

THÔNG BÁO KHOA HỌC

**ẢNH HƯỞNG CỦA NHIỆT ĐỘ LÊN SỰ PHÁT TRIỂN VÀ SINH SẢN CỦA LOÀI
COPEPODA *Pseudodiaptomus annandalei***

**EFFECTS OF TEMPERATURE ON GROWTH AND REPRODUCTION OF THE COPEPOD
*Pseudodiaptomus annandalei***

**Đoàn Xuân Nam¹, Bùi Văn Cảnh¹,
Phạm Quốc Hùng¹, Đinh Văn Khương¹**

Ngày nhận bài: 20/6/2019; Ngày phản biện thông qua: 15/9/2019; Ngày duyệt đăng: 24/9/2019

TÓM TẮT

Ba thí nghiệm được thực hiện để đánh giá ảnh hưởng của nhiệt độ (25, 30 và 34°C) lên sự phát triển, tỷ lệ sống, sức sinh sản, tỷ lệ nở thành công, khả năng sinh sản và tuổi thọ của loài giáp xác chân chèo *Pseudodiaptomus annandalei*. Ở thí nghiệm 1, naupli mới nở F_1 được nuôi trong các bình 5 lít nước (độ mặn 20 ppt), hàng ngày thu 300 ml xác định thành phần và kích thước các giai đoạn phát triển khác nhau. Ở thí nghiệm 2, 500 naupli mới nở F_1 được nuôi trong mỗi cốc nhựa 1 lít (lặp lại 4 lần) cho tới khi quần thể trưởng thành 100%. Tỷ lệ sống, sức sinh sản và tỷ lệ nở thành công, số naupli nở ra/copepoda được xác định. Thí nghiệm 3 sử dụng những con đực, con cái trưởng thành ở thí nghiệm 2, bố trí mỗi nhiệt độ với 50 đực và 50 cái cho 5 đơn vị thí nghiệm, số naupli sinh ra được đánh giá trong 10 ngày và số copepoda đực, cái chết được xác định hàng ngày cho tới khi toàn bộ copepoda chết hết để đánh giá tuổi thọ. Kết quả cho thấy, yếu tố nhiệt độ nước ảnh hưởng đến tỷ lệ sống, sự phát triển, sinh sản và tuổi thọ của copepoda *P.annandalei*. Nhiệt độ 30 °C là nhiệt độ thích hợp nuôi sinh sản loài copepoda *P. annandalei*.

Từ khóa: Nhiệt độ, *Pseudodiaptomus annandalei*, phát triển, sinh sản, tỷ lệ sống.

ABSTRACT

Three experiments were conducted to determine the effects of temperatures (25, 30 and 34°C) on growth, survival, fecundity, hatching success, reproductive ability, and life span of the copepod *Pseudodiaptomus annandalei*. In the first experiment, newly hatched nauplii F_1 were cultured in 5-L glass bottles (salinity of 20 g/L), daily sampled 300 ml to determine the size and composition of different development stages. In the second experiment, 500 newly hatched nauplii F_1 were cultured in 1-L plastic cups (4 cups per temperature treatment) until maturity. The survival, fecundity, hatching success and nauplii/copepod were determined. In the third experiment, 50 males and 50 females from the second experiment were cultured for each temperature treatment (5 experimental units of 10 males and 10 females each), nauplii production were observed for 10 days, death males and death females were also recorded daily until all copepods died to determine the life span. Results indicate water temperature affects survival, growth, reproduction and life span of copepod *P.annandalei*. Therefore, the temperature 30°C is optimal temperature for culturing copepod *Pseudodiaptomus annandalei*.

Keywords: temperature, *Pseudodiaptomus annandalei*, growth, reproduction, survival.

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Loài giáp xác chân chèo (copepoda) *Pseudodiaptomus annandalei* được cho là thức ăn sống quan trọng trong nuôi trồng thủy sản (Doi et al., 1997, Liao et al., 2001, Lee et al., 2010, Rayner et al., 2015). Tuy nhiên,

nguồn copepoda vẫn chủ yếu thu từ tự nhiên và biến động do bị ảnh hưởng bởi điều kiện tự nhiên liên quan đến yếu tố nhiệt độ và độ mặn (Beyrend-Dur et al., 2011). Ở Việt Nam, các nghiên cứu bước đầu về đặc điểm sinh học làm cơ sở cho nuôi sinh khối loài này mới được thực hiện trong những năm gần đây (Nam X.

