

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC NHA TRANG

LÊ VĂN LỄNH

NGHIÊN CỨU CƠ SỞ KHOA HỌC CỦA VIỆC NUÔI VỖ
THÀNH THỰC VÀ NÂNG CAO KỸ THUẬT SẢN XUẤT
GIỐNG CÁ TRÊN BÀU *Ompok bimaculatus* (Bloch, 1794)
TẠI AN GIANG

LUẬN ÁN TIẾN SĨ

KHÁNH HÒA - 2024

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC NHA TRANG

LÊ VĂN LỄNH

NGHIÊN CỨU CƠ SỞ KHOA HỌC CỦA VIỆC NUÔI VỒ
THÀNH THỰC VÀ NÂNG CAO KỸ THUẬT SẢN XUẤT
GIỐNG CÁ TRÈN BÀU *Ompok bimaculatus* (Bloch, 1794)
TẠI AN GIANG

Ngành đào tạo: Nuôi trồng Thủy sản
Mã số: 9620301

LUẬN ÁN TIẾN SĨ

NGƯỜI HƯỚNG DẪN KHOA HỌC:
TS. LÊ ANH TUẤN

KHÁNH HÒA – 2024

Công trình được hoàn thành tại Trường Đại học Nha Trang

Hướng dẫn khoa học: TS. Lê Anh Tuấn

Phản biện 1: GS.TS. Đỗ Thị Thanh Hương – Trường ĐH Cần Thơ

Phản biện 2: PGS.TS. Lê Văn Dân – Trường ĐH Nông lâm Huế

Phản biện 3: PGS.TS. Đinh Thế Nhân – Trường ĐH Nông lâm Tp.HCM

Luận án được bảo vệ tại Hội đồng đánh giá luận án cấp trường, họp tại Trường Đại học Nha Trang vào lúc ngày tháng năm 2024

Có thể tìm hiểu kết quả của luận án tại: Thư viện Quốc gia và Thư viện Trường Đại học Nha Trang

LỜI CAM ĐOAN

Tôi xin cam đoan đây là một công trình nghiên cứu của chính bản thân tôi. Các kết quả thu được trong luận án này có phần là nghiên cứu của đề tài cấp tỉnh An Giang “Nghiên cứu quy trình sản xuất giống và nuôi thương phẩm cá trèn bầu (*Ompok bimaculatus*) tại An Giang”. Tôi là chủ nhiệm đề tài cấp tỉnh, trong đề tài cấp tỉnh có quy định sản phẩm đào tạo là một nghiên cứu sinh, nên tôi cũng là một nghiên cứu sinh trong đề tài cấp tỉnh này. Do đó, có những số liệu trong đề tài cấp tỉnh tôi sử dụng cho luận án của mình.

Tôi xin cam đoan các số liệu và kết quả trong luận án là trung thực, chưa có tác giả nào công bố ở bất kỳ công trình nào khác cùng cấp. Tôi xin chịu trách nhiệm những lời cam đoan của mình.

Khánh Hòa, tháng 10 năm 2024

NGHIÊN CỨU SINH

LÊ VĂN LỄNH

LỜI CẢM ƠN

Để hoàn thành được luận án này, trước tiên tôi xin gửi lời cảm ơn sâu sắc tới Thầy hướng dẫn Tiến sĩ Lê Anh Tuấn là người đã tận tình giúp đỡ và chỉ dạy tôi trong quá trình nghiên cứu để tôi hoàn thành luận án.

Tôi xin chân thành cảm ơn Ban giám hiệu, Ban chủ nhiệm Khoa Nông nghiệp – TNTN, các Phòng chức năng của Trường Đại học An Giang đã cho phép và tạo điều kiện thuận lợi cho tôi học tập và nghiên cứu tại trường.

Tôi xin gửi lời cảm ơn đến Ban giám hiệu, Lãnh đạo cùng quý Thầy Cô Viện Nuôi trồng Thủy sản và Phòng Đào tạo Sau Đại học của Trường Đại học Nha Trang đã quan tâm, giảng dạy và giúp đỡ để tôi hoàn thành được chương trình nghiên cứu sinh tại trường.

Tôi xin cảm ơn Ban giám đốc, Phòng Quản lý Khoa học của Sở Khoa học và Công nghệ An Giang đã hỗ trợ một phần kinh phí để tôi thực hiện một số nội dung trong luận án này.

Tôi xin gửi lời cảm ơn tới các đồng nghiệp, Ths. Bùi Thị Kim Xuyên và các em cựu sinh viên lớp DH15TS, DH16TS, DH17TS ngành Nuôi trồng thủy sản Trường Đại học An Giang.

Cuối cùng tôi xin cảm ơn gia đình và người thân đã động viên tôi trong suốt quá trình học tập và nghiên cứu để hoàn thành luận án này.

Tôi xin trân trọng cảm ơn và ghi nhận những lời đóng góp, động viên của tất cả mọi người để tôi hoàn thành nhiệm vụ nghiên cứu và học tập của mình.

Khánh Hòa, tháng 10 năm 2024

NGHIÊN CỨU SINH

LÊ VĂN LỄNH

MỤC LỤC

LỜI CAM ĐOAN	i
LỜI CẢM ƠN.....	ii
MỤC LỤC	iii
DANH MỤC HÌNH	viii
DANH MỤC BẢNG	ix
MỞ ĐẦU	1
CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN NGHIÊN CỨU	4
1.1. Một số đặc điểm sinh học cá trên bầu	4
1.1.1. Vị trí phân loại và hình thái.....	4
1.1.2. Phân bố và môi trường sống.....	5
1.1.3. Đặc điểm dinh dưỡng	5
1.1.4. Đặc điểm sinh trưởng	6
1.1.5. Đặc điểm sinh học sinh sản	7
1.2. Nuôi vỗ thành thực cá bố mẹ.....	8
1.3. Sử dụng chất kích thích sinh sản để cho cá nước ngọt sinh sản.....	9
1.3.1. Sử dụng HCG kích thích cá nước ngọt sinh sản.....	11
1.3.2. Sử dụng LHRHa kích thích cá nước ngọt sinh sản	15
1.3.3. Kích thích cho cá nước ngọt sinh sản khi dùng hormon steroid	17
1.4. Sử dụng thức ăn sống và thức ăn chế biến để ương nuôi cá nước ngọt	19
1.4.1. Sử dụng một vài loài thức ăn sống dùng ương nuôi cá nước ngọt.....	20
1.4.1.1. Luân trùng.....	21
1.4.1.2. Artemia	21
1.4.1.3. Trùng nước (Cladocera)	22
1.4.1.4. Trùn chỉ.....	22
1.4.2. Ương nuôi cá nước ngọt bằng thức ăn chế biến.....	22
1.4.3. Nhu cầu dinh dưỡng của một số loài cá da trơn nước ngọt.....	24
1.4.3.1. Protein.....	24
1.4.3.2. Lipid.....	24
1.4.3.3. Carbohydrate	25
1.4.3.4. Vitamin	25

1.4.3.5. Chất khoáng.....	25
1.5. Một số kết quả nghiên cứu về sản xuất giống cá trên bầu.....	26
1.5.1. Nghiên cứu kích thích cá trên bầu sinh sản.....	26
1.5.2. Nghiên cứu ương cá trên bầu.....	27
CHƯƠNG 2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU	29
2.1. Địa điểm và thời gian nghiên cứu	29
2.1.1. Địa điểm nghiên cứu.....	29
2.1.2. Thời gian nghiên cứu.....	29
2.2. Sơ đồ các nội dung được nghiên cứu	29
2.3. Vật liệu và phương pháp tiến hành nghiên cứu.....	30
2.3.1. Nghiên cứu nuôi vỗ cá trên bầu thành thực sinh dục	30
2.3.1.1. Thí nghiệm 1: Nghiên cứu một số đặc điểm sinh lý sinh sản của cá trên bầu	30
2.3.1.2. Thí nghiệm 2: Nuôi vỗ cá trên bầu thành thực bằng các loại thức ăn có hàm lượng đạm khác nhau trong điều kiện nuôi nhốt.....	31
2.3.2. Nghiên cứu kích thích sinh sản cá trên bầu.....	32
2.3.2.1. Thí nghiệm 3: Kích thích cá trên bầu sinh sản từ thành thực tự nhiên.....	32
2.3.2.2. Thí nghiệm 4: Kích thích sinh sản cá trên bầu thành thực từ nuôi vỗ.....	34
2.3.3. Nghiên cứu nâng cao kỹ thuật ương từ cá trên bầu bột lên cá giống	35
2.3.3.1. Thí nghiệm 5: Nghiên cứu đặc điểm phát triển của ống tiêu hóa và chỉ số lựa chọn thức ăn của cá trên bầu bột lên hương	35
2.3.3.2. Thí nghiệm 6: Nghiên cứu khả năng chịu đựng một số yếu tố môi trường của cá trên bầu giai đoạn 1 đến 30 ngày tuổi.....	36
2.3.3.3. Thí nghiệm 7: Ảnh hưởng của các tổ hợp thức ăn đến tăng trưởng và tỷ lệ sống của cá trên bầu giai đoạn 1 – 30 ngày tuổi trong bể composite	38
2.3.3.4. Thí nghiệm 8: Ảnh hưởng của mật độ khác nhau đến tăng trưởng và tỷ lệ sống của cá trên bầu giai đoạn 1 – 30 ngày tuổi trong bể composite	39
2.3.3.5. Thí nghiệm 9: Ảnh hưởng của thức ăn chế biến có hàm lượng protein khác nhau lên tăng trưởng và tỷ lệ sống của cá trên bầu giai đoạn 31 – 90 ngày tuổi trong bể composite	39
2.3.3.6. Thí nghiệm 10: Ảnh hưởng của mật độ khác nhau lên tăng trưởng và tỷ lệ sống của cá trên bầu giai đoạn 31 – 90 ngày tuổi trong bể composite	40

2.3.3.7. Thí nghiệm 11: Ảnh hưởng của thức ăn chế biến có hàm lượng protein khác nhau lên tăng trưởng và tỷ lệ sống của cá trên bầu giai đoạn 31 – 90 ngày tuổi trong hệ thống tuần hoàn	40
2.3.3.8. Thí nghiệm 12: Ảnh hưởng của mật độ khác nhau lên tăng trưởng và tỷ lệ sống của cá trên bầu giai đoạn 31 – 90 trong hệ thống tuần hoàn	41
2.4. Phương pháp xác định các chỉ tiêu	41
2.4.1. Chỉ tiêu về nuôi vỗ thành thực cá trên bầu	41
2.4.2. Chỉ tiêu về kích thích sinh sản cá trên bầu	42
2.4.3. Chỉ tiêu về ương cá trên bầu từ cá bột lên cá giống	44
2.5. Xử lý và phân tích số liệu	45
CHƯƠNG 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN	46
3.1. Một số đặc điểm sinh lý sinh sản cá trên bầu	46
3.1.1. Thay đổi tỷ lệ huyết cầu (hematocrit), số lượng hồng cầu và trung bình thể tích hồng cầu (MCV) theo các giai đoạn tuyến sinh dục của cá trên bầu	46
3.1.2. Biến đổi hàm lượng protein trong cơ và trong gan theo các giai đoạn tuyến sinh dục phát triển của cá trên bầu	48
3.1.3. Biến đổi hàm lượng phosphate protein huyết tương (vitellogenin) của buồng trứng cá trên bầu qua các giai đoạn phát triển	50
3.2. Nuôi vỗ cá trên bầu thành thực bằng thức ăn có hàm lượng protein khác nhau trong điều kiện nuôi nhốt	52
3.2.1. Một số yếu tố môi trường trong ao nuôi vỗ thành thực cá trên bầu	52
3.2.2. Tỷ lệ cá trên bầu nuôi vỗ thành thực sinh dục	53
3.2.3. Hệ số thành thực của cá trên bầu nuôi vỗ	55
3.2.4. Sức sinh sản cá trên bầu trong nuôi vỗ	57
3.2.5. Đường kính trứng cá trên bầu trong nuôi vỗ	57
3.3. Kích thích sinh sản cá trên bầu thành thực từ tự nhiên	58
3.3.1. Các yếu tố môi trường nước trong bể cá sinh sản	58
3.3.2. Kích thích cá trên bầu sinh sản bằng LHRH-a ở các liều lượng khác nhau	59
3.3.3. Kích thích cá trên bầu sinh sản bằng HCG ở các liều lượng khác nhau	61
3.3.4. Kích thích cá trên bầu sinh sản bằng P ở các liều lượng khác nhau	63
3.3.5. Kích thích trứng cá trên bầu	64

3.3.6. Quá trình và thời gian phát triển phôi cá trên bầu.....	64
3.4. Kích thích sinh sản cá trên bầu từ nuôi vỗ thành thực.....	66
3.4.1. Chỉ tiêu môi trường nước cho cá sinh sản.....	66
3.4.2. Kích thích cá trên bầu sinh sản bằng LHRH-a khác nhau về liều lượng	66
3.4.3. Kích thích cá trên bầu sinh sản bằng HCG khác nhau về liều lượng.....	69
3.4.4. Kích thích cá trên bầu sinh sản bằng P khác nhau về liều lượng	70
3.5. Đặc điểm phát triển của ống tiêu hóa và chỉ số lựa chọn thức ăn cá trên bầu bột đến 30 ngày tuổi	73
3.5.1. Đặc điểm phát triển ống tiêu hóa.....	73
3.5.1.1. Thời gian dinh dưỡng trong và kích thước noãn hoàng cá trên bầu.....	73
3.5.1.2. Kích cỡ miệng cá trên bầu.....	74
3.5.1.3. Tỷ lệ giữa chiều dài ruột và chiều dài thân (RLG) ở cá trên bầu	75
3.5.1.4. Sự phát triển mô học của ống tiêu hóa	76
3.5.2. Lựa chọn thức ăn ở cá trên bầu	82
3.5.2.1. Thành phần phiêu sinh vật trong môi trường ao ương	82
3.5.2.2. Tỷ lệ phiêu sinh vật trong ống tiêu hóa của cá.....	82
3.5.2.3. Chỉ số thức ăn được lựa chọn (E) của cá trên bầu bột đến 30 ngày	84
3.6. Khả năng chịu đựng một số yếu tố môi trường của cá trên bầu từ 1 đến 30 ngày tuổi	85
3.6.1. Nhiệt độ cao và nhiệt độ thấp gây chết cá.....	85
3.6.2. pH cao và thấp gây chết cá	85
3.6.3. Ngưỡng oxy và tiêu hao oxygen của cá trên bầu	86
3.6.4. Độ mặn gây chết cá trên bầu	87
3.7. Ảnh hưởng của thức ăn và mật độ đến tăng trưởng, tỷ lệ sống cá trên bầu giai đoạn 1 – 30 ngày tuổi trong bể composite.....	88
3.7.1. Ảnh hưởng của các tổ hợp thức ăn đến tăng trưởng và tỷ lệ sống cá trên bầu ...	88
3.7.1.1. Một số chỉ tiêu môi trường nước trong bể ương	88
3.7.1.2. Tăng trưởng của cá trên bầu về khối lượng và chiều dài	88
3.7.2. Ảnh hưởng của mật độ đến tăng trưởng và tỷ lệ sống cá trên bầu.....	91
3.7.2.1. Một số chỉ tiêu môi trường nước trong bể ương	91
3.7.2.2. Tăng trưởng của cá trên bầu về khối lượng và chiều dài	91
3.7.2.3. Hệ số biến thiên và tỷ lệ sống.....	93

3.8. Ảnh hưởng của thức ăn chế biến có hàm lượng protein khác nhau và mật độ khác nhau đến tỷ lệ sống, tăng trưởng của cá trên bầu từ 31 – 90 ngày tuổi trong bể composite	94
3.8.1. Ảnh hưởng của thức ăn chế biến có hàm lượng protein khác nhau đến tăng trưởng và tỷ lệ sống cá trên bầu	94
3.8.1.1. Một số yếu tố môi trường nước trong bể ương	94
3.8.1.2. Tăng trưởng về khối lượng và chiều dài	95
3.8.1.3. Hệ số biến thiên, hệ số thức ăn và tỷ lệ cá sống sót	97
3.8.2. Ảnh hưởng của mật độ khác nhau đến tăng trưởng và tỷ lệ sống cá trên bầu giai đoạn 31 – 90 ngày tuổi	99
3.8.2.1. Một số chỉ tiêu môi trường nước trong bể ương	99
3.8.2.2. Tăng trưởng của cá trên bầu về khối lượng và chiều dài	99
3.8.2.3. Hệ số biến thiên, hệ số thức ăn và tỷ lệ cá sống	100
3.9. Ảnh hưởng của thức ăn chế biến có hàm lượng protein khác nhau và mật độ khác nhau đến tỷ lệ sống, tăng trưởng cá trên bầu từ 31 – 90 ngày tuổi trong hệ thống tuần hoàn.....	102
3.9.1. Ảnh hưởng của thức ăn chế biến có hàm lượng protein khác nhau đến tăng trưởng và tỷ lệ sống cá trên bầu trong hệ thống tuần hoàn	102
3.9.1.1. Một số yếu tố môi trường nước trong bể ương tuần hoàn.....	102
3.9.1.2. Tăng trưởng của cá trên bầu về khối lượng và chiều dài	102
3.9.1.3. Hệ số biến thiên, hệ số thức ăn và tỷ lệ cá sống	104
3.9.2. Ảnh hưởng của mật độ đến tỷ lệ sống và tăng trưởng cá trên bầu	105
3.9.2.1. Một số yếu tố môi trường nước trong bể ương tuần hoàn ở mật độ khác nhau ..	105
3.9.2.2. Tăng trưởng của cá trên bầu ở các mật độ khác nhau	106
3.9.2.3. Hệ số biến thiên, hệ số thức ăn và tỷ lệ cá sống	107
CHƯƠNG 4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ	110
4.1. Kết luận.....	110
4.2. Kiến nghị	111
DANH MỤC CÔNG TRÌNH CÔNG BỐ	112
TÀI LIỆU THAM KHẢO	113
PHỤ LỤC	

