

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC NHA TRANG

-----oo0oo-----

NGUYỄN THỊ HẢI THANH

**NGHIÊN CỨU ĐẶC ĐIỂM SINH HỌC SINH SẢN VÀ
THỬ NGHIỆM SẢN XUẤT GIỐNG NHÂN TẠO CÁ KHOANG
CỔ YÊN NGỰA *Amphiprion polymnus* (Linnaeus, 1758)**

Ngành đào tạo: Nuôi trồng thủy sản

Mã số: 9620301

TÓM TẮT LUẬN ÁN TIẾN SĨ

NGƯỜI HƯỚNG DẪN KHOA HỌC:

- 1. TS. NGÔ ANH TUẤN**
- 2. TS. HUỖNH MINH SANG**

KHÁNH HÒA – 2021

Công trình được hoàn thành tại Trường Đại học Nha Trang

Người hướng dẫn khoa học: 1. TS. Ngô Anh Tuấn
2. TS. Huỳnh Minh Sang

Phản biện 1: PGS.TS. Lê Văn Dân

Phản biện 2: TS. Nguyễn Văn Hùng

Phản biện 3: GS.TS. Vũ Ngọc Út

**Luận án được bảo vệ tại Hội đồng đánh giá Luận án cấp Trường họp
tại Trường Đại học Nha Trang vào hồi giờ ngày tháng năm**

**Có thể tìm hiểu Luận án tại: Thư viện Quốc gia và Thư viện Trường
Đại học Nha Trang**

MỞ ĐẦU

Cá KCYN là loài phân bố tự nhiên tại vùng biển Việt Nam, xuất hiện nhiều ở vùng rạn san hô ven biển từ Bắc đến Nam trong đó có các vịnh Nha Phu, Cam Ranh, Nha Trang tỉnh Khánh Hòa. Cá khoang cổ là một trong những nhóm cá cảnh biển ưa thích của người nuôi sinh vật cảnh nên số lượng cá ngoài tự nhiên được ngư dân bắt và khai thác triệt để do giá trị kinh tế cao hơn so với cá sử dụng làm thực phẩm cùng kích thước. Hiện nay số lượng cá khoang cổ chưa đủ đáp ứng so với nhu cầu thị trường do thành phần loài sinh sản nhân tạo còn hạn chế, số lượng cá con giới hạn và một số tồn tại như nguồn cá bố mẹ, kỹ thuật nuôi vỗ thành thực sinh dục, kỹ thuật chăm sóc các giai đoạn cá giống. Nghiên cứu đặc điểm sinh học sinh sản loài KCYN và thử nghiệm sản xuất giống nhân tạo cá nhằm phát triển nguồn lợi địa phương, đa dạng đối tượng nuôi và giảm áp lực khai thác đáp ứng nhu cầu xuất khẩu là việc làm cần thiết.

Mục tiêu của luận án:

Nghiên cứu một số đặc điểm sinh học sinh sản và xác định một số giải pháp kỹ thuật phục vụ cho sản xuất giống nhân tạo cá KCYN *Amphiprion polymnus* (Linnaeus, 1758).

Ý nghĩa khoa học và thực tiễn của luận án

Nghiên cứu được thực hiện góp phần cung cấp những thông tin khoa học về đặc điểm sinh học sinh sản của cá KCYN trong điều kiện tự nhiên và nuôi nhốt. Đây sẽ là một trong những nguồn tài liệu tham khảo có giá trị phục vụ công tác giảng dạy, nghiên cứu khoa học và người nuôi thủy sinh vật cảnh. Nghiên cứu nhằm xác định được các đặc điểm sinh học sinh sản, điều kiện nuôi vỗ, cho đẻ và ương nuôi ấu trùng làm cơ sở cho việc xây dựng quy trình sản xuất giống nhân tạo cá KCYN. Thành công của nghiên cứu góp phần cung cấp con giống cá khoang cổ yên ngựa cho nhu cầu thị trường, giảm áp lực khai thác lên nguồn lợi cá rạn tự nhiên, đa dạng hóa các đối tượng nuôi cảnh biển.

Tính mới của công trình:

Đây là công trình đầu tiên ở Việt Nam nghiên cứu đặc điểm sinh học sinh sản, tập tính ấp nở, phát triển phôi và ấu trùng cá, ảnh hưởng của thức ăn, độ mặn và nhiệt độ đến hiệu quả sinh sản cá bố mẹ và ảnh hưởng của thức ăn, độ mặn và mật độ đến hiệu quả ương nuôi ấu trùng từ 1-15 ngày tuổi làm cơ sở khoa học, thực tiễn cho thử nghiệm sản xuất giống và ương nuôi ấu trùng cá KCYN đến 15 ngày tuổi trong điều kiện nhân tạo.

CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN TÀI LIỆU

1.1. Một số đặc điểm sinh học của cá KCYN

Cá KCYN thuộc bộ Perciformes, họ Pomacentridae. Là 1 trong 29 loài cá khoang cổ trên thế giới và 1 trong 6 loài khoang cổ phân bố tại vùng biển Việt Nam. Tại Việt Nam, cá KCYN phân bố dọc bờ biển Nam và trung bộ Việt Nam, từ vùng biển Côn đảo đến đảo Lý Sơn và Bạch Long Vỹ, loài thường gặp tại vùng biển Khánh Hòa Allen (1972, 1980), Nguyễn Hữu Phụng, (1995) và Astakhop (2002, 2012, 2015).

Cá KCYN là loài cá cảnh có kích thước nhỏ so với cá rạn san hô với chiều dài tối đa bắt gặp ± 14 cm. Toàn bộ cơ thể cá KCYN có màu đen hoặc màu cam, hai khoang có màu trắng sáng trong đó khoang thứ nhất ở phần xương nắp mang và khoang thứ hai hình to ở giữa thân tạo thành hình như yên ngựa, miệng cá thường có

màu cam, các gốc vây có màu đen, phần rìa vây lưng và vây đuôi có màu trắng là đặc điểm nhận biết hình thái của cá Allen (1972, 1980), (Nguyễn Hữu Phụng (1987, 1995).

Là loài ăn tạp, thức ăn chủ yếu có nguồn gốc sinh vật nổi, phổ thức ăn tương đối rộng và chuỗi thức ăn ngắn, trong điều kiện nuôi nhốt và thuần dưỡng, cơ sở thử nghiệm thức ăn cho cá KCYN là những loại thức ăn có nguồn gốc từ các loài động vật giáp xác như: Rotifer, Copepoda, tôm và thực vật như rong biển, vi tảo...

Cá KCYN có tập tính đa số phân đời sống cộng sinh với hải quỳ và là nhóm cá đẻ trứng dính. Vòng đời của cá KCYN trong tự nhiên lần lượt từ kết cặp làm tổ, đến cá sinh sản, cá bố mẹ có tập tính ấp trứng đến giai đoạn cá nở thường thời gian trung bình từ 6-8 ngày cá nở sống trôi nổi trên bề mặt nước, di chuyển thụ động theo dòng hải lưu. Khi chuyển sang giai đoạn cá giống, cá sống cộng sinh với hải quỳ khi cá đã hoàn thiện hệ thống tiêu hóa. Cùng với sự phát triển về kích thước, cá phát triển thành cá con và tiền trưởng thành trong “tổ” với tốc độ nhanh, trung bình khoảng 2-3 tháng tuổi, sau đó tùy thuộc vào vị trí xã hội mà cá tiếp tục phát triển về kích thước và khối lượng đồng thời kết cặp trở thành cá đực hoặc cái chức năng và đẻ trứng ở $\geq 1^+$ tuổi.

Đặc điểm sinh học sinh sản của cá KCYN chưa được đề cập nhiều, đa số các đặc điểm về mùa vụ sinh sản, hệ số thành thực, sức sinh sản, chu kỳ sinh sản hay giới tính của cá thường được nêu chung như đặc điểm của giống cá khoang cổ mà chưa được đề cập đến loài KCYN Nguyễn Tường Anh (1996, 2014), Lưu Thị Dung (2015), Nguyễn Thị Hải Thanh (2018, 2019).

Các giai đoạn phát triển tuyến sinh dục và chuyển đổi giới tính từ đực sang cái của cá KCYN đã được mô tả (Sukjai, 2005). Nghiên cứu về các giai đoạn phát triển phôi và ấu trùng của cá KCYN được nêu khá chi tiết (Rattanayuvakorn, 2005) và bước đầu ghi nhận sinh sản cá KCYN trong điều kiện nuôi nhốt ở bảo tàng Viện Hải dương học (Nguyễn Thị Mỹ Ngân, 2007).

1.2. Nghiên cứu sản xuất giống nhân tạo cá cảnh biển

1.2.1. Nghiên cứu sản xuất giống cá cảnh biển trên thế giới

Luận án đã tổng quan được tình hình phát triển sản xuất nhân tạo cá cảnh biển trên thế giới thông qua các tài liệu của Allen (1972, 1980, 1991, 2001, 2009, 2017), Buston (1998, 2003, 2004, 2006, 2007), Cahu (2001, 2003), Calado (2003, 2017), Emel'yanova (2012), Fautin (1986, 1991, 1992), Hoff (1996)...

Để hiểu rõ hơn về đặc điểm sinh học sinh trưởng và sinh sản trong đó có đặc điểm phân biệt giới tính, hiện tượng lưỡng tính và chuyển đổi giới tính của cá biển và nhóm cá khoang cổ, luận án đã tìm hiểu thông qua các nghiên cứu của Godwin (1993), Hayes (1998), Henshaw (2018), Madhu (2006, 2010), Pandian (2010, 2013)...

Về nhu cầu dinh dưỡng của cá bố mẹ và ấu trùng trong sản xuất giống nhân tạo cá biển hiện nay, luận án đã tìm hiểu thông qua các nghiên cứu của Gordon (1999, 2000, 2001), Halver (2015), Lại Văn Hùng (2004), Kanokrungrong (2013), King (2013), Lam (2016), Madhu (2006, 2012), Ross (1978, 1995)..

1.2.2. Nghiên cứu sản xuất giống cá cảnh biển ở Việt Nam

Nghiên cứu về sản xuất giống và nuôi thương phẩm các loài cá cảnh biển tại Việt Nam đang ở mức độ rất khiêm tốn cả về thành phần loài lẫn quy mô sản xuất. Việc tham khảo thông qua các tài liệu công bố của Hà Lê Thị Lộc (2004, 2005, 2008), Trương Sĩ Kỳ (2006), Trần Thị Lê Trang (2010, 2013), Trần Văn Dũng (2014), Trần Văn Phước (2010), Hồ Sơn Lâm (2016), Huỳnh Minh Sang (2017).