¹ Viện Nuôi trồng Thủy sản, Trường Đại học Nha Trang

Doan, 2018, Nam X. Doan, 2019). Trong các yếu tố môi trường, nhiệt độ là một yếu tố vô sinh quan trọng ảnh hưởng đến sinh trưởng và sinh sản của nhiều loài copepoda (Milione and Zeng, 2008, Santos *et al.*, 1999, Rhyne *et al.*, 2009, Devreker *et al.*, 2009). Do vậy, thí nghiệm nghiên cứu ảnh hưởng của nhiệt độ lên sinh trưởng và sinh sản của loài copepoda *P. annandalei* là cần thiết. Nghiên cứu này nhằm chỉ ra nhiệt độ thích hợp cho sinh trưởng và sinh sản của loài *P. annandalei*, góp phần xây dựng quy trình nuôi sinh khối làm thức ăn sống giúp nâng cao tỷ lệ sống và chất lượng con giống trong sản xuất giống các loài cá biển có giá trị kinh tế.

II. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

1. Copepoda thí nghiệm

Loài copepoda *P. annandalei* được thu ngoài ao nuôi thủy sản diện tích 5.000 m², có độ sâu trung bình 1,2 m và độ mặn nước 20 ppt tại trại thực nghiệm Cam Ranh, Viện Nuôi Trồng Thủy Sản, Trường Đại Học Nha Trang. *P. annandalei* được phân lập bằng cách sử dụng ống pipet hút ra từng cá thể dưới kính hiển vi soi nổi. Quần thể copepoda *P. annandalei* được nuôi thuần từ nhiệt độ nước ao thu mẫu về nhiệt độ thí nghiệm 25, 30 và 34°C trong 3 ngày trước khi bố trí thí nghiệm.

2. Bố trí thí nghiệm

Thí nghiệm 1: Ảnh hưởng của nhiệt độ lên sự phát triển quần thể P. annandalei:

Bố trí 1500 *P. annandalei* cái mang trứng đưa vào nuôi trong 3 bình thủy tinh (4 lít nước có độ mặn 20 ppt/bình). Sau 30 giờ lọc thu bỏ con mẹ bằng vợt lọc có mắt lưới 200 μm và chỉ giữ lại nước có naupli mới nở. Quần thể *P. annandalei* sẽ được nuôi cho tới khi tất cả đạt giai đoạn trưởng thành trong 3 nhiệt độ 25, 30 và 34 °C. Thu mẫu hàng ngày từ ngày đầu tiên với thể tích 300 ml từ mỗi bình nuôi. Số lượng copepoda trong mẫu sẽ được xác định thành phần các giai đoạn phát triển và kích thước mỗi giai đoạn để đánh giá ảnh hưởng của nhiệt độ lên sinh trưởng copepoda *P. annandalei*.

Thí nghiệm 2: Ảnh hưởng của nhiệt độ lên tỷ lệ sống, sức sinh sản và đánh giá tỷ lệ nở, số

naupli nở ra/copepoda P. annandalei:

P. annandalei cái mang trứng được cho đẻ tương tự như thí nghiệm 1 để thu naupli. Lọc thu naupli và bố trí khoảng 500 naupli vào mỗi cốc nhựa có thể tích nước 1 Lit. Thí nghiệm bao gồm ba nhiệt độ với độ lặp là 4, tương ứng 12 cốc nhựa nuôi naupli. Ở nhiệt độ 30 và 34°C, các cốc nuôi naupli được đặt trong các bể ổn nhiệt độ có thiết bị điều khiển nhiệt độ. Trong khi nhiệt độ 25°C, các cốc nuôi được đặt trong phòng kín điều hòa. Copepoda được nuôi trong cốc cho tới khi trưởng thành. Copepoda trưởng thành được sử dụng để bố trí xác định các thông số như: tỷ lệ sống, sức sinh sản (xác định cho 40 con cái ở mỗi nghiệm thức nhiệt độ), tỷ lệ nở (bố trí 12 con cái vào một vỉ có 12 giếng, lặp 3 lần cho mỗi nhiệt độ), số naupli nở ra ở mỗi copepoda cái (10 con cái mang trứng nuôi trong 1 lọ thủy tinh 100 ml, lặp 5 lần cho mỗi nghiệm thức nhiệt độ).

Thí nghiệm 3: Ảnh hưởng của nhiệt độ lên khả năng sinh naupli trong 10 ngày và tuổi thọ của P. annandalei:

Bố trí mỗi nhiệt độ với 50 đực và 50 cái cho 5 đơn vị thí nghiệm (nguồn *P. annandalei* đực và cái trưởng thành từ thí nghiệm 2). Mỗi đơn vị thí nghiệm gồm 10 cái và 10 đực được nuôi trong một cốc nhựa 1 Lit nước. Hàng ngày lọc thu naupli, loại bỏ copepoda chết trong 10 ngày thí nghiệm.