DANH MỤC HÌNH

Hình 1.1: Cá trên bầu (<i>Ompok bimaculatus</i>).....	5
Hình 1.2: Hình dạng miệng và răng cá trên bầu.....	6
Hình 1.3: Phổ thức ăn của cá trên bầu.....	6
Hình 1.4: Hình dáng bên ngoài của cá trên bầu cái và đực	8
Hình 1.5: Sơ đồ hệ thần kinh nội tiết gồm não bộ - tuyến yên - nang trứng - noãn bào với những hoạt chất tự nhiên (bên trái) và những chất ngoại sinh (bên phải) có thể gây nên sự chín noãn bào và rụng trứng ở cá [75]	10
Hình 2.1: Sơ đồ các nội dung được nghiên cứu	29
Hình 2.2: Sơ đồ thí nghiệm ảnh hưởng của thức ăn có hàm lượng đạm khác nhau đến sự thành thực sinh dục cá trên bầu.....	32
Hình 2.3: Sơ đồ kích thích cá trên bầu sinh sản	34
Hình 3.1: Buồng trứng của cá trên bầu ở các giai đoạn	51
Hình 3.2: Các giai đoạn của buồng tinh ở cá trên bầu	51
Hình 3.3: Tỷ lệ thành thực của cá cái nuôi vỗ trong giai (n=9 /tháng)	53
Hình 3.4: Tỷ lệ thành thực của cá đực nuôi vỗ trong giai (n=9 /tháng)	54
Hình 3.5: Lát cắt dọc cá trên bầu 2 ngày tuổi (10X)	76
Hình 3.6: Lát cắt dọc cá trên bầu 10 ngày tuổi (10X)	76
Hình 3.7: Khoang miệng cá trên bầu 2 ngày tuổi (40X)	77
Hình 3.8: Thực quản cắt dọc của cá trên bầu 3 ngày tuổi (40X).....	78
Hình 3.9: Thực quản cắt dọc của cá trên bầu 15 ngày tuổi (40X).....	78
Hình 3.10: Dạ dày cắt dọc của cá trên bầu 5 ngày tuổi (40X)	79
Hình 3.11: Dạ dày cắt dọc của cá trên bầu 15 ngày tuổi (40X)	80
Hình 3.12: Ruột cắt dọc của cá trên bầu 5 ngày tuổi (40X)	81
Hình 3.13: Ruột cắt dọc của cá trên bầu 15 ngày tuổi (40X)	81

DANH MỤC BẢNG

Bảng 1.1: Sử dụng HCG kích thích sinh sản một số loài cá nước ngọt da trơn.....	13
Bảng 1.2: Sử dụng LHRHa kích thích sinh sản một số loài cá nước ngọt da trơn	16
Bảng 1.3: Sử dụng hormon steroid (17, 20P) để kích thích sinh sản một số loài cá nước ngọt da trơn.....	19
Bảng 1.4: Nhu cầu dinh dưỡng của một số loài cá da trơn nước ngọt được nghiên cứu	26
Bảng 2.1: Liều lượng và loại chất kích thích cá sinh sản.....	33
Bảng 2.2: Các tổ hợp thức ăn cho cá trên bầu từ 1 – 30 ngày tuổi.....	38
Bảng 3.1: Tỷ lệ của huyết cầu, số lượng của hồng cầu và trung bình thể tích hồng cầu ở các giai đoạn khác nhau của tuyến sinh dục cá trên bầu	46
Bảng 3.2: Hàm lượng protein trong cơ và trong gan ở các giai đoạn tuyến sinh dục phát triển khác nhau của cá trên bầu	48
Bảng 3.3: Hàm lượng vitellogenin ở các giai đoạn buồng trứng cá trên bầu (60 mẫu)	50
Bảng 3.4: Các yếu tố môi trường trong ao nuôi vỗ cá trên bầu (n=10 /tháng)	52
Bảng 3.5: Biến động hệ số thành thực cá trên bầu qua các tháng nuôi vỗ	56
Bảng 3.6: Sức sinh sản của cá trên bầu nuôi vỗ trong giai đặt trong ao	57
Bảng 3.7: Môi trường nước trong bể cá đẻ và bình ấp trứng	58
Bảng 3.8: Kết quả các chỉ tiêu sinh sản cá trên bầu tự nhiên khi dùng LHRH-a + DOM	59
Bảng 3.9: Kết quả các chỉ tiêu sinh sản cá trên bầu tự nhiên khi dùng HCG	61
Bảng 3.10: Kết quả các chỉ tiêu sinh sản cá trên bầu tự nhiên khi dùng P	63
Bảng 3.11: Thời gian phát triển phôi cá trên bầu	64
Bảng 3.12: Kết quả các chỉ tiêu sinh sản cá trên bầu nuôi vỗ thành thực khi dùng LHRH-a + DOM.....	67
Bảng 3.13: Kết quả các chỉ tiêu sinh sản cá trên bầu nuôi vỗ thành thực khi dùng HCG..	69
Bảng 3.14: Kết quả các chỉ tiêu sinh sản cá trên bầu nuôi vỗ thành thực khi dùng P...	71
Bảng 3.15: Sự thay đổi chiều dài cơ thể và kích thước miệng cá trên bầu	74
Bảng 3.16: Tỷ lệ của dài ruột trên dài thân cá trên bầu từ 2 – 30 ngày tuổi	75
Bảng 3.17: Chỉ số thức ăn được cá trên bầu lựa chọn.....	84
Bảng 3.18: Nhiệt độ gây chết cá trên bầu ở ngày tuổi khác nhau	85
Bảng 3.19: pH gây chết cá trên bầu ở các ngày tuổi khác nhau.....	85

Bảng 3.20: Ngưỡng oxy ($\text{mg O}_2/\text{L}$) và tiêu hao oxygen ($\text{mg O}_2/\text{g.giờ}$) cá trên bầu ở các ngày tuổi khác nhau	86
Bảng 3.21: Tăng trưởng của cá trên bầu về khối lượng và chiều dài sau 30 ngày ương bằng các tổ hợp thức ăn.....	88
Bảng 3.22: Hệ số biến thiên và tỷ lệ sống cá trên bầu sau khi ương 30 ngày bằng các tổ hợp thức ăn	90
Bảng 3.23: Tăng trưởng của cá trên bầu về khối lượng và chiều dài ở các mật độ khác độ sau 30 ngày ương.....	92
Bảng 3.24: Hệ số biến thiên và tỷ lệ cá trên bầu sống ở các mật độ khác nhau sau 30 ngày ương	93
Bảng 3.25: Các yếu tố môi trường nước ương cá trên bầu trong bể composite khi sử dụng thức ăn chế biến có hàm lượng protein khác nhau	95
Bảng 3.26: Tăng trưởng của cá trên bầu về khối lượng và chiều dài khi dùng thức ăn tự chế biến khác nhau hàm lượng protein sau 60 ngày ương	96
Bảng 3.27: Hệ số biến thiên, hệ số thức ăn và tỷ lệ sống cá trên bầu sau 60 ngày ương bằng thức ăn chế biến có hàm lượng protein khác nhau	97
Bảng 3.28: Tăng trưởng của cá trên bầu về khối lượng và chiều dài sau 60 ngày ương ở các mật độ khác nhau	99
Bảng 3.29: Hệ số biến thiên, hệ số thức ăn và tỷ lệ sống cá trên bầu sau 60 ngày ương ở các mật độ khác nhau	100
Bảng 3.30: Kết quả chất lượng nước ở các thí nghiệm theo hệ thống tuần hoàn.....	102
Bảng 3.31: Tăng trưởng cá trên bầu khi ương trong hệ thống tuần hoàn	103
Bảng 3.32: Hệ số biến thiên, hệ số thức ăn và tỷ lệ sống cá trên bầu sau 60 ngày ương trong hệ thống tuần hoàn khi sử dụng thức ăn có hàm lượng protein khác nhau	104
Bảng 3.33: Tăng trưởng cá trên bầu khi ương ở các mật độ khác nhau trong hệ thống nước chảy tuần hoàn.....	106
Bảng 3.34: Hệ số biến thiên, hệ số thức ăn và tỷ lệ sống cá trên bầu sau 60 ngày ương trong hệ thống nước chảy tuần hoàn ở các mật độ.....	107

DANH MỤC KÝ HIỆU VÀ CHỮ VIẾT TẮT

Ký hiệu, viết tắt	Tiếng Anh	Tiếng Việt
ATCH	Adeno Cortico tropin Hormone	Hormon kích thích tuyến thượng thận
Cs		Cộng sự
DA	Dopamine	Chất kháng
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations	Tổ chức Nông lương Liên hiệp quốc
FSH	Flollicle Stimulating Hormone	Hormon kích thích nang trứng
GH	Growth Hormone	Hormon sinh trưởng
GnRH	Gonadotropin Releasing Hormone	Hormon phóng thích kích dục tố
GTH	Gonadotropin Hormone	Hormon kích dục (kích dục tố)
HCG	Human Chorionic Gonadotropin	Kích dục tố màng đệm
KDT		Kích dục tố
LH	Luteinizing Hormone	Hormon hoàng thể hóa
LHRHa	Luteinizing Hormone Releasing Hormone Analogue	Chất đồng dạng của LHRH
LTH	Luteo tropin Hormone	Hormon kích thích thể vàng
MSH	Melanocyte Stimulating Hormone	Hormon điều hòa trao đổi sắc tố
RLG	Relative Length of Gut	Tỷ số tương quan chiều dài ruột và thân
TACN		Thức ăn công nghiệp
TSH	Thyroid Stimulating Hormone	Hormon kích thích tuyến giáp

MỞ ĐẦU

Nuôi trồng thủy sản có tầm quan trọng trong phát triển kinh tế của nhiều quốc gia trong đó có Việt Nam. Sản lượng nuôi trồng thủy sản thế giới tăng qua từng năm. Năm 2000 là 43,4 triệu tấn đến năm 2022 là 94,4 triệu tấn, trong đó nuôi trồng thủy sản nước ngọt năm 2000 là 25,6 triệu tấn đến năm 2022 tăng lên 59,1 triệu tấn [168]. Sản lượng nuôi trồng thủy sản của Việt Nam cũng luôn tăng qua các năm, năm 2015 đạt 3.550,7 nghìn tấn đến năm 2023 đạt 5.502,4 nghìn tấn; riêng sản lượng thủy sản nước ngọt cũng tăng từ 3.296,8 nghìn tấn năm 2015 lên 5.066,0 nghìn tấn năm 2023 [108]. Trong nuôi thủy sản các đối tượng như cá tra, tôm thẻ chân trắng và tôm sú là chủ lực; riêng nuôi trồng thủy sản nước ngọt các đối tượng được nghiên cứu về sinh lý sinh sản, sản xuất giống và nuôi phổ biến là cá tra, cá ba sa, cá hú, cá lăng, cá lóc, cá nạng hai, cá rô đồng, ếch, lươn đồng, ... nhưng cần phải phát triển các đối tượng nuôi đạt giá trị kinh tế cao và mới, đa dạng loài nuôi, bảo tồn loài cá bản địa, thích ứng biến đổi khí hậu trong đó có cá trèn bầu.

Trong những năm gần đây do giá cá tra và vài loài cá nước ngọt khác có nhiều biến động nên nhiều hộ nông dân ở Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL) đã bị thua lỗ và chuyển sang nuôi một số thủy đặc sản khác, giá trị kinh tế cao hơn và dễ dàng tiêu thụ. Xuất phát từ nhu cầu thực tế việc nghiên cứu tìm ra những đối tượng nuôi mới góp phần đa dạng hóa và phát triển bền vững nuôi thủy sản nước ngọt ở ĐBSCL là một yêu cầu cấp thiết. Cá trèn bầu là loài cá bản địa của ĐBSCL, có chất lượng thịt ngon, dễ nuôi, tuy nhiên trong những năm gần đây cá trèn bầu ngày càng ít. Vì thế, cá trèn bầu sẽ là loài cá rất có tiềm năng để nuôi trong các hệ thống nuôi thủy sản ở ĐBSCL trong điều kiện khí hậu như hiện nay.

Cá trèn bầu có kích thước thường gặp 25,4 – 31 cm ứng với khối lượng 90 – 180 g, kích cỡ tối đa đạt 50 cm [195], là loài cá có chất lượng thịt thơm ngon nên từ lâu đã trở thành một trong những sự lựa chọn hàng đầu trong thực đơn của người nội trợ. Lượng cá cung cấp cho thị trường là do đánh bắt ngoài tự nhiên. Tuy nhiên, những năm gần đây do tác động của biến đổi khí hậu, môi trường nước ô nhiễm, thủy sản được khai thác ngày càng tăng đã và đang ảnh hưởng đến chất lượng môi trường nước và thủy sản làm cho nguồn lợi này đang suy giảm rõ rệt và cá trèn bầu không ngoại lệ. Tuy chưa có những thống kê về sự suy giảm sản lượng của loài cá trèn bầu nhưng việc

hạn chế dần sự có mặt cùng với giá cả tăng cao trên thị trường của cá trên bầu đã nói lên điều đó.

Cho đến thời điểm này ở nước ta mới có hai công trình nghiên cứu về cá trên bầu. Nghiên cứu thứ nhất tập trung vào đặc điểm sinh học [127]. Nghiên cứu thứ hai là về sinh sản bán nhân tạo và ương từ cá bột đến 60 ngày tuổi [42]. Các nghiên cứu này còn mang tính chất đơn lẻ, đề cập đến khía cạnh về sinh học và sinh sản liên quan đến cá trên bầu. Để góp phần phát triển nuôi cá trên bầu thì cần phải có một nghiên cứu mang tính toàn diện hơn, tập trung vào việc chủ động sản xuất ra con giống.

Xuất phát từ thực tiễn và khoa học, nên luận án tiến sĩ **“Nghiên cứu cơ sở khoa học của việc nuôi vỗ thành thực và nâng cao kỹ thuật sản xuất giống cá trên bầu *Ompok bimaculatus* (Bloch, 1794) tại An Giang”** được tiến hành.

Mục tiêu tổng quát: của luận án cung cấp dữ liệu khoa học về nuôi vỗ thành thực trong điều kiện nuôi nhốt và kỹ thuật sinh sản nhân tạo nhằm bổ sung dữ liệu khoa học về sản xuất giống cá trên bầu, góp phần để xây dựng quy trình sản xuất giống cá trên bầu để đa dạng hóa loài cá nước ngọt được nuôi ở ĐBSCL.

Mục tiêu cụ thể: nghiên cứu nhằm xác định (1) ảnh hưởng của thức ăn nuôi vỗ đến một số chỉ tiêu thành thực sinh dục cá; (2) loại và liều lượng chất kích thích để kích thích cho cá sinh sản; (3) nâng cao kỹ thuật để ương cá trên bầu từ cá bột lên cá giống (xác định sự lựa chọn thức ăn, ảnh hưởng của tổ hợp thức ăn và mật độ, hàm lượng protein khác nhau trong thức ăn chế biến, ương trong hệ thống nước chảy tuần hoàn ảnh hưởng đến tăng trưởng và tỷ lệ sống của cá trên bầu).

Ý nghĩa khoa học và thực tiễn của đề tài

Ý nghĩa khoa học: kết quả nghiên cứu của luận án nhằm cung cấp số liệu để làm cơ sở cho việc nuôi vỗ thành thực cá trên bầu trong điều kiện nuôi nhốt, kích thích cá sinh sản và ương từ cá trên bầu bột lên cá trên bầu giống. Từ đó làm cơ sở cho sản xuất giống các đối tượng thủy đặc sản nước ngọt khác có giá trị kinh tế ở ĐBSCL nói riêng và nước ta nói chung.