1.2.3. Tình hình nghiên cứu sinh sản nhân tạo cá KCYN

Trên thế giới, luận án mới tổng hợp được hai công trình nghiên cứu sản xuất giống nhân tạo cá KCYN của Astakhov (2002) và Madhu (2006). Cho đến nay, ở nước ta chưa có công trình nghiên cứu nào về sinh sản nhân tạo của cá KCYN, những nghiên cứu chỉ dừng lại ở mức mô tả hình thái và một công trình nghiên cứu về ương nuôi ấu trùng cá KCYN của Nguyễn Thị Mỹ Ngân (2007) dừng lại ở mức thử nghiệm ương nuôi ấu trùng cá KCYN với số lượng trứng từ 1 cặp cá bố mẹ sinh sản 1 lần, chưa có thí nghiệm lặp lại.

CHƯƠNG 2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Thời gian, địa điểm, đối tượng nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu: Cá khoang cổ yên ngựa *A. polymnus* (Linnaeus, 1978)

Thời gian, địa điểm nghiên cứu: Từ tháng 1/2013 - 12/2018

+ Phòng Thí nghiệm Sinh thái Nhiệt đới và Trạm nghiên cứu thử nghiệm biển Đầm Báy, Chi nhánh Ven biển, Trung tâm Nhiệt đới Việt – Nga.

+ Phòng Công nghệ nuôi trồng, Viện Hải Dương học.

+ Trại thực nghiệm sản xuất giống cá, tổ 13, khóm Đường Đệ, phường Vĩnh Hòa.

- Địa điểm thu mẫu: vịnh Nha Trang, Nha Phu, Vân Phong, Cam Ranh, Khánh Hòa.

2.2. Nội dung nghiên cứu

1. Xác định một số đặc điểm sinh học sinh sản của cá khoang cổ yên ngựa (KCYN): giới tính và tỷ lệ cá lưỡng tính, các giai đoạn phát triển tuyến sinh dục và tế bào trứng, kích thước thành thực sinh dục lần đầu, hệ số thành thực và mùa vụ sinh sản, sức sinh sản, mối tương quan giữa chiều dài, khối lượng và hệ số thành thực.

2. Nghiên cứu tập tính sinh sản, ấp nở, phát triển phôi và ấu trùng của cá KCYN.

3. Nghiên cứu ảnh hưởng của thức ăn, độ mặn và nhiệt độ đến hiệu quả sinh sản.

4. Nghiên cứu ảnh hưởng của thức ăn, độ mặn và mật độ đến hiệu quả ương ấu trùng cá KCYN giai đoạn 1 - 15 ngày tuổi.

5. Thử nghiệm sản xuất giống nhân tạo và ương nuôi ấu trùng cá đến 15 ngày tuổi.

2.3. Phương pháp nghiên cứu

2.3.1 Nghiên cứu một số đặc điểm sinh học sinh sản

2.3.1.1. Phương pháp thu mẫu

Tổng số mẫu thu được từ 2014-2018 là 1406 con. Số lượng cá thu mẫu 2014, 2015 chỉ mang tính chất tham khảo. Các số liệu được thống kê để phân tích các đặc điểm sinh học sinh sản từ 1.158 mẫu thu từ 2016-2018 qua Bảng 2.1.

Bảng 2.1. Số lượng mẫu cá dùng cho phân tích sinh học sinh sản

Năm	Tháng												Tổng số (con)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
2014			32	30	32	18		17				18	147
2015	30	22	24	25									101
2016	36	30	30	31	33	32	31	30	36	30	30	30	379
2017	31	32	34	30	30	31	30	34	30	30	33	31	376
2018	30	32	30	31	32	36	38	30	30	32	35	47	403
	127	116	150	147	127	117	99	111	96	92	98	126	1.406

2.3.1.2. Phương pháp phân tích mẫu đặc điểm sinh học sinh sản: định loại của Allen (1972); Nguyễn Hữu Phụng (1995); Đào Tấn Hồ (2001); Astakhov (2002).

a) Xác định chiều dài và khối lượng cá: Chiều dài toàn thân (TL), khối lượng cá (BW), cá đã bỏ nội quan (BW₀) và tuyến sinh dục (GW).

b) Phân tích tuyến sinh dục:

Xác định giới tính và mô tả các giai đoạn của tuyến sinh dục và tế bào sinh dục: phương pháp phân chia thang 6 bậc của Nikolsky (1963), Xakun và Buskaia (1968) và Nguyễn Tường Anh (1996, 1999).

Phương pháp làm tiêu bản tổ chức mô học TSD: theo Patki và cs (1989)

c) Xác định kích thước và số lượng trứng (n=48): tiêu bản tuyến sinh dục được quan sát dưới kính hiển vi Olympus CX51, sử dụng phần mềm chụp ảnh, đo vẽ tự động LC30 kết nối với kính soi nổi, kính hiển vi với máy tính (sai số 0.01µm).

2.3.1.3 Phương pháp xử lý số liệu đặc điểm sinh học sinh sản

a) Giới tính và tỷ lệ cá KCYN mang tế bào sinh dục đực, cái: theo công thức sau:

$$\text{Tỷ lệ cá thể có tế bào sinh dục đực/cái} = (a/b) * 100(\%)$$

(a: Số cá thể có TSD chứa tế bào sinh dục đực/cái; b: Tổng số mẫu TSD của cá)

b) Kích thước thành thực lần đầu (tế bào sinh dục cái): phương pháp của King (2001)

c) Hệ số thành thực và mùa vụ sinh sản

Tỷ lệ thành thực theo tháng: tỷ lệ phần trăm các giai đoạn của tuyến sinh dục

Hệ số thành thực xác định dựa theo phương pháp của Qasim (1973) theo công thức:

$$\text{GSI} = \text{GW} / \text{BW}_0 * 100\%$$

(GSI: Hệ số thành thực; GW: Khối lượng tinh sào và buồng trứng (g); BW₀: Khối lượng thân cá bỏ nội quan (g))

Mùa vụ sinh sản: Là thời điểm cá có tuyến sinh dục ở gđ thành thực (III, IV, V).

d) Sức sinh sản: Số lượng trứng của 117 buồng trứng mỗi giai đoạn III, IV, V (buồng trứng giai đoạn VI được tính như cá giai đoạn III).

Sức sinh sản tuyệt đối: phương pháp Laurence & Briand (1990), công thức:

$$\text{Fa} = (n * \text{GW}) / \text{GW}_m \text{ (trứng/cá thể)}$$

(Fa: Sức sinh sản tuyệt đối; GW: Khối lượng tuyến sinh dục (g); GW_m: Khối lượng mẫu trứng được lấy ra đếm (g); n: Số trứng của mẫu trứng được lấy ra đếm)

$$\text{Sức sinh sản tương đối: Fr} = \text{Fa} / \text{BW}_0$$

(Fr: Sức sinh sản tương đối (số lượng trứng/g khối lượng thân); Fa: Sức sinh sản tuyệt đối; BW₀: Khối lượng thân cá bỏ nội quan (g))

e. Tương quan chiều dài, khối lượng: phân tích hồi quy tuyến tính đơn biến từng cặp.

2.3.2. Thử nghiệm sản xuất giống nhân tạo cá KCYN

2.3.2.1. Tập tính sinh sản cá bố mẹ, các giai đoạn phát triển phôi và biến thái ấu trùng

a. Vật liệu nghiên cứu

Chọn cá: lặn bắt có chủ đích từng cặp cá KCYN (2 con cá KCYN có kích thước lớn nhất trong tổ ngoài tự nhiên). Quan sát quá trình phát triển phôi bằng cách thu ngẫu nhiên 10 trứng/ lần từ thụ tinh đến khi nở.

b. Phương pháp nghiên cứu tập tính sinh sản cá bố mẹ

Mô tả quá trình kết cặp, đẻ trứng, ấp nở của cá bố mẹ, quan sát tập tính sinh sản bằng mắt thường và quay phim, chụp ảnh bằng máy Canon Power Shot SD 960 IS.

c. Phương pháp nghiên cứu các giai đoạn phát triển phôi và biến thái ấu trùng

Phân chia các giai đoạn phát triển phôi, ấu trùng dựa theo Nguyễn Tường Anh (1996), Lê H. M. Dung, Lưu Thị Dung (2005) Rattanayuvakorn (2005), Yasin (2007).

Phôi cá được quan sát bằng kính soi nổi Olympus SZ61, kính hiển vi soi ngược CKX41, chụp ảnh bằng máy ảnh Canon EOS 650D, đo kích thước phôi bằng thước vi thị kính kính soi nổi (0,1 mm) và phần mềm LD30.

2.3.2.2. Nghiên cứu ảnh hưởng của thức ăn, độ mặn và nhiệt độ đến hiệu quả sinh sản của cá KCYN

a. Nghiên cứu ảnh hưởng của các loại thức ăn lên hiệu quả sinh sản

Cá thí nghiệm: Chọn 20 cặp cá

Bố trí thí nghiệm: Thí nghiệm được thực hiện trong 6 tháng với 20 bể kính, Mỗi bể nuôi có 1 cặp cá KCYN bố mẹ. Mỗi nghiệm thức có 4 bể lặp bố trí ngẫu nhiên với khẩu phần thức ăn cho cá ăn đến no.

Thí nghiệm loại thức ăn: theo 5 công thức sau:

- | | |
|--------------------|---|
| Công thức 1 (NT 1) | Thức ăn tổng hợp |
| Công thức 2 (NT 2) | Tôm, Mực, Thức ăn tổng hợp, Vitamin, Tảo |
| Công thức 3 (NT 3) | Bột cá, Sò điệp, tôm, Lòng đỏ trứng gà, Cải bó xôi |
| Công thức 4 (NT 4) | Bột cá, Cylop-eeze, Bột moi, Bột mực, Bột gạo, Rong biển, Spirulina, Men bánh mì, Vitamin Prremix, Vitamin C, Wheat glusten, Astaxanthin. |
| Công thức 5 (NT 5) | Tôm, Mực, Marinara, Spirulina, Vitamin tổng hợp, Dầu cá, Tỏi |

b. Nghiên cứu ảnh hưởng của độ mặn lên hiệu quả sinh sản

Cá thí nghiệm: tương tự như ở thí nghiệm về ảnh hưởng thức ăn. Chọn 16 cặp cá KCYN từ tháng 7 năm 2017.

Bố trí thí nghiệm: Thí nghiệm được thực hiện trong 6 tháng với 16 bể kính, mỗi bể nuôi có 1 cặp cá KCYN bố mẹ. Mỗi nghiệm thức có 4 bể lặp bố trí ngẫu nhiên.

Chăm sóc, quản lý: cho cá ăn bằng CT4.

Thí nghiệm độ mặn: ở 4 mức độ mặn 25, 29, 33, 37 ‰

c. Nghiên cứu ảnh hưởng của nhiệt độ lên hiệu quả sinh sản

Cá thí nghiệm: chọn 16 cặp cá KCYN cặp từ tháng 7 năm 2017.

Bố trí thí nghiệm: Thí nghiệm được thực hiện trong 6 tháng với 16 bể kính mỗi bể nuôi có 1 cặp cá bố mẹ. Mỗi nghiệm thức có 4 bể lặp, bố trí ngẫu nhiên.

Chăm sóc, quản lý: cho cá ăn bằng thức ăn chế biến (công thức 4). Thời gian, chế độ cho ăn, chăm sóc và siphon tương tự ở thí nghiệm thức ăn. Trong đó yếu tố thay đổi đó là các giá trị nhiệt độ khác nhau.