Sau 10 ngày thí nghiệm *P. annandalei* đực và cái còn lại trong mỗi đơn vị thí nghiệm sẽ được tách nuôi riêng. Số *P. annandalei* đực, cái chết tiếp tục được xác định hàng ngày cho tới khi toàn bộ *P. annandalei* chết hết để đánh giá tuổi thọ.

3. Chế độ chăm sóc và quản lý thí nghiệm

Trong tất cả các thí nghiệm: Thức ăn nuôi copepoda *P. annandalei* là tảo *Isochrysis galbana* với mật độ cho ăn là 60.000-65.000 tế bào/ml ngày 1 lần. Copepoda được nuôi trong nước có độ mặn 20 ppt đã được lọc sạch bằng lõi lọc có kích thước 0,5 μm. Chế độ chiếu sáng 12 sáng: 12 tối với ánh sáng tự nhiên. Nhiệt độ thí nghiệm được kiểm soát và được theo dõi ngày 4 lần.

4. Phương pháp thu và phân tích mẫu

Xác định phần trăm các giai đoạn phát triển trong mỗi ngày thông qua số lượng cá thể của từng giai đoạn phát triển trong mẫu. Các giai đoạn phát triển naupli, copepodit, copepoda đực và cái trưởng thành được phân biệt thông qua các đặc điểm trên cơ thể và sự hình thành các phần phụ, thay đổi về hình thái cơ thể dựa theo mô tả của Golez, M.N và ctv (2004) (Golez et al., 2004).

Kích thước các giai đoạn copepoda *P. annandalei* được đo bằng kính hiển vi soi nổi (Olympus SZ61) có gắn thước đo trên thị kính: Kích thước của naupli được tính từ phần đầu cho đến phần gai đuôi; giai đoạn copepodit và con trưởng thành được tính từ đỉnh đầu đến hết phần đầu ngực (Prosome length). Sau đó kích thước trên được quy đổi ra kích thước thực tế (với độ chính xác là 10 μ m) thông qua tính toán từ phép đo thước chuẩn (1 mm = N số vạch) trên kính soi nổi ở cùng vật kính.

Kích thước thực tế (μ m) = số vạch * 1000/N

Tỷ lệ sống đến giai đoạn trưởng thành được xác định bằng số *P. annandalei* trưởng thành sống chia cho số naupli nuôi ban đầu.

Sức sinh sản/lần đẻ là số trứng trong hai buồng trứng của mỗi *P. annandalei* cái. Với 40 con cái mang trứng ở mỗi nghiệm thức nhiệt độ được cố định bằng formol 5%, sau đó mổ rạch bọc trứng và đếm số trứng dưới kính hiển vi soi nổi (Olympus SZ61).

Tỷ lệ nở thành công sau 24 giờ ấp nở được tính cho số *P. annandalei* cái mang trứng có naupli nở ra trong giếng trên tổng số *P. annandalei* cái đưa vào ấp nở (12 con/vì có 12 giếng) ở mỗi đơn vị thí nghiệm.

Số naupli trung bình nở ra từ mỗi *P. annandalei* cái được tính bằng tổng số naupli chia cho số *P. annandalei* cái mang trứng ở mỗi đơn vị thí nghiệm. Nauplii được lọc và cố định bằng Lugol 4% trước khi đếm số lượng dưới kính hiển vi soi nổi.

Số naupli được sinh ra bởi mỗi *P. annandalei* cái trong 10 ngày là tổng số trung bình số naupli sinh ra mỗi ngày thí nghiệm. Naupli được lọc thu hàng ngày và cố định bằng Lugol 4% trước khi đếm số lượng dưới kính hiển vi soi nổi.

Tỷ lệ sống *P. annandalei* đực và cái được xác định hàng ngày cho tới khi chết hoàn toàn để xác định tuổi thọ của con đực và cái ở các nhiệt độ thí nghiệm.

5. Phương pháp xử lý số liệu

Số liệu về kích thước các giai đoạn phát triển của *P. annandalei* được trình bày dưới dạng giá trị trung bình \pm độ lệch chuẩn (Mean \pm SD). Các số liệu về tỷ lệ sống, sức sinh sản, tỷ lệ nở, số naupli nở ra và số naupli sinh ra được trình bày dưới dạng giá trị trung bình \pm sai số chuẩn (Mean \pm SE). Tất cả các số liệu được xử lý bằng phần mềm Microsoft excel 2010 và phần mềm SPSS version 20 với phân tích phương sai một yếu tố (One-way ANOVA), so sánh Duncan với mức ý nghĩa $P < 0,05$.

III. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

1. Phát triển quần thể và tăng trưởng của copepoda *P.annandalei* ở các nhiệt độ 25, 30 và 34°C

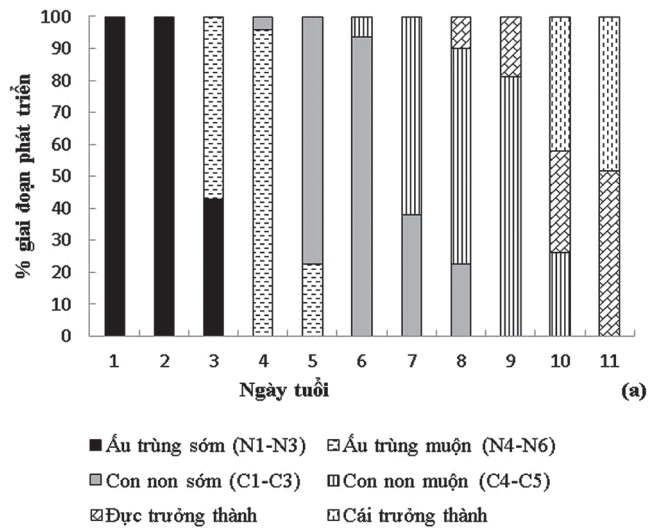
1.1. Phát triển của quần thể copepoda *P. annandalei*

Các giai đoạn phát triển của quần thể copepoda *P. annandalei* ở nhiệt độ 30 và 34°C nhanh hơn so với quần thể ở 25°C. Giai đoạn naupli ở điều kiện 30 và 34°C chỉ kéo dài đến hết 3 ngày sau khi nở, trong khi ở nhiệt độ 25°C giai đoạn naupli kéo dài đến ngày thứ 5 (còn 22%). Giai đoạn copepodit xuất hiện từ ngày thứ 3 kéo dài đến ngày thứ 8 (còn 26%) với nhiệt độ 30°C và từ ngày thứ 3 kéo đến ngày thứ 9 (còn 9%) ở nhiệt độ 34°C. Trong khi ở nhiệt độ 25°C, giai đoạn copepodit bắt đầu xuất hiện từ ngày thứ 4 chỉ với 4% và kéo dài đến ngày thứ 10 (vẫn còn 26%). Quần thể xuất hiện *P. annandalei* giai đoạn trưởng thành từ ngày thứ 6 ở cả hai nghiệm thức nhiệt độ 30 và 34°C, muộn hơn 2 ngày ở ngày thứ 8 với nhiệt độ 25°C. Quần thể copepoda hoàn toàn trưởng thành ở 9 ngày tuổi với nhiệt độ 30°C, sớm hơn 1 ngày so với quần thể nuôi ở 34°C (10 ngày tuổi) và sớm hơn 2 ngày so với quần thể copepoda nuôi ở 25°C (11 ngày tuổi). Như vậy, nhiệt độ ảnh hưởng rõ ràng tới sự phát triển của quần thể copepoda *P. annandalei*. Nhiệt độ 30°C nằm trong khoảng nhiệt độ tối ưu cho sự phát triển

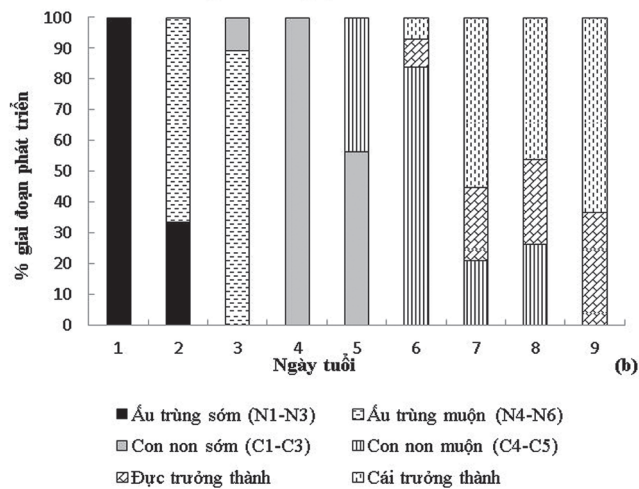
của loài *P. annandalei*, từ 26 đến 32°C (Lehette et al., 2016) nên kết quả cho thấy ở nhiệt độ 30°C quần thể phát triển đạt trưởng thành sớm hơn so với hai nhiệt độ 25 và 34°C. Copepoda thuộc nhóm động vật biến nhiệt nên nhiệt độ cơ thể bị ảnh hưởng bởi nhiệt độ môi trường nước. Do vậy, các quá trình trao đổi chất trong cơ thể cũng bị ảnh hưởng bởi nhiệt độ nước cụ thể trong khoảng nhiệt độ thích hợp thì khi nhiệt độ tăng quá trình trao đổi chất tăng, đồng nghĩa quá trình phát triển nhanh hơn. Điều này có thể giải thích tại sao quần thể copepoda nuôi ở 30 và 34°C phát triển nhanh hơn so với 25°C. Kết quả này cũng tương đồng với nghiên cứu của Golez và ctv (2004), Chen và ctv (2006) và