Ý nghĩa thực tiễn: nghiên cứu thành công nhằm chủ động nuôi vỗ cá trên bầu thành thực để cho sinh sản, tạo ra được nguồn cá giống loài cá bản địa mới, góp phần đa dạng hóa đối tượng nuôi thủy sản nước ngọt, từ đó hạn chế khai thác cá trên bầu tự nhiên nhằm bảo vệ được nguồn lợi loài cá này trong thiên nhiên.

Điểm mới của luận án

Đây là công trình đầu tiên ở Việt Nam và đi sâu về:

Nghiên cứu tìm ra một số đặc điểm sinh lý sinh sản cá trên bầu.

Tìm ra quy trình kỹ thuật nuôi vỗ thành thực cá trên bầu bằng các loại thức ăn khác nhau (cá tạp và thức ăn công nghiệp) trong điều kiện nuôi nhốt.

Sử dụng hormon steroid (progesterone) để kích thích cá trên bầu tự nhiên và nuôi vỗ sinh sản tự nhiên và gieo tinh nhân tạo.

Nghiên cứu một số đặc điểm phát triển của ống tiêu hóa cá trên bầu từ cá bột, nghiên cứu về chỉ số chọn lựa thức ăn và khả năng chịu đựng một số yếu tố môi trường của cá trên bầu như nhiệt độ, pH, độ mặn từ cá bột.

Nghiên cứu các tổ hợp của thức ăn (phiêu sinh động vật, thức ăn tự chế biến), hàm lượng protein khác nhau trong thức ăn, mật độ khác nhau và ương theo hệ thống nước chảy tuần hoàn có ảnh hưởng đến tăng trưởng và tỷ lệ sống cá trên bầu giai đoạn từ cá bột lên cá giống.

Từ đó làm cơ sở cho việc xây dựng quy trình sản xuất giống cá trên bầu.

CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN NGHIÊN CỨU

1.1. Một số đặc điểm sinh học cá trèn bầu

1.1.1. Vị trí phân loại và hình thái

Cá trèn bầu trong nghiên cứu có vị trí phân loại như sau: [217, 248, 249]

Ngành: Chordata

Lớp: Actinopterygii

Bộ: Siluriformes

Họ: Siluridae

Giống: *Ompok*

Loài: *Ompok bimaculatus* (Bloch, 1794)

Tên tiếng Anh: Butter catfish

Tên đồng danh:

Theo MRC (2008) là *Ompok krattensis* [195]

Theo WorldFish (2013) là *Ompok bimaculatus* (Bloch, 1797). Cơ thể cá dài và dẹp, miệng lớn và hướng lên, có hai đôi râu, cặp râu dài đến gốc vây hậu môn, vây hậu môn dài, ngực lõm vừa phải, vây đuôi rậm rãnh, cơ thể có màu bạc ở trên thân và màu trắng ở bụng, có một điểm đen trên lưng [242].

Cá trèn bầu có tên đồng danh khoa học là *Ompok bimaculatus*, ghi nhận cá trèn bầu là loài thân cá có màu nâu sáng, rải rác có các đám sắc tố màu đen, có một đốm đen tròn sau nắp mang, phía trên vi ngực; ở cá thể nhỏ có một đốm đen nhỏ ở cuống đuôi [48, 123].

Ngoài ra, cá trèn bầu có tên đồng danh khoa học là *Ompok siluroides*, vây lưng tương đối dài với bốn tia, có một chấm trong lớn màu đen nhạt phía trên vây ngực và có chiều dài thân đến 21,4 cm [110].



Hình 1.1: Cá trèn bầu (*Ompok bimaculatus*)

1.1.2. Phân bố và môi trường sống

Họ Siluridae được ghi nhận phân bố rộng rãi khắp châu Á, trong các con sông từ Afghanistan tới Trung Quốc, Thái Lan và Borneo; từ nước lợ đến nước ngọt; từ sông sâu rộng, nông cạn nhiều bùn đáy, đến suối, kênh, rạch [64, 169].

Abul Bashar (2011) cho rằng cá trèn bầu là loài cá nước ngọt, chúng phân bố rộng rãi ở sông, suối, kênh, mương, ruộng bị ngập nước (mùa lũ) [133]. Trong thủy vực tự nhiên, cá trèn bầu sống ở độ sâu từ 0 – 2 m, sống gần đáy, thích nghi cả hai môi trường nước ngọt và lợ, nhiệt độ thích hợp dao động từ 20 – 26 °C, pH từ 6 – 8 [248].

Ở Việt Nam, cá trèn bầu sống ở sông, kênh, rạch, ao đầm thuộc vùng ĐBSCL; cá phân bố nhiều ở trung và thượng lưu sông Sài Gòn và sông Đồng Nai và các sông suối Tây Nguyên. Loài cá này đặc trưng cho khu hệ cá vùng Đông Nam Á và Nam Á, sống thành đàn ít hoạt động, thường chụm lại thành khối trong hốc đá, hốc cây ven bờ [77].

1.1.3. Đặc điểm dinh dưỡng

Narumon Sangpradub và cs (2014) cho rằng cá trèn bầu có chế độ dinh dưỡng phụ thuộc vào côn trùng trong nước; trong khi đó nhóm động vật khác, thực vật và tảo được coi là thức ăn phụ. Kết quả của chế độ ăn đơn chỉ ra rằng chúng là động vật ăn thịt, phù hợp với chiều dài ruột tương đối nhỏ hơn 1. Thức ăn chính của cá trèn bầu là côn trùng, tôm, cá, ... trong nước, vì vậy đây có thể được coi là loài cá sống đáy [169, 202].

Võ Thanh Tân (2016) cho rằng cá trèn bầu có miệng rộng và dạng miệng trên. Răng nhọn, nhỏ, có dạng răng chó và kích thước không đều. Lược mang thưa, mảnh. Thực quản co giãn tốt và ngắn. Dạ dày to, dạng hình túi, mặt trong co giãn tốt và có

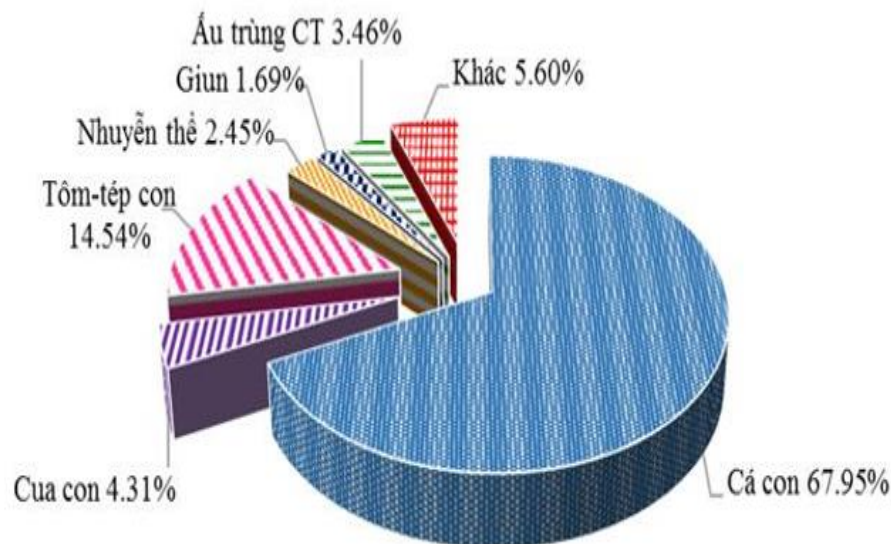
nhiều nếp gấp. Ruột thẳng, vách dày và ngắn. Như vậy, cá trên bầu ăn động vật và thuộc nhóm cá dữ [127].



Hình 1.2: Hình dạng miệng và răng cá trên bầu

(Nguồn: Võ Thanh Tân, 2016)

Cá trên bầu có chiều dài ruột dao động từ 6,0 – 18,0 cm tương ứng với chiều dài thân được khảo sát là 10,5 – 25,5 cm. Tỷ số tương quan chiều dài ruột và thân (RLG) của cá trên bầu dao động trong khoảng $0,62 \pm 0,09$ (< 1). Những loài cá có giá trị RLG < 1 ăn động vật [100].



Hình 1.3: Phổ thức ăn của cá trên bầu

(Nguồn: Võ Thanh Tân, 2016)

1.1.4. Đặc điểm sinh trưởng

Talwar và Jhingran (1991) ghi nhận chiều dài tối đa của cá trên bầu là 45 cm [230]. Bùi Lai & cs (1985) cho rằng sinh trưởng của cá là sự gia tăng về kích thước và

khối lượng cơ thể, là cơ chế quan trọng để cho cá điều chỉnh sự thay đổi thức ăn. Sự sinh trưởng này kéo dài suốt đời sống của cá và chậm dần khi cá ở vào giai đoạn già, cá càng nhiều tuổi sẽ có kích thước và khối lượng càng lớn. Cá sinh trưởng chậm có kích thước nhỏ, sinh trưởng nhanh thì có kích thước lớn. Tuy nhiên trong suốt vòng đời của cá, tốc độ tăng trưởng không đồng đều mà có sự nhanh hay chậm tùy vào từng giai đoạn. Cá sinh trưởng nhanh nhất trước khi thành thực, khi vào giai đoạn thành thực cá sinh trưởng chậm lại và khi cá sinh sản hầu như nó không sinh trưởng. Quá trình sinh trưởng này đặc trưng cho loài cá và thể hiện qua mối tương quan giữa chiều dài và khối lượng thân cá. Cũng như hầu hết cá loài cá, cá trên bầu ở giai đoạn còn nhỏ chúng thường tăng nhanh về chiều dài hơn là tăng về khối lượng, càng về sau ($> 13,0$ cm / cá thể) thì ngược lại [3].

Cá trên bầu có kích thước trung bình 17 cm, cỡ lớn tối đa dài 46 – 50 cm. Nếu so sánh kích thước tối đa của cá trên bầu với các loài cá khác thuộc họ Siluridae thì đa số là có kích thước tối đa lớn hơn, nhưng bên cạnh đó cũng có nhỏ hơn so với một số loài còn lại, cụ thể là cá kết (*Micronema bleekeri*) có kích thước tối đa 60 cm, cá trên răng (*Wallago dinema*) có kích thước tối đa 70 cm và cá leo (*Wallago attu*) có kích thước tối đa 200 cm [48, 77].

1.1.5. Đặc điểm sinh học sinh sản

Theo Narumon Sangpradub và cs (2014), cá trên bầu có hệ số thành thực trung bình là $1,96 \pm 0,54$ (mùa mưa) và $0,61 \pm 0,13$ (mùa nắng) [202]. Theo Võ Thanh Tân (2016), khó xác định giới tính cá trên bầu vì dấu hiệu sinh dục phụ không rõ ràng. Tuy nhiên, khi cá trên bầu thành thực có thể phân biệt giới tính chính xác. Cá trên bầu đực có kích thước nhỏ hơn cá cái, bụng có ngấn, gai sinh dục nhọn và dài hơn cá cái. Cá trên bầu cái bụng to và mềm hơn cá đực [127].



Hình 1.4: Hình dáng bên ngoài của cá trèn bầu cái và đực

Cá trèn bầu từ tháng 10 năm trước cho đến tháng 4 năm sau tuyển sinh dục của cá ở giai đoạn I - II luôn chiếm tỷ lệ khá cao, với các giá trị tương ứng là 63,33%; 73,33%; 90%; 80%; 70%; 66,67%; 63,33%. Riêng trong tháng 8 tỷ lệ cá có tuyển sinh dục giai đoạn I - II rất thấp chỉ chiếm 6,67%. Bắt đầu từ tháng 5 thì cá thành thực (giai đoạn IV) tăng lên rõ rệt 23,33% và tháng 6 là 50%. Tháng 7 và 8 cá thành thực cao nhất với các giá trị lần lượt 63,33% và 76,67% [127]. Cá trèn bầu có kích thước thành thực để tham gia sinh sản khác nhau theo giới tính; Cá cái trên 22 cm nặng 80 g đã có thể tham gia sinh sản, riêng cá đực phát dục ở kích thước nhỏ hơn là dài 18 cm nặng 60 g. Cá đẻ trứng dính trên các thực vật thủy sinh ven bờ ở sông, hồ và suối [77].

Sức sinh sản của cá là số lượng trứng chín của một cá cái trước khi sinh sản; Sức sinh sản của cá thay đổi theo loài và phụ thuộc vào tuổi của cá, kích thước cá và điều kiện sống của chúng [138]. Theo Võ Thanh Tân (2016) cá trèn bầu có sức sinh sản khá cao; Sức sinh sản tuyệt đối dao động từ 2.714 đến 21.746 trứng /cá cái (trung bình 8.930 ± 5.065 trứng /cá cái) và sức sinh sản tương đối dao động từ 126.000 đến 501.000 trứng /kg cá cái (trung bình 228.600 ± 67.380 trứng /kg cá cái) [127].

1.2. Nuôi vỗ thành thực cá bố mẹ

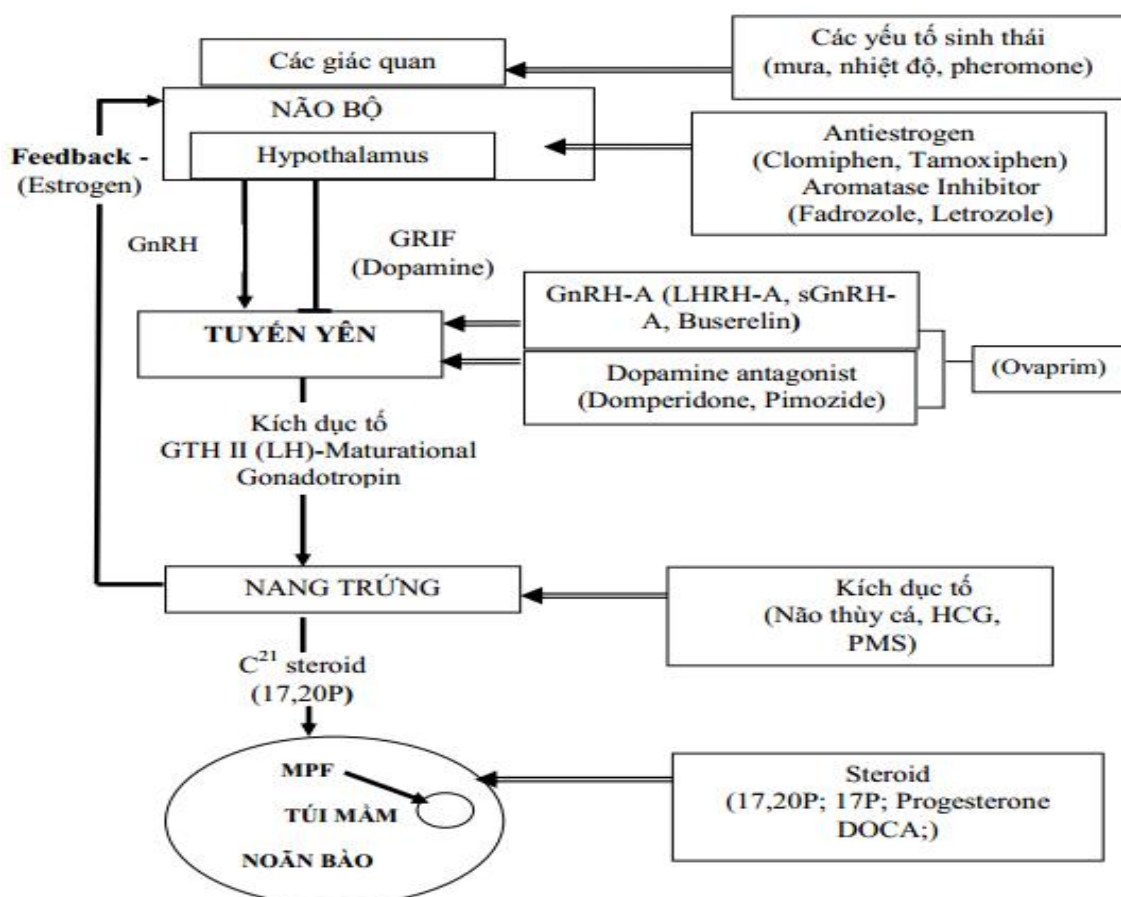
Nuôi cá bố mẹ thành thực là sự đầu tư về cơ sở vật chất, về khoa học kỹ thuật và kỹ năng thực hành nuôi cá cho mục tiêu thu được đàn cá bố mẹ có chất lượng thành thực cao, có khả năng sinh sản tốt sau khoảng thời gian nuôi nhất định. Đây là công việc của giai đoạn đầu tiên, giữ vai trò quan trọng có ảnh hưởng rất lớn đến hiệu quả

của toàn bộ quá trình sản xuất cá giống. Sự thành thực và khả năng sinh sản của các bố mẹ là kết quả tác động tổng hợp của rất nhiều vấn đề thuộc sinh học nói chung, đặc biệt là sinh lý sinh thái cá nói riêng. Trong đó, sinh học đối tượng nuôi, chất lượng môi trường nước, chế độ dinh dưỡng là những vấn đề chủ yếu, có vai trò quyết định mà người nuôi cá thành thực cần quan tâm để có những tác động hợp lý trong suốt quá trình nuôi cá bố mẹ. Thức ăn và việc quản lý chất lượng môi trường nước ao nuôi phải phù hợp với đặc trưng sinh lý sinh thái cá bố mẹ; Cụ thể, thức ăn phải đáp ứng nhu cầu dinh dưỡng cho sinh sản của cá, chất lượng môi trường nước phải phù hợp cho sự phát triển sản phẩm sinh dục và sự thành thực của cá. Hiệu quả nuôi cá bố mẹ thành thực được đánh giá bằng các chỉ số kỹ thuật thuộc chất lượng thành thực (tỷ lệ cá thành thực, hệ số thành thực, chất lượng sản phẩm sinh dục, ...) và thời gian cần thiết để cá thành thực tốt. Thức ăn để nuôi vỗ thành thực cá bố mẹ là: thức ăn công nghiệp, thức ăn chế biến, thức ăn tươi sống, thức ăn xanh và phân chuồng [92].