Thí nghiệm nhiệt độ: Nhiệt độ được điều chỉnh bằng cách sử dụng đồng hồ điều khiển nhiệt Elitech STC 1000 đặt ngoài hệ thống.

Thí nghiệm nhiệt độ: ở 4 mức nhiệt độ 24, 27, 30, 33 °C.

d. Thu thập và xử lý số liệu các chỉ số hiệu quả sinh sản

Tần suất sinh sản của cá (lần/tháng) = Số lần cá sinh sản trong toàn bộ thời gian thí nghiệm/6.

Sức sinh sản thực tế (Số lượng trứng/cá cái): Tổng số trứng cá vừa mới đẻ được qua hình ảnh phóng to chụp toàn bộ ổ trứng bằng máy ảnh Canon powershot A2200HD 14.1 mega pixels.

Kích thước trứng (mm): xác định bằng thước đo trực vi thị kính gắn trong kính hiển vi *Olympus CX51*,. Kích thước trứng là số đo trung bình của 5 trứng thu được.

Tỷ lệ trứng hao hụt (%): Số trứng sau khi ấp $\times 100$ /số trứng cá đẻ ngày đầu.

Tỷ lệ nở của trứng (%) = Số cá nở/ số trứng chuyển sang bể ấp nở $\times 100\%$

Kích thước ấu trùng (mm): là số đo trung bình của 5 ấu trùng.

Thời gian nở (ngày): tính từ ngày cá bố mẹ đẻ đến ngày cá nở thành cá con.

2.3.2.3. Nghiên cứu ảnh hưởng của thức ăn, độ mặn và mật độ đến hiệu quả ương ấu trùng cá KCYN giai đoạn 1 - 15 ngày tuổi

a. Ảnh hưởng của các loại thức ăn lên hiệu quả ương nuôi ấu trùng 1- 15 ngày tuổi

Cá thí nghiệm: Cá con mới nở ngày đầu tiên (cá 1 ngày tuổi).

Chăm sóc, quản lý: Khẩu phần thức ăn cho cá ăn đến no. Bổ sung vi tảo *Nannochloropsis oculata*, *Isochrysis galbana* tỷ lệ 1:1, mật độ $5-8 \times 10^4$ tế bào/mL.

Bố trí thí nghiệm: Số lượng cá nuôi trong mỗi bể là 20 con/bể. Bể ương thí nghiệm có lượng nước là 10 lít/bể tương ứng với mật độ 2 con/L. Mỗi thí nghiệm thức được thực hiện với 5 lần lặp. Thời gian thí nghiệm là 15 ngày.

Thí nghiệm thức ăn: Các chế độ thức ăn sử dụng trong ương nuôi ấu trùng cá KCYN tương ứng với 5 thí nghiệm thức gồm:

Công thức 1 (NT 1)	Thức ăn tổng hợp INVE (200-300 μ m)
Công thức 2 (NT 2)	Artemia nauplius 2-3 con/L
Công thức 3 (NT 3)	Copepoda 2-3 con/L
Công thức 4 (NT 4)	Rotifer 10-15 con/L
Công thức 5 (NT 5)	Artemia nauplius, Copepoda, Rotifer

b. Nghiên cứu ảnh hưởng của độ mặn lên hiệu quả ương nuôi ấu trùng 1- 15 ngày tuổi

Cá thí nghiệm, chăm sóc, quản lý: tương tự 2.3.2.3 (a)

Bố trí thí nghiệm: Số lượng cá nuôi trong mỗi bể là 20 con/bể. Bể ương thí nghiệm có lượng nước là 10 lít/bể tương ứng với mật độ 2 con/L. Mỗi thí nghiệm thức được thực hiện với 5 lần lặp. Thời gian thí nghiệm là 15 ngày.

Thí nghiệm độ mặn: ương nuôi ấu trùng cá ở 5 mức 20, 25, 30, 35, 40‰

c. Nghiên cứu ảnh hưởng của mật độ lên hiệu quả ương nuôi ấu trùng

Cá thí nghiệm, Chăm sóc, quản lý: tương tự 2.3.2.3 (a)

Bố trí thí nghiệm: Số lượng cá nuôi trong mỗi bể là 20 con/bể. Mỗi thí nghiệm thức được thực hiện với 5 lần lặp. Thời gian thí nghiệm là 15 ngày.

Thí nghiệm mật độ: ở 4 mức mật độ 1, 3, 5, 7 con/L

d. Thu thập và xử lý số liệu các chỉ số hiệu quả ương nuôi ấu trùng

Sử dụng MS 22 của Nga với nồng độ 1ppm trong 2-3 phút trước khi xác định các chỉ số chiều dài, khối lượng của cá ở thời điểm đầu và cuối thí nghiệm.

Chiều dài đầu, cuối: Giá trị chiều dài cá là giá trị chiều dài trung bình của cá tại thời điểm đầu và cuối.

Khối lượng đầu, cuối: Xác định khối của cá của cá đưa vào thí nghiệm thời điểm ban đầu (T1) và thời điểm kết thúc thí nghiệm sau 15 ngày nuôi (T2). Giá trị khối lượng cá là giá trị khối lượng trung bình của cá tại thời điểm đầu và cuối.

Tốc độ tăng trưởng đặc trưng về chiều dài (SGR_L)

$$SGR_L (\%/ngày) = [(LnL2 - LnL1) / (T2 - T1)] \times 100$$

L1, L2: chiều dài toàn thân cá ở thời điểm T1 (mm); và T2 (mm).

Tốc độ tăng trưởng đặc trưng khối lượng (SGR_W)

$$SGR_W (\%/ngày) = [(LnW2 - LnW1) / (T2 - T1)] \times 100$$

W1, W2: chiều dài toàn thân cá ở thời điểm T1 (mm) và T2 (mm).

Tỷ lệ sống (%) SR (%) = $(Se / Si) \times 100$

Se: số cá còn lại ở thời điểm T2 (con) ; Si: số cá ở thời điểm T1 (con).

2.3.3. Thử nghiệm SX giống nhân tạo và ương nuôi ấu trùng cá KCYN tại cơ sở

a) Thử nghiệm sản xuất giống nhân tạo cá KCYN

* **Chọn cá bố mẹ:** Chọn 4 cặp cá KCYN bố mẹ thu được từ kết quả nuôi sinh sản và tiếp tục sử dụng thức ăn phối trộn dạng viên theo nghiệm thức 4 trong (tháng 7 – 9/2017) làm nguồn cá bố mẹ cho thử nghiệm sản xuất giống nhân tạo cá KCYN. Cá được kiểm tra khối lượng, chiều dài trước khi đưa vào bể đẻ.

b) Thử nghiệm ương nuôi ấu trùng cá KCYN

* **Áp nở trứng:** Chuyển giá thể chứa phôi vào bể ấp, sục khí nhẹ, các yếu tố môi trường tương tự bể cá bố mẹ. Bể ấp nở được che bằng nilong đen. Sau khi trứng nở, nhấc giá thể ra khỏi bể và ương nuôi ấu trùng.

* **Chăm sóc và quản lý:** 9 ngày đầu, cá được cho ăn bằng Rotifer 10 - 20 con/ml; từ ngày thứ 7 đến ngày thứ 15, cá được cho ăn nauplius Artemia 2 - 3 con/ml và Copepoda tỷ lệ 1:1. Cá được cho ăn 3 lần/ngày vào lúc 6 và 11 và 15 giờ. Vi tảo *N. oculata* và *I. galbana* được cấp vào bể ương 1 lần/ngày (8h00), mật độ $5-8 \times 10^4$ tế bào/mL và thu hoạch khi cá đạt 15 ngày tuổi.

2.4. Phương pháp xử lý số liệu

Phần mềm Excel 2010 được sử dụng thiết lập cơ sở dữ liệu đầu, vẽ biểu đồ, xử lý số liệu vào làm cơ sở dữ liệu đầu vào cho các phần mềm SPSS, SPSS Station 16.0 for window và R để tính hệ số Pearson. Sử dụng hàm phân tích phương sai một nhân tố (oneway – ANOVA) và Duncan test để kiểm định sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$) của các thông số giữa các nghiệm thức trong từng thí nghiệm

CHƯƠNG 3: KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Đặc điểm sinh học, sinh sản

Tổng số đã thu và phân tích sinh học sinh sản của 1.158 con cá KCYN vùng biển Khánh Hòa từ 2016-2018. Cá có chiều dài trung bình $7,58 \pm 2,89$ cm (khoảng thu 2,5 -14,54 cm). Khối lượng cá trung bình $14,18 \pm 13,97$ g (khoảng khai thác 0,72 - 62,59 g). Kết quả thể hiện qua Bảng 3.1

Bảng 3.1 Kích thước và khối lượng cá KCYN vùng biển Khánh Hòa (n=1158)

Giá trị	TL (cm)	BW (g)	BW ₀ (g)
Trung bình	7,58	14,18	13,19
Độ lệch chuẩn	2,89	13,97	13,27
Max	14,54	66,26	62,59
Min	2,50	0,93	0,72

3.1.1. Giới tính và tỷ lệ cá KCYN lưỡng tính

Bảng 3.2 Giới tính và tỷ lệ cá KCYN lưỡng tính vùng biển Khánh Hòa

Giai đoạn	Tháng												Số mẫu	Tbsd ♀ (%)	Tbsd ♂ (%)	Ghi chú
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				
I	9	7	3	5	8	15	13	10	9	8	4	12	103	100	100	Hình 3.2
II	26	26	26	27	18	25	37	37	21	38	38	57	376	100	100	Hình 3.3
III	49	45	44	31	40	37	30	33	46	30	34	19	438	100	100	Hình 3.4
IV	12	15	20	26	25	21	17	14	20	16	22	19	227	100	100	Hình 3.5
V	1	1	1	3	4	1	2	0	0	0	0	1	14	100	100	Hình 3.6
	97	94	94	92	95	99	99	94	96	92	98	108	1158			

Tổng số 1.158 mẫu tuyến sinh dục cá KCYN đã được thu thập và xác định giới tính qua việc xác định sản phẩm sinh dục đó chính là các tế bào sinh dục đực và cái. Kết quả xác định giới tính của cá thể hiện ở Bảng 3.2

Tuyến sinh dục của cá có xuất hiện cả sản phẩm sinh dục đực và cái ở các giai đoạn phát triển của tuyến sinh dục từ I – V có tỷ lệ là 100%. Qua kết quả này cho thấy chưa đủ cơ sở để xác định loài KCYN có hiện tượng chuyển đổi giới tính.