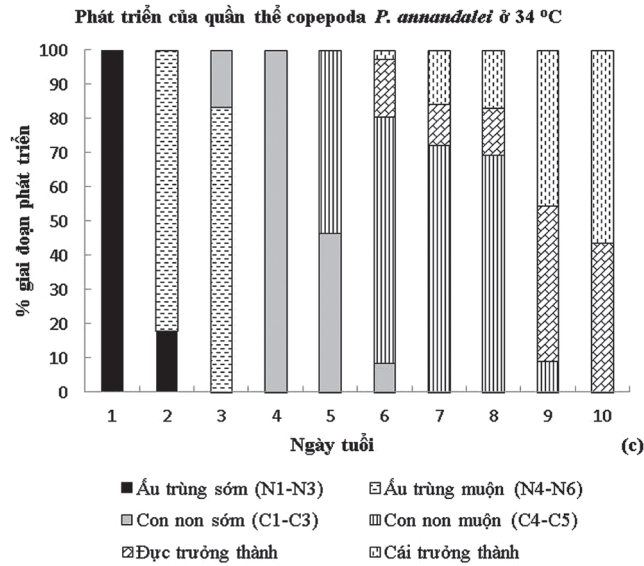
Beyrend-Dur và ctv (2011) cho rằng, ở nhiệt độ nước nuôi thấp hơn thì thời gian phát triển để đạt tới trưởng thành thành thực của copepoda *P. annandalei* dài hơn. Cụ thể copepoda *P. annandalei* đạt trưởng thành sinh sản ở ngày tuổi thứ 7 (ở 33°C) và kéo dài đến ngày tuổi thứ 13 (ở 25°C), phát triển trưởng thành có thể bị kéo dài từ 20 đến 28 ngày tuổi khi nuôi ở nhiệt độ 18 – 20oC (Golez et al., 2004, Chen et al., 2006, Beyrend-Dur et al., 2011). Nghiên cứu trên loài copepoda *Pseudodiaptomus pelagicus* trong khoảng nhiệt độ từ 24°C đến 34°C cũng cho thấy thời gian phát triển từ naupli đến giai đoạn trưởng thành ngắn hơn khi nhiệt độ tăng (Andrew et al., 2009).

Phát triển của quần thể copepoda *P. annandalei* ở 25 °C



Phát triển của quần thể copepoda *P. annandalei* ở 30 °C





Hình 1. Sự phát triển quần thể *P. annandalei* ở nhiệt độ 25 (a), 30 (b) và 34°C (c)

1.2. Kích thước các giai đoạn phát triển copepoda *P. annandalei* ở các nhiệt độ 25, 30 và 34 °C

Bảng 1. Kích thước (µm) các giai đoạn phát triển *P. annandalei* ở nhiệt độ 25, 30 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 ^a	(n=29)	194 ± 16,1 ^b	(n=24)	187 ± 16,8 ^b	(n=24)
N4	260 ± 25,1 ^a	(n=12)	241 ± 13,9 ^b	(n=29)	237 ± 19,4 ^b	(n=37)
N5	285 ± 11,3 ^a	(n=13)	267 ± 17,4 ^b	(n=23)	268 ± 26,1 ^b	(n=33)
N6	294 ± 14,4 ^a	(n=19)	280 ± 23,4 ^b	(n=24)	286 ± 18,8 ^b	(n=15)
C1	316 ± 33,1 ^a	(n=19)	289 ± 17,2 ^b	(n=27)	290 ± 16,3 ^b	(n=11)
C2	402 ± 28,8 ^a	(n=21)	329 ± 19,7 ^b	(n=10)	322 ± 17,5 ^b	(n=11)
C3	490 ± 55,9 ^a	(n=19)	381 ± 23,8 ^b	(n=40)	371 ± 18,9 ^b	(n=27)
C4	556 ± 65,5 ^a	(n=21)	508 ± 37,2 ^b	(n=59)	489 ± 49,1 ^b	(n=57)
C5	635 ± 55,9 ^a	(n=28)	600 ± 32,4 ^b	(n=29)	551 ± 92,5 ^c	(n=53)
Đực TT	695 ± 51,8 ^a	(n=63)	681 ± 42,6 ^a	(n=200)	662 ± 40,1 ^b	(n=214)
Cái TT	877 ± 56,6 ^a	(n=58)	790 ± 70,1 ^b	(n=262)	773 ± 60,6 ^c	(n=193)