Trong quá trình phát triển của tuyến sinh dục, nhất là của buồng trứng cá cần được cung cấp lượng thức ăn khá lớn. Các chất dinh dưỡng của thức ăn được cá thu nhận sẽ trải qua quá trình biến đổi phức tạp để tạo ra những chất dinh dưỡng đặc trưng của cơ thể. Các chất dinh dưỡng này một phần đảm nhận chức năng là vật liệu cấu trúc cơ thể và tạo các hoạt chất sinh học, phần khác được tích lũy trong các tổ chức như cơ, gan dưới dạng lipid, glycogen. Chúng vừa được sử dụng để cung cấp năng lượng cho hoạt động sống hàng ngày vừa tham gia vào quá trình tạo sản phẩm sinh dục. Vì vậy mà sự tích lũy đầy đủ vật chất dinh dưỡng ở cá là cơ sở quan trọng và cần thiết cho sự chuyển hóa dinh dưỡng vào tuyến sinh dục dưới dạng các sản phẩm sinh dục thành thực tốt [92].

1.3. Sử dụng chất kích thích sinh sản để cho cá nước ngọt sinh sản

Trong nuôi trồng thủy sản việc kích thích cá sinh sản là một sự tác động của con người, bằng cách sử dụng những tác nhân khác nhau để thúc đẩy quá trình sinh sản của cá và kích thích cá sinh sản, hay thường sử dụng từ đồng nghĩa là cho cá đẻ. Có hai tác nhân kích thích cho cá sinh sản, là tác nhân sinh thái và tác nhân sinh lý. Chúng đã được con người dùng để khởi xướng và điều khiển trong quá trình sinh sản ở cá [92].



Hình 1.5: Sơ đồ hệ thần kinh nội tiết gồm não bộ - tuyến yên - nang trứng - noãn bào với những hoạt chất tự nhiên (bên trái) và những chất ngoại sinh (bên phải) có thể gây nên sự chín noãn bào và rụng trứng ở cá [75]

Những tác nhân sinh lý kích thích sinh sản nhân tạo cá là nhiều loại hormon, mà chủ yếu là hormon được tiết từ tuyến yên và vùng dưới đồi hypothalamus của não bộ. Tuyến yên là cơ quan nội tiết trung ương và là tuyến nội tiết quan trọng bậc nhất của cơ thể động vật có xương sống. Hormon của tuyến yên kích thích hoạt động, phát triển tuyến sinh dục, sinh trưởng, chín và rụng trứng. Tuyến yên còn có chức năng điều hòa hoạt động của các tuyến nội tiết khác; hoạt động của tuyến yên chịu sự chi phối của thần kinh trung ương; tuyến yên nằm trong hóc xương nhỏ, sát dưới não trung gian; phần tuyến bao gồm thùy trước, thùy giữa và thùy sau, là nơi tổng hợp và tiết nhiều loại hormon khác nhau. Trong các hormon được tiết từ tuyến yên, quan trọng nhất và ý nghĩa to lớn nhất trong việc kích thích cá sinh sản của nghề nuôi trồng thủy sản là hai loại GTH. GTH₁ có chức năng như FSH của động vật có vú là kích thích tạo noãn hoàng, kích thích nang trứng hoạt động; GTH₂ có chức năng như LH của động vật có vú là kích thích trứng chín và rụng, biến nang trứng thành thể vàng. Cả hai loại

hormon này (GTH_1 và GTH_2) điều mới được phát hiện sau nhiều năm so với FSH và LH, nhưng lại có cùng chức năng tương ứng với FSH và LH nên người ta vẫn thường gọi chúng là FSH và LH theo thói quen. FSH và LH (tức GTH_1 và GTH_2) có tác dụng kích thích tuyến sinh dục nên được gọi là kích dục tố; sự tiết FSH và LH chịu sự chi phối của thần kinh trung ương bằng việc tiết ra hormon giải phóng GnRH và hormon ức chế DA đối với sự tiết kích dục tố. Hai loại hormon GnRH và DA cùng được tiết ra từ vùng dưới đồi nhưng lại có tác dụng ngược chiều nhau đối với việc tiết kích dục tố của tuyến yên. Dưới tác dụng của GnRH từ vùng dưới đồi, FSH và LH của tuyến yên được tiết ra, đưa tới tác dụng ở tuyến sinh dục, nhờ đó mà cá thực hiện được chức năng sinh sản. Đồng thời, quá trình tiết FSH và LH của tuyến yên cũng bị cản trở rất lớn của DA. DA ức chế quá trình tiết FSH và LH của tuyến yên [92]. Tất cả các loại hormon trong cơ thể động vật chỉ phát huy được tác dụng kích thích hoặc ức chế khi tiếp xúc và gắn với thụ thể thích hợp ở cơ quan đích [55].

LHRH-a là chất kích thích nhân tạo có thể được viết ngắn gọn là LRH-A, loại chất kích thích này có tác dụng như GnRH và được sử dụng kèm với thụ thể nhân tạo kháng Dopamine là Domperidone. Domperidone là tên hóa học của thụ thể nhân tạo, có nhiều tên thương mại khác nhau nhưng phổ biến là Motilium. Ở nước ta, LRH-A và Domperidone được sử dụng trong khoảng 40 năm gần đây. Hiện nay chúng được dùng phổ biến trên nhiều loại cá, được nhập từ Trung Quốc, có giá rẻ và lại không gây phản ứng phụ và phản ứng miễn dịch ở cá. Tuy nhiên, khi sử dụng LRH-A kích thích sinh sản cá thì có nhược điểm là kéo dài thời gian tái thành thực của cá so với sử dụng HCG hoặc não thùy. Nguyên nhân cơ bản là LRH-A đã làm cho cá sử dụng cạn kiệt FSH và LH từ não thùy cho quá trình chín và rụng trứng [71, 174].

Ngoài các loại hormon là tác nhân sinh lý chủ yếu và quan trọng thì tuyến sinh dục của cá thành thực, tình trạng sức khỏe cá là các điều kiện tiên quyết. Cá sẽ không tiếp nhận kích dục tố do con người cung cấp trong sinh sản nhân tạo nếu như tuyến sinh dục chưa đạt tới giai đoạn sẵn sàng sinh sản (giai đoạn IV). Cá yếu hoặc bị sốc sinh lý đều là những cản trở cho quá trình kích thích sinh sản nhân tạo cá [92].

1.3.1. Sử dụng HCG kích thích cá nước ngọt sinh sản

HCG được Zondek và Aschheim phát hiện từ năm 1927 có trong nước tiểu của phụ nữ có thai. Lúc đầu các nhà nguyên cứu nội tiết vẫn tin rằng HCG có nguồn gốc là

tuyến yên chứ không phải là màng đệm thai nên đã đặt cho nó cái tên ghép prolان B nghĩa là sản phẩm thùy trước. HCG nội sinh trong người có thai không có chức năng của kích dục tố, nghĩa là kích thích tuyến sinh dục phát triển mà có tác dụng duy trì thể vàng từ nang trứng sau khi rụng trứng do LH [75]. Hoạt tính sinh học HCG giống với LH ở cá [162, 189].

Cũng như các kích dục tố khác, HCG tác động lên nang trứng cá, làm cho nang trứng sản xuất ra yếu tố gây chín và yếu tố gây rụng trứng cho noãn bào thoát ra ngoài. Trứng cá chín và rụng bình thường theo ống dẫn trứng ra môi trường nước, gặp tinh trùng và được thụ tinh ở đó. Ngoài ra, HCG còn có ba ưu điểm so với não thùy cá là rẻ hơn nhiều, không dễ phân huỷ nên có thể để lâu hơn và sẵn có [106].

Có thể nói công trình đầu tiên về việc sử dụng HCG cho cá là của Morozova, vào năm 1936 đã gây rụng trứng thành công cho cá *Perca pluvialis* trực tiếp bằng nước tiểu phụ nữ mang thai và HCG mà lúc ấy vẫn còn tên là Prolان B. Nếu LH của động vật có vú có thể làm rụng trứng ở các loài cá khác nhau thì HCG rất giống với LH của người [139]. Có thể nói HCG là một loại kích dục tố dị chủng được dùng có hiệu quả cho nhiều loài cá nhất. Ở nước ngoài, HCG còn được dùng cho sinh sản cá chình [200], và cá trê phi [75].

Tiêm HCG liều lượng từ 100 - 4.000 IU /kg tùy theo loài và thường được tiêm một lần. Có thể do HCG có thời gian tồn tại trong máu lâu nên hiệu quả HCG có ngay trong một lần tiêm [205]. “Điều này không có ý nghĩa là do HCG khác loại đối với cá nên tồn tại lâu, vì trên thực tế ở người HCG cũng tồn tại lâu trong hệ tuần hoàn so với kích dục tố tuyến yên như FSH và LH” [167]. Đối với cá đực, HCG sử dụng liều lượng thường thấp hơn cá cái từ 2 - 4 lần [141, 231, 238]. Khả năng HCG trong hệ thống tuần hoàn được tồn tại lâu dài và kích thích sự thành thực cũng đã được ứng dụng ở cá chình Nhật Bản (*Anguilla japonica*) sau khi tiêm [196]. HCG đã được sử dụng có hiệu quả rõ rệt trong những thành công đầu tiên khi thử nghiệm kích thích cá tra (*Pangasianodon hypophthalmus*) sinh sản ở ĐBSCL, hiện nay HCG được dùng khá phổ biến để kích thích sinh sản cá tra, có thể dùng cho cả cá basa (*Pangasius bocourti*) và cá hú (*P. conchophilus*) [71]. Tuy nhiên, trong sinh sản nhân tạo liều lượng HCG sử dụng cho cá phụ thuộc rất nhiều vào mức độ tinh khiết của chế phẩm cũng như sự

thành thực của cá. Thậm chí có loài dùng đơn độc HCG hiệu quả rất kém hoặc không có tác dụng [92].

Việc sử dụng HCG trong sản xuất giống cũng bộc lộ một số trở ngại nhất định. HCG là một glycoprotein lớn và khi cá được tiêm HCG, chúng có thể phát triển các kháng thể chống lại. Ở những lần tiêm tiếp theo hay những năm tiếp theo, khi cá được tiêm HCG cho đẻ với liều tương tự, thì chúng sẽ hình thành phản ứng miễn dịch và HCG sẽ bị trung hòa miễn dịch. Như vậy để kích thích cá đẻ trứng ở những lần sau thì cần phải tiêm HCG liều cao hơn lần trước [162, 189, 245].

Bảng 1.1: Sử dụng HCG kích thích sinh sản một số loài cá nước ngọt da trơn

Loài cá	Liều sơ bộ IU /kg cá cái	Liều quyết định IU /kg		Tỷ lệ cá đẻ (%)	Sức sinh sản thực tế (trứng /kg cá cái)	Thời gian phát triển phôi (h)	Thụ tinh (%)	Tỷ lệ cá nở (%)	Nguồn
		Cá cái	Cá đực						
Cá tra	–	2.000 – 5.000	250	50 - 87	112.000	22	70	70	[102]
Cá trê vàng lai	1/3 liều quyết định	5.000 – 8.000	2.000 – 3.000	-	-	22 - 26	-	-	[1]
Cá vồ dẽm	500 – 1.500	2.000 – 2.500	-	40 – 73,7	23.688 – 45.094	24	20,2 – 58,1	42,6 – 57,2	[38]
	-	4.000	-	80 - 100	8.240 – 12.500	24 - 26	12 – 87,7	70 – 90	[49]
Cá lăng nha	1/3 liều quyết định	4.000 – 5.000	½ liều cá cái	–	-	24 - 26	-	70 – 80	[54]
	-	6.000	-	-	2.870 – 3.250	-	25,5 – 42,8	12,5 – 45,3	[101]
Cá trê trắng	-	2.000 – 2.500	-	85,4 – 86,2	-	-	72,5 – 75,3	32,3 – 37,2	[81]
Cá leo	-	2.000 – 4.000	1/3 liều cá cái	-	-	-	-	-	[11, 12]
Cá bông lau	500 – 3.000	6.000 – 8.000	2.500 – 3.000	16,7 - 25	9.491	24	26 – 45,9	57,1	[25]
Lươn đồng	1.200	2.000	2.000	25 - 100	535 trứng /ổ	6 – 7 ngày	70 – 98,3	38 – 97	[20, 21]
	-	1.000 – 2.000	1.000 – 2.000	25 - 50	596 trứng /ổ	6 – 7 ngày	71 - 86	90 – 95	[69]
Cá hú	500 – 1.000	3.000 – 4.000	½ liều cá cái	88,9 - 100	50.208 – 60.716	-	78,2 – 83,4	79,7 – 83,9	[80]
Cá trên bầu	-	2.000 – 3.000	½ liều cá cái	100	46.000 – 61.000	22 - 24	89,8 - 93,3	85,7 - 90,0	[42]
Cá trê Phú Quốc	500 – 1.000	3000 – 6.000	1/3 cá cái	50 - 100	-	27 - 28	47,6 – 93,7	30 – 60	[91]
	500	3.500 –	2000	80 -	18.972 –	-	19,5 -	13,4 -	[99]

		4.000		100	23.175		21,0	26,3	
Cá chột trắng	1/3 liều quyết định	1.000 – 2.000	500 – 1.000	25 - 40	227.834 – 783.158	22,15	53,3 – 81,1	27,3 - 63,3	[46]
Cá tra nghệ	-	-	-			24 - 29	76,9	75,5	[131]
Cá basa	1.200 – 1.500	3.000 – 3.500	-	-	-	-	40 - 50	40 – 50	[84]
Cá kết	-	4.000 – 6.000	1/3 liều cá cái	-	-	-	-	-	[86]
Cá heo	-	1.500 – 2.500	1/3 cá cái	-	-	-	-	-	[13]
Cá dứa	-	5.000	-	100	8.500 – 275.000	-	77,8	75,2	[61]
Cá ngạnh	1/3 liều quyết định	2.500 – 3.500	2/3 cá cái	88,4 – 91,3	1.000 – 3.620	-	50,1 – 66,2	11,3 – 29,5	[57, 58]

Ghi chú: h: giờ

Kết quả Bảng 1.1 cho thấy tiêm chất kích thích HCG cho cá cái liều sơ bộ từ 300 – 3.000 IU /kg, liều quyết định từ 1.000 – 8.000 IU /kg; đối với cá đực liều sơ bộ từ 0 – 1.200 IU /kg và liều quyết định từ 250 – 3.000 IU /kg sẽ kích thích cho một số loài cá nước ngọt da trơn rụng trứng và sinh sản như: cá tra, cá trê vàng (*Clarias macrocephalus*), cá vồ đém (*Pangasius larnaudii*), cá lăng nha (*Mystus wyckioides*), cá trê trắng (*Clarias batrachus*), cá bông lau (*Pangasius krempfi*), lươn đồng (*Monopterus albus*), cá hú, cá trèn bầu, cá trê Phú Quốc (*Clarias gracilentus*), cá chột trắng (*Mystus planiceps*), cá tra nghệ (*Pangasius kunyit*), cá basa, cá dứa (*Pangasius sp*) và cá ngạnh (*Cranoglanis boudierius*). Tuy nhiên cũng có một số loài khi dùng HCG để kích thích sinh sản thì cá không rụng trứng và sinh sản như: cá leo, cá kết và cá heo (*Bontia modesta*).

Ưu điểm của HCG: trực tiếp tác dụng vào tuyến sinh dục (nang trứng) làm cho cá nhanh sinh sản, giá thành rẻ, không dễ phân huỷ nên có thể để lâu hơn và sẵn có ở dạng tinh chế nên dễ mua trên thị trường [106].