3.1.2. Các giai đoạn phát triển tuyến sinh dục và tế bào trứng

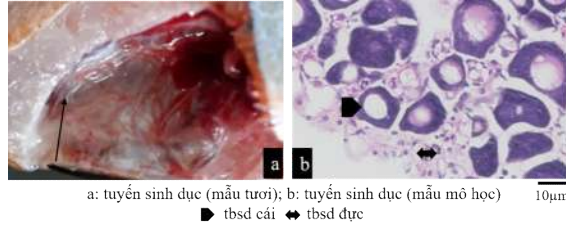
Tuyến sinh dục của cá KCYN gồm hai thùy thường không bằng nhau trong quá trình phát triển, một thùy lớn và một thùy nhỏ nằm hai bên xoang bụng và được treo vào vách của xoang cơ thể nhờ màng treo. Phần sau tuyến sinh dục là ống dẫn ngắn, hai ống dẫn hợp lại thành một và thông với bên ngoài qua lỗ sinh dục. Hình 3.1



Hình 3.1. Lỗ sinh dục cá KCYN khi cá đang đẻ và thụ tinh

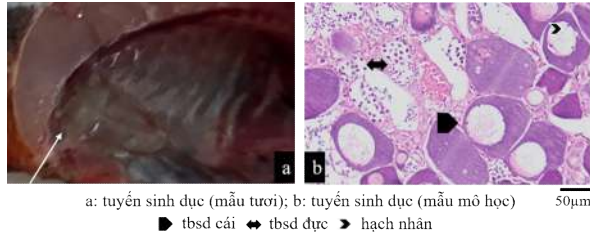
Sự xuất hiện của noãn bào, tinh tử ở nhiều giai đoạn trong cùng một buồng trứng cho thấy đây là loài có noãn sào kiểu không đồng bộ và đẻ nhiều lần trong năm.

3.1.2.1. Giai đoạn I



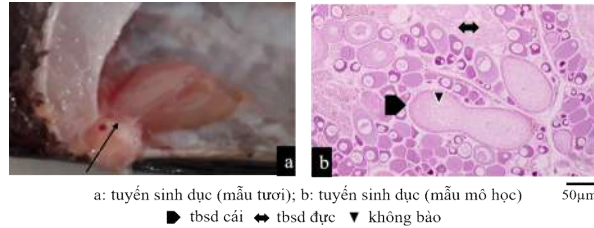
Hình 3.2. Tuyến sinh dục cá giai đoạn I

3.1.2.2. Giai đoạn II



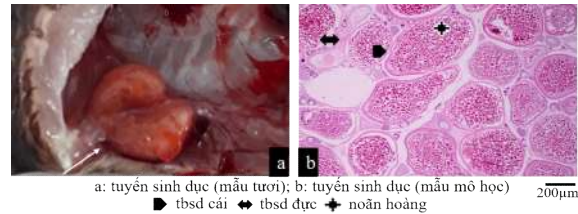
Hình 3.3. Tuyến sinh dục cá giai đoạn II

3.1.2.3. Giai đoạn III



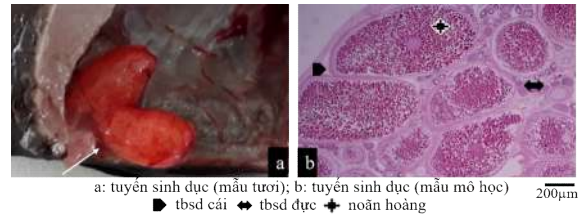
Hình 3.4. Tuyến sinh dục cá giai đoạn III

3.1.2.4. Giai đoạn IV



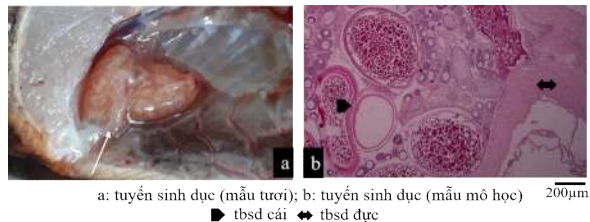
Hình 3.5. Tuyến sinh dục cá giai đoạn IV

3.1.2.5. Giai đoạn V



Hình 3.6. Tuyến sinh dục cá giai đoạn V

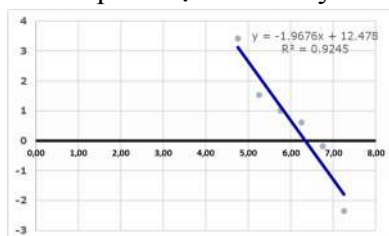
3.1.2.6. Giai đoạn VI



Hình 3.7. Tuyến sinh dục cá giai đoạn VI

3.1.3. Kích thước thành thực lần đầu

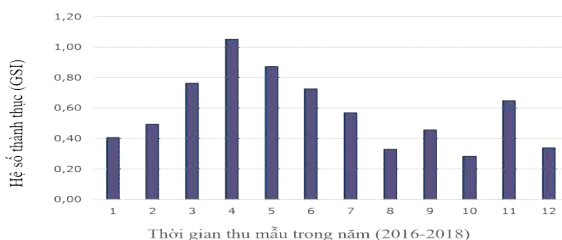
Qua cá mẫu nghiên cứu cho thấy, cá KCYN có kích thước lớn hơn 7,5 cm có tỷ lệ thành thực 100%. Nhóm cá có kích thước nhỏ hơn 4,6 cm chưa tham gia sinh sản. Nhóm cá có kích thước lớn hơn 6,5 cm có tỷ lệ thành thực hơn 50%. Giải phương trình tương quan $y = -1,9676 * x + 12,478$ từ đó xác định được kích thước thành thực lần đầu của cá KCYN là 6,37 cm. Kết quả được trình bày ở hình 3.8



Hình 3.8 Đồ thị tương quan giữa nhóm kích thước và $\ln((1-P)/P)$

3.1.4. Hệ số thành thực và mùa vụ sinh sản

GSI của cá KCYN trong thời gian nghiên cứu được thể hiện qua Hình 3.9. Chỉ số GSI của cá KCYN trong năm đạt giá trị cao nhất vào tháng 4 ($1,05 \pm 1,31$), thấp nhất vào tháng 11 ($0,33 \pm 0,56$) và trung bình là $0,57 \pm 0,85$. Qua sự biến động của chỉ số GSI cho thấy cá thành thực sinh dục quanh năm trong đó mùa đẻ chính kéo dài từ tháng 2 đến tháng 7 với đỉnh cao là tháng 3-5 và mùa phụ vào tháng 11-12.



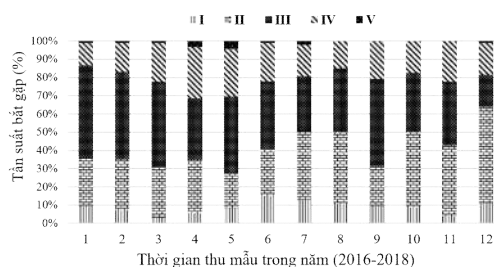
Hình 3.9. Biến động hệ số thành thực cá KCYN

Tỷ lệ bắt gặp các cá thể thành thực có tuyến sinh dục giai đoạn III, IV, V cao nhất ở tháng 5 (73%) và thấp nhất ở tháng 12 (36%). Kết quả thể hiện ở Bảng 3.3

Bảng 3.3. Tỷ lệ thành thực của cá KCYN

Tháng	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Tổng mẫu (con)	97	94	94	92	95	99	99	94	96	92	98	108
Số cá thành thực	62	61	65	60	69	59	49	47	66	46	56	39
Tỷ lệ tt (%)	64	55	70	65	73	60	50	50	69	50	57	36

Kết quả về mùa vụ sinh sản cho thấy cá KCYN là loài cá đẻ quanh năm được thể hiện ở Hình 3.10



Hình 3.10. Tần suất bắt gặp các giai đoạn phát triển tuyến sinh dục trong năm

3.1.5. Sức sinh sản

Sử dụng 117 mẫu tuyến sinh dục cá ở giai đoạn phát triển trứng từ III, IV và V và đếm số lượng trứng và cân khối lượng cá để xác định chỉ số sinh sản. Cá KCYN dùng để phân tích khả năng sinh sản có kích thước dao động từ 7,2 đến 13,7 cm, tương ứng với khối lượng cá dao động từ 13,12 đến 57,21 (g). Kết quả thể hiện qua Bảng 3.4

Bảng 3.4. Sức sinh sản cá KCYN vùng biển Khánh Hòa (n=117)

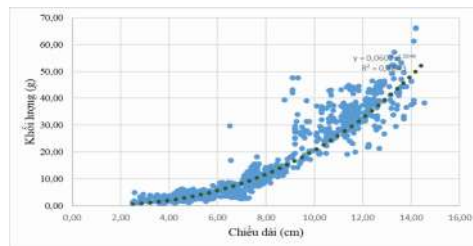
Giá trị	TL (cm)	SL (cm)	BW (g)	BW0 (g)	GW (g)	GSI	Fa (trứng/cá)	FGr (trứng/g)
Trung bình	10,61	8,95	28,85	27,00	0,41	1,48	823,59	42,91
Độ lệch chuẩn	1,98	1,63	12,71	12,11	0,39	1,30	259,80	40,96
Max	13,70	11,40	57,21	54,38	1,43	6,25	1830,00	316,16
Min	7,20	5,27	13,12	2,67	0,00	0,02	306,00	10,42

Sức sinh sản tuyệt đối trung bình của cá KCYN là $823,59 \pm 259,80$ (trứng/cá cái), dao động trong khoảng 306-1.830 (trứng/cá cái). Sức sinh sản tương đối là $42,91 \pm 40,96$ trứng/g cá; có giá trị từ 10,42 đến 316,16 trứng/g cá.

3.1.6. Tương quan chiều dài, khối lượng và hệ số thành thực

Mối tương quan giữa chiều dài, khối lượng của cá KCYN đều là tương quan thuận. Trong đó, mối tương quan giữa chiều dài và khối lượng cá là tương quan thuận với $R^2 = 0,867$ có giá trị tương đối cao và có giá trị theo mức tăng trưởng dương. Điều này cho thấy khi cá có chiều dài lớn thì khối lượng cá tăng lên.

Giải thích cho hiện tượng này có thể do điểm đặc biệt trong sinh trưởng của nhóm cá khoang cổ nói chung, đó là sự phát triển kích thước và giới tính cá thể phụ thuộc vào cấp bậc xã hội của mỗi cá nhân. Đặc điểm sinh sống của cá khoang cổ theo quần đàn nhỏ từ 2 con trở lên, số lượng cá ở giai đoạn tiền trưởng thành không phụ thuộc vào kích thước cá bố mẹ, những con cá luôn tồn tại trong “tổ” ở giai đoạn này và chỉ phát triển thành cá bố mẹ với sự tăng trưởng đột ngột về kích thước và khối lượng.



Hình 3.11 Mối tương quan giữa chiều dài, khối lượng cá KCYN

3.2. Nghiên cứu tập tính sinh sản, ấp nở, phát triển phôi và ấu trùng, cá con đến 15 ngày tuổi

3.2.1. Tập tính sinh sản, ấp nở

Trong thời gian thí nghiệm (tháng 2-5/2015), TL và BW cá thể cái dao động trong khoảng 10,8-12,6 cm; 35-45g/con ở lần thu mẫu đầu tiên và 11,2-12,9 cm; 34,5-48 g/con ở lần thu mẫu cuối đợt thí nghiệm.

