần thể ở ngày nuôi thứ 10, tỷ lệ sống, kích thước *P. annandalei* trưởng thành, sức sinh sản/lần đẻ, tỷ lệ nở thành công, số ấu trùng được sinh ra bởi quần thể *P. annandalei* trong 10 ngày, số ấu trùng sinh ra bởi mỗi cái/ngày, tỷ lệ sống của *P. annandalei* bố mẹ

2.3.7. Nghiên cứu thử nghiệm nuôi sinh khối và nuôi thu ấu trùng loài *P. annandalei* ở nhiệt độ 30°C và 34°C – Thí nghiệm 7

- Thí nghiệm 7.1: Thí nghiệm nuôi sinh khối được thiết kế gồm: 2 nhiệt độ (30°C và 34°C) $\times$ 3 lần lặp = 6 đơn vị thí nghiệm.
- Thí nghiệm 7.2: Thí nghiệm thu sinh khối ở các mức thể tích thu hoạch được thiết kế gồm: 2 nhiệt độ (30°C và 34°C) $\times$ 5 mức thể tích thu (10%, 20%, 30%, 40%, 50%) $\times$ 3 lần lặp = 30 đơn vị thí nghiệm.
- Thí nghiệm 7.3: Thí nghiệm thu ấu trùng ở các mức thể tích thu hoạch được thiết kế gồm: 2 nhiệt độ (30°C và 34°C) $\times$ 4 mức thể tích thu (25%, 50%, 75%, 100%) $\times$ 3 lần lặp = 24 đơn vị thí nghiệm.
- Các chỉ tiêu đánh giá: mật độ các giai đoạn, mật độ tổng số và tốc độ tăng trưởng quần thể; số lượng Copepoda thu được; số lượng ấu trùng thu được qua ngày nuôi.

2.4. Phương pháp phân tích

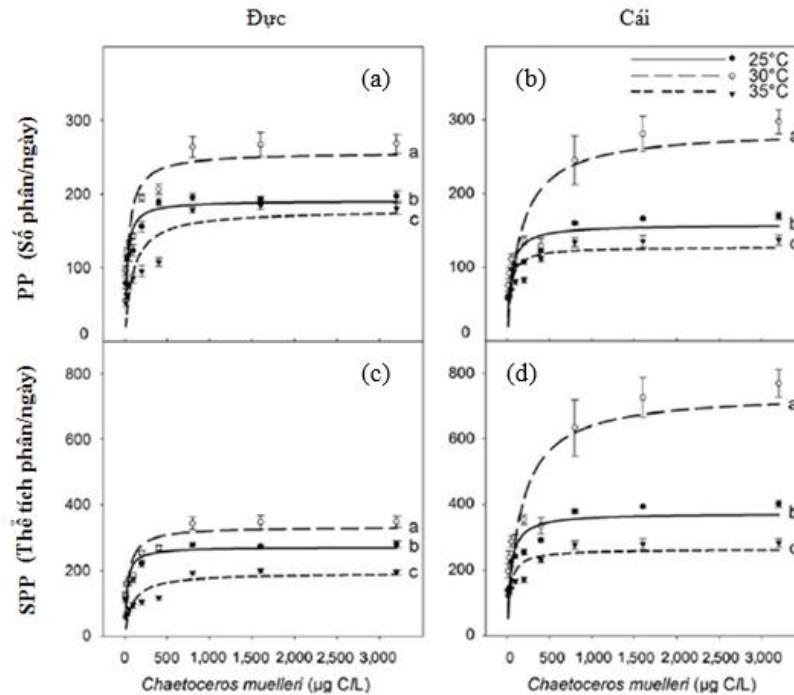
2.8.1. Phương pháp phân tích và xử lý số liệu

Các phân tích được chạy trên phần mềm Statistica v.13.1 (StatSoft Inc., Tulsa, OK, USA) cho thí nghiệm 1; phần mềm SAS 9.4 (SAS Institute Inc., Cary, NC, United States) cho thí nghiệm 3. Đồng thời sử dụng phần mềm SPSS version 20 hoặc 22 với phân tích phương sai một yếu tố, đa yếu tố, so sánh Duncan với mức ý nghĩa $P < 0,05$ cho các thí nghiệm còn lại.

CHƯƠNG 3 – KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Ảnh hưởng của nồng độ tảo (*C. muelleri*, *I. galbana*, *T. chuii*) và nhiệt độ (25°C, 30°C và 35°C) lên tốc độ lọc của *P. annandalei* trưởng thành

3.1.1. *Chaetoceros muelleri*



Hình 3.1. Ảnh hưởng của nồng độ tảo *C. muelleri*, nhiệt độ và giới tính lên PP và SPP.

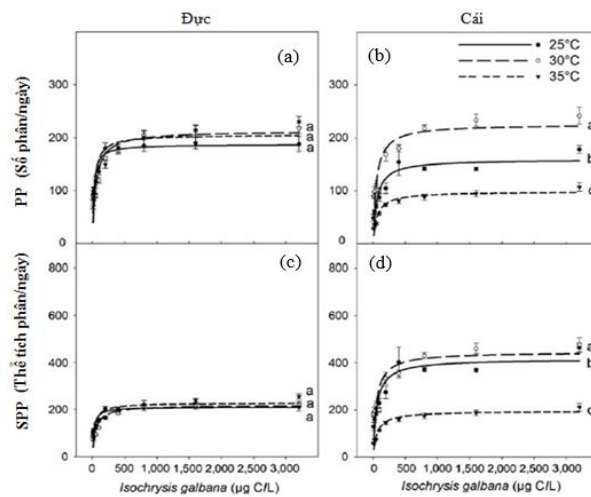
Bảng 3.1. Ảnh hưởng của nồng độ tảo *C. muelleri*, nhiệt độ và giới tính lên PP và SPP.

<i>Chaetoceros muelleri</i>	Ảnh hưởng lên PP			Ảnh hưởng lên SPP		
	df1, df2	F	P	df1, df2	F	P
Thức ăn	8. 216	227,59	<0,001	8. 216	161,18	<0,001
Nhiệt độ	2. 216	310,76	<0,001	2. 216	387,30	<0,001
Giới tính	1. 216	115,98	<0,001	1. 216	430,55	<0,001
Thức ăn × Giới tính	8. 216	2,88	0,0046	8. 216	17,27	<0,001
Thức ăn × Nhiệt độ	16. 216	11,62	<0,001	16. 216	14,68	<0,001
Giới tính × Nhiệt độ	2. 216	5,45	0,005	2. 216	54,36	<0,001
Thức ăn × Nhiệt độ × Giới tính	16. 216	4,65	<0,001	16. 216	7,50	<0,001

3.1.2. *Isochrysis galbana*

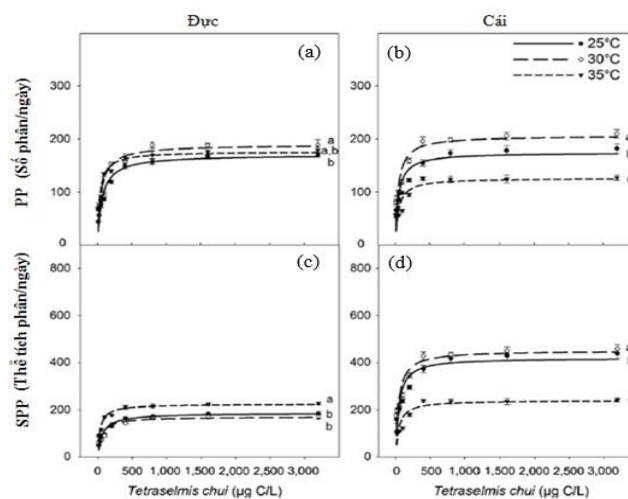
Bảng 3.2. Ảnh hưởng của nồng độ tảo *I. galbana*, nhiệt độ và giới tính lên PP và SPP.

<i>Isochrysis galbana</i>	Ảnh hưởng lên PP			Ảnh hưởng lên SPP		
	df1, df2	F	P	df1, df2	F	P
Thức ăn	8.216	180,59	<0,001	8.216	144,94	<0,001
Nhiệt độ	2.216	112,46	<0,001	2.216	158,96	<0,001
Giới tính	1.216	305,76	<0,001	1.216	358,07	<0,001
Thức ăn × Giới tính	8.216	1,42	0,19	8.216	13,23	<0,001
Thức ăn × Nhiệt độ	16.216	4,69	<0,001	16.216	4,15	<0,001
Giới tính × Nhiệt độ	2.216	161,50	<0,001	2.216	224,27	<0,001
Thức ăn × Nhiệt độ × Giới tính	16.216	2,86	<0,001	16.216	4,62	<0,001



Hình 3.2. Ảnh hưởng của nồng độ tảo *I. galbana*, nhiệt độ và giới tính lên PP và SPP

3.1.3. *Tetraselmis chuii*



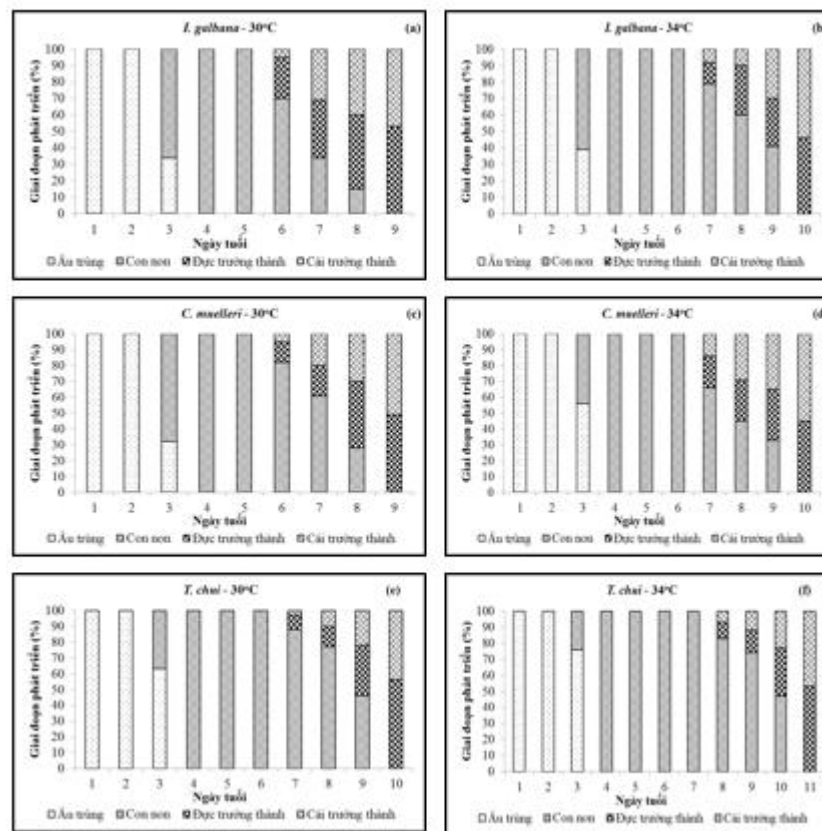
Hình 3.3. Ảnh hưởng của nồng độ tảo *T. chuii* nhiệt độ và giới tính lên PP và SPP