Nhược điểm của HCG: ở những lần tiêm tiếp theo hay những năm tiếp theo, khi cá được tiêm HCG cho đẻ với liều tương tự, thì chúng sẽ hình thành phản ứng miễn dịch và HCG sẽ bị trung hòa miễn dịch. Như vậy để kích thích cá đẻ trứng ở những lần sau thì cần phải tiêm HCG liều cao hơn lần trước [106].

1.3.2. Sử dụng LHRHa kích thích cá nước ngọt sinh sản

Vào những năm 1970, ngay sau khi phát hiện não bộ động vật có vú tồn tại một loại hormon gây phóng thích KDT tuyến yên (GnRH), các nhà khoa học bắt đầu tập trung thí nghiệm ứng dụng hormon này trong sinh sản cá nhân tạo [222]. Sau đó người ta đã tổng hợp được một chất tương tự như GnRH tự nhiên và được gọi là GnRH analogue (GnRHa) [171].

Hiện nay trong nghề sản xuất giống cá có ba loại GnRHa thường được dùng. Đó là hai loại mGnRH (chất tương tự GnRH của động vật có vú, m = mammalian) là LHRHa hoặc [D-Ala⁶, Pro⁹ Net]-mGnRHa (Trung Quốc) và Buserelin hoặc [D-ser(t-Bu)⁶, Pro⁹ Net] với tên biệt dược Superfast nasal được dùng ở Thái Lan để kích thích cá sinh sản. Loại thứ ba là sGnRHa (chất tương tự GnRH cá hồi, s = salmon) còn được gọi là [D-Arg⁶, Pro⁹ Net] – sGnRH [75]. Đối với sản xuất giống cá, khi dùng 3 loại GnRHa trên thì mạnh nhất là loại sGnRHa vì chúng có ái lực thụ thể cao nhất [209].

Dopamine là chất kháng thường được dùng kết hợp GnRHa hoặc LHRHa trong sinh sản cá phổ biến là Motilium. Sử dụng kết hợp GnRHa hoặc LHRHa và chất kháng Dopamine là khá thông dụng. Việc tiêm chất kháng Dopamine “nhằm loại bỏ sự ức chế lên các KDT và tăng cường hiệu quả ảnh hưởng cho lần tiêm thứ 2 lên quá trình tiết KDT” [93]. Ức chế Dopamine được minh chứng trên các loài cá trê phi và họ cá chép [233] nhưng không có tác dụng trên nhiều loài cá biển [156, 185, 187, 214, 246, 247]. Ức chế của Dopamine có cường độ thay đổi theo chu kỳ của cá sinh sản [208, 231]. Chất kháng Dopamine được dùng phổ biến hiện tại là Domperidon có trong viên thuốc Motilium. Nguyên tắc hoạt động của chất đối kháng Dopamine là cạnh tranh thụ thể với Dopamine vì thế ngoài Domperidon còn có nhiều hoạt chất khác cùng tính năng [73].

Bảng 1.2: Sử dụng LHRHa kích thích sinh sản một số loài cá nước ngọt da trơn

Loài cá	Liều sơ bộ μg /kg cá cái	Liều quyết định μg /kg		Tỷ lệ cá đẻ (%)	Sức sinh sản thực tế (trứng /kg cá cái)	Thời gian phát triển phôi (h)	Tỷ lệ thụ tinh (%)	Tỷ lệ cá nở (%)	Nguồn
		Cái	Đực						
Cá tra	15 – 20	150 - 200	-	50 - 87	91.000 – 150.000	22	55 - 78	58 – 87	[102]
Cá trê vàng lai	1/3 liều quyết định	30 - 50 + 3 - 5 mg DOM	1/3 liều quyết định	100	-	22 - 26	-	-	[1]
	-	120	½ cá cái	70 - 100	8.900 – 10.510	24 - 26	8 - 48,8	60 – 82	[49]
Cá lăng nha	1/3 liều quyết định	120 - 150	½ cá cái	-	-	24 - 26	-	70 - 80	[54]
	-	150 + 5 mg DOM	-	-	6.200 – 6.800	-	65,7 - 73,1	73,6 - 85,3	[101]
Cá trê trắng	-	50 - 70 + 5 - 7 mg DOM	-	63,3 - 85,4	-	22 - 26	65,2 - 76,3	30,4 - 41,2	[81]
Cá leo	-	60 - 100 + 20 mg DOM	1/3 liều cá cái	-	-	-	-	-	[11, 12]
Lươn đồng	-	50 – 150	50 - 150	25 - 75	535 trứng /ổ	6 - 7 ngày	52 - 83	38 - 93	[20, 21]
	-	50 – 150	50 - 150	25 - 75	596 trứng /ổ	6 - 7 ngày	52 - 83	38 - 93	[69]
Cá hú	50 + 5 mg DOM	150 - 250 + 20 mg DOM	-	-	-	-	-	-	[80]
Cá kết	-	40 - 100 + 3,5 mg DOM	1/3 cá cái	100	81.053 – 188.365	-	61,7 - 77,7	73,3 - 92,2	[86, 88]
Cá trên bầu	-	100 - 200 + 10 – 20 mg DOM	½ liều cá cái	100	93.700 – 154.700	22 - 24	71,2 - 91,1	83,8 - 90,3	[42]
Cá chột trắng	1/3 tổng liều	50 – 150	½ cá cái	47,1 - 83,3	537.575	22,15	21,1 - 66,7	36,5 - 76,7	[46]
Cá heo	-	100 - 150 + 5 mg DOM	1/3 cá cái	33 - 100	185.000 - 270.000	17,50	38 - 73	73 - 83	[13]

Ghi chú: DOM: Domperidon

Kết quả Bảng 1.2 cho thấy tiêm chất kích thích GnRH-a hay LHRH-a + DOM cho cá cái liều sơ bộ từ 10 – 40 μg /kg, liều quyết định từ 30 – 250 μg /kg; đối với cá đực liều quyết định từ 10 – 150 μg /kg sẽ kích thích cho một số loài cá nước ngọt da trơn rụng trứng và sinh sản như: cá tra, cá trê vàng, cá lăng nha, cá trê trắng, lươn đồng, cá kết, cá trên bầu, cá chột trắng, cá heo. Tuy nhiên cũng có một số loài khi

dùng LHRH-a + DOM để kích thích sinh sản thì cá không rụng trứng và sinh sản như: cá leo và cá hú, theo các tác giả này thì liều lượng LHRH-a + DOM chưa đủ làm gây rụng trứng và sinh sản cho cá.

Ưu điểm của LHRH-a: được dùng phổ biến và rộng rãi nhất, có phổ hiệu ứng rộng trên các loài cá, có giá rẻ, nguồn cung ứng dồi dào, hoạt tính ổn định và không gây phản ứng miễn dịch [209].

Nhược điểm của LHRH-a: thời gian hiệu ứng có thể dài hơn so với trường hợp dùng kích dục tố hay các hormon steroid. Trong trường hợp nuôi vỗ và cho đẻ nhiều lần trong năm thì thời gian tái thành thực có thể dài hơn so với cá được nuôi vỗ lại sau khi được kích thích sinh sản bằng kích dục tố hoặc hormon steroid [209].

1.3.3. Kích thích cho cá nước ngọt sinh sản khi dùng hormon steroid

Mỗi loại steroid được tổng hợp và tiết ra ở các giai đoạn phát triển khác nhau của tuyến sinh dục trong một chu kỳ sinh sản ở động vật có xương sống nói chung. Ở cá thì các steroid tham gia vào quá trình điều khiển sự phát triển tuyến sinh dục có thể được chia thành 3 nhóm như sau: estrogen (C18), androgen (C19) và progestogen (C21), trong đó nhóm progestogen có tác dụng mạnh nhất và gây chín noãn bào in vivo và in vitro [95]. Các hormon steroid còn có những ưu điểm chung là rất dễ định lượng vì nguyên chất ở dạng tinh thể, qua đó có thể dễ dàng xác định hoạt tính và liều lượng. Hormon steroid chịu được nhiệt độ cao ($> 100^{\circ}\text{C}$), không bị phân hủy bởi vi khuẩn và nấm nên dễ bảo quản. Các hormon steroid chỉ tan trong dung môi hữu cơ và đều không tan trong nước. Trước đây do chỉ có thể mua các hormon này dưới dạng dung dịch, nên người sử dụng gặp khó khăn khi pha loãng thêm cũng như khi tiêm cho cá. Việc các hormon steroid được cung cấp dưới dạng tinh thể và dùng dung môi là ethanol các chất còn khác hoặc dầu thực vật cho phép pha loãng dung dịch steroid thành những dung dịch huyền phù thuận tiện, dùng những dung dịch huyền phù steroid kích thích cá sinh sản cũng thu được những kết quả tốt [75].

Progesterone (P) được mô tả là tiền chất của nhiều loại hormon steroid khác. Ở cá xương P được tạo ra từ các tế bào của nang trứng và không thể thiếu trong quá trình thành thực, chín và rụng trứng [201]. P đã được chứng minh là có hiệu quả ở nhiều loài cá xương, mặc dù tác dụng kích thích của P có thể là một kết quả của sự chuyển hoá thành chất kích thích mạnh hơn, hơn là sự kích thích trực tiếp [199]. 17α

hydroxyprogesterone (17P) có tác dụng gây chín noãn bào tốt trên cá trê phi, cá chép thông qua sự chuyển hoá thành 17, 20P. 17 α , 20 β dihydroxyprogesterone (17, 20P) là steroid gây chín trứng ở nhiều loài cá và trong nhiều trường hợp là steroid mạnh nhất đối với noãn bào nhiều loài cá thuộc các bộ khác nhau [172, 223].

“Đầu những năm 1950, các steroid ngoại sinh đã được chứng minh là có khả năng gây chín và rụng trứng trên nhiều loài cá cũng như đã được sử dụng trong sinh sản nhân tạo trên các loài cá nuôi. Một trong số đó là cá chạch (*Misgurnus fossilis*) đã chín và rụng trứng khi được tiêm Methyltestosterone và Progesterone ngoại sinh. Sau đó hàng loạt các công trình tiếp theo nghiên cứu sử dụng các loại steroid ngoại sinh khác như Desoxycorticosteron (DOC), Hydrocortison cho cá nheo mang túi (*Heteropneustes fossilis*), Oxyprogesterone cho cá mè trắng (*H. molitrix*), Hydroxyprogesterone cho cá trê phi (*Clarias gariepinus*), Cortexolon cho cá chép, Desoxycorticosteron Acetat (DOCA) cho cá trê phi. Tuy nhiên, cho đến nay việc ứng dụng steroid vào trong sinh sản nhân tạo các loài cá nuôi trên thế giới và Việt Nam vẫn còn rất hạn chế” [95].

Ở trong nước, việc nghiên cứu sử dụng hormon steroid để sinh sản cá nhân tạo bắt đầu vào năm 1997 – 1998. Đa số các công trình nghiên cứu dùng steroid để sinh sản cá nhân tạo chủ yếu là cá nước ngọt như cá chép (*Cyprinus carpio*), cá trắm cỏ (*Ctenopharyngodon idella*), cá trôi Ấn Độ (*Labeo rohita*), cá tra, cá hủ, cá trê vàng, cá he vàng (*Barbodes altus*), cá lăng vàng, ếch (*Rana rugosa*), cá mè vinh (*Barbonymus gonionotus*), cá trê phi (*Clarias gariepinus*), cá bóng tượng (*Oxyeleotric marmorata*), cá mè hoa (*Hypophthalmichthys nobilis*), cá mè trắng (*Hypophthalmichthys molitrix*) và cá mrigal (*Cirrhina mrigala*). Các steroid mà nhóm nghiên cứu dùng là progesterone (P), 17P và 17, 20P. Kết quả thu được rất khả quan từ các công trình nghiên cứu nêu trên, vì vậy dùng các steroid trong sản xuất giống cá nhân tạo là tiềm năng rất lớn. Tuy nhiên các nghiên cứu trên mới dừng lại ở mức độ thử nghiệm mà chưa có ứng dụng để sản xuất giống đại trà. Vì vậy, để có thể đưa steroid vào sản xuất cá giống nhân tạo, cần phải có những công trình nghiên cứu ở quy mô sản xuất lớn, và so sánh hiệu quả kinh tế của hormon steroid với các loại hormon khác [94, 95].

Bảng 1.3: Sử dụng hormon steroid (17, 20P) để kích thích sinh sản một số loài cá nước ngọt da trơn

Loài cá	Liều sơ bộ mg /kg cá cái	Liều quyết định mg /kg		Tỷ lệ cá đẻ (%)	Sức sinh sản thực tế (trứng /kg cá cái)	Thời gian phát triển phôi (h)	Tỷ lệ thụ tinh (%)	Tỷ lệ nở (%)	Nguồn
		Cái	Đực						
Cá tra	600 - 800 IU	4 - 5	-	80 - 100	-	-	27 - 87	76 - 93	[74]
Cá hú	1.500 IU	3 - 5	-	50 - 100	-	-	70 - 90	65 - 70	[74]
Cá lăng vàng	5 DOM	4 - 6	5 DOM	60 - 73	37.594 – 38.267	-	60,4 - 69,7	76,8 - 78,5	[5]
Cá trê vàng	5 - 6 mg não thùy	2,5 - 7,5	-	33 - 100	-	-	80 - 95	73 - 91,6	[72, 76]
	5 – 10 DOM	2 - 3,5	-	66,6 - 79,3	-	-	-	-	[82]
Cá trê vàng	15 mg não thùy	11,25 - 18,75 (DOCA)	-	80 - 100	-	-	90,5	78,1	[76]

Ghi chú: DOCA: Desoxycorticosteron Acetat

Kết quả Bảng 1.3 cho thấy tiêm chất kích thích là hormon steroid (17, 20P; DOCA) cho cá cái liều quyết định từ 2 – 18,75 mg /kg sẽ kích thích một số loài cá nước ngọt da trơn rụng trứng và sinh sản như: cá tra, cá hú, cá lăng vàng và cá trê vàng.

Ưu điểm của hormon steroid: là chịu được nhiệt độ cao ($> 100^{\circ}\text{C}$), không bị phân hủy bởi vi sinh vật, ngoài hoạt lực cao nó có thể phát huy tác dụng ở 13°C nhiệt độ rất thấp, rất dễ định lượng vì nguyên chất ở dạng tinh thể, qua đó dễ dàng xác định hoạt tính và liều lượng [199].

Nhược điểm của hormon steroid: các hormon steroid chỉ tan trong dung môi hữu cơ và đều không tan trong nước [199].

1.4. Sử dụng thức ăn sống và thức ăn chế biến để ương nuôi cá nước ngọt

Trong nuôi trồng thủy sản nói chung và ương nuôi cá nước ngọt nói riêng, chi phí thức ăn thường chiếm 60 – 70% tổng chi phí sản xuất. Muốn sản xuất có hiệu quả, người ương nuôi cá phải sử dụng loại thức ăn nào, nguyên liệu nào để chế biến thức ăn cho cá ăn là cần thiết và rất quan trọng. Ngoài việc xác định nguồn nguyên liệu làm thức ăn nuôi cá, người sản xuất còn phải lưu ý yếu tố ô nhiễm môi trường; do đó, sử

dụng loại thức ăn và nguyên liệu nào để cá dễ hấp thu và tiêu hóa tốt, cũng đồng nghĩa với việc ô nhiễm môi trường nước giảm và có hiệu quả tốt nhất [40].

Việc ương nuôi cá là những vấn đề thuộc đặc điểm sinh học của cá ở giai đoạn đầu chu kỳ sống; thời kỳ phôi tự do dinh dưỡng bằng noãn hoàng, sự xuất hiện giai đoạn chuyển tính ăn lần thứ nhất, giai đoạn ấu trùng là cá bột sử dụng động vật phù du sinh là thức ăn ưa thích, và thời kỳ đầu của giai đoạn tiền trưởng thành là cá hương có sự chuyển tiếp từ giai đoạn cá bột, xuất hiện tính ăn của loài tức là bắt đầu từ giai đoạn chuyển tính ăn lần thứ hai [92]. Để tăng hiệu quả trong thời gian ương cá thì các biện pháp kỹ thuật được xây dựng phải dựa trên cơ sở nghiên cứu về đặc điểm sinh học của cá ở giai đoạn đầu chu kỳ sống mà quan trọng nhất là đặc điểm dinh dưỡng và có khả năng dễ thích ứng được với môi trường [83].

Mỗi giai đoạn của cá phát triển đều cần điều kiện môi trường và thức ăn nhất định, khi môi trường không tốt và thức ăn không đủ hay không phù hợp thì cá sẽ dừng sinh trưởng hoặc chết. Giai đoạn phát triển của cá có ý nghĩa sinh học quan trọng, cùng với sự thay đổi giai đoạn phát triển thì tính ăn cũng nhiều tập tính khác cũng thay đổi [96]. Lúc đầu cá sử dụng dinh dưỡng là noãn hoàng và sau đó sử dụng hoàn toàn bởi thức ăn bên ngoài lấy từ môi trường, chủ yếu là sinh vật phù du, đặc biệt là động vật phù du cỡ nhỏ. Điều đặc biệt là trong thời kỳ này tất cả các loài cá không kể cá dừ hay cá hiện, cá ăn động vật hay ăn các loại thức ăn khác đều dùng thức ăn chính là động vật phù du. Khi cá đạt cỡ khoảng 2,5 – 3,0 cm thì một số loài chuyển sang ăn thức ăn như cá trưởng thành [18].