Hoạt động ve vãn và kết cặp thường diễn ra trong vài ngày trước khi sinh sản. Các biểu hiện đặc trưng của quá trình này là cặp bố mẹ bơi hướng đầu lên xuống liên tục và ve vãn nhau tại vị trí sẽ đẻ trứng đồng thời liên tục dùng miệng để làm sạch vị trí sẽ đẻ trứng sau này. Trước khi đẻ một ngày, cá ngừng ăn hoặc ăn rất ít so với mọi ngày. Đường kính vòng bụng của cá hơi tăng lên so với bình thường. Trong thời gian

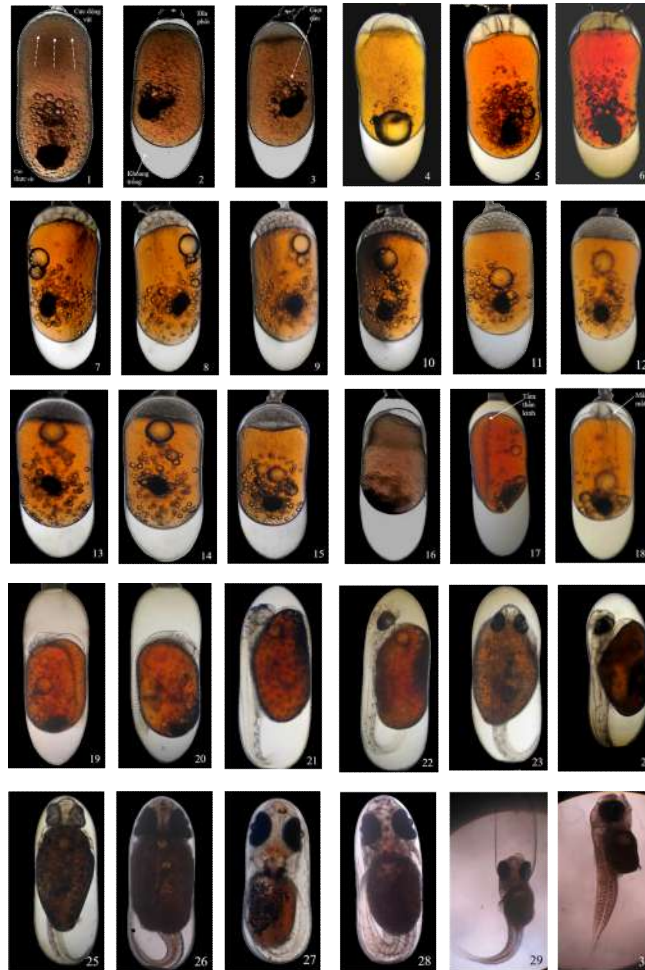
để trứng, cá cái bơi chậm, cọ sát mặt bụng nơi có ống dẫn trứng vào bề mặt giá thể. Trứng được đẩy ra khỏi ống dẫn trứng dài khoảng 3 – 5 mm, có thể nhìn thấy bằng mắt thường. Hai con đực cái (chức năng) bơi chậm theo đường zíc zắc và bụng cá áp sát lên bề mặt giá thể theo nhịp từ 30' đến 3 phút mỗi lần phóng trứng hoặc tinh trùng. Số lượng trứng mỗi lần đẻ dao động từ 300 đến gần 2.500 trứng tùy thuộc vào tuổi và kích cỡ cá bố mẹ. Thời gian của một lần đẻ trứng kéo dài từ 60 – 150 phút. Trứng được đẻ lên bề mặt của giá thể và được sự chăm sóc chu đáo bởi cả bố và mẹ.



Hình 3.12 Cá KCYN bố mẹ đang đẻ trứng và thụ tinh

3.2.2. Các giai đoạn phát triển phôi, ấu trùng và cá con đến 15 ngày tuổi

Quá trình phát triển phôi và biến thái ấu trùng cá KCYN tương tự như sự phát triển của cá, được chia thành các giai đoạn bao gồm: sự thụ tinh và kích hoạt trứng, giai đoạn phân cắt và phôi nang, phôi vị và biệt hóa hình thành cơ quan.



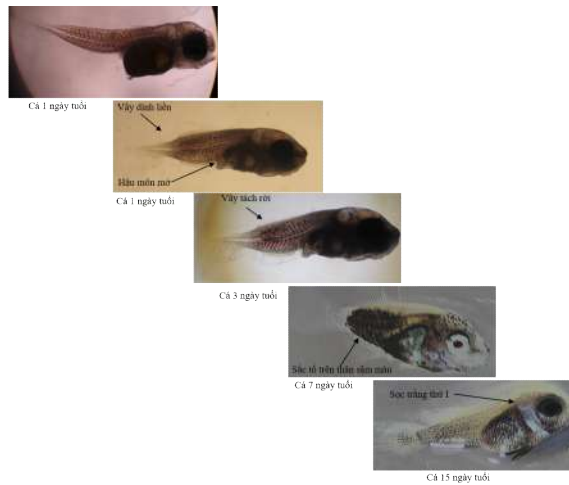
Hình 3.13. Các giai đoạn phát triển phôi và ấu trùng cá KCYN

Thời gian phát triển các giai đoạn được trình bày ở Bảng 3.5.

Bảng 3.5. Thời gian phát triển các giai đoạn phôi cá KCLYN

Các giai đoạn	Thời gian (từ lúc cá đẻ)			Các đặc điểm phát triển
	Ngày	Giờ	Phút	
<i>Sự thụ tinh và kích hoạt trứng</i>				
1			10	Ngay sau thụ tinh, tế bào chất dồn về cực động vật
2	1		25	Tạo thành khoang trống quanh noãn hoàng (do nước xâm nhập cực động, thực vật)
3	1		30	1 tế bào
<i>Giai đoạn phân cắt trứng</i>				
4	1		55	2 phôi bào
5	2		5	4 phôi bào
6	2		10	8 phôi bào
7	3		5	16 phôi bào
8	4		55	32 phôi bào
9	5		20	64 phôi bào
<i>Giai đoạn phôi nang</i>				
10	6		02	128 phôi bào
11	7		25	256 phôi bào
12	13		15	Phôi nang cao
13	15		25	Phôi nang thấp (eo thắt mờ dần)
14	17		5	Phôi nang thấp (eo thắt biến mất)
15	18		15	Phôi nang muộn
<i>Giai đoạn phôi vị</i>				
16		20	10	Đầu giai đoạn phôi vị
17	1	0	15	Hình thành tấm thần kinh
18	1	3	20	Cuối giai đoạn phôi vị, mầm mắt hình thành
<i>Biệt hóa và hình thành cơ quan</i>				
19	1	4	35	Hình thành rãnh thần kinh, đốt sống và xương sống
20	1	5	50	Hình thành mầm đuôi
21	1	22	10	Tim xuất hiện, đuôi phát triển dài ra và bắt đầu chuyển động chậm, bọc mắt xuất hiện, 3 túi não sơ khai xuất hiện: não trước, não giữa và não sau
22	2	8	40	Đầu tách dần khỏi noãn hoàng, đá tai xuất hiện
23	2	12	5	Miệng xuất hiện
24	2	15	3	Tim bắt đầu hoạt động mạnh hơn, phổi xuất hiện
25				Nắp mang xuất hiện, mắt có nhiều sắc tố đen nên có màu sậm dần
26	3	2	10	
26	4	10	50	Xuất hiện hậu môn
27				Kích thích noãn hoàng nhỏ dần, nắp mang rõ ràng, hình thành các cơ quan
28	5	14	55	
28	6	1	30	Phôi cử động nhiều, mang hoạt động theo nhịp tim
29	7	5	20	Phôi nở

Trong nghiên cứu của chúng tôi, phôi nở hoàn toàn sau 173 ± 6 giờ tương ứng với 7 ngày và 6 giờ sau khi thụ tinh. Quá trình phân cắt phôi của cá KCLYN chỉ diễn ra ở cực động vật tương tự như quy luật chung ở các loài cá xương



Hình 3.14. Các giai đoạn phát triển cá con đến 15 ngày tuổi

3.3. Nghiên cứu ảnh hưởng của thức ăn, độ mặn và nhiệt độ đến hiệu quả sinh sản của cá KCYN

3.3.1. Nghiên cứu ảnh hưởng của các loại thức ăn lên hiệu quả sinh sản

Nghiên cứu sử dụng 5 loại thức ăn trong đó NT1 là thức ăn tổng hợp thường được người nuôi sử dụng trong nuôi dưỡng các loài cá cảnh biển gia đình. Các NT còn lại là thức ăn phối trộn trong đó thành phần gồm nhiều loại thức ăn khác nhau (tôm, mực, bột cá, bột moi, tảo, rong...).

Bảng 3.6. Hiệu quả nuôi vỗ cá bố mẹ bằng các loại thức ăn khác nhau

Nghiệm thức	NT2	NT3	NT4	NT5
Chỉ tiêu				
Tần suất đẻ (lần/tháng)	0,25 ± 0,462 ^a	0,37 ± 0,079 ^{ab}	0,67 ± 0,067 ^c	0,47 ± 0,042 ^b
Số lượng trứng (trứng/ổ)	396 ± 36 ^a	495 ± 54 ^{ab}	708 ± 71 ^c	618 ± 48 ^{bc}
Kích thước trứng (mm)	1,38 ± 0,047 ^a	1,49 ± 0,032 ^{ab}	1,50 ± 0,043 ^b	1,53 ± 0,025 ^{ab}
Tỷ lệ thụ tinh (%)	31,19 ± 3,919 ^a	55,43 ± 1,864 ^b	72,45 ± 4,310 ^b	58,81 ± 9,561 ^b
Tỷ lệ nở (%)	34,17 ± 7,945 ^a	53,73 ± 5,493 ^b	81,33 ± 4,005 ^c	61,89 ± 6,676 ^b
Số lượng ấu trùng (con)	39 ± 13 ^a	150 ± 27 ^b	409 ± 21 ^c	211 ± 22 ^b
Kích thước ấu trùng (mm)	2,39 ± 0,034 ^a	2,51 ± 0,017 ^b	2,61 ± 0,027 ^b	2,54 ± 0,041 ^b
Thời gian nở (ngày)	9,37 ± 0,426 ^a	8,5 ± 0,353 ^a	7,35 ± 0,239 ^b	7,63 ± 0,375 ^b

Các số liệu trong bảng là giá trị trung bình ± sai số chuẩn

Các số liệu mang ký tự chữ cái khác nhau trong cùng hàng thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê, P < 0,05.

Loại thức ăn phối trộn theo NT4 đạt hiệu quả sinh sản cao nhất dựa trên các chỉ tiêu quan. Sử dụng NT1 thức ăn tổng hợp, cá bố mẹ chỉ đẻ 1 lần nhưng các chỉ tiêu về số lượng trứng, tỷ lệ thụ tinh và nở thấp. Thành phần thức ăn không ảnh hưởng đến kích thước ấu trùng cá KCYN và chỉ có sự sai khác ở kích thước trứng khi sử dụng thức ăn tổng hợp so với các loại thức ăn phối trộn là thấp hơn. Thời gian nở của ấu trùng khi sử dụng 4 loại thức ăn từ 7-9 ngày, trong đó cá ăn bằng thức ăn NT4, NT5 có thời gian nở không sai khác và sớm hơn so với cá ăn bằng NT5, NT5 (P > 0,05).