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

Kết quả đo kích thước ở Bảng 1 cho thấy nhiệt độ có ảnh hưởng tới kích thước copepoda *P. annandalei* ở các giai đoạn phát triển. Kích thước của giai đoạn naupli 1 và naupli 2 sai khác nhưng không có ý nghĩa thống kê ($P > 0,05$) giữa các nhiệt độ thí nghiệm. Nhưng từ giai đoạn naupli 3 đến giai

đoạn copepodit 4, kích thước của copepoda *P. annandalei* ở nhiệt độ 30 và 34°C nhỏ hơn so với copepoda nuôi ở nhiệt độ 25°C ($P < 0,05$). Kích thước của copepoda *P. annandalei* ở giai đoạn C5 và trưởng thành giảm dần khi nhiệt độ tăng từ 25 đến 34°C và sai khác có ý nghĩa thống kê giữa các nhiệt độ với nhau

($P < 0,05$). Như vậy: kích thước copepoda *P. annandalei* có xu hướng giảm khi nhiệt độ nuôi tăng. Nghiên cứu của Trương Sỹ Hải Trình (2016) cũng cho kết quả xu hướng tương tự trên cùng loài copepoda này (Trình, 2016). Trong nghiên cứu khác của Đoàn Xuân Nam và ctv cũng cho thấy copepoda *P. annandalei* đực và cái trưởng thành nuôi ở 30°C có kích thước lớn hơn so với copepoda *P. annandalei* nuôi ở 34°C (Nam X. Doan, 2019). Có thể trong khoảng nhiệt độ thích hợp của loài *P. annandalei* khi nhiệt độ tăng lên dẫn tới sự phát triển đạt trưởng thành sớm hơn là nguyên nhân dẫn tới kích thước trưởng thành và sinh sản nhỏ hơn ở nhiệt độ 30°C so với nhiệt độ 25°C. Đồng thời nhiệt độ cao 34°C là ngoài khoảng thích hợp trên của loài *P. annandalei* nên cũng có thể dẫn tới việc sử dụng nhiều hơn nguồn năng lượng hơn cho quá trình trao đổi chất (ví dụ như hô hấp) thay vì tập trung cho quá trình tăng trưởng nên dẫn tới kích thước copepoda *P. annandalei* ở nhiệt độ 34°C nhỏ hơn so với nhiệt độ 30°C.

2. Ảnh hưởng của nhiệt độ đến tỷ lệ sống, sức sinh sản và tỷ lệ nở, số naupli nở ra/*P. annandalei*

Qua bảng 2 cho thấy nhiệt độ ảnh hưởng đến tỷ lệ sống, sức sinh sản, tỷ lệ nở, số naupli nở ra/*P. annandalei*. Nhiệt độ 25°C và 30°C cho kết quả các thông số trên cao hơn sai khác có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$) so với nghiệm thức nhiệt độ 34°C. Các thông số như tỷ lệ sống đến giai đoạn trưởng thành, tỷ lệ nở thành công, số naupli nở ra/cái sai khác không có ý nghĩa thống kê giữa nghiệm thức nhiệt độ 25°C và 30°C ($P > 0,05$). Sức sinh sản cao nhất ở nhiệt độ 25°C với trung bình là 22,5 trứng/lần đẻ và giảm dần khi ở nhiệt độ 30°C (19,6 trứng/lần đẻ) và thấp nhất ở 34°C (14,5 trứng/lần đẻ) ($P < 0,05$). Nghiên cứu khác của Đoàn Xuân Nam và ctv trên 3 thế hệ loài *P. annandalei* cũng cho thấy kết quả tương đồng là copepoda *P. annandalei* nuôi ở nhiệt độ 34°C nhiệt độ ngoài ngưỡng thích hợp trên của loài cho kết quả về các chỉ tiêu sinh sản như sức sinh sản, tỷ lệ nở, số naupli nở ra/cái thấp hơn so với copepoda *P. annandalei* nuôi ở nhiệt độ 30°C (Nam X. Doan, 2019).