1.4.1. Sử dụng một vài loài thức ăn sống dùng ương nuôi cá nước ngọt

Thức ăn sống hay thức ăn tự nhiên là các phiêu sinh động thực vật. Động thực vật phù du là nguồn thức ăn quan trọng và đầu tiên của ấu trùng tôm và cá trong tự nhiên hay trong nuôi trồng [18, 32]. Thức ăn sống đóng vai trò quan trọng và quyết định trong ương nhiều loài động vật thủy sản nói chung và cá nước ngọt nói riêng, đặc biệt là ở giai đoạn ấu trùng. Các đối tượng thức ăn sống chủ yếu đang được quan tâm như: tảo, luân trùng, copepod, artemia, trùn chỉ, ... vì chúng có giá trị dinh dưỡng cao. Với những ưu điểm lớn của thức ăn sống như: kích cỡ nhỏ, phù hợp với cỡ miệng của ấu trùng. Thức ăn sống còn chứa một lượng lớn acid amin tự do, mạch peptid đơn, acid béo cao phân tử không no, chứa hệ men tự nhiên có thể tự phân giải, cung cấp đầy

đủ tất cả các chất dinh dưỡng đặc biệt cho động vật thủy sản. Ngoài những ưu điểm trên thức ăn sống còn chuyển động liên tục, bơi lội chậm chạp, phân tán đều ở tầng nước từ đó giúp cho ấu trùng nhận biết tốt và dễ dàng trong việc bắt mồi [32, 113].

Những vấn đề gắn với chất lượng của các loại thức ăn sống không nhất thiết xảy ra khi việc ương ấu trùng trong những ao ngoài trời mà ở đó có sinh vật phù du phát triển được kích thích bởi việc bón phân. Trong những điều kiện như thế, sự sẵn có đủ loại thức ăn tự nhiên phù hợp cho vật nuôi có thể thỏa mãn được tất cả các yêu cầu dinh dưỡng của nó mà không cần một sự bổ sung nào. Các loại thức ăn sống đã được nghiên cứu nhiều nhất và tính thích hợp dinh dưỡng là luân trùng và artemia [31].

1.4.1.1. Luân trùng

Luân trùng rất giàu protein (52 - 59%) và lipid (13%) vật chất khô, đặc biệt HUFA (3,1% n-3 HUFA). Luân trùng lý tưởng để làm thức ăn cho ấu trùng tôm và cá [32, 239]. Hepher (1988) cho rằng thành phần dinh dưỡng (% vật chất khô) của luân trùng gồm có: protein 64,3%, lipid 20,3%, muối khoáng 6,2% và năng lượng 4.866 kcal /kg [176].

Luân trùng có kích thước nhỏ, chiều dài từ 0,1 – 0,5 mm, bơi chậm, sống lơ lửng trong nước. Thường thấy trong nước ngọt gồm các nhóm *Brachionus*, *Karetella*, *Polgartha*; nước lợ và mặn gồm nhóm *Brachionus* [39, 111, 129].

Người ta phân loại ra 3 dòng luân trùng là dòng siêu nhỏ (dòng SS), dòng nhỏ (dòng S) và dòng lớn (dòng L). Luân trùng S là loài *Brachionus rotundiformis*, có chiều dài vỏ giáp từ 0,1 – 0,2 mm (trung bình 0,16 mm). Luân trùng L là loài *Brachionus plicatilis*, có chiều dài vỏ giáp từ 0,1 – 0,3 mm (trung bình 0,23 mm). Ngoài ra với luân trùng loài *Brachionus angularis* có kích thước rất nhỏ dài khoảng $0,086 \pm 0,004$ mm là thức ăn thích hợp cho các ấu trùng cá nước ngọt với kích cỡ miệng nhỏ [124, 243]. Trứng luân trùng có kích thước rất nhỏ từ 0,048 – 0,130 mm [62].

1.4.1.2. Artemia

Hàm lượng protein trong sinh khối artemia chiếm khoảng $56\% \pm 5,6\%$, lipid là $11,8\% \pm 5,0\%$, carbohydrate $12,1\% \pm 4,4\%$ và tro $17,4\% \pm 6,3\%$ vật chất khô nên có thể đáp ứng cho hầu hết các đối tượng nuôi thủy sản [192]. Thành phần dinh dưỡng

của artemia tùy theo giai đoạn chiếm 41,6 – 69% protein; 2,4 – 23,1% lipid và tro 0,5 – 29,2% vật chất khô [40].

Artemia là loài động vật giáp xác. Artemia trưởng thành có thể đạt đến chiều dài 10 – 20 mm tùy loài. Giai đoạn đầu gọi là instar I có kích thước 0,4 – 0,5 mm [40]. Kích thước artemia từ 0,4 – 9,5 mm (1 – 12 ngày tuổi). Ấu thể artemia lúc mới nở có chiều dài 0,5 mm đến 18 ngày tuổi thì đạt 8,6 mm [63].

1.4.1.3. Trứng nước (Cladocera)

Trứng nước có hàm lượng protein cao hơn Daphnia [2]. Hàm lượng protein trung bình của trứng nước bằng 50%, lipid 20 – 27% đối với con cái trưởng thành [66]. Thành phần dinh dưỡng của trứng nước được tính theo % vật chất khô bao gồm: protein 64,1%, lipid 14,3%, carbohydrate 23,9%, tro 11,8%, và xơ 7,4% [164].

Trứng nước trưởng thành có chiều dài tối đa khoảng 0,7 – 1,0 mm chiều dài gần gấp 3 lần chiều dài luân trùng trưởng thành, lúc nhỏ không quá 0,4 mm. Trứng nước có thể sử dụng trực tiếp trong ương ấu trùng tôm cá hoặc được giàu hóa trước khi sử dụng. Tuy trứng nước có giá trị dinh dưỡng không bằng artemia và luân trùng nhưng vẫn có thể thay thế tốt được cho artemia hoặc luân trùng [220].

1.4.1.4. Trùn chỉ

Trong trùn chỉ sống có 83,76% là nước, khi phân tích trùn chỉ ở khối lượng khô thì thành phần dinh dưỡng của trùn chỉ gồm có khoáng 4,26%, lipid 33,67%, protein 62,07% [211]. Một phân tích khác cho thấy thành phần dinh dưỡng của trùn chỉ được tính theo % vật chất khô gồm: protein 47%, lipid 18,9%, carbohydrate 20,5%, tro 10,8%, xơ 2,7% [164].

Trùn chỉ có hình thái dạng sợi, dài trên 2,4 cm, hơi giống giun đất còn non và mảnh [111]. Trùn chỉ hay còn gọi là giun đỏ, nhỏ, thường dài 1 – 5 cm, sống và sinh sản ở nơi dơ bẩn nhất của ao, hoặc ở cống rãnh [125, 128].

1.4.2. Ương nuôi cá nước ngọt bằng thức ăn chế biến

Thức ăn chế biến hay thức ăn tự chế do người nuôi tự phối chế từ các nguồn nguyên liệu sẵn có là chủ yếu, với kỹ thuật đơn giản nhằm để giảm giá thành sản xuất và chủ động khi dùng. Loại thức ăn tự chế này thường ở dạng ẩm và phải dùng ngay sau khi chế biến [32]. Nhằm giảm được giá thành nên tận dụng những nguồn nguyên liệu có sẵn tại địa phương, người ta có thể chế biến bằng cách pha trộn các nguyên liệu

tươi và nguyên liệu khô, có bổ sung premix khoáng và vitamin [85]. Hiện nay, nhiều người nuôi cá sử dụng cả nguồn nguyên liệu tinh như bột cá, bột đậu nành làm thức ăn để nuôi cá [113].

Để sản xuất thức ăn tổng hợp, hai điều rất cơ bản phải biết là nhu cầu dinh dưỡng của các đối tượng nuôi và tỷ lệ các thành phần dinh dưỡng trong các nguyên liệu sử dụng để sản xuất thức ăn tổng hợp. Ngoài hai yếu tố trên khi xây dựng công thức thức ăn cần phải biết khả năng tiêu hóa của đối tượng nuôi, giá thành nguyên liệu và một số điều kiện khác. Tính toán công thức thức ăn là quá trình tính toán phối hợp, các thành phần nguyên liệu khác nhau với vitamin và các chất khoáng, các chất dinh dưỡng bổ sung cần thiết làm tăng giá trị dinh dưỡng của thức ăn [28].

Cá tạp cung cấp nhiều acid béo cần thiết và năng lượng trong thức ăn cho cá. Protein là thành phần hóa học của thức ăn đóng vai trò quan trọng nhất. Protein từ cá được động vật thủy sản tiêu hóa rất tốt (> 90%), đủ các loại acid amin cần thiết cho cá nuôi. Hàm lượng lipid của các loài cá tạp không khác nhau nhiều, dao động trong khoảng từ 15,3 - 19,3%. Có hai nguồn cá tạp là cá tạp nước ngọt và cá tạp biển. Tuy nhiên, hiện nay người dân sử dụng chủ yếu cá tạp biển. Mỗi nhóm cá còn được chia ra loại “cá rặc” và cá lẫn tạp. Có thể kể một số nhóm cá chủ yếu sau: nhóm cá cơm (*Stolephorus commersonnii*), cá nục (*Decapterus maruadsi*), cá trích (*Sardinella gibbosa*), cá liệt (*Leiognathus berbis*), cá chỉ vàng (*Selaroides leptolepis*), cá bò (*Pseudobagrus fulvidraco*) Người nuôi thích mua cá cơm vì cá cơm có hàm lượng đạm khá ổn định và có kích thước nhỏ. Thành phần đạm các loại cá tạp dao động từ 44,1% (như đầu cá nục, đầu cá trích) đến 69,2% (như cá hổ *Trichiurus lepturus*, cá cơm). Hàm lượng khoáng của nhóm đầu cá khá cao (22 - 23,4%) trong khi ở cá tạp nguyên con là 15 - 16,9% [113]. Cá tạp nước ngọt, chủ yếu là nhóm cá trắng như cá linh (*Cirrhinus jullieni*), cá mè vinh (*Barbonymus gonionotus*), cá dảnh (*Puntioplites falcifer*) và cá rô phi (*Oreochromis mossambicus*) có đạm 39% vật chất khô. Cá tạp hay các phụ phẩm cá được chặt nhỏ và trộn với các chất phụ gia (bột ngũ cốc, rỉ mật) hoặc một số loại chế phẩm vi sinh, lên men. Cá băm nhỏ cho vào thùng đậy kín, thường xuyên đảo đều. “Trong quá trình ủ, acid lactic được hình thành làm pH giảm, sản phẩm được bảo quản trong vài tháng không bị hỏng”. Cá tạp là nguồn nguyên liệu giá rẻ từ địa phương, làm thức ăn cho cá bố mẹ không những phù hợp tính

ăn mà còn có tác dụng thúc đẩy tuyến sinh dục phát triển. Nhưng cá tạp dễ gây ô nhiễm môi trường, nguồn nguyên liệu phụ thuộc nhiều vào tự nhiên, cạnh tranh thức ăn với người nghèo, thiếu tính bền vững [28].

1.4.3. Nhu cầu dinh dưỡng của một số loài cá da trơn nước ngọt

Nhu cầu dinh dưỡng của cá nước ngọt da trơn tùy thuộc vào giai đoạn sinh trưởng và loài của cá. Một số tiêu chuẩn thường được qIU định là protein và một số acid amin, lipid và acid béo n-3, năng lượng, tỷ lệ P /E, các chất khoáng (Ca, P, ...) và vài vitamin [32]. Dựa trên thành phần sinh hóa người ta chia thức ăn thành 5 thành phần: protein, lipid, carbohydrate, vitamin và chất khoáng [28].

1.4.3.1. Protein

“Nhu cầu protein là lượng protein tối thiểu có trong thức ăn nhằm thỏa mãn yêu cầu các acid amin để đạt tăng trưởng tối đa” [40, 203]. Lượng protein được cá tiêu thụ trong cho ăn ảnh hưởng đến tình trạng chuyển hóa của nó. Ở protein cao trong khẩu phần làm tăng lên các nồng độ của các acid amin tự do trong cơ thể, sự bài tiết ammonia, sự tổng hợp protein, các hoạt động của các enzym sinh tổng hợp glucose và làm giảm các hoạt động của các enzym phân giải glucose [31]. Giai đoạn còn nhỏ, cá có cường độ bắt mồi cao và nhu cầu cao về protein để đáp ứng đặc tính sinh trưởng nhanh. Cá có phổ thức ăn hẹp, không có khả năng thích ứng với nhiều loại thức ăn. Đây là lý do cho người nuôi cá xác định khẩu phần ăn, xác định loại thức ăn cho cá. Vấn đề cơ bản nhất là thức ăn phải đủ lượng và hàm lượng protein cao. Có như vậy cá mới sinh trưởng tốt, khỏe mạnh, có sức đề kháng, tỷ lệ sống cao [92].

1.4.3.2. Lipid

Chức năng chính của lipid ở động vật hoặc là làm các phân tử tích trữ năng lượng ở mức cao hoặc là làm các thành phần của các màng tế bào [31]. Đối với cá, hàm lượng lipid thay đổi tùy theo loài, tuy nhiên mức đề nghị từ 6 – 10%. Bổ sung lipid vào thức ăn sẽ ảnh hưởng đến sự tăng trưởng. Hiệu quả sử dụng protein ở động vật thủy sản, nhờ tác dụng chia sẻ nhu cầu năng lượng của protein [40]. Nguồn năng lượng chính trong thức ăn không phải là Protein. “Lipid chứa khoảng 9,1 Kcal GE /g, là nguồn năng lượng quan trọng trong thức ăn thủy sản, lipid làm tăng mật độ năng lượng khẩu phần và nhu cầu năng lượng duy trì của cá bình quân 70 kJ /kg thể trọng hay 50 kJ /kg W^{0,75} ở nhiệt độ nước 20 – 24 °C” [32].

1.4.3.3. Carbohydrate

Các nghiên cứu về cho ăn cho thấy các mức tối ưu của carbohydrate trong thức ăn cho cá chép là 30 – 40% và cho cá cam (*Seriola dumerili*) là khoảng 10% [31]. Carbohydrate không phải là thành phần dinh dưỡng cần thiết trong thức ăn thủy sản và động vật thủy sản không có nhu cầu carbohydrate trong thức ăn như acid amin và các acid béo thiết yếu. Tuy nhiên, carbohydrate là nguồn cung cấp năng lượng rẻ tiền trong thức ăn. Khi thiếu nguồn năng lượng này các động vật thủy sản sẽ sử dụng lipid và protein làm nguồn năng lượng. Một số loài cá, đặc biệt là cá ăn tạp dùng carbohydrate trong thức ăn sẽ giúp cho cá có tăng trưởng được tốt hơn và sử dụng protein hiệu quả hơn [40].

1.4.3.4. Vitamin

Vitamin là một thành phần dinh dưỡng quan trọng của động vật thủy sản. So với các thành phần dưỡng chất chính trong thức ăn như protein, lipid và carbohydrate, vitamin chiếm một lượng rất nhỏ từ 1 – 2%. Tuy nhiên, chi phí của vitamin có thể lên đến 15% và có vai trò quyết định trong quá trình trao đổi chất của cơ thể. Vì hầu hết các vitamin giữ vai trò đặc biệt như là một co-enzyme hay các tác nhân hỗ trợ các enzyme thực hiện các phản ứng sinh hóa trong cơ thể sinh vật. Nhiều kết quả nghiên cứu cho thấy, động vật thủy sản không có khả năng hay khả năng tổng hợp rất ít không đủ cho nhu cầu vì vậy bổ sung vitamin vào thức ăn để động vật thủy sản ăn là rất cần thiết. Động vật thủy sản ăn thức ăn không được cung cấp đầy đủ vitamin sẽ sinh trưởng chậm, tỉ lệ sống thấp, khả năng chịu đựng với biến động môi trường kém và dễ bị bệnh. Điều cần lưu ý khi bổ sung vitamin vào thức ăn là ngoài việc căn cứ vào nhu cầu của đối tượng thủy sản còn phải xem xét đặc tính của loại vitamin [32, 40].