Tần suất đẻ và số lượng trứng, số lượng ấu trùng tăng dần khi cho cá ăn thức ăn từ NT2 đến NT3 và giảm dần ở NT5. Số lượng trứng, kích thước trứng, tỷ lệ thụ tinh, kích thước ấu trùng không có sự sai khác thống kê giữa cá cho ăn bằng NT 4 và NT5.

Bảng 3.7. Công thức thức ăn của các loại thức ăn khác nhau

Thành phần Nghiệm thức	Protein (Đạm)	Lipid (Béo)	Moistrute (Xơ)	Ash (Tro)	NFE (Năng lượng)
1	38,10	9,70	2,80	8,20	41,20
2	39,95	12,95	4,96	14,43	27,70
3	45,22	11,45	14,16	15,80	13,37
4	49,83	10,54	13,36	12,75	13,53
5	55,12	9,88	13,23	10,50	11,28

3.3.2. Nghiên cứu ảnh hưởng của độ mặn lên hiệu quả sinh sản

Cá KCYN có khả năng thích nghi và có thể đạt đến trạng thái thành thực hoàn toàn và đẻ trứng ở độ mặn 25 – 37 ‰. Kết quả thử nghiệm nuôi vỗ và sinh sản cá KCYN bố mẹ ở các mức độ mặn khác nhau được biểu hiện ở Bảng 3.8

Bảng 3.8. Hiệu quả nuôi vỗ cá bố mẹ ở các mức độ mặn khác nhau

Chỉ tiêu	Độ mặn	25‰	29‰	33‰	37‰
Tần suất đẻ (lần/tháng)		0,33 ± 0,067 ^a	0,75 ± 0,046 ^b	0,71 ± 0,104 ^b	0,21 ± 0,04 ^a
Số lượng trứng (trứng/ổ)		450 ± 34 ^a	681 ± 34 ^b	683 ± 57 ^b	316 ± 51 ^a
Kích thước trứng (mm)		1,50 ± 0,048 ^b	1,54 ± 0,037 ^b	1,50 ± 0,044 ^b	1,25 ± 0,044 ^a
Tỷ lệ thụ tinh (%)		70,75 ± 5,508 ^b	83,99 ± 3,238 ^b	78,85 ± 4,631 ^b	52,88 ± 5,559 ^a
Tỷ lệ nở (%)		60,27 ± 6,174 ^b	79,98 ± 1,657 ^c	78,45 ± 2,338 ^c	41,37 ± 3,341 ^a
Số lượng ấu trùng (con)		202 ± 53 ^b	505 ± 19 ^d	398 ± 29 ^c	69 ± 14 ^a
Kích thước ấu trùng (mm)		2,40 ± 0,023 ^{ab}	2,61 ± 0,086 ^c	2,57 ± 0,061 ^{bc}	2,229 ± 0,051 ^a
Thời gian nở (ngày)		6,42 ± 0,21 ^a	7,35 ± 0,16 ^b	7,10 ± 0,38 ^b	12,25 ± 0,38 ^c

Các số liệu trong bảng là giá trị trung bình ± sai số chuẩn

Các số liệu mang ký tự chữ cái khác nhau trong cùng hàng thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê, P < 0,05.

Cá KCYN có khả năng thích nghi và có thể đạt đến trạng thái thành thực hoàn toàn và đẻ trứng ở độ mặn 25 ‰, 29 ‰, 33 ‰ và 37 ‰. Mức độ mặn 29 ‰ và 33 ‰, cá có tần suất đẻ, số lượng trứng cao nhất và cao hơn so với mức độ mặn 25 ‰ và 37 ‰ (P ≤ 0,05). Kích thước trứng, tỷ lệ thụ tinh không có sự sai khác ở 3 mức độ mặn 24 ‰, 29 ‰ và 33 ‰, nhỏ nhất ở mức độ mặn 37 ‰ (P ≤ 0,05). Số lượng trứng, tỷ lệ thụ tinh và kích thước ấu trùng sai khác có ý nghĩa thống kê theo thứ tự tăng dần ở mức độ mặn 37 ‰, 25 ‰ và không sai khác ở mức độ mặn 29 và 33 ‰. Tỷ lệ nở của ấu trùng cao nhất ở 29 ‰ và 33 ‰ và 37 ‰ (P ≤ 0,05).

Cá KCYN thích nghi ở mức độ mặn 25-37 ‰, mức độ mặn thích hợp cho cá sinh sản và phát triển ấu trùng là 29 và 33 ‰. Mức độ mặn 37 ‰ không phù hợp cho phát dục và sinh sản của cá.

3.3.3. Nghiên cứu ảnh hưởng của nhiệt độ lên hiệu quả sinh sản

Ở cá KCYN, nhiệt độ là một trong những yếu tố tác động đến hiệu quả sinh sản của cá bố mẹ. Ở các mức nhiệt độ từ 24 – 30^oC, hiệu quả sinh sản của cá được biểu hiện ở Bảng 3.9

Bảng 3.9. Hiệu quả nuôi vỗ cá bố mẹ ở các mức nhiệt độ khác nhau

Chỉ tiêu	Nhiệt độ			
	24°C	27°C	30°C	33°C
Tần suất đẻ (lần/tháng)	0,40 ± 0,023 ^b	0,732 ± 0,019 ^d	0,63 ± 0,018 ^c	0,20 ± 0,019 ^a
Số lượng trứng (trứng/ô)	633 ± 39 ^a	884 ± 40 ^b	715 ± 10 ^a	639 ± 16 ^a
Kích thước trứng (mm)	1,48 ± 0,0116 ^a	1,47 ± 0,017 ^a	1,48 ± 0,012 ^a	1,51 ± 0,044 ^a
Tỷ lệ thụ tinh (%)	82,19 ± 2,321 ^b	91,29 ± 1,772 ^c	79,10 ± 3,248 ^b	57,98 ± 2,186 ^a
Tỷ lệ nở (%)	57,68 ± 0,994 ^b	79,76 ± 1,546 ^d	70,18 ± 0,823 ^c	35,06 ± 1,179 ^a
Số lượng ấu trùng (con)	299 ± 17 ^b	645 ± 41 ^d	399 ± 25 ^c	129 ± 3 ^a
Kích thước AT (mm)	2,98 ± 0,032 ^b	2,83 ± 0,015 ^c	2,81 ± 0,017 ^{bc}	2,57 ± 0,102 ^a
Thời gian nở (ngày)	11,40 ± 0,50 ^d	8,20 ± 0,16 ^c	7,20 ± 0,38 ^b	6,42 ± 0,21 ^a

Các số liệu trong bảng là giá trị trung bình ± sai số chuẩn

Các số liệu mang ký tự chữ cái khác nhau trong cùng hàng thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê, $P < 0,05$.

Hiệu quả sinh sản tốt nhất của cá KCYN ở nhiệt độ 27⁰C. Trong đó các chỉ tiêu quan sát: Tần suất đẻ, số lượng trứng, tỷ lệ thụ tinh, tỷ lệ nở và số lượng, kích thước ấu trùng đều cao hơn các nhiệt độ còn lại trong thí nghiệm và có giá trị các chỉ số lần lượt là : 0,732 ± 0,019 lần/tháng, 884 ± 40 trứng/tổ, 91,29 ± 1,772 %, 79,76 ± 1,546 %, 645 ± 41 con, 2,83 ± 0,015 mm ($P \geq 0,05$).

3.4. Nghiên cứu ảnh hưởng của thức ăn, độ mặn và mật độ đến hiệu quả ương ấu trùng cá KCYN giai đoạn 1 - 15 ngày tuổi

3.4.1. Nghiên cứu ảnh hưởng của các loại thức ăn lên hiệu quả ương nuôi ấu trùng

Nghiên cứu thử nghiệm các loại thức ăn khác nhau khi ương nuôi ấu trùng cá KCYN được thực hiện, kết quả thể hiện ở Bảng 3.10.

Bảng 3.10. Tăng trưởng và tỷ lệ sống của ấu trùng với các loại thức ăn khác nhau

Chỉ tiêu	Thức ăn			
	Rotifer	Artemia	Copepoda	Rotifer + Artemia + Copepoda
Chiều dài đầu (mm)	2,57 ± 0,003	2,58 ± 0,003	2,59 ± 0,003	2,57 ± 0,002
Chiều dài cuối (mm)	5,97 ± 0,015 ^a	6,41 ± 0,015 ^b	6,60 ± 0,023 ^c	8,00 ± 0,071 ^d
Khối lượng đầu (g)	0,0038	0,0038	0,0037	0,0038
Khối lượng cuối (g)	0,0254 ± 0,0017 ^a	0,0269 ± 0,0008 ^a	0,0315 ± 0,0005 ^b	0,0337 ± 0,0011 ^b
TLS (%)	26,03 ± 0,39 ^a	25,46 ± 0,67 ^a	42,90 ± 0,86 ^b	57,03 ± 1,07 ^c
SGRL (%ngày)	5,63 ± 0,109 ^a	6,09 ± 0,023 ^b	6,27 ± 0,017 ^c	7,58 ± 0,006 ^d
SGRW (% ngày)	12,62 ± 0,427 ^a	13,19 ± 0,241 ^a	14,04 ± 0,170 ^b	14,41 ± 0,200 ^b

Các số liệu trong bảng là giá trị trung bình ± sai số chuẩn

Các số liệu mang ký tự chữ cái khác nhau trong cùng hàng thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê, $P < 0,05$.

Sự phối hợp các loại thức ăn sống là tốt nhất cho ấu trùng cá KCYN từ 1-15 ngày tuổi ($P \geq 0,05$), tỷ lệ sống, tốc độ tăng trưởng chiều dài và khối lượng lần lượt là: 57,03 ± 1,07%, 7,51 ± 0,062% ngày và 14,41 ± 0,2 % ngày.

Artemia và Rotifer là thức ăn không phù hợp cho ấu trùng cá KCYN nếu sử dụng riêng lẻ từng loại, ấu trùng có tỷ lệ sống và tốc độ tăng trưởng khối lượng thấp nhất với các giá trị tỷ lệ sống lần lượt là ~25- 26 % và tốc độ tăng trưởng khối lượng ~12-13 % ngày ($P \geq 0,05$). Không thể sử dụng thức ăn tổng hợp trong ương nuôi ấu trùng cá KCYN giai đoạn từ 1-15 ngày tuổi, cá chết sau 2-3 ngày nuôi.