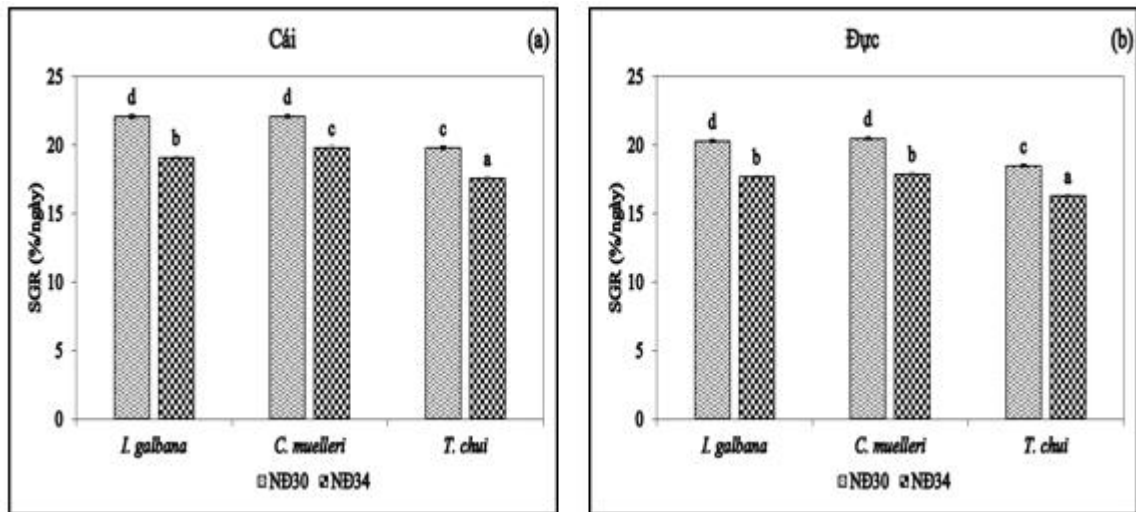
Bảng 3.3. Ảnh hưởng của nồng độ tảo *T. chuii*, nhiệt độ và giới tính lên PP và SPP.

<i>Tetraselmis chuii</i>	Ảnh hưởng lên PP			Ảnh hưởng lên SPP		
	df1, df2	F	P	df1, df2	F	P
Thức ăn	8.216	513,80	<0,001	8.216	386,03	<0,001
Nhiệt độ	2.216	171,35	<0,001	2.216	169,84	<0,001
Giới tính	1.216	6,72	0,010	1.216	276,9	<0,001
Thức ăn × Giới tính	8.216	3,34	0,0013	8.216	37,40	<0,001
Thức ăn × Nhiệt độ	16.216	5,68	<0,001	16.216	5,03	<0,001
Giới tính × Nhiệt độ	2.216	188,07	<0,001	2.216	639,20	<0,001
Thức ăn × Nhiệt độ × Giới tính	16.216	2,79	<0,001	16.216	7,78	<0,001

3.2. Ảnh hưởng sự cho ăn 3 loài tảo khác nhau lên sinh trưởng và sinh sản của loài *P. annandalei* ở nhiệt độ 30°C và 34°C

3.2.1. Phát triển quần thể và kích thước của *P. annandalei* trưởng thành

Hình 3.4. Sự phát triển quần thể *P. annandalei* ở các nghiệm thức loài tảo và nhiệt độ



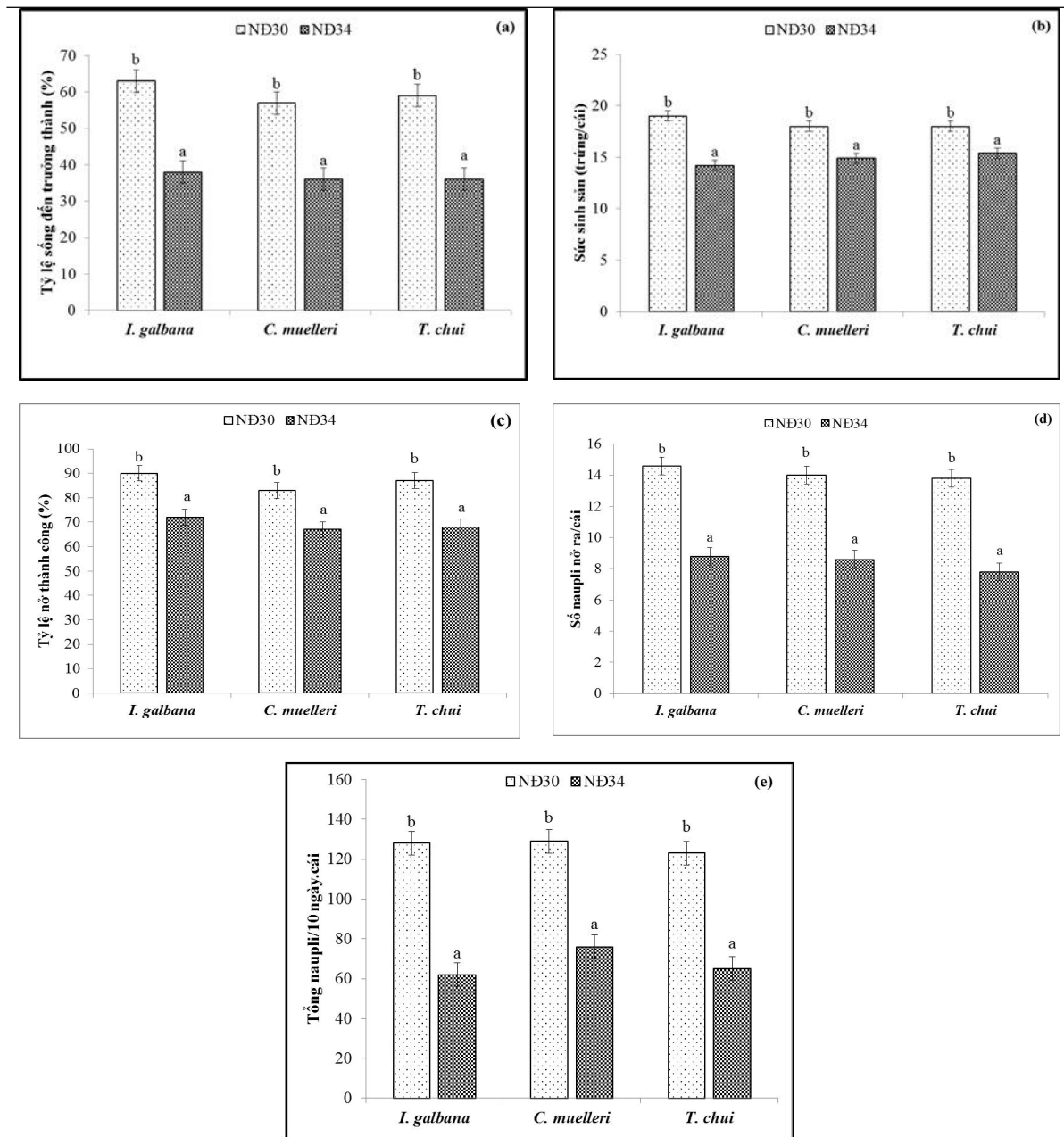
Hình 3.5. Tốc độ sinh trưởng đặc trưng theo chiều dài của con cái (a), con đực (b) trưởng thành.

3.2.2. Tỷ lệ sống đến giai đoạn trưởng thành, sức sinh sản và tỷ lệ nở, số naupli nở ra/cái và khả năng sinh sản trong 10 ngày của *P. annandalei*

Bảng 3.4. Ảnh hưởng của nhiệt độ và loài tảo lên tỷ lệ sống, sức sinh sản, tỷ lệ nở thành công và số naupli nở ra/cái của *P. annandalei*.

Yếu tố ảnh hưởng	Chỉ tiêu	df	F	P
Nhiệt độ	Tỷ lệ sống	1	83,516	<0,001
	Sức sinh sản	1	91,351	<0,001
	Tỷ lệ nở	1	56,754	<0,001
	Số ấu trùng nở ra/cái	1	152,495	<0,001
	Ấu trùng sinh/cái.10 ngày	1	143,464	<0,001
Loài tảo	Tỷ lệ sống	2	1,072	0,358
	Sức sinh sản	2	0,721	0,487
	Tỷ lệ nở	2	0,745	0,486
	Số ấu trùng nở ra/cái	2	1,258	0,302
	Ấu trùng sinh/cái.10 ngày	2	0,968	0,394
Nhiệt độ × Loài tảo	Tỷ lệ sống	2	0,221	0,804
	Sức sinh sản	2	3,342	0,037
	Tỷ lệ nở	2	0,188	0,830
	Số ấu trùng nở ra/cái	2	0,144	0,866

Ấu trùng sinh/cái.10 ngày 2 0,864 0,441



Hình 3.6. Ảnh hưởng của loài tảo, nhiệt độ lên tỷ lệ sống (a), sức sinh sản (b), tỷ lệ nở (c), số ấu trùng/cái (d) và tổng số ấu trùng sinh ra bởi mỗi cái trong 10 ngày (e).

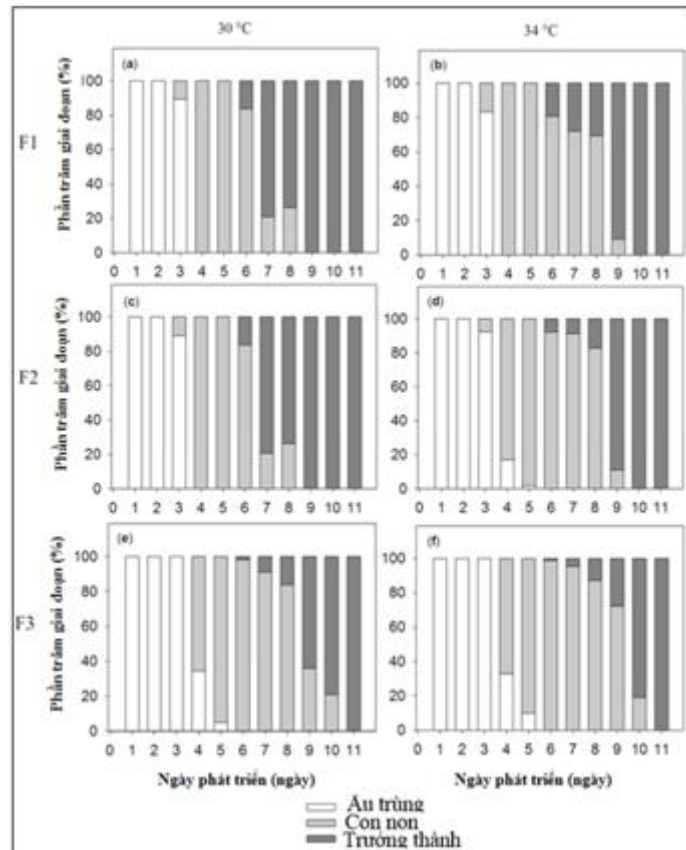
3.3. Ảnh hưởng của điều kiện nhiệt độ cao (34°C) đến sinh trưởng và sinh sản của loài *P. annandalei* qua 3 thế hệ

3.3.1. Sự phát triển quần thể ở 3 thế hệ tại nhiệt độ 30°C và 34°C

Sự phát triển của quần thể *P. annandalei* được trình bày ở hình 3.7. Quần thể *P. annandalei* phát triển trưởng thành chậm hơn khi nuôi ở nhiệt độ 34°C so với quần thể *P. annandalei* nuôi ở nhiệt độ 30°C.