1.4.3.5. Chất khoáng

Khoáng hay các nguyên tố vô cơ, cần cho động vật để duy trì nhiều quá trình chuyển hóa của chúng và để cung cấp vật liệu cho các thành phần cấu trúc chủ yếu như xương, vảy, haemoglobin, các sắc tố của tế bào, protein, hormon thyroid, enzyme, ... [31]. Nhu cầu chất khoáng cho động vật thủy sản là khó xác định nhất, bởi lẽ cá có thể hấp thu chất khoáng trực tiếp từ môi trường nước qua mang, da. Các khoáng vi lượng hiện diện với một tỷ lệ nhỏ trong thức ăn, nhưng đóng vai trò quan trọng là xúc tác các phản ứng hóa học xảy ra trong quá trình dinh dưỡng của cơ thể [40]. “Mặc dù

hầu hết các khoáng tìm thấy trong tự nhiên đều có mặt trong các mô của động vật vì chúng có trong thức ăn nhưng không phải chất khoáng nào cũng có vai trò trao đổi chất của cơ thể. Một số chất khoáng với hàm lượng rất thấp có thể gây độc cho cơ thể. Ngay cả một số chất khoáng cần thiết đối với động vật thủy sản nhưng được cung cấp với lượng vượt mức nhu cầu cũng gây độc” [32].

Bảng 1.4: Nhu cầu dinh dưỡng của một số loài cá da trơn nước ngọt được nghiên cứu

STT	Loài cá	Nhu cầu dinh dưỡng					Nguồn
		Protein (%)	Lipid (%)	Carbohydrate	Vitamin C	Chất khoáng	
1	Cá trèn bầu (<i>Ompok bimaculatus</i>)	40	9	-	-	-	[153]
2	Cá leo (<i>Wallago attu</i>)	50	-	-	-	-	[29]
3	Cá kết (<i>Micronema bleekeri</i>)	49	-	-	-	-	[89]
4	Cá tra (<i>Pangasianodon hypophthalmus</i>)	35	-	-	-	-	[116]
5	Cá bông lau (<i>Pangasius krempfi</i>)	35 – 40	-	-	-	-	[26]
6	Cá hú (<i>Pangasius conchophilus</i>)	45	-	-	-	-	[114]
7	Cá tra nghệ (<i>Pangasius kunyit</i>)	40	-	-	-	-	[131]
8	Cá lăng (<i>Mystus wyckioides</i>)	42 – 44	6 - 10	-	1	-	[112]
9	Cá heo (<i>Bontia modesta</i>)	40	-	-	-	-	[9]

1.5. Một số kết quả nghiên cứu về sản xuất giống cá trèn bầu

1.5.1. Nghiên cứu kích thích cá trèn bầu sinh sản

Sridhar và cs (1998) tiến hành cho sinh sản cá trèn bầu bằng kích dục tố Ovaprim với liều 0,5 ml /kg cá cái, liều tiêm cá đực bằng liều tiêm cá cái, sau 5 – 6 giờ tiêm kích dục tố thì cá đẻ và 24 giờ sau trứng nở thành cá con. Sức sinh sản trung bình 4.012 ± 100 trứng /cá cái, tỉ lệ thụ tinh khoảng 75%, tỉ lệ nở 55% – 60% [228].

Sử dụng sGnRH và đối kháng dopamine để kích thích cá trèn bầu sinh sản với liều thích hợp và kinh tế nhất là 0,7 ml /kg khối lượng con cái và 0,5 ml /kg đối với con đực. Thời gian hiệu ứng đẻ trứng là 7 - 8 giờ ở nhiệt độ $27 \pm 0,5$ °C. Thụ tinh và tỷ lệ nở trong khoảng 75 – 90% và 80 – 90% tương ứng. Trứng nở trong vòng 21 ± 1 giờ sau khi thụ tinh ở nhiệt độ $27 \pm 0,5$ °C và noãn hoàng được hấp thu hoàn toàn trong 48 giờ. Sự tồn tại của ấu trùng giảm đáng kể sau 5 ngày và được ghi nhận còn 10,4% sau 10 ngày nuôi [229].

Theo nghiên cứu của Lê Văn Lễnh (2012), thí nghiệm kích thích cá trên bầu sinh sản bán nhân tạo với chất kích thích và liều lượng khác nhau. Kết quả dùng LHRH-a + DOM liều lượng từ 100 – 200 μg /kg cá cái, HCG liều lượng từ 2.000 – 3.000 IU /kg cá cái đều kích thích cá sinh sản. Liều lượng Nào thùy dùng 5 – 15 mg /kg cá cái, thì ở liều 15 mg mới kích thích cá sinh sản. Thời gian hiệu ứng dao động từ 7,5 – 9 giờ đối với chất kích thích LHRH-a + DOM, từ 8 – 9 giờ đối với HCG và Nào thùy. Sức sinh sản thực tế dao động từ 46 – 154 trứng /g. Thụ tinh từ 71 – 93%. Tỷ lệ cá nở từ 83 – 90%. Tỷ lệ cá bột sống 3 ngày 76 – 88%. Thời gian phát triển phôi từ 22 – 24 giờ. Kích thước trứng cá trên bầu dao động 1,0 – 1,3 mm, trứng cá trên bầu thuộc loại trứng chìm (dính nhẹ) [42].

1.5.2. Nghiên cứu ương cá trên bầu

Một báo cáo của Choltisak Chawpaknum (1999) cho biết ương nuôi cá trên bầu từ 3 - 15 ngày tuổi với ba loại thức ăn là thức ăn chế biến, moina mới nở và lòng đỏ trứng pha loãng. Kết quả cho thấy, thức ăn tự chế và moina mới nở cho tăng trưởng và tỷ lệ sống tốt hơn lòng đỏ trứng pha loãng [152].

Choltisak Chawpaknum (2003) cho rằng nhu cầu dinh dưỡng protein tối ưu của cá trên bầu từ 1 - 4 ngày tuổi là 37,66%. Trong một nghiên cứu khác cũng của tác giả đã kết luận rằng mức năng lượng có trong thức ăn 40% protein tối ưu cho sự tăng trưởng của cá trên bầu là khoảng 466,40 và 489,50 kcal /100 g thức ăn 40% protein. Cá trên bầu thí nghiệm có khối lượng trung bình 0,5 g và chiều dài 3,9 cm được ương trong bể xi măng với mật độ 175 cá thể m^3 . Cá được cho ăn thức ăn viên với các hàm lượng protein khác nhau là 21,70%; 26,10%; 30,61%; 35,79%; 39,34% trong 90 ngày. Kết quả thí nghiệm cho thấy tỉ lệ tăng trưởng, tỷ lệ sống, hệ số thức ăn, tỷ lệ protein hiệu quả được thể hiện tốt ở nghiệm thức có protein 35,79% và 39,34% [153].

Pradhan và Debtanu Barman (2013) đã nghiên cứu ấu trùng cá trên bầu từ 2 ngày tuổi được nuôi trong điều kiện phòng thí nghiệm đến 12 ngày và cuối thời gian thử nghiệm đã ghi nhận tỷ lệ sống từ 47% đến 62%. Hơn nữa, nuôi ấu trùng trong bể xi măng đến 30 ngày đã cho tỷ lệ sống khoảng 90%. Kết quả nghiên cứu cho thấy có khả năng cải thiện sự sống sót của ấu trùng bằng cách cung cấp các điều kiện tốt về môi trường và thức ăn là quan trọng [213].

Samir Malla và Banik (2015) đã tiến hành thí nghiệm ương nuôi với thời gian trong 28 ngày để đánh giá về tăng trưởng và tỷ lệ sống của cá trên bầu. Khi cá được 7 ngày tuổi thì thả trong bể 30 lít với 5 loại thức ăn khác nhau (động vật phù du, trùn chỉ, động vật phù du + trùn chỉ, lòng đỏ trứng, và TACN). Các thí nghiệm cho thấy tăng trưởng đặc trưng (SGR) ở nghiệm thức cho cá ăn động vật phù du kết hợp trùn chỉ là $(4,79 \pm 0,58)$, tiếp theo là trùn chỉ $(4,11 \pm 0,52)$, động vật phù du $(3,94 \pm 0,14)$, lòng đỏ trứng $(3,46 \pm 0,31)$, và thấp nhất được quan sát là TACN $(2,93 \pm 0,24)$, sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$). Tăng trọng (%) cao nhất khi cho cá ăn động vật phù du cộng trùn chỉ $(13,67 \pm 1,5)$ và thấp nhất là TACN $(8,13 \pm 0,9)$. Tỷ lệ cá sống cao nhất khi cho cá ăn động vật phù du kết hợp trùn chỉ $(66,50 \pm 2,14\%)$ và trùn chỉ $(61,75 \pm 2,02\%)$, tỷ lệ cá sống thấp nhất $(45,82 \pm 1,03\%)$ của TACN vào ngày 28 [221].

Lê Văn Lễnh (2012) đã tiến hành thí nghiệm ương cá trên bầu từ cá bột đến 60 ngày tuổi bằng các loại thức ăn khác nhau. Kết quả tăng trưởng về khối lượng và chiều dài cá sau 60 ngày ương với các loại thức ăn khác nhau (tép, cá bạc má, trùn chỉ) đều cho tăng trưởng tốt hơn so với TACN (dao động trong khoảng 1,3 – 2,1 g /con). Sự phân đàn của cá trên bầu thấp ở các nghiệm thức dao động từ 1,4 - 5,7. Hệ số thức ăn thấp nhất khi cho cá ăn trùn chỉ (2,7), cao nhất cho cá ăn cá bạc má (3,56). Tỷ lệ sống thấp nhất là TACN (48,9%), cao là cho ăn cá bạc má (64,9%). Một thí nghiệm ương cá trên bầu từ cá bột đến 60 ngày tuổi ở các mật độ khác nhau. Kết quả tăng trưởng về khối lượng và chiều dài cá sau 60 ngày ương khác nhau về mật độ thì không có sự khác biệt thống kê ($p > 0,05$) dao động từ 1,4 – 1,7 g /con. Hệ số phân đàn dao động từ 0,0 – 27,2. Tỷ lệ sống của cá thấp nhất ở 2 con /lít, dao động từ 36 – 64% [42].

CHƯƠNG 2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Địa điểm và thời gian nghiên cứu

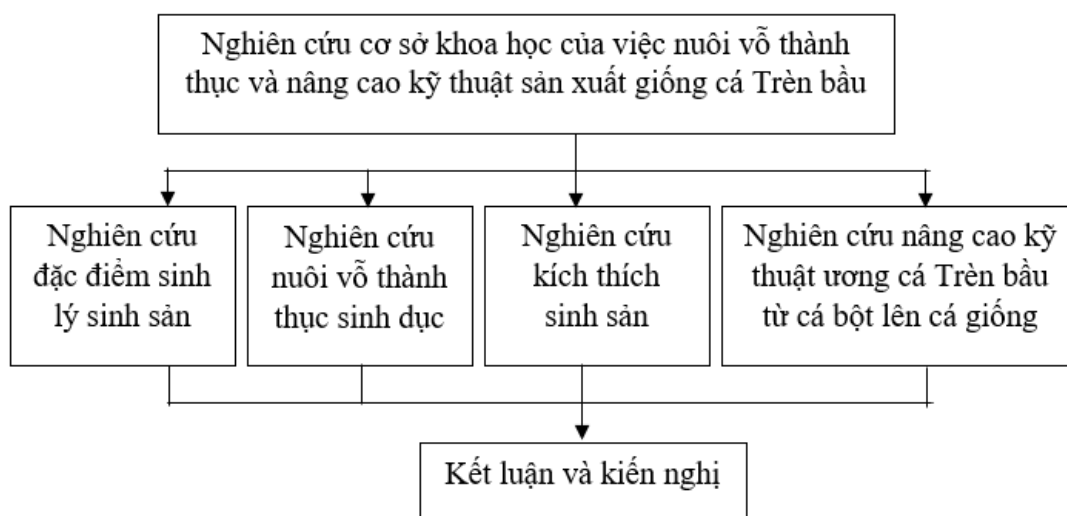
2.1.1. Địa điểm nghiên cứu

Nghiên cứu được thực hiện tại trại Thực nghiệm Thủy sản của Trường Đại học An Giang.

2.1.2. Thời gian nghiên cứu

Đề tài được thực hiện từ năm 2017 đến năm 2021.

2.2. Sơ đồ các nội dung được nghiên cứu



Hình 2.1: Sơ đồ các nội dung được nghiên cứu

Nghiên cứu này nhằm kết luận một số đặc điểm sinh lý sinh sản cá trên bầu. Nuôi vỗ thành thực cá trên bầu bằng các loại thức ăn khác nhau trong điều kiện nuôi nhốt. Sử dụng hormon steroid (progesterone) cho cá sinh sản và gieo tinh nhân tạo. Nghiên cứu một số đặc điểm phát triển của ống tiêu hóa, chỉ số chọn lựa thức ăn và khả năng chịu đựng một số yếu tố môi trường của cá trên bầu. Nghiên cứu các tổ hợp của thức ăn, hàm lượng protein khác nhau trong thức ăn, mật độ khác nhau và ương theo hệ thống nước chảy tuần hoàn có ảnh hưởng đến tăng trưởng và tỷ lệ sống cá trên bầu giai đoạn từ cá bột lên cá giống. Từ đó làm cơ sở cho việc xây dựng quy trình sản xuất giống cá trên bầu.

Đối tượng nghiên cứu: cá trên bầu (*Ompok bimaculatus*)

Phạm vi nghiên cứu: cá trên bầu trưởng thành nuôi vỗ thành thực, kích thích sinh sản, ương cá từ 1 – 90 ngày tuổi.

2.3. Vật liệu và phương pháp tiến hành nghiên cứu

2.3.1. Nghiên cứu nuôi vỗ cá trên bầu thành thực sinh dục

2.3.1.1. Thí nghiệm 1: Nghiên cứu một số đặc điểm sinh lý sinh sản của cá trên bầu

- Phương pháp thu mẫu

Mẫu cá được thu từ các đồng chà, đặt lú, dón ... từ người dân trong tỉnh An Giang gồm thành phố Long Xuyên, huyện Châu Thành, huyện Châu Phú, thành phố Châu Đốc, huyện An Phú và huyện Tri Tôn. Cá trên bầu được thu ngoài tự nhiên trong mùa sinh sản của cá (từ tháng 4 – tháng 12) đảm bảo đủ các giai đoạn của tuyến sinh dục phát triển. Khảo sát 10 cá thể cho mỗi giai đoạn của tuyến sinh dục.

Mẫu cá thu phải giữ sống và vận chuyển kín đóng oxy về phòng thí nghiệm trường Đại học An Giang. Từng cá thể được cân khối lượng và đo chiều dài. Sau khi được cân và đo thì cá được thu máu. Máu được lấy từ động mạch cuống đuôi bằng ống tiêm, không sử dụng chất chống đông, lượng máu lấy là 0,5ml, để phân tích một số chỉ tiêu: số lượng của hồng cầu, tỷ lệ của huyết cầu (hematocrit), thể tích của hồng cầu, protein cơ và gan, phosphate protein huyết tương (vitellogenin), giải phẫu cá để xác định giới tính và các giai đoạn phát triển của tuyến sinh dục (TSD). Mẫu TSD được cố định bằng dung dịch Bouin trung tính, phân tích mô học nhằm xác định giai đoạn phát triển của buồng trứng hay buồng tinh.

- Phân tích các chỉ tiêu:

$$+ \text{Số lượng hồng cầu } H (10^6 \text{ tế bào } /\text{mm}^3) = C \times 200 \times 5 \times 10$$

Trong đó: C là tổng số hồng cầu đếm được trong 5 vùng ô đếm;

200: số lần pha loãng;

5: để có diện tích mm^2 ;

10: để có thể tích mm^3

+ Tỷ lệ của huyết cầu (hematocrit), thể tích trung bình hồng cầu:

Tỷ lệ huyết cầu (hematocrit, %) xác định dựa vào phương pháp của Larsen and Snieszko (1961) trích trong Đỗ Thị Thanh Hương và Nguyễn Văn Tư (2010) [22]

Thể tích trung bình hồng cầu MCV (μm^3) = $10 \times [\text{tỷ lệ huyết cầu } (\%) / \text{số lượng hồng cầu } (10^6/\text{mm}^3)]$

+ Protein cơ và gan cá xác định dựa vào phương pháp của Lowry và cs (1951) [193], sử dụng đường chuẩn là Bovine serum albumin (BSA, Sigma).

+ Hàm lượng vitellogenin xác định thông qua hàm lượng phosphate protein trong huyết tương.

$$\text{phosphate protein huyết tương} = \frac{\mu\text{g ALP}}{\text{mL huyết tương}} : \frac{\text{mg protein}}{\text{mL huyết tương}} = \mu\text{g ALP} : \text{mg protein}$$

- Xác định các giai đoạn TSD bằng cách quan sát trực tiếp hình thái TSD dựa theo Xakun và Buskaia (1968) [132] về thang 6 bậc và kết hợp với làm tiêu bản tổ chức mô học dựa theo phương pháp của Drury và Wallington (1967) [163] và Kiernan (1990) [184] (xem phụ lục 7).