3.4.2. Nghiên cứu ảnh hưởng của độ mặn lên hiệu quả ương nuôi ấu trùng

Thử nghiệm nuôi ấu trùng cá KCYN ở các mức độ mặn từ 20, 25, 30, 35 và 40 ‰, Sau 15 ngày ương, cá được ương ở độ mặn 30‰ đạt tỷ lệ sống, tốc độ tăng trưởng chiều dài, tốc độ tăng trưởng khối lượng đặc trưng cao nhất lần lượt là $58,81 \pm 0,95$ % và $6,484 \pm 0,091$ %/ngày và $16,048 \pm 0,469$ %/ngày ($P < 0,05$). Kết quả thể hiện ở Bảng 3.11.

Bảng 3.11. Tăng trưởng và tỷ lệ sống của ấu trùng ở các mức độ mặn khác nhau

Độ mặn Chỉ tiêu	20‰	25‰	30‰	35‰	40‰
Chiều dài đầu (mm)	$2,77 \pm 0,006$	$2,77 \pm 0,005$	$2,77 \pm 0,006$	$2,77 \pm 0,003$	$2,76 \pm 0,004$
Chiều dài cuối (mm)	$3,37 \pm 0,088^b$	$7,03 \pm 0,059^d$	$7,32 \pm 0,241^c$	$6,56 \pm 0,066^c$	$3,00 \pm 0,055^a$
Khối lượng đầu (g)	0,0046	0,0042	0,0044	0,0043	0,0045
Khối lượng cuối (g)	$0,0204 \pm 0,0007^a$	$0,0479 \pm 0,0002^c$	$0,0488 \pm 0,0030^c$	$0,0281 \pm 0,0004^b$	$0,0188 \pm 0,0013^a$
TLS (%)	$25,99 \pm 1,15^b$	$53,30 \pm 2,49^d$	$58,81 \pm 0,95^e$	$43,41 \pm 2,44^c$	$18,26 \pm 1,63^a$
SGRL (%ngày)	$1,34 \pm 0,172^b$	$6,212 \pm 0,044^d$	$6,484 \pm 0,091^d$	$5,732 \pm 0,063^c$	$0,556 \pm 0,117^a$
SGRW (% ngày)	$10,266 \pm 0,279^a$	$16,110 \pm 0,269^c$	$16,048 \pm 0,469^c$	$12,484 \pm 0,111^b$	$9,674 \pm 0,469^a$

Các số liệu trong bảng là giá trị trung bình \pm sai số chuẩn

Các số liệu mang ký tự chữ cái khác nhau trong cùng hàng thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê, $P < 0,05$.

Mức 40 ‰ là không phù hợp nhất cho sinh trưởng và phát triển của ấu trùng cá KCYN, ấu trùng cá có tỷ lệ sống thấp, đạt $18,26 \pm 1,63$ %. Như vậy, từ nghiên cứu này có thể nhận thấy độ mặn thích hợp nhất cho ương ấu trùng cá KCYN giai đoạn 0 – 15 ngày tuổi là 25, 30 và 35‰.

3.4.3. Nghiên cứu ảnh hưởng của mật độ lên hiệu quả ương nuôi ấu trùng

Thử nghiệm các mật độ khác nhau trong quá trình ương nuôi ấu trùng cá KCYN cho thấy, mật độ ương có ảnh hưởng đến sinh trưởng và tỷ lệ sống của ấu trùng cá KCYN với xu hướng chung là mật độ càng cao thì các chỉ tiêu sinh trưởng và tỷ lệ sống càng thấp, tuy nhiên, xu hướng này không có sự biến động nhiều ở mật độ nuôi 3 -5 con/L, cá có các chỉ tiêu phát triển tốt nhất ở mật độ nuôi 1 con/L. Ở mật độ 7 con/L, tỷ lệ sống và chất lượng cá (sinh trưởng chiều dài, khối lượng) ấu trùng giảm. Tỷ lệ sống, mức tăng trưởng đặc trưng về chiều dài và khối lượng của ấu trùng cá ở 3 và 5 con/L lần lượt là: $59,86 \pm 1,43\%$, $5,994 \pm 0,118$ % ngày, $15,492 \pm 0,197$ % ngày và $62,46 \pm 2,05\%$ ở mật độ nuôi 3 con/L, $6,196 \pm 0,095$ % ngày và $15,959 \pm 0,221$ % ngày ở 5 con/L ($P > 0,05$).

Số liệu về ảnh hưởng của mật độ nuôi đến sinh trưởng, phát triển ấu trùng cá KCYN thể hiện qua Bảng 3.12

Bảng 3.12. Tăng trưởng và tỷ lệ sống của ấu trùng ở các mật độ ương khác nhau

Chỉ tiêu	Mật độ			
	1 con/L	3 con/L	5 con/L	7 con/L
Chiều dài đầu (mm)	2,59 ± 0,002 ^a	2,59 ± 0,004 ^a	2,59 ± 0,003 ^a	2,59 ± 0,002 ^a
Chiều dài cuối (mm)	7,99 ± 0,135 ^c	6,56 ± 0,098 ^b	6,36 ± 0,119 ^b	5,75 ± 0,162 ^a
Khối lượng đầu (g)	0,0043 ± 0,0000 ^a	0,0042 ± 0,0000 ^a	0,0044 ± 0,0000 ^a	0,0043 ± 0,0000 ^a
Khối lượng cuối (g)	0,0564 ± 0,0019 ^c	0,0468 ± 0,0018 ^b	0,0448 ± 0,0014 ^b	0,0345 ± 0,0008 ^a
TLS (%)	58,70 ± 0,65 ^b	62,46 ± 2,05 ^b	59,86 ± 1,43 ^b	44,98 ± 1,22 ^a
SGRL (%ngày)	7,515 ± 1,117 ^c	6,196 ± 0,095 ^b	5,994 ± 0,118 ^b	5,317 ± 0,190 ^a
SGRW (%ngày)	17,145 ± 0,259 ^c	15,959 ± 0,221 ^b	15,492 ± 0,197 ^b	13,757 ± 0,168 ^a

Các số liệu trong bảng là giá trị trung bình ± sai số chuẩn

Các số liệu mang ký tự chữ cái khác nhau trong cùng hàng thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê, $P < 0,05$.

Tỷ lệ sống, mức tăng trưởng đặc trưng về chiều dài và khối lượng của ấu trùng cá ở nuôi ở mật độ 7 con/L lần lượt là: 44,98 ± 1,22%, 5,317 ± 0,190 % ngày, 13,757 ± 0,168 % ngày ($P \geq 0,05$). Có thể ương nuôi ấu trùng cá KCYN ở mật độ 5 con/L.

3.4.4. Thử nghiệm sản xuất giống nhân tạo và ương nuôi ấu trùng cá KCYN

Thử nghiệm từ sản xuất giống nhân tạo 4 cặp cá bố mẹ được tiếp tục nuôi từ kết quả của thí nghiệm nuôi sinh sản cá bằng các loại thức ăn khác nhau được tiếp tục sử dụng cho thử nghiệm sản xuất giống nhân tạo cá KCYN tại trại sản xuất giống cá cảnh biển Đường Đệ, phường Vĩnh Hòa, thành phố Nha Trang. Số liệu về kích thước và khối lượng cá bố mẹ thể hiện qua Bảng 3.13

Bảng 3.13. Kích thước, khối lượng cá bố mẹ trong sản xuất giống nhân tạo (n=8)

Giá trị	TL (cm)	BW (g)
Giá trị trung bình	12,41	48,83
Độ lệch chuẩn	0,90	10,85
Max	14,12	66,07
Min	11,74	40,14

Kết quả thử nghiệm sản xuất giống ở quy mô sản xuất tại trại giống từ ngày 2/7/2017 đến 19/9/2017 được thể hiện ở Bảng 3.14

Bảng 3.14. Thử nghiệm sản xuất giống nhân tạo và ương nuôi ấu trùng cá KCYN

Đợt đẻ	Thời gian	Số trứng	Tỷ lệ thụ tinh (%)	Tỷ lệ nở (%)	Số lượng ấu trùng (con)	Tỷ lệ sống (%)	Số lượng cá con (con)	Ghi chú
1	15/7/17	780	67,0	84,4	441	45,6	201	Cặp II
2	16/7/17	650	83,8	64,0	349	60,0	209	Cặp III
3	17/7/17	460	73,7	85,0	288	57,0	164	Cặp IV
4	22/7/17	650	74,3	66,7	322	58,0	187	Cặp I
5	8/8/17	350	81,9	75,0	215	48,0	103	Cặp II
6	12/8/17	550	74,5	84,2	345	60,0	207	Cặp IV
7	14/8/19	750	85,7	71,0	456	60,0	274	Cặp III
8	28/8/17	560	75,0	72,6	305	58,0	177	Cặp II
9	28/7/17	620	77,4	65,0	312	57,7	180	Cặp I
10	17/1/00	420	93,4	65,0	255	71,0	181	Cặp III
11	19/9/17	450	96,1	58,8	254	42,0	107	Cặp IV
Giá trị trung bình		567	80,2	72,0	322	56,1	181	
Độ lệch chuẩn		138	8,9	9,2	74	8,1	47	
Max		780	96,1	85,0	456	71,0	274	
Min		350	67,0	58,8	215	42,0	103	
Tổng		6.240			3.542		1.990	

Kết quả sản xuất giống nhân tạo từ 4 cặp cá KCYN có kích thước từ 11,74 đến 14,12 cm, khối lượng cá đạt từ 40,14 – 66,07g/cá đã sinh sản 11 đợt, trung bình mỗi cặp đẻ ~1 đợt/tháng. Số lượng trứng tạo ra là 6.240 trứng (tương ứng với 568 con/ô trứng). Đã có 3.542 ấu trùng đã được ấp nở (trung bình 322 ấu trùng/tổ). Với mật độ ương là 3-5 con/L, sau 15 ngày nuôi, cá giống đạt chiều dài từ 8 - 10 mm. Tỷ lệ sống trung bình 56%, đã có 1.990 cá KCYN giống 15 ngày tuổi đã được sản xuất tại trại giống.

CHƯƠNG 4: KẾT LUẬN VÀ ĐỀ XUẤT

4.1. Kết luận

1. Cá KCYN thuộc nhóm lưỡng tính đồng thời, tuyến sinh dục bao gồm cả sản phẩm sinh dục đực và cái. Tuyến sinh dục cá thành thực không đồng bộ, cá đẻ nhiều lần trong năm; Kích thước thành thực lần đầu của cá KCYN là 6,37 cm, tỷ lệ thành thực 100% ở cá $\geq 7,5$ cm; Hệ số GSI của cá có cao nhất vào tháng 4 ($1,05 \pm 1,31$), thấp nhất vào tháng 10 ($0,28 \pm 0,34$); Mùa vụ sinh sản chính là tháng 3-5 và mùa phụ tháng 11-12. Sức sinh sản tuyệt đối trung bình của cá KCYN là $823,59 \pm 259,80$ trứng/cá, dao động 306-1830 trứng/cá. Sức sinh sản tương đối $42,91 \pm 40,96$ trứng/g cá; dao động từ 10,42 - 316,16 trứng/g cá; Mỗi tương quan giữa chiều dài và khối lượng cá là tương quan thuận, có hệ số $R^2 = 0,867$.