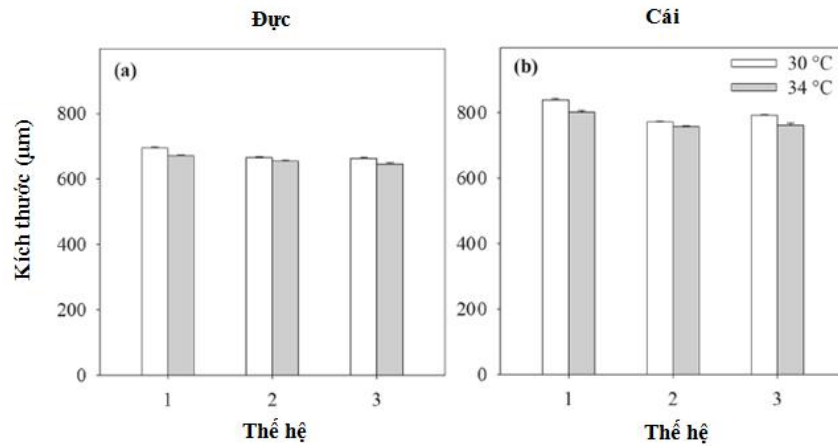
Bảng 3. 5. Ảnh hưởng của nhiệt độ lên kích thước trưởng thành của *P. annandalei*.

Yếu tố ảnh hưởng	Đực			Cái		
	df1, df2	F	P	df1, df2	F	P
Nhiệt độ	1.540	32,45	<0,001	1. 500	65,48	<0,001
Thế hệ	2.539	35,29	<0,001	2. 500	137,17	<0,001
Nhiệt độ × Thế hệ	2.539	1,64	0,19	2. 500	5,82	0,0032

Hình 3. 7. Sự phát triển quần thể *Pseudodiaptomus annandalei* ở 30°C và 34°C.

3.3.2. Kích thước con trưởng thành

Ở cả hai giới tính đực và cái, kích thước trưởng thành của copepoda nhỏ hơn khi nuôi ở nhiệt độ cao 34°C (Hình 3.8, Bảng 3.6)



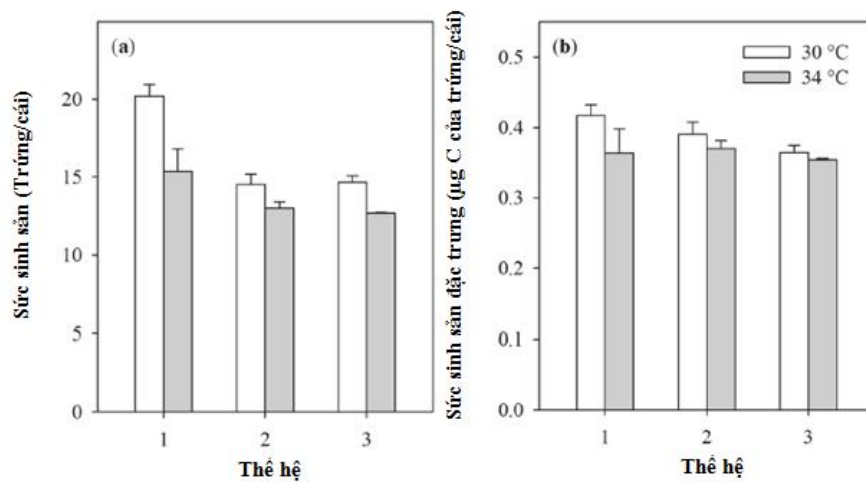
Hình 3.8. Kích thước *P. annandalei* đực (a), cái (b) ở 30°C và 34°C ở 3 thế hệ.

3.3.3. Sức sinh sản của *P. annandalei*

Ảnh hưởng của nhiệt độ lên sức sinh sản và sức sinh sản đặc trưng của *P. annandalei* qua 3 thế hệ được thể hiện ở bảng 3.6 và hình 3.9. Số lượng trứng trong hai túi trứng của con cái sống ở 34°C ít hơn so với số trứng của con cái ở 30°C.

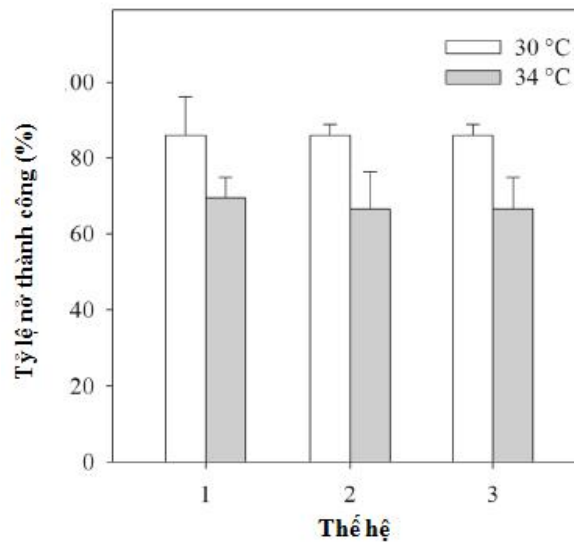
Bảng 3.6. Ảnh hưởng của nhiệt độ và thế hệ lên sức sinh sản và sức sinh sản đặc trưng của *P. annandalei*.

Yếu tố ảnh hưởng	Sức sinh sản			Sức sinh sản đặc trưng		
	df1, df2	F	P	df1, df2	F	P
Nhiệt độ	1. 191	61,45	<0,001	1.191	9,98	0,0019
Thế hệ	2. 191	54,17	<0,001	2.191	3,81	0,024
Nhiệt độ × Thế hệ	2. 191	8,80	<0,001	2.191	2,22	0,11



Hình 3.9. Sức sinh sản (a) và sức sinh sản đặc trưng (b) của *P. annandalei*.

3.3.4. Tỷ lệ nở thành công



Hình 3.10. Tỷ lệ nở thành công của *P. annandalei* ở 30°C và 34°C ở 3 thế hệ

Bảng 3. 7. Ảnh hưởng của nhiệt độ và thế hệ lên tỷ lệ nở của *P. annandalei*.

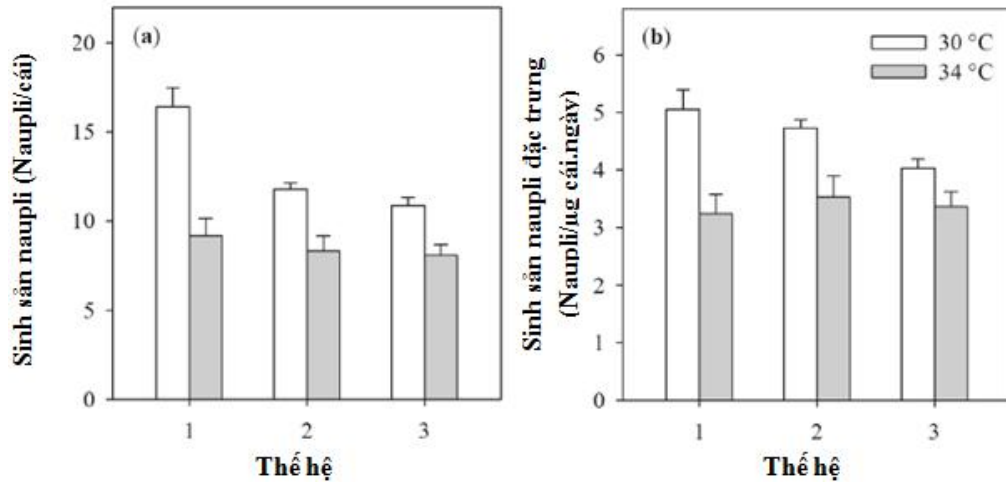
Yếu tố ảnh hưởng	Tỷ lệ nở		
	df1, df2	F	P
Nhiệt độ	1. 210	9,90	0,0019
Thế hệ	2. 210	0,02	0,99
Nhiệt độ × Thế hệ	2. 210	0,02	0,99

3.3.5. Sinh sản ấu trùng

Sinh sản naupli ở nhiệt độ 34°C thấp hơn đáng kể so với sinh sản naupli ở nhiệt độ 30°C. Naupli sinh ra ở thế hệ F1 nhiều hơn so với số naupli sinh ra ở thế hệ F2 và F3 (Bảng 3.8, Hình 3.11).

Bảng 3. 8. Ảnh hưởng của nhiệt độ và thế hệ lên sinh sản naupli và sinh sản naupli đặc trưng của *P. annandalei*.

Yếu tố ảnh hưởng	Sinh sản naupli			Sinh sản naupli đặc trưng		
	df1, df2	F	P	df1, df2	F	P
Nhiệt độ	1.24	52,79	<0,001	1. 24	29,21	<0,001
Thế hệ	2.24	10,85	<0,001	2. 24	1,72	0,20
Nhiệt độ × Thế hệ	2.24	4,97	0,016	2. 24	2,17	0,14



Hình 3. 11. Sinh sản naupli (a) và sinh sản naupli đặc trưng (b) của *P. annandalei* ở 30°C và 34°C ở 3 thế hệ.

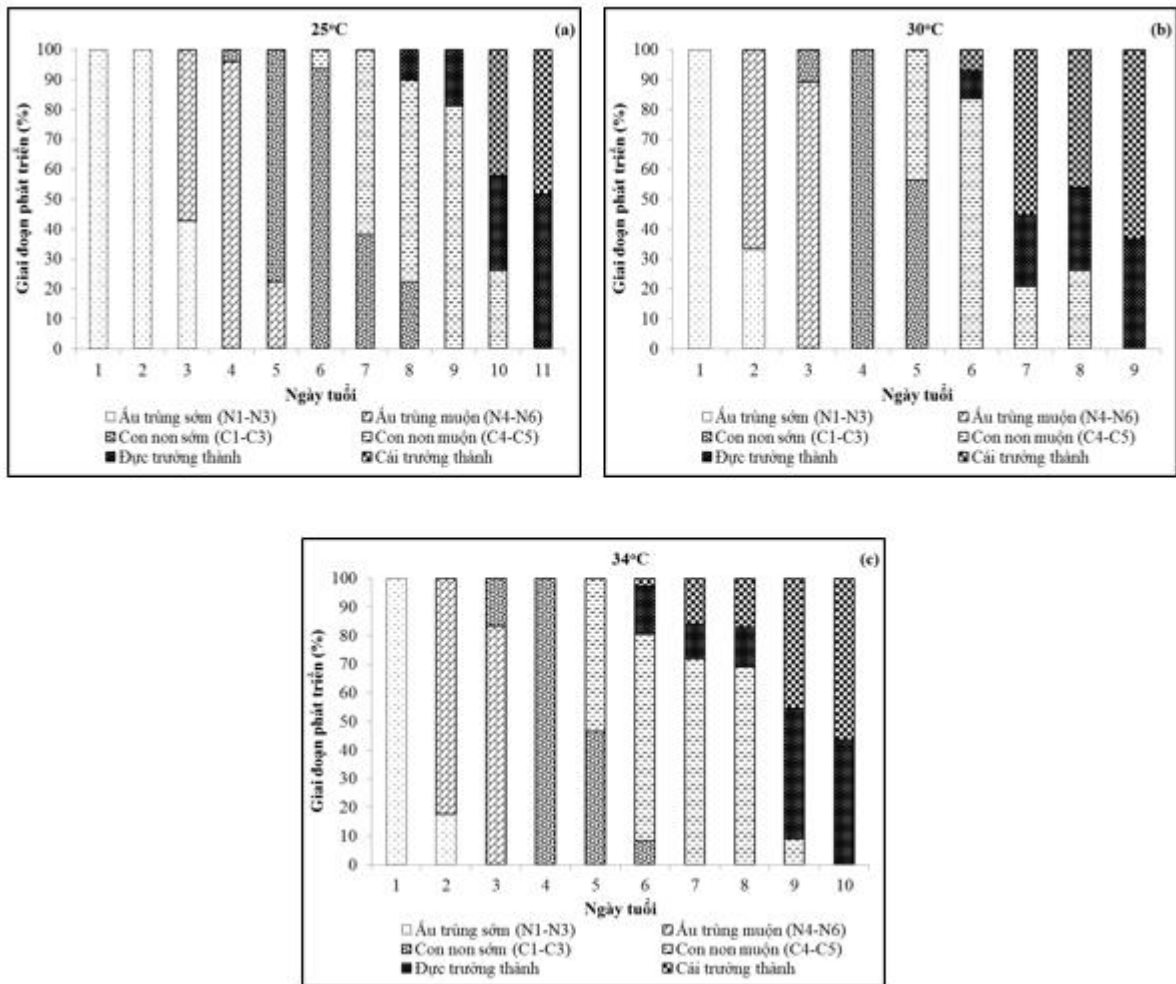
3.4. Ảnh hưởng của nhiệt độ lên sinh trưởng và sinh sản của *P. annandalei*

3.4.1. Phát triển quần thể và sinh trưởng của *P. annandalei* ở 25°C, 30°C và 34°C

Ảnh hưởng của nhiệt độ lên sự phát triển của *P. annandalei* thể hiện ở hình 3.12. Quần thể *P. annandalei* ở nhiệt độ 30°C phát triển trưởng thành nhanh hơn so với quần thể ở 34°C và chậm nhất ở nhiệt độ 25°C. Bên cạnh đó, nhiệt độ cũng ảnh hưởng tới tăng trưởng của *P. annandalei* (Bảng 3.9). Kích thước giảm khi nhiệt độ tăng từ 25°C đến 34°C.

Bảng 3. 9. Kích thước (μm) các giai đoạn phát triển ở 25°C, 30°C và 34°C.

Giai đoạn	Nhiệt độ 25°C		Nhiệt độ 30°C		Nhiệt độ 34°C	
N1	118 ± 12,6 ^a	(n=14)	122 ± 13,7 ^a	(n=19)	119 ± 11,8 ^a	(n=16)
N2	170 ± 20,0 ^a	(n=29)	167 ± 17,1 ^a	(n=48)	168 ± 16,3 ^a	(n=32)
N3	207 ± 16,9 ^b	(n=29)	194 ± 16,1 ^a	(n=24)	187 ± 16,8 ^a	(n=24)
N4	260 ± 25,1 ^b	(n=12)	241 ± 13,9 ^a	(n=29)	237 ± 19,4 ^a	(n=37)
N5	285 ± 11,3 ^b	(n=13)	267 ± 17,4 ^a	(n=23)	268 ± 26,1 ^a	(n=33)
N6	294 ± 14,4 ^b	(n=19)	280 ± 23,4 ^a	(n=24)	286 ± 18,8 ^a	(n=15)
C1	316 ± 33,1 ^b	(n=19)	289 ± 17,2 ^a	(n=27)	290 ± 16,3 ^a	(n=11)
C2	402 ± 28,8 ^b	(n=21)	329 ± 19,7 ^a	(n=10)	322 ± 17,5 ^a	(n=11)
C3	490 ± 55,9 ^b	(n=19)	381 ± 23,8 ^a	(n=40)	371 ± 18,9 ^a	(n=27)
C4	556 ± 65,5 ^b	(n=21)	508 ± 37,2 ^a	(n=59)	489 ± 49,1 ^a	(n=57)
C5	635 ± 55,9 ^c	(n=28)	600 ± 32,4 ^b	(n=29)	551 ± 92,5 ^a	(n=53)
Đực TT	695 ± 51,8 ^b	(n=63)	681 ± 42,6 ^b	(n=200)	662 ± 40,1 ^a	(n=214)
Cái TT	877 ± 56,6 ^c	(n=58)	790 ± 70,1 ^b	(n=262)	773 ± 60,6 ^a	(n=193)
SCR _L - cái	20 ± 0,1 ^a		23 ± 0,1 ^c		21 ± 0,1 ^b	
SCR _L - đực	18 ± 0,1 ^a		22 ± 0,1 ^c		19 ± 0,1 ^b	



Hình 3.12. Sự phát triển quần thể *P. annandalei* ở 25°C (a), 30°C (b), 34°C (c).

3.4.2. Tỷ lệ sống, sức sinh sản và tỷ lệ nở, số ấu trùng nở ra bởi mỗi con cái

Ảnh hưởng của nhiệt độ lên tỷ lệ sống, sức sinh sản, tỷ lệ nở và số ấu trùng/cái thể hiện ở bảng 3.10.

Bảng 3.10. Ảnh hưởng của nhiệt độ lên tỷ lệ sống, sức sinh sản và tỷ lệ nở, số naupli nở ra/cái *P. annandalei*.

Thông số	Nhiệt độ 25°C	Nhiệt độ 30°C	Nhiệt độ 34°C
Tỷ lệ sống	56,8 ± 1,70 ^b	57,8 ± 3,99 ^b	36,3 ± 4,09 ^a
Sức sinh sản/lần đẻ	22,5 ± 0,97 ^c	19,6 ± 0,44 ^b	14,5 ± 0,61 ^a
Tỷ lệ nở thành công	83,3 ± 2,64 ^b	91,7 ± 4,56 ^b	63,3 ± 2,04 ^a
Số ấu trùng nở ra/cái	16,4 ± 2,74 ^b	16,4 ± 1,02 ^b	9,2 ± 0,96 ^a

Số liệu biểu diễn dưới dạng $TB \pm SE$ (Trung bình ± Sai số chuẩn). Ký hiệu chữ cái khác nhau trên cùng một hàng thể hiện sai khác có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$).

3.4.3. Khả năng sinh sản ấu trùng và tuổi thọ của *P. annandalei*

Bảng 3.11. Ảnh hưởng của nhiệt độ đến sinh sản và tuổi thọ của *P. annandalei*.

Thông số	Nhiệt độ 25°C	Nhiệt độ 30°C	Nhiệt độ 34°C
Số naupli/cái.10 ngày	101,6 ± 3,74 ^b	178,0 ± 7,90 ^a	78,4 ± 4,67 ^c
Tuổi thọ con đực	43,2 ± 0,58 ^a	38,8 ± 1,59 ^b	32,0 ± 0,71 ^c
Tuổi thọ con cái	44,0 ± 0,55 ^a	38,2 ± 1,39 ^b	32,0 ± 0,55 ^c

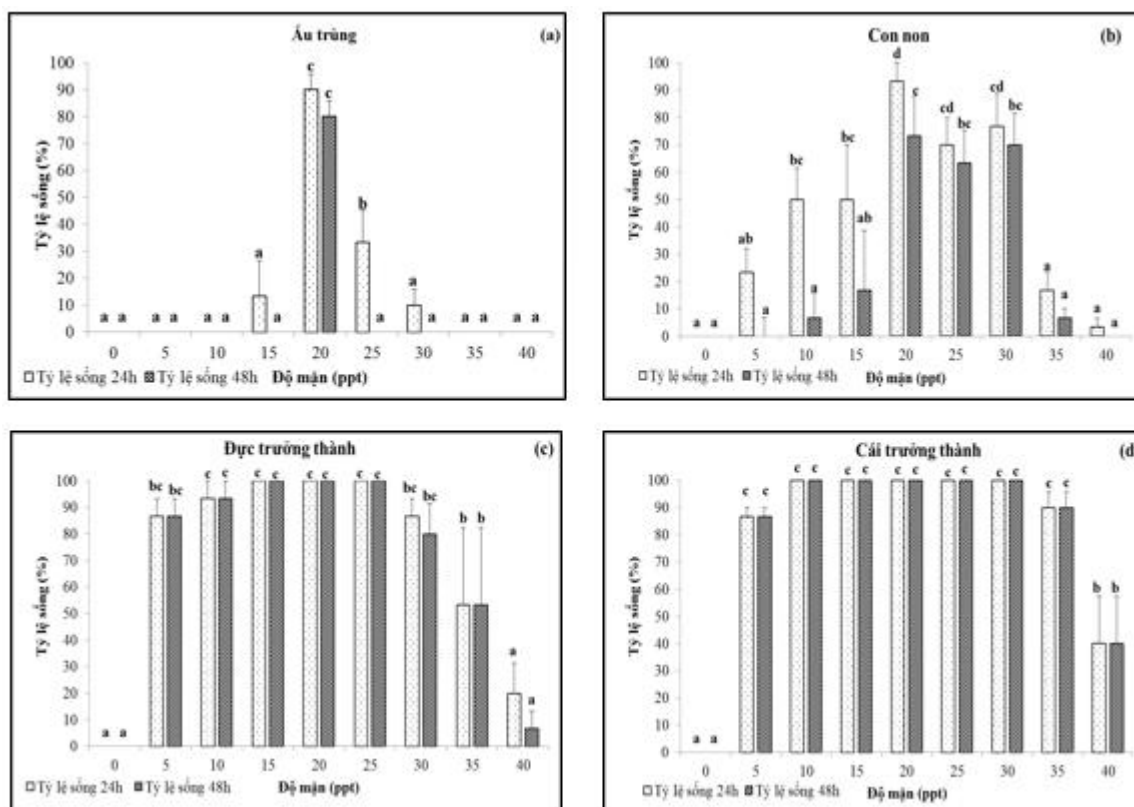
Số liệu biểu diễn dưới dạng $TB \pm SE$ (Trung bình $\pm$ Sai số chuẩn). Ký hiệu chữ cái khác nhau trên cùng một hàng thể hiện sai khác có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$).

3.5. Khả năng chịu sốc độ mặn và sự tương tác của độ mặn với nhiệt độ lên đặc điểm sinh học và sinh sản của *P. annandalei*

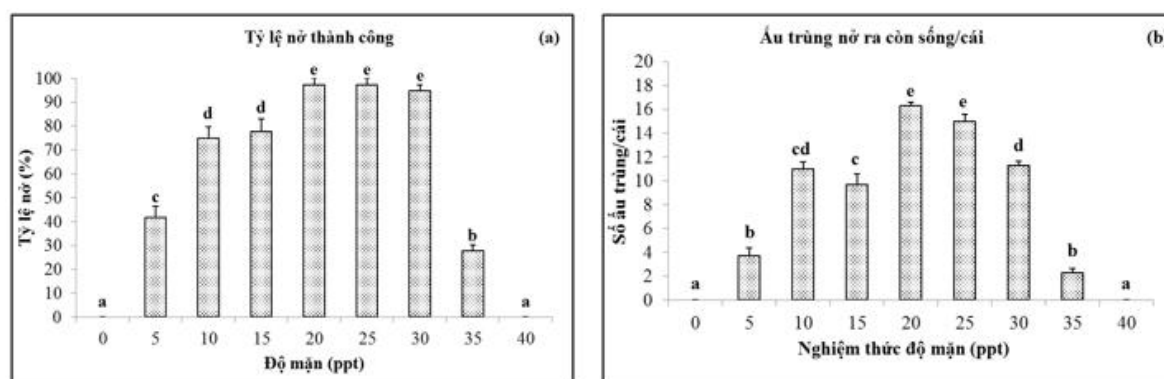
3.5.1. Ảnh hưởng của sốc độ mặn lên tỷ lệ sống, tỷ lệ nở và số ấu trùng/cái

Bảng 3. 12. Ảnh hưởng của độ mặn, thời gian sốc, giai đoạn phát triển đến tỷ lệ sống của *P. annandalei*. Giá trị P in đậm thể hiện khác biệt có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$).

Ảnh hưởng lên tỷ lệ sống (%)	<i>df</i>	<i>F</i>	<i>P</i>
Độ mặn	8	88,069	<0,001
Thời gian sốc	1	7,177	0,008
Giai đoạn	3	229,236	< 0,001
Độ mặn * Thời gian sốc	8	0,256	0,979
Độ mặn * Giai đoạn	24	11,303	< 0,001
Thời gian sốc * Giai đoạn	3	1,800	0,150
Độ mặn * Thời gian sốc * Giai đoạn	24	0,470	0,983



Hình 3. 13. Ảnh hưởng của sức độ mặn đến tỷ lệ sống các giai đoạn phát triển



Hình 3.14. Ảnh hưởng của sức độ mặn lên tỷ lệ nở (a) và số naupli nở ra/cái (b).

3.5.2. Ảnh hưởng của độ mặn và nhiệt độ đến sinh trưởng, sức sinh sản

Bảng 3. 13. Ảnh hưởng của độ mặn và nhiệt độ lên kích thước đực và cái trưởng thành, tỷ lệ nở thành công, số naupli nở ra/copepoda cái và tổng số naupli sinh ra bởi mỗi con cái trong 10 ngày. Giá trị P in đậm thể hiện khác biệt có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$).

Yếu tố ảnh hưởng	Các thông số	df	F	P
Nhiệt độ	Kích thước đực	1	427,428	<0,001
	Kích thước cái	1	179,347	<0,001

	Sức sinh sản	1	325,507	<0,001
	Tỷ lệ nở thành công	1	13,567	0,01
	Số naupli nở ra/con cái	1	40,111	<0,001
	Số naupli sinh ra 10 ngày/cái	1	1489,649	<0,001
Độ mặn	Kích thước đực	6	22,960	<0,001
	Kích thước cái	6	6,115	<0,001
	Sức sinh sản	6	13,049	<0,001
	Tỷ lệ nở thành công	6	5,493	0,01
	Số naupli nở ra/con cái	6	20,898	<0,001
	Số naupli sinh ra 10 ngày/cái	6	82,031	<0,001
Nhiệt độ * Độ mặn	Kích thước đực	6	4,393	<0,001
	Kích thước cái	6	3,410	0,03
	Sức sinh sản	6	10,822	<0,001
	Tỷ lệ nở thành công	6	0,378	0,887
	Số naupli nở ra/con cái	6	2,843	0,027
	Số naupli sinh ra 10 ngày/cái	6	3,218	0,009

Bảng 3. 14. Ảnh hưởng của độ mặn lên kích thước con đực và cái trưởng thành, tỷ lệ nở và số naupli nở ra/cái, số naupli sinh ra trong 10 ngày/cái ở hai điều kiện nhiệt độ nuôi 30°C và 34°C.

Độ mặn	5 ‰	10 ‰	15 ‰	20 ‰	25 ‰	30 ‰	35 ‰
Đực 30°C	742±3,1 ^{ab}	747±4,3 ^b	752±4,1 ^b	754±5,3 ^b	772±5,2 ^c	738±7,5 ^{ab}	725±5,9 ^a
Đực 34°C	693±2,4 ^b	720±3,6 ^c	712±4,3 ^{de}	699±2,7 ^{bc}	707±4,0 ^{cd}	678±4,3 ^a	670±3,3 ^a
Cái 30°C	842±7,1 ^{ab}	832±6,5 ^a	871±8,8 ^c	832±5,6 ^a	860±8,8 ^{bc}	847±8,1 ^{bc}	823±7,3 ^a
Cái 34°C	801±6,3 ^c	790±3,8 ^{bc}	802±3,1 ^c	799±6,1 ^c	775±7,0 ^{ab}	807±9,1 ^c	769±10,1 ^a
F 30°C	14±0,2 ^a	16±0,3 ^c	17±0,4 ^d	15±0,3 ^b	15±0,3 ^{bc}	15±0,3 ^b	13±0,3 ^a
F 34°C	12±0,2 ^{ab}	12±0,2 ^{ab}	13±0,2 ^{ab}	13±0,2 ^b	13±0,2 ^{ab}	12±0,2 ^{ab}	12±0,2 ^a
HS 30°C	83±0,0 ^{ab}	83±4,9 ^{ab}	97±2,7 ^c	89±5,7 ^{bc}	92±4,9 ^{bc}	83±4,9 ^{ab}	78±2,7 ^a
HS 34°C	78±2,7 ^{ab}	78±2,7 ^{ab}	86±3,0 ^b	89±3,0 ^b	80±2,7 ^{ab}	80±2,7 ^{ab}	69±5,7 ^a
N 30°C	6,3±0,33 ^{ab}	10±1,00 ^c	10,7±0,33 ^c	10±0,58 ^c	8±0,58 ^b	6,3±0,67 ^{ab}	5,3±0,33 ^a
N 34°C	5±0,00 ^{ab}	6±0,58 ^{bc}	8±0,58 ^d	7,7±0,67 ^d	7,3±0,33 ^{cd}	6±0,58 ^{bc}	4±0,00 ^a
N10-30°C	125±2,4 ^c	152±1,4 ^{ef}	157±3,0 ^f	146±1,9 ^e	138±3,8 ^d	110±2,7 ^b	92±3,6 ^a
N10-34°C	60±3,2 ^b	87±5,9 ^c	85±1,8 ^c	68±4,8 ^b	70±2,0 ^b	48±2,6 ^a	40±2,2 ^a

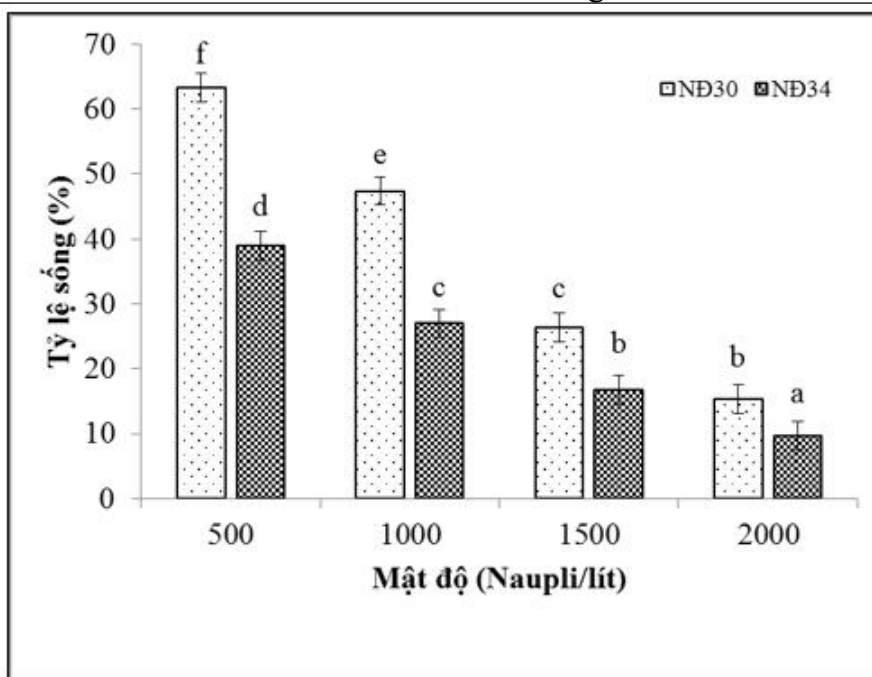
Ký hiệu *F* là sức sinh sản; *HS* là tỷ lệ nở thành công; *N* là số naupli nở ra/cái, *N10* là tổng số naupli sinh ra trong 10 ngày của mỗi copepoda cái.

3.6. Ảnh hưởng của mật độ ấu trùng và mật độ con trưởng thành ban đầu lên sinh trưởng và sinh sản của loài *P. annandalei* ở nhiệt độ 30°C và 34°C

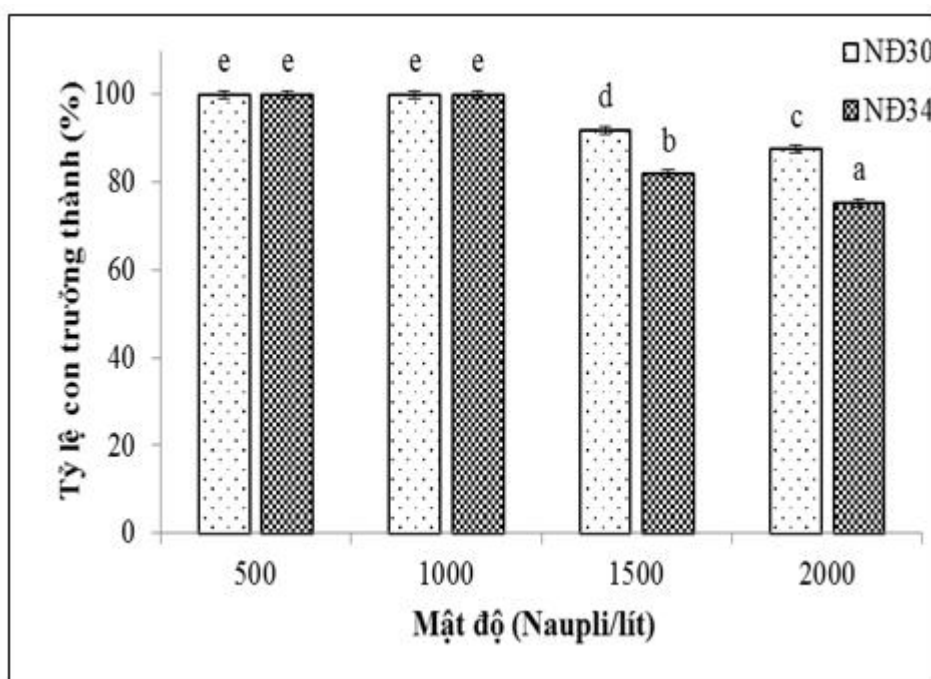
3.6.1. Ảnh hưởng tương tác của nhiệt độ với mật độ ấu trùng ban đầu đến sự phát triển và sinh sản của *P. annandalei*

Bảng 3.15. Ảnh hưởng của nhiệt độ và mật độ ấu trùng ban đầu lên tỷ lệ sống và phần trăm con trưởng thành *P. annandalei* ở 10 ngày tuổi.

<i>Yếu tố ảnh hưởng</i>	<i>Các thông số</i>	<i>df</i>	<i>F</i>	<i>P</i>
Nhiệt độ	Tỷ lệ sống	1	94,170	<0,001
	Phần trăm con trưởng thành	1	78,478	<0,001
Mật độ	Tỷ lệ sống	3	121,239	<0,001
	Phần trăm con trưởng thành	3	228,898	<0,001
Nhiệt độ * Mật độ	Tỷ lệ sống	3	8,091	<0,001
	Phần trăm con trưởng thành	3	26,673	<0,001



Hình 3.15. Ảnh hưởng của nhiệt độ và mật độ lên tỷ lệ sống của quần thể *P. annandalei* ở 10 ngày tuổi.

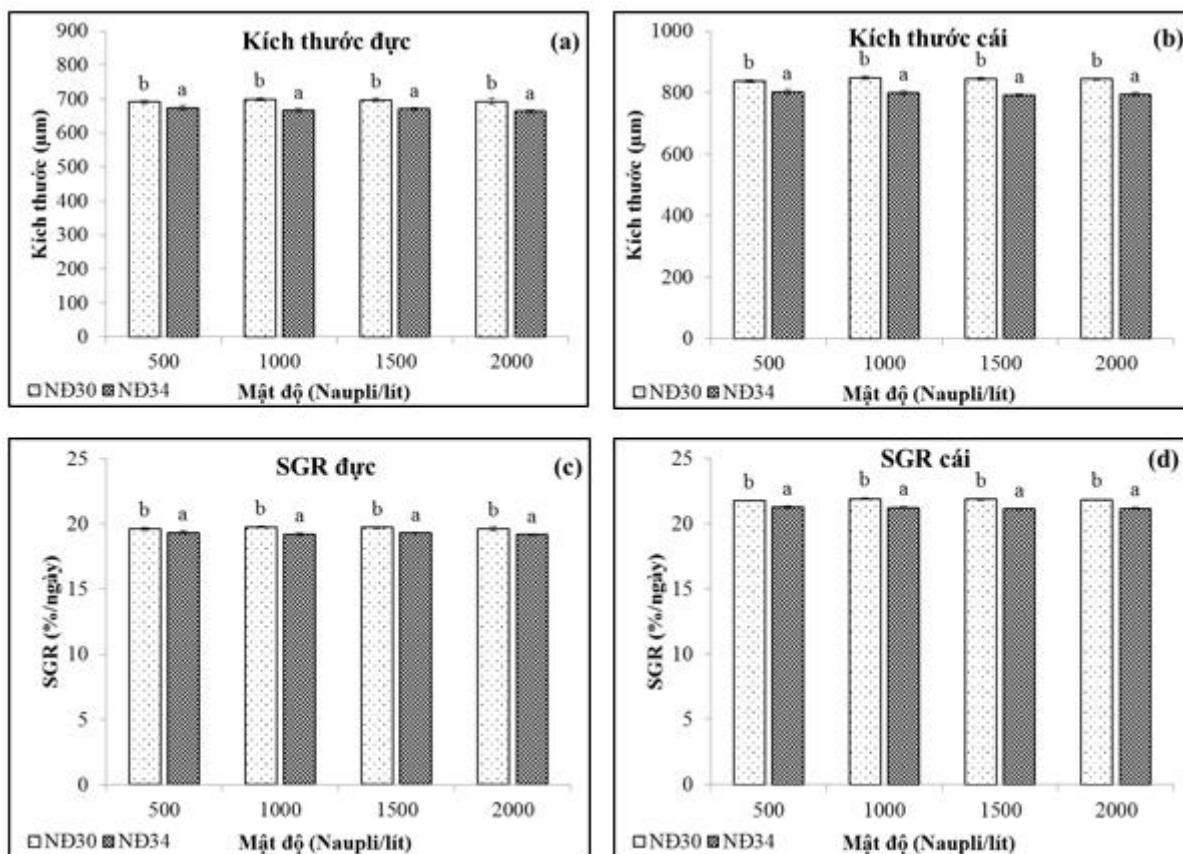


Hình 3.16. Ảnh hưởng của nhiệt độ và mật độ lên tỷ lệ *P. annandalei* trưởng thành trong quần thể *P. annandalei* ở 10 ngày tuổi.

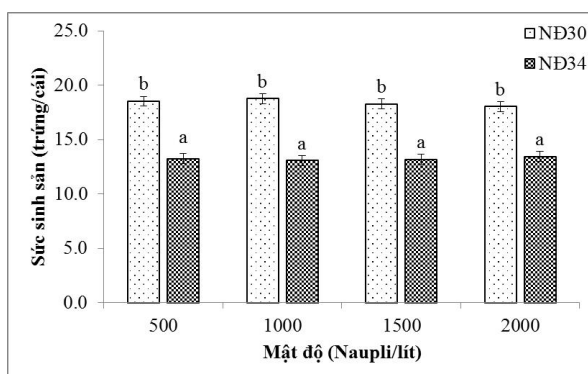
Ảnh hưởng của nhiệt độ và mật độ ấu trùng ban đầu lên kích thước con trưởng thành và sức sinh sản của *P. annandalei* thể hiện ở bảng 3.16, hình 3.17 và 3.18.

Bảng 3.16. Ảnh hưởng của nhiệt độ và mật độ ấu trùng ban đầu lên kích thước, tốc độ sinh trưởng và sức sinh sản của *P. annandalei* ở ngày nuôi thứ 10.

<i>Yếu tố ảnh hưởng</i>		<i>df</i>	<i>F</i>	<i>P</i>
Nhiệt độ	Kích thước con đực	1	44,651	<0,001
	Kích thước con cái	1	168,462	<0,001
	SGR đực	1	43,275	<0,001
	SGR cái	1	168,865	<0,001
	Sức sinh sản	1	264,191	<0,001
Mật độ	Kích thước con đực	3	0,420	0,739
	Kích thước con cái	3	0,477	0,698
	SGR đực	3	0,593	0,620
	SGR cái	3	0,412	0,744
	Sức sinh sản	3	0,091	0,965
Nhiệt độ × Mật độ	Kích thước con đực	3	0,772	0,510
	Kích thước con cái	3	1,290	0,278
	SGR đực	3	0,725	0,538
	SGR cái	3	1,080	0,357
	Sức sinh sản	3	0,533	0,660



Hình 3.17. Ảnh hưởng của nhiệt độ và mật độ lên kích thước và SGR của *P. annandalei* đực và cái trưởng thành.



Hình 3. 18. Ảnh hưởng của nhiệt độ và mật độ lên sức sinh sản *P. annandalei*.

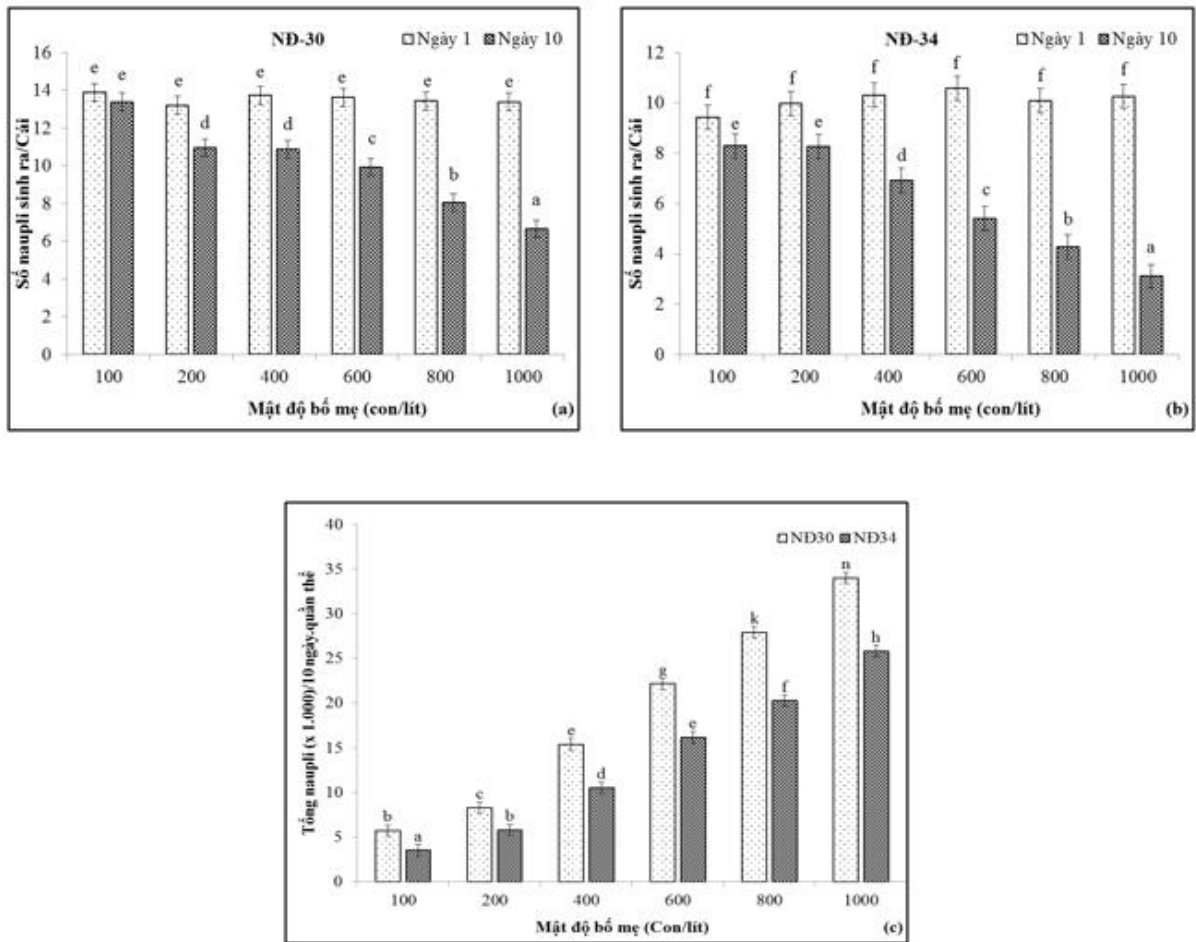
3.6.2. Ảnh hưởng của mật độ nuôi trưởng thành ban đầu đến số ấu trùng sinh ra và tỷ lệ sống của quần thể trưởng thành

Ảnh hưởng của nhiệt độ và mật độ bố mẹ lên tổng số ấu trùng sinh ra ở 10 ngày nuôi của quần thể và tỷ lệ sống *P. annandalei*; ảnh hưởng mật độ và ngày nuôi lên

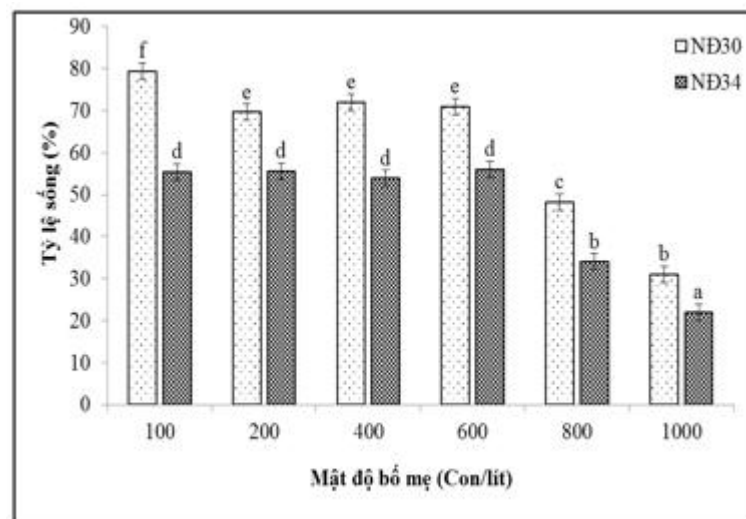
trung bình số ấu trùng/cái ở ngày 1 và ngày thứ 10 thể hiện ở bảng 3.17, hình 3.19, hình 3.20.

Bảng 3.17. Ảnh hưởng của nhiệt độ và mật độ lên tổng số ấu trùng sinh ra 10 ngày của quần thể và tỷ lệ sống *P. annandalei*; ảnh hưởng mật độ và ngày nuôi lên trung bình số ấu trùng/cái ở ngày 1 và ngày thứ 10.

<i>Yếu tố ảnh hưởng</i>		<i>df</i>	<i>F</i>	<i>P</i>
Mật độ	Số ấu trùng/cái ở 30°C	5	14,151	<0,001
	Số ấu trùng/cái ở 34°C	5	8,450	<0,001
Ngày nuôi	Số ấu trùng/cái ở 30°C	1	172,429	<0,001
	Số ấu trùng/cái ở 34°C	1	224,645	<0,001
Mật độ × Ngày nuôi	Số ấu trùng/cái ở 30°C	5	11,054	<0,001
	Số ấu trùng/cái ở 34°C	5	12,987	<0,001
<i>Yếu tố ảnh hưởng</i>		<i>df</i>	<i>F</i>	<i>P</i>
Nhiệt độ	Tổng số ấu trùng/10 ngày	1	202,933	<0,001
	Tỷ lệ sống trưởng thành	1	197,171	<0,001
Mật độ	Tổng số ấu trùng/10 ngày	5	481,442	<0,001
	Tỷ lệ sống trưởng thành	5	142,870	<0,001
Nhiệt độ × Mật độ	Tổng số ấu trùng/10 ngày	5	7,909	<0,001
	Tỷ lệ sống trưởng thành	5	3,170	0,015



Hình 3.19. Số ấu trùng /con cái ở ngày 1 và ngày 10 ở nhiệt độ 30°C (a), 34°C (b) và tổng số ấu trùng thu được bởi quần thể trong 10 ngày (c).

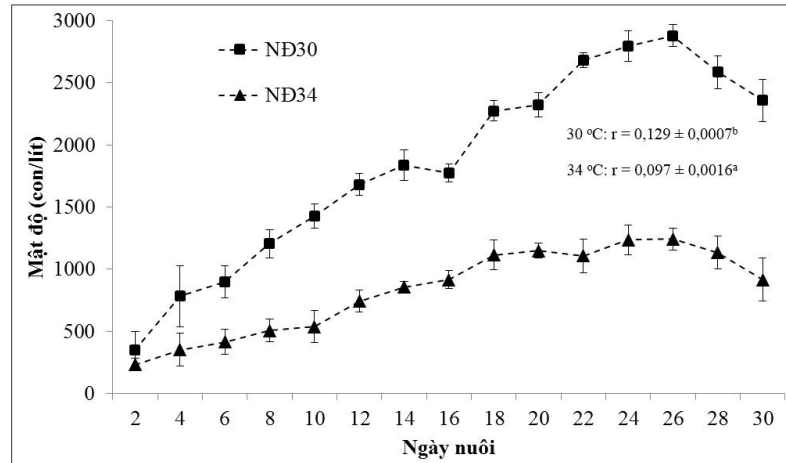


Hình 3.20. Ảnh hưởng của nhiệt độ và mật độ bố mẹ ban đầu lên tỷ lệ sống của quần thể bố mẹ *P. annandalei* ở ngày nuôi thứ 10.

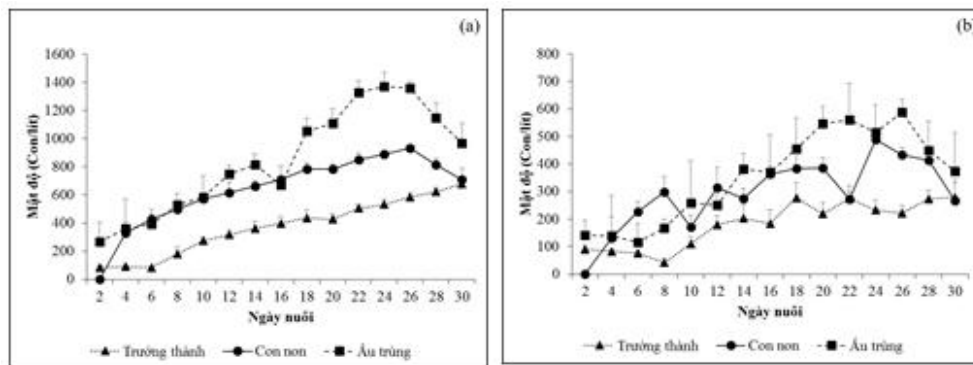
3.7. Nuôi sinh khối và nuôi thu ấu trùng *P. annandalei* ở nhiệt độ 30°C và 34°C

3.7.1. Mật độ copepod của quần thể nuôi sinh khối

Mật độ các giai đoạn phát triển, tổng mật độ *P. annandalei* trong nuôi sinh khối tại nhiệt độ 30°C và 34°C được thể hiện ở hình 3.21 và hình 3.22.

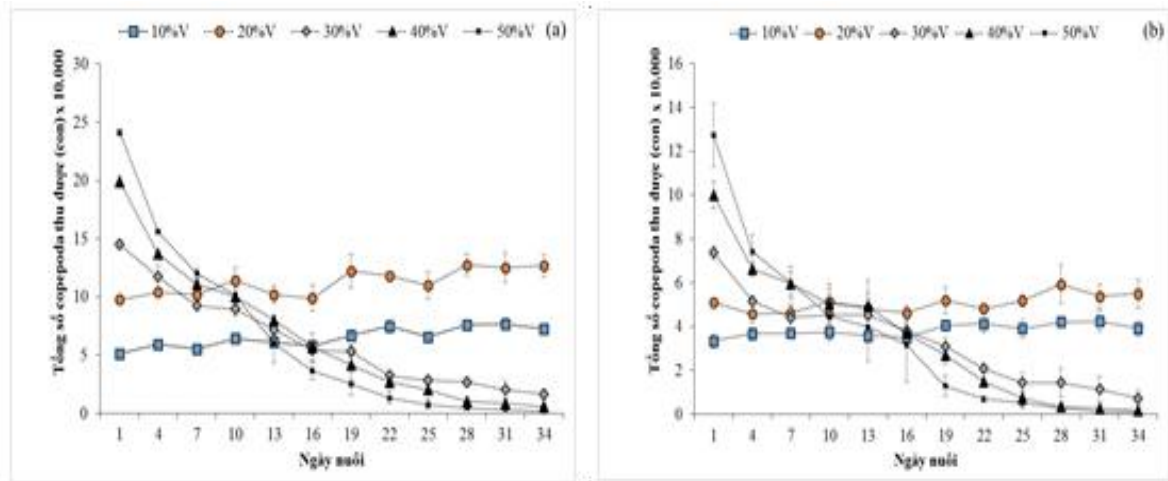


Hình 3.21. Mật độ *P. annandalei* qua các ngày nuôi ở nhiệt độ 30°C và 34°C

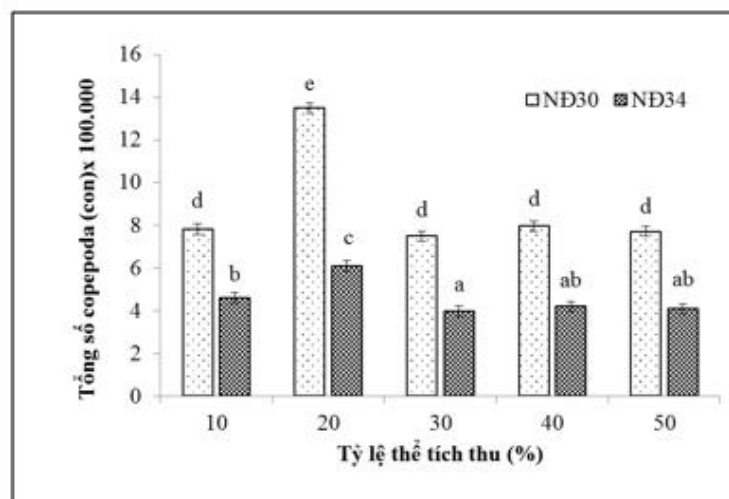


Hình 3.22. Mật độ các giai đoạn phát triển trong quần thể nuôi sinh khối qua các ngày nuôi ở nhiệt độ 30°C (a) và 34°C (b).

3.7.2. Tổng số copepod thu được với các tỷ lệ thu hoạch



Hình 3.23. Tổng số copepod được thu ở các ngày nuôi tương ứng với các tỷ lệ thu hoạch từ 10% đến 50% ở nhiệt độ 30°C (a) và 34°C (b).