2.3.1.2. Thí nghiệm 2: Nuôi vỗ cá trên bầu thành thực bằng các loại thức ăn có hàm lượng đạm khác nhau trong điều kiện nuôi nhốt

- Bố trí thí nghiệm

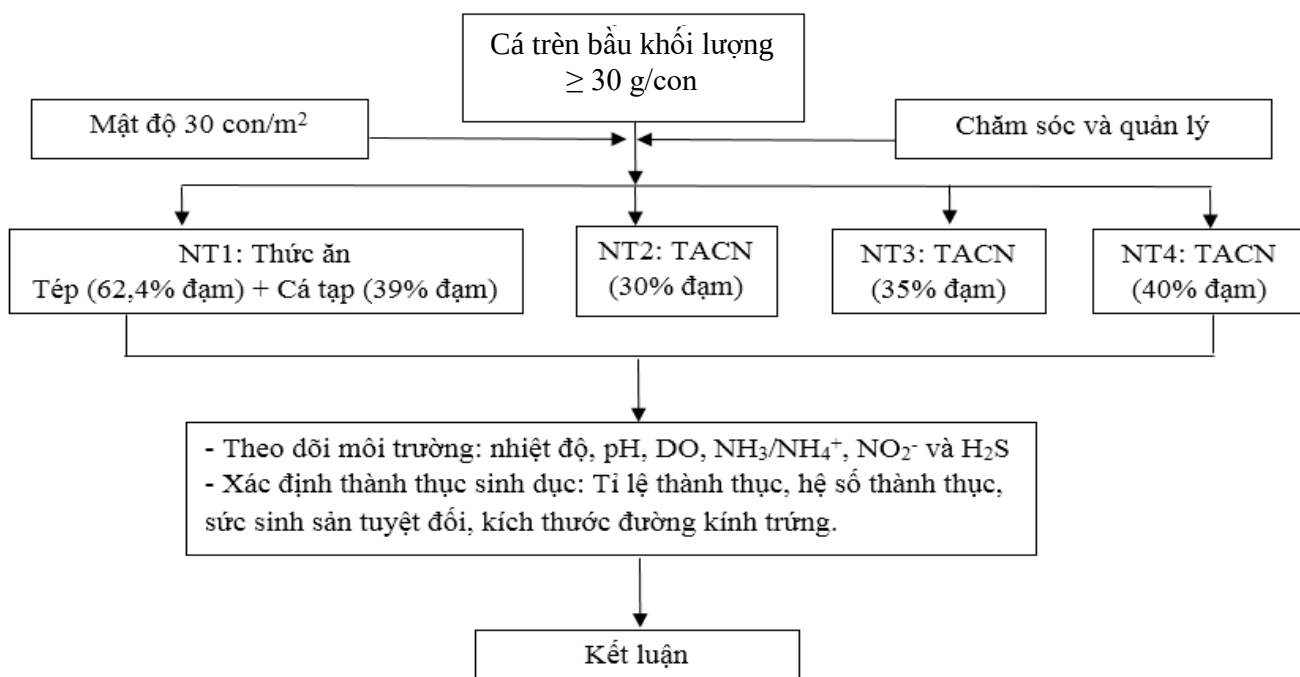
+ Hệ thống thí nghiệm: trong giai lưới (3x2x2) m, mắt lưới có kích thước là 0,8 cm, đặt trong ao đất, diện tích ao = 500 m², sâu 1,5 - 2,0 m.

+ Cá thí nghiệm: kích cỡ tương đối đồng nhất và khỏe mạnh, khối lượng ≥ 50 g /con cá cái, ≥ 30 g /con cá đực bắt tự nhiên. Cá trên bầu đực có kích thước nhỏ hơn cá cái, bụng có ngấn, gai sinh dục nhọn và dài hơn cá cái. Cá trên bầu cái bụng to và mềm hơn cá đực.

+ Thức ăn cho cá ăn trong thí nghiệm: 50% tép (62,4% protein) + 50% cá tạp (39% protein) và thức ăn công nghiệp (30% protein, 35% protein và 40% protein); trộn vitamin E 2 g /kg thức ăn; thức ăn được rải trực tiếp xuống giai cho cá ăn. Khẩu phần ăn được tính trên khối lượng tươi ở nghiệm thức tép + cá tạp từ 3 – 5% và khối lượng khô ở nghiệm thức ăn thức ăn viên từ 1 – 2%. Tép là tép nước ngọt và cá tạp nước ngọt gồm: cá rô phi, cá dảnh, ...

+ Bố trí thí nghiệm: 4 nghiệm thức (tép + cá tạp và TACN) và 3 lần lặp lại cho mỗi nghiệm thức; mật độ 30 con /m², tỷ lệ đực cái là 1 /1; thời gian nuôi 12 tháng (nhằm theo dõi đủ 12 tháng trong năm, khí hậu biến đổi, chu kỳ tự nhiên trong 1 năm, nhằm đánh giá cá bố mẹ tốt hơn); thí nghiệm được bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên.

+ Cho ăn và chăm sóc: giai đoạn hậu bị hoặc sau khi cá sinh sản thì cho ăn 2 – 5% /khối lượng cá /ngày (nuôi vỗ tích cực); trước khi cho cá sinh sản 1 tháng cho ăn 1 – 3% /khối lượng cá /ngày (nuôi vỗ thành thực); ngày cho ăn 1 lần lúc 17h00. Định kỳ thay nước 7 ngày /lần 30%.



Hình 2.2: Sơ đồ thí nghiệm ảnh hưởng của thức ăn có hàm lượng đạm khác nhau đến một số chỉ tiêu sinh sản

- Theo dõi các chỉ tiêu sau:

+ Môi trường nước gồm: nhiệt độ, pH, DO, NH₃/NH₄⁺, NO₂⁻ và H₂S kiểm tra lúc 6h00 và 14h00; 7 ngày kiểm tra một lần.

+ Kiểm tra giải phẫu 9 đực và 9 cái ngẫu nhiên cho một nghiệm thức; định kỳ 1 tháng (30 ngày) một lần; kiểm tra sự thành thực sinh dục (tỷ lệ thành thực, hệ số thành thực, sức sinh sản tuyệt đối (GD IV), kích thước đường kính trứng).

2.3.2. Nghiên cứu kích thích sinh sản cá trên bầu

2.3.2.1. Thí nghiệm 3: Kích thích cá trên bầu sinh sản từ thành thực tự nhiên

- Bố trí thí nghiệm

+ Cá trên bầu bố mẹ cho sinh sản được đánh bắt tự nhiên ở sông Hậu thuộc tỉnh An Giang. Thời gian thu bắt đầu tháng 4, cá bố mẹ khi bắt về được dưỡng trong giai từ 30 – 45 ngày, sau đó lựa chọn cá thành thực sinh dục để tiêm chất kích thích sinh sản. Cá cái bụng to mềm, cá đực có gai sinh dục nhọn là cá thành thực tốt.

+ Các loại chất kích thích được sử dụng trong nghiên cứu bao gồm: LHRH-a + DOM; HCG và Progesterone (P). Các chất này có nguồn gốc từ Trung Quốc.

Bảng 2.1: Liều lượng và loại chất kích thích cá sinh sản

Liều lượng và loại (/kg cá)	Dung môi hòa tan	Số lượng cá tiêm
100 µg LHRH-a + 10 mg DOM	Nước muối sinh lý	4 cặp cá /liều
150 µg LHRH-a + 15 mg DOM		
200 µg LHRH-a + 20 mg DOM		
2.000 IU HCG	Nước muối sinh lý	4 cặp cá /liều
2.500 IU HCG		
3.000 IU HCG		
10 mg P	Cồn 70 độ	4 cặp cá /liều
15 mg P		
20 mg P		

+ Cá cái và cá đực được tiêm 1 liều duy nhất. Tiêm 3 ml cho 1 kg cá. Vị trí tiêm ở cơ lưng. Bố trí thí nghiệm theo kiểu ngẫu nhiên hoàn toàn.

+ Thụ tinh tự nhiên: sau khi được tiêm chất kích thích cá được cho vào bể 500 lít có sục khí, mật độ 2 con trên bể (12 bể cho 1 loại chất kích thích). Tỷ lệ đực : cái là 1 : 1. Khi cá đẻ dùng vợt vớt trứng qua bể áp.

+ Gieo tinh nhân tạo: tiến hành vuốt trứng khi cá cái rụng trứng và mổ tinh cá đực cho gieo tinh nhân tạo. Tỷ lệ đực : cái là 1 : 1.

+ Sử dụng hệ thống bình Weys làm bằng nhựa có thể tích 7,5 lít một bình để tiến hành ấp trứng. Mật độ ấp là 5.000 trứng /lít.

- Theo dõi các chỉ tiêu:

+ Môi trường nước trong bể đẻ và bình ấp trứng: nhiệt độ, pH, DO, $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$, NO_2^- . Đo hàng ngày lúc 6h00 và 14h00.

+ Các chỉ tiêu sinh sản theo dõi: thời gian cá hiệu ứng chất kích thích (giờ), tỷ lệ cá đẻ (%), tỷ lệ trứng thụ tinh (%) lấy ngẫu nhiên trứng đang ấp xem phôi phát triển tới phôi vị, tỷ lệ cá nở (%) theo dõi trứng đã thụ tinh và nở để tính tỷ lệ, sức sinh sản tương đối thực tế (trứng /kg), kích thước trứng (mm), quá trình phát triển của phôi (giờ), tỷ lệ cá dị hình (%), kích thước miệng cá mới nở (mm). So sánh các chỉ tiêu giữa sinh sản gieo tinh nhân tạo và thụ tinh tự nhiên.

2.3.2.2. Thí nghiệm 4: Kích thích sinh sản cá trên bầu thành thực từ nuôi vỗ

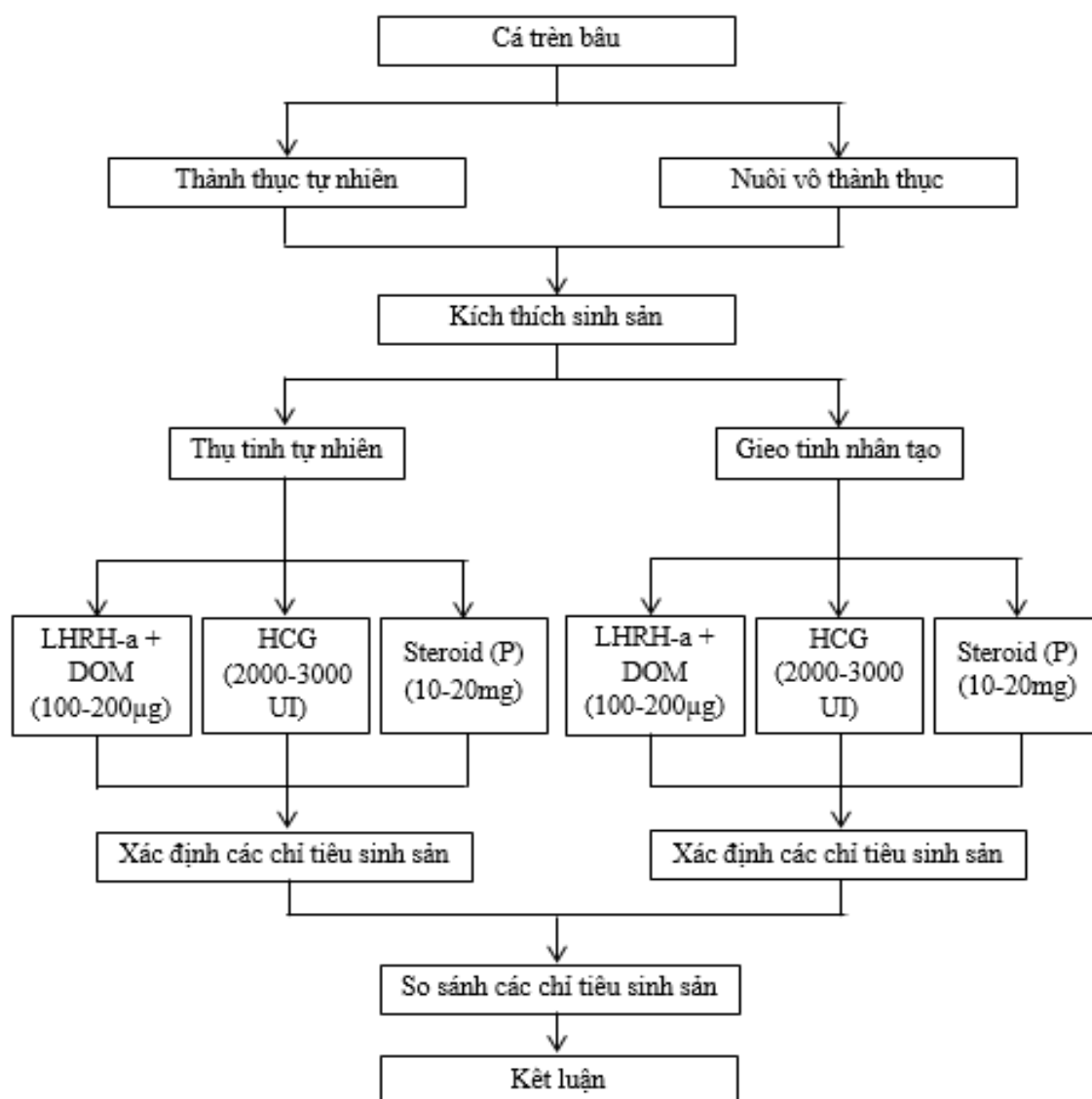
- Bố trí thí nghiệm:

+ Chọn cá thành thực từ nuôi vỗ (thí nghiệm 2, cho cá ăn thức ăn tép + cá tạp và TACN 40% protein) để kích thích cho sinh sản chung.

+ Các chất kích thích sinh sản và liều lượng giống thí nghiệm 3.

+ Cá cái và cá đực liều tiêm, vị trí tiêm, bố trí thí nghiệm, thụ tinh tự nhiên, gieo tinh nhân tạo, ấp trứng, các chỉ tiêu theo dõi: tương tự thí nghiệm 3.

So sánh các chỉ tiêu sinh sản giữa thụ tinh tự nhiên và gieo tinh nhân tạo từ cá thành thực tự nhiên và cá nuôi vỗ thành thực.



Hình 2.3: Sơ đồ kích thích cá trên bầu sinh sản

2.3.3. Nghiên cứu nâng cao kỹ thuật ương từ cá trên bầu bột lên cá giống

2.3.3.1. Thí nghiệm 5: Nghiên cứu đặc điểm phát triển của ống tiêu hóa và chỉ số lựa chọn thức ăn của cá trên bầu bột lên hương

- Hệ thống thí nghiệm: sau khi hết noãn hoàng cá trên bầu được chuyển sang ương trong ao có diện tích nhỏ (5x3x0,75) m, đáy ao được phủ một lớp bùn lấy từ sông dày 25 cm, mật độ ương cá là 2 con /lít nước, để đảm bảo đủ oxy hòa tan cho cá phát triển thì ao được sục khí nhẹ.

- Nguồn thức ăn cho cá ăn: trước khi thả cá vào ao, trong ao ương cá được gây nuôi thức ăn tự nhiên, bằng cách hòa tan thức ăn bột đậm đặc (42% đậm) với liều lượng 10 g /m³ và bón liên tiếp trong 3 ngày, trong quá trình ương treo 8 túi vải có chứa 5 g bột cá /m³ /ngày trong ao suốt thời gian thí nghiệm để duy trì thức ăn tự nhiên.

- Thu và phân tích hình thái ống tiêu hóa cá trên bầu

+ Thu mẫu: cá trên bầu được thu vào các ngày tuổi 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 15, 20, 25, 30 và mỗi ngày thu 10 cá thể sống để quan sát và chụp hình các giai đoạn phát triển của ống tiêu hóa, đo chiều dài ruột, chiều dài thân và kích cỡ mở miệng của cá.

+ Phương pháp phân tích: cá từ 2 – 15 ngày tuổi quan sát hình dạng ống tiêu hóa trên kính hiển vi để chụp và đo chiều dài. Cá từ 16 – 30 ngày tuổi thì ống tiêu hóa được xem bằng mắt thường và đo trên giấy kẻ với độ chính xác là 1 mm.

+ Phương pháp xác định độ cỡ miệng cá bột: cỡ miệng của cá được Shirota (1970) [226] tính theo công thức như sau $MH (90^\circ) = AB \times \sqrt{2}$

Trong đó: MH là độ rộng của miệng cá (mm), AB là chiều dài hàm trên của cá.

+ Phương pháp xác định RLG: là tỷ lệ giữa chiều dài ruột trên chiều dài thân tính theo Al-Hussainy (1949) [134].

+ Phương pháp phân tích mô học ống tiêu hóa: thu 30 con mỗi ngày cho vào dung dịch Bouin, nhuộm mẫu mô học ống tiêu hóa cá bằng hematoxylin-eosin (H&E) theo phương pháp của Drury và Wallington (1967) [163] và Kiernan (