2. Cá KCYN có hoạt động ve vãn và kết cặp trước khi sinh sản. Trong thời gian đẻ trứng, cá cái bơi chậm, cọ sát mặt bụng nơi có ống dẫn trứng vào bề mặt giá thể. Trứng được đẻ lên bề mặt của giá thể và được sự chăm sóc bởi cả bố và mẹ.

Quá trình phát triển phôi và biến thái ấu trùng cá KCYN được chia thành các giai đoạn bao gồm: sự thụ tinh và kích hoạt trứng, giai đoạn phân cắt và phôi nang, phôi vị và biệt hóa hình thành cơ quan. Thời gian phát triển phôi của cá KCYN khoảng 7 ngày và 6 giờ sau khi thụ tinh. Quá trình phân cắt phôi của cá KCLYN chỉ diễn ra ở cực động vật tương tự như quy luật chung ở các loài cá xương.

3. Thức ăn phối trộn NT4 (thành phần: bột cá, Cyclop – eeze, bột moi, bột mực, bột gạo, rong biển, Spirulina và men bánh mì, Vitamin premix, Vitamin C, Wheat Gluten, Astaxanthin), là thức ăn tốt nhất cho nuôi sinh sản cá KCYN bố mẹ. Thức ăn tổng hợp không phù hợp cho nuôi sinh sản cá KCYN. Cá KCYN có khả năng thích nghi và có thể đạt đến trạng thái thành thực hoàn toàn và đẻ trứng ở độ mặn 25 ‰, 29 ‰, 33 ‰ và 37 ‰. Mức độ mặn 29 ‰ và 33‰, cá có tần suất đẻ, số lượng trứng cao nhất. Ở độ mặn 37 ‰, hiệu quả sinh sản của cá bố mẹ thấp nhất ($P \leq 0,05$) với số ấu trùng chỉ 69 ± 14 con, ngoài ra các chỉ số sinh sản khác như số lượng ấu trùng, tỷ lệ thụ tinh, tỷ lệ nở đều thấp nhất so với các mức độ mặn khác. Hiệu quả sinh sản tốt nhất của cá KCYN ở nhiệt độ 27°C . Trong đó các chỉ tiêu: tần suất đẻ, số lượng trứng, số lượng ấu trùng đều cao hơn các nhiệt độ còn lại. Đa số các chỉ tiêu sinh sản đều thấp nhất ($P \leq 0,05$) trừ thời gian nở là ngắn nhất ($6,42 \pm 0,21$ ngày).

4. Ấu trùng cá được nuôi bằng thức ăn sống với sự kết hợp của nhiều loại thức ăn (Rotifer, Artemia và Copepoda) là tốt nhất cho tỷ lệ sống, tốc độ tăng trưởng chiều dài và khối lượng cao. Không thể sử dụng thức ăn tổng hợp trong ương nuôi ấu trùng cá KCYN giai đoạn từ 1-15 ngày tuổi, cá chết sau 2-3 ngày nuôi. Độ mặn từ 25 – 35 ‰ phù hợp với ương nuôi ấu trùng cá KCYN, ấu trùng cá đạt tỷ lệ sống, tốc độ tăng trưởng chiều dài, tốc độ tăng trưởng khối lượng đặc trưng cao nhất ở độ mặn 30‰ ($P < 0,05$). Ấu trùng cá KCYN phát triển tốt nhất ở mật độ nuôi 1, 3 và 5 con/L Không ương nuôi ấu trùng cá KCYN ở mật độ 7 con/L (tỷ lệ sống, mức tăng trưởng đặc trưng về chiều dài, khối lượng ngày của ấu trùng thấp nhất).

5. Kết quả sản xuất giống nhân tạo từ 4 cặp cá KCYN có kích thước từ 11,74 đến 14,12 cm, khối lượng cá đạt từ 40,14 – 66,07g/cá đã sinh sản 11 đợt. Số lượng trứng tạo ra là 6.240 trứng (tương ứng với 568 con/tổ). Đã có 3.542 ấu trùng được ấp nở (trung bình 322 ấu trùng/tổ). Với mật độ ương là 3-5 con/L, sau 15 ngày nuôi, cá giống đạt chiều dài từ 8 - 10 mm. Tỷ lệ sống trung bình 56%, đã có 1.990 cá KCYN giống 15 ngày tuổi được sản xuất tại trại giống.

4.2. Đề xuất ý kiến

1. Với đa số nhận định về chuyển đổi giới tính của cá khoang cổ, việc xác định hiện tượng lưỡng tính đồng thời của cá KCYN cần tiếp tục nghiên cứu làm rõ để xác định đặc điểm sinh học sinh sản này là đặc điểm loài hay do các yếu tố khác (như vùng phân bố, yếu tố thủy lý, thủy hóa, thủy sinh ...).

2. Nghiên cứu chỉ là những nghiên cứu cơ bản về sản xuất giống cá KCYN trong điều kiện nhân tạo với quy mô còn hạn chế. Cần có những nghiên cứu về khả năng sinh sản của cá KCYN tập trung vào các giải pháp nâng cao chất lượng dinh dưỡng, bổ sung nguyên tố vi lượng, đồng thời có những biện pháp khắc phục hiện tượng đẻ không đều, hao hụt trứng trong quá trình cá bố mẹ chăm sóc trứng, nâng cao chất lượng trứng và tỷ lệ nở nhằm nâng cao hiệu quả và quy mô sản xuất.

3. Ương nuôi cá cảnh biển nói chung, ấu trùng cá KCYN nói riêng còn tồn tại một số hạn chế nhất định về kỹ thuật nhằm hoàn thiện quy trình và nâng cao hiệu quả sản xuất. Cần tiếp tục các nghiên cứu sâu hơn nhằm nâng cao tỷ lệ sống của cá trong quá trình ương. Các giải pháp nên tập trung vào việc làm giàu thức ăn sống cho Rotifer, Copepoda và Artemia nauplius. Đánh giá ảnh hưởng của thức ăn lên một số chỉ tiêu sinh lý, sinh hóa, khả năng chịu sốc của ấu trùng, cá con nhằm nâng cao tỷ lệ sống, chất lượng sinh sản, sinh trưởng của ấu trùng và cá các giai đoạn trong ương nuôi cá KCYN.

TÓM TẮT NHỮNG ĐÓNG GÓP MỚI CỦA LUẬN ÁN

1. Cá khoang cổ yên ngựa *Amphiprion polymnus* (Linnaeus, 1758) (KCYN) là loài lưỡng tính đồng thời, trong tuyến sinh dục cá luôn tồn tại cả tế bào sinh dục đực và cái, không phát hiện thấy hiện tượng chuyển đổi giới tính ở cá.
2. Cá KCYN là loài đẻ quanh năm, tuyến sinh dục cá thành thực không đồng bộ, cá đẻ nhiều lần trong năm. Mùa vụ sinh sản chính là tháng 3-5 và mùa phụ tháng 11-12. Tỷ lệ bắt gặp các cá thể thành thực cao nhất tháng 5 và thấp nhất tháng 9. Hệ số thành thực của cá cao nhất vào tháng 4, thấp nhất vào tháng 10.
3. Kích thước thành thực lần đầu của cá KCYN là 6,37 cm, tỷ lệ thành thực 100% ở cá $\geq 7,5$ cm, nhóm cá có kích thước nhỏ hơn 4,6 cm chưa tham gia sinh sản.
4. Sức sinh sản tuyệt đối trung bình của cá KCYN là $823,59 \pm 259,80$ (trứng/cá), dao động 306-1830 (trứng/cá). Sức sinh sản tương đối $42,91 \pm 40,96$ trứng/g cá; dao động từ 10,42 - 316,16 trứng/g cá;
5. Cá KCYN có tập tính sinh sản là kết cặp, làm tổ, đẻ trứng dính, thụ tinh và chăm sóc phôi trong quá trình phát đến ấu trùng nở kéo dài 6-8 ngày.
6. Thức ăn phối trộn có thành phần: bột cá, Cylop – eeze, bột moi, bột mực, bột gạo, rong biển, Spirulina, men bánh mì, Vitamin premix, Vitamin C, Wheat gluten và Astaxanthin là thức ăn tốt nhất cho nuôi sinh sản cá KCYN. Có thể sử dụng các loại thức ăn cho cá khoang cổ đỏ, khoang cổ nemo và khoang cổ cam bố mẹ (thành phần: tôm, mực, thức ăn tổng hợp, Vitamin, tảo...) nhưng không nên sử dụng thức ăn tổng hợp cho nuôi sinh sản nhân tạo KCYN. Độ mặn phù hợp cho nuôi cá KCYN sinh sản nhân tạo ở độ mặn 27 -33 ‰ trong đó hiệu quả sinh sản tốt nhất là 29 ‰ và 33 ‰. Trong các mức nhiệt độ thí nghiệm, hiệu quả sinh sản tốt nhất của cá KCYN ở nhiệt độ 27⁰C.
7. Hiệu quả ương ấu trùng KCYN giai đoạn 1 - 15 ngày tuổi chịu ảnh hưởng của thức ăn, độ mặn và mật độ nuôi. Ấu trùng cá được nuôi bằng thức ăn sống với sự kết hợp của nhiều loại thức ăn (Rotifer, Artemia và Copepoda) là tốt nhất. Độ mặn và mật độ tốt nhất cho ương nuôi ấu trùng cá khoang cổ đến 15 ngày tuổi là 30‰ và mật độ 1-3-5 con/L.
8. Thử nghiệm sản xuất giống nhân tạo cá KCYN tại trại giống cá cảnh biển tại Khánh Hòa. Cá KCYN đã sinh sản 11 đợt, số lượng trứng tạo ra là 6.240 trứng, có 3.542 ấu trùng đã được ấp nở và 1.990 cá KCYN giống 15 ngày tuổi.

Người hướng dẫn

(Ký và ghi rõ họ tên)

Nghiên cứu sinh

(Ký và ghi rõ họ tên)

TS. Ngô Anh Tuấn TS. Huỳnh Minh Sang

Nguyễn Thị Hải Thanh

DANH MỤC CÁC BÀI BÁO KHOA HỌC ĐÃ CÔNG BỐ

1. Nguyễn Thị Hải Thanh, Ngô Anh Tuấn, Huỳnh Minh Sang, Nguyễn Văn Quang, Võ Thị Hà, 2018. Sự phát triển noãn bào của cá khoang cổ lưng yên ngựa *Amphiprion polymnus* (Linnaeus, 1758). Tạp chí Khoa học – Công nghệ Thủy sản, số 3/2018, trang 82-88.
2. Nguyễn Thị Hải Thanh, Ngô Anh Tuấn, Huỳnh Minh Sang, Nguyễn Văn Quang, Võ Thị Hà, Lê Thị Kiều Oanh, 2019. Các giai đoạn phát triển phôi và ấu trùng của cá khoang cổ lưng yên ngựa *Amphiprion polymnus* (Linnaeus, 1758) trong điều kiện thí nghiệm. Tạp chí Khoa học – Công nghệ Thủy sản, số 1/2019, trang 57-65.