Bảng 2. Ảnh hưởng của nhiệt độ lên tỷ lệ sống, sức sinh sản và tỷ lệ nở, số naupli nở ra/cái

Thông số	Nhiệt độ 25 °C	Nhiệt độ 30 °C	Nhiệt độ 34 °C
Tỷ lệ sống (%)	56,8 ± 1,70 ^a	57,8 ± 3,99 ^a	36,3±4,09 ^b
Sức sinh sản/lần đẻ	22,5 ± 0,97 ^a	19,6 ± 0,44 ^b	14,5±0,61 ^c
Tỷ lệ nở thành công(%)	83,3 ± 4,82 ^a	91,7±4,82 ^a	63,9±2,80 ^b
Số naupli nở ra/cái	16,4 ± 2,74 ^a	16,4±1,02 ^a	9,2±0,96 ^b

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

3. Ảnh hưởng của nhiệt độ khả năng sinh sản và tuổi thọ của copepoda *P. annandalei*

Bảng 3. Ảnh hưởng của nhiệt độ đến khả năng sinh sản và tuổi thọ của copepoda *P. annandalei*

Thông số	Nhiệt độ 25 °C	Nhiệt độ 30 °C	Nhiệt độ 34 °C
Số naupli/cái.10 ngày	101,1 ± 4,95 ^b	178,1±3,56 ^a	78,6±5,85 ^c
Tuổi thọ con đực	43,2± 0,97 ^a	38,8± 0,74 ^a	32,0± 2,85 ^b
Tuổi thọ con cái	44,0± 0,95 ^a	38,2± 1,63 ^a	32,0± 2,85 ^b

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

Qua bảng 3 cho thấy nhiệt độ ảnh hưởng đến tổng số naupli được sinh ra và tuổi thọ của loài *P. annandalei*. Mặc dù nuôi ở 25°C, *P. annandalei* có sức sinh sản cao nhất (Bảng

2) nhưng số naupli được sinh ra bởi mỗi con cái lại đạt cao nhất ở 30°C (trung bình 178,1 naupli/10 ngày), tiếp theo là ở nhiệt độ 25°C (101,1 naupli/10 ngày) và thấp nhất ở 34°C

(78,6 naupli/10 ngày) ($P < 0,05$). Khoảng cách giữa hai lần đẻ cũng là một yếu tố ảnh hưởng đến số lượng naupli được sinh ra. Trong một thí nghiệm khác của tác giả cho thấy thời gian mang trứng của copepoda *P. annandalei* cái trung bình là 25,6 giờ khi nuôi ở nhiệt độ 30-34°C và 32,2 giờ ở nhiệt độ 25°C (chưa công bố). Nghiên cứu trên loài copepoda *Pseudodiaptomus pelagicus* cũng cho kết quả sinh sản kém nhất ở nhiệt độ 34°C (Andrew et al., 2009). Điều này lý giải tại sao copepoda *P. annandalei* nuôi ở nhiệt độ 30°C lại có khả năng sinh sản tốt nhất, đẻ ra nhiều naupli hơn so với copepoda nuôi ở nhiệt độ 25°C và 34°C. Kết quả nghiên cứu cũng cho thấy tuổi thọ của con đực và con cái của loài *P. annandalei* là tương đương nhau, nhiệt độ tăng cao hơn thì tuổi thọ cũng giảm: tuổi thọ trung bình 44 ngày tuổi ở 25°C, ngắn hơn là 38,2 ngày ở 30°C và ngắn nhất với 32 ngày tuổi ở 34°C. Tương tự như trong nghiên cứu của Beyrend-Dur và ctv (2011), tác giả cũng chỉ ra trong khoảng nhiệt độ thí nghiệm từ 18 đến 32°C, tuổi thọ của copepoda *P.annandalei* ngắn hơn khi nhiệt độ

tăng dần (Beyrend-Dur et al., 2011). Như vậy, *P. annandalei* nuôi ở nhiệt độ 30°C có khả năng sinh naupli tốt hơn so với nhiệt độ 25 và 34°C.

IV. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Nhiệt độ ảnh hưởng đến sự phát triển và sinh sản của copepoda *P. annandalei*.

Quần thể copepoda *P. annandalei* nuôi ở nhiệt độ 30°C trưởng thành hoàn toàn ở ngày tuổi thứ 9 sớm hơn 1 ngày so với quần thể ở 34°C và 2 ngày so với quần thể nuôi ở 25°C.

Trong điều kiện thí nghiệm (25°C, 30°C, 34°C) thì kích thước copepoda *P. annandalei* giảm, thời gian phát triển và tuổi thọ ngắn hơn khi nhiệt độ nuôi tăng.

Nhiệt độ 34°C cho kết quả về tỷ lệ sống và các chỉ tiêu sinh sản của copepoda *P. annandalei* là thấp nhất. Trong khi nhiệt độ 30°C được cho là thích hợp nhất cho sinh sản của loài copepoda *P. annandalei* với $178,1 \pm 3,56$ naupli trong 10 ngày nuôi.