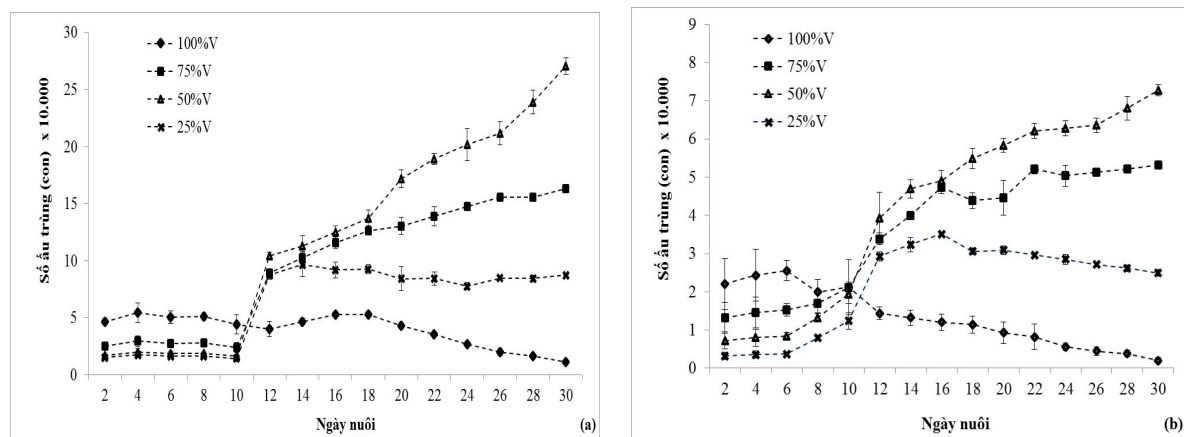


Hình 3.24. Tổng số copepod được thu với các tỷ lệ thu hoạch từ 10% đến 50% ở nhiệt độ 30°C và 34°C.

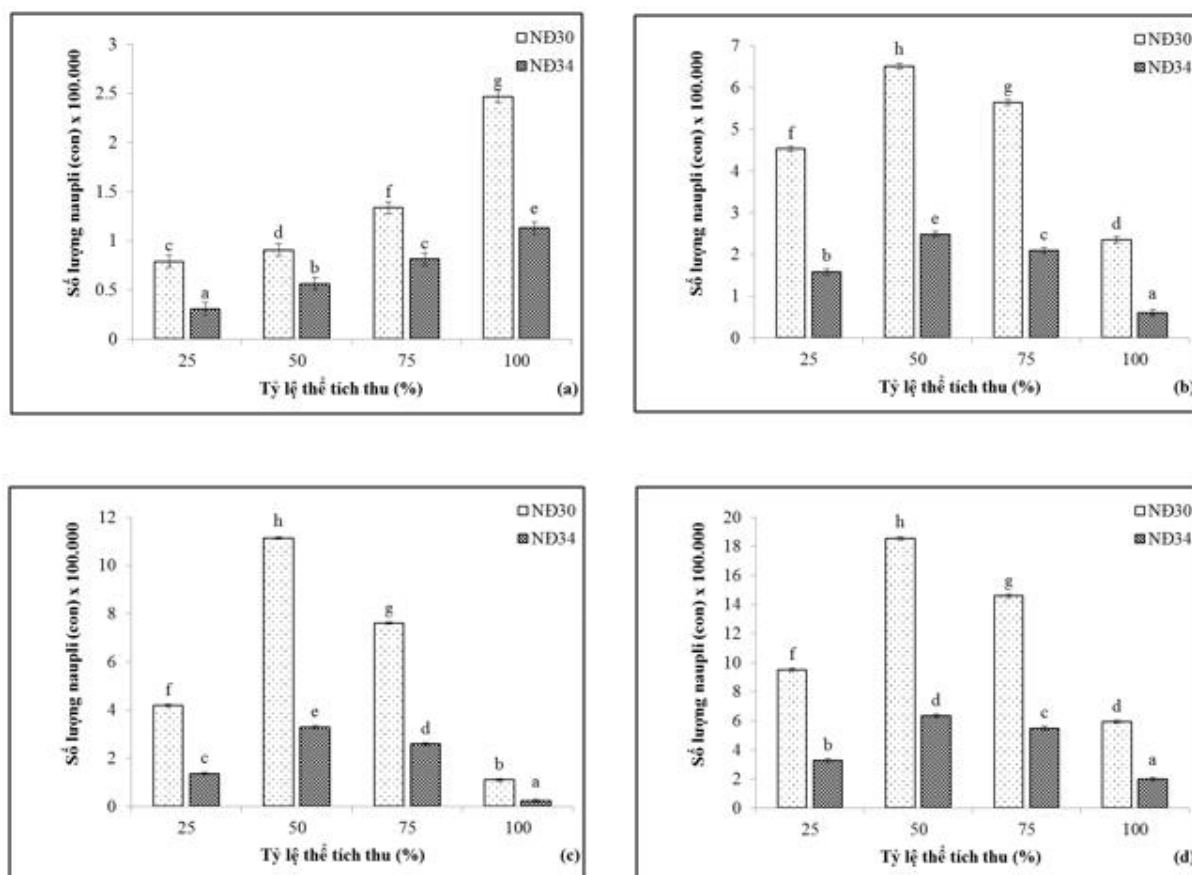
Bảng 3.18. Phân tích phương sai đa yếu tố: Ảnh hưởng của nhiệt độ và tỷ lệ thu lên tổng số copepoda thu được trong toàn thời gian nuôi sinh khối.

<i>Yếu tố ảnh hưởng</i>	<i>df</i>	<i>F</i>	<i>P</i>
Nhiệt độ (°C)	1	798,356	<0,001
Tỷ lệ thu (%)	4	101,117	<0,001
Nhiệt độ * Tỷ lệ thu	4	26,123	<0,001

3.7.3. Tổng số ấu trùng thu được với các tỷ lệ thu hoạch



Hình 3.25. Tổng số ấu trùng thu ứng với các tỷ lệ thu hoạch qua các ngày nuôi ở nhiệt độ 30°C (a), 34°C (b).



Hình 3.26. Ảnh hưởng của nhiệt độ và tỷ lệ thu hoạch lên tổng số ấu trùng được thu qua 30 ngày nuôi, (a) 5 lần thu đầu, (b) 5 lần thu thứ 2, (c) 5 lần thu thứ 3, (d) tổng 15 lần thu tổng số ấu trùng

Bảng 3.19. Ảnh hưởng của nhiệt độ và tỷ lệ thu hoạch lên tổng số ấu trùng.

<i>Yếu tố ảnh hưởng</i>		<i>df</i>	<i>F</i>	<i>P</i>
Nhiệt độ (°C)	Tổng số ấu trùng của 5 lần thu đầu	1	235,378	<0,001
	Tổng số ấu trùng của 5 lần thu thứ 2	1	3924,278	<0,001
	Tổng số ấu trùng của 5 lần thu thứ 3	1	14107,042	<0,001
	Tổng số ấu trùng của 15 lần thu	1	8570,374	<0,001
Tỷ lệ thu (%)	Tổng số ấu trùng của 5 lần thu đầu	3	158,704	<0,001
	Tổng số ấu trùng của 5 lần thu thứ 2	3	710,858	<0,001
	Tổng số ấu trùng của 5 lần thu thứ 3	3	6633,597	<0,001
	Tổng số ấu trùng của 15 lần thu	3	1972,350	<0,001
Nhiệt độ * Tỷ lệ thu	Tổng số ấu trùng của 5 lần thu đầu	3	26,514	<0,001
	Tổng số ấu trùng của 5 lần thu thứ 2	3	100,740	<0,001
	Tổng số ấu trùng của 5 lần thu thứ 3	3	1854,441	<0,001
	Tổng số ấu trùng của 15 lần thu	3	441,403	<0,001

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

1. KẾT LUẬN

- 1) Nhiệt độ 25°C - 35°C, mức ăn bão hòa của *P. annandalei* trưởng thành là 400 µg C/L với loài tảo *Isochrysis galbana* hay tảo *Tetraselmis chuii*. Mức ăn bão hòa là 400 µg C/L cho con đực và 800 µg C/L cho con cái với tảo *Chaetoceros muelleri*.
- 2) Quần thể *P. annandalei* được nuôi ăn tảo *I. galbana* hoặc *C. muelleri* là phát triển nhanh và tốc độ sinh trưởng cao hơn so với tảo *T. chuii*. *P. annandalei* được nuôi ăn 3 loài tảo khác nhau là tỷ lệ sống và các chỉ tiêu sinh sản tương đương nhau, ở cả 2 nhiệt độ 30°C và 34°C.
- 3) Nhiệt độ 34°C làm chậm sự phát triển quần thể, giảm kích thước, giảm tốc độ sinh trưởng, giảm tỷ lệ nở, giảm sức sinh sản, giảm sinh sản ấu trùng, giảm tỷ lệ sống và giảm tuổi thọ của *P. annandalei* so với ở nhiệt độ 30°C.
- 4) Nhiệt độ 30°C thích hợp cho *P. annandalei* sinh trưởng và sinh sản hơn so với 2 nhiệt độ 25°C và 34°C.
- 5) Tất cả ấu trùng chết các độ mặn 0, 5, 10, 35, 40‰ (vào lúc 24 giờ) và các độ mặn 15, 25, 30‰ (vào lúc 48 giờ). Ở độ mặn 20‰, ấu trùng có tỷ lệ sống cao (80 - 90%). Tất cả con non chết ở độ mặn 0‰ (vào lúc 24 giờ) và các độ mặn 5‰ và 40‰ (vào lúc 48 giờ). Khi con trưởng thành bị sốc các độ mặn từ 10‰ đến 30‰, tỷ lệ nở thành công, ấu trùng nở và tỷ lệ sống cao hơn. Độ mặn 15‰ thích hợp cho *P. annandalei* sinh trưởng và sinh sản.
- 6) Mật độ 500 ấu trùng/Lít ban đầu thích hợp cho nuôi sinh khối, 100 con trưởng thành/Lít ban đầu thích hợp cho nuôi sinh khối *P. annandalei*.
- 7) Mật độ copepod ở nhiệt độ 30°C cao hơn so với ở nhiệt độ 34°C. Tốc độ tăng trưởng quần thể ở nhiệt độ 30°C cao hơn so với ở nhiệt độ 34°C. Tỷ lệ thu hoạch 20% thích hợp cho nuôi sinh khối, tỷ lệ thu hoạch 50% thích hợp cho nuôi sinh sản ấu trùng của loài *P. annandalei*.

2. KIẾN NGHỊ

- 1) Nghiên cứu ảnh hưởng của nhiệt độ cao (34°C) đến loài *P. annandalei* qua nhiều thế hệ hơn để đánh giá khả năng thích nghi của loài *P. annandalei*.
- 2) Nghiên cứu thêm mức ăn bão hòa với loài tảo *I. galbana* và tảo *C. muelleri* của giai đoạn ấu trùng và con non nhằm có cơ sở đầy đủ để nuôi loài *P. annandalei*.

- 3) Nghiên cứu hệ thống phù hợp để cho sinh sản ấu trùng và nuôi sinh khối ở quy mô lớn.