Ngoài các chỉ tiêu đánh giá trên nên đánh giá thêm ảnh hưởng của nhiệt độ lên các chỉ tiêu về sinh lý copepoda *P. annandalei*.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Tiếng Việt

1. Trương Sĩ Hải Trinh. 2016. Cấu trúc quần xã động vật phù du trong vịnh Bình Cang - Nha Trang và sự vận chuyển cacbon và nitơ từ thực vật phù du sang động vật phù du. Luận án Tiến Sĩ, Viện Hải Dương học Nha Trang.

Tiếng Anh

2. Andrew, Cortney & Stenn, E. 2009. Effects of temperature on reproduction and survival of the calanoid copepod *Pseudodiaptomus pelagicus*. *Aquaculture*, 53-59.

3. Beyrend-Dur, D., Kumar, R., Rao, T. R., Souissi, S., Cheng, S.-H. & Hwang, J.-S. 2011. Demographic parameters of adults of *Pseudodiaptomus annandalei* (Copepoda: Calanoida): temperature-salinity and generation effects. *Journal of experimental marine biology and ecology*, 404, 1-14.

4. Chen, Q., Sheng, J., Lin, Q., Gao, Y. & LV, J. 2006. Effect of salinity on reproduction and survival of the copepod *Pseudodiaptomus annandalei* Sewell, 1919. *Aquaculture*, 258, 575-582.

5. Devreker, D., Souissi, S., Winkler, G., Forget-Leray, J. & Le Boulenger, F. 2009. Effects of salinity, temperature and individual variability on the reproduction of *Eurytemora affinis* (Copepoda; Calanoida) from the Seine estuary: a laboratory study. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 368, 113-123.
6. Doi, M., Toledo, J. D., Golez, M. S. N., De Los Santos, M. & Ohno, A. 1997. Preliminary investigation of feeding performance of larvae of early red-spotted grouper, *Epinephelus coioides*, reared with mixed zooplankton. *Live Food in Aquaculture*. Springer.
7. Golez, M. N., Takahashi, T., Ishimarul, T. & Ohno, A. 2004. Post-embryonic development and reproduction of *Pseudodiaptomus annandalei* (Copepoda: Calanoida). *Plankton Biology and Ecology*, 51, 15-25.
8. Lee, C.-H., Dahms, H.-U., Cheng, S.-H., Souissi, S., Schmitt, F. G., Kumar, R. & Hwang, J.-S. 2010. Predation of *Pseudodiaptomus annandalei* (Copepoda: Calanoida) by the grouper fish fry *Epinephelus coioides* under different hydrodynamic conditions. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 393, 17-22.
9. Lehette, P., Ting, S. M., Chew, L.-L. & Chong, V. C. 2016. Respiration rates of the copepod *Pseudodiaptomus annandalei* in tropical waters: beyond the thermal optimum. *Journal of Plankton Research*, 38, 456-467.
10. Liao, I. C., Su, H. M. & Chang, E. Y. 2001. Techniques in finfish larviculture in Taiwan. *Aquaculture*, 200, 1-31.
11. Millione, M. & Zeng, C. 2008. The effects of temperature and salinity on population growth and egg hatching success of the tropical calanoid copepod, *Acartia sinjiensis*. *Aquaculture*, 275, 116-123.
12. Nam X. Doan, M. T. T. V., Ha T. Nguyen, Huyen T. N. Tran, Hung Q. Pham, Khuong V. Dinh 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.
13. Nam X. Doan, V., Minh TT, Pham, Hung Q, Wisz, Mary S, Nielsen, Torkel Gissel, Dinh, Khuong V 2019. Extreme temperature impairs growth and productivity in a common tropical marine copepod. *Scientific reports*, 9, 4550.
14. Rayner, T. A., Jørgense, N. O., Blanda, E., Wu, C.-H., Huang, C.-C., Mortense, J., Hwang, J.-S. & Hansen, B. W. 2015. Biochemical composition of the promising live feed tropical calanoid copepod *Pseudodiaptomus annandalei* (Sewell 1919) cultured in Taiwanese outdoor aquaculture ponds. *Aquaculture*, 441, 25-34.
15. Rhyne, A. L., Ohs, C. L. & Stenn, E. 2009. Effects of temperature on reproduction and survival of the calanoid copepod *Pseudodiaptomus pelagicus*. *Aquaculture*, 292, 53-59.
16. Santos, P., Castel, J. & Souza-Santos, L. 1999. Development time of harpacticoid copepods: some empirical models and implications. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 79, 1123-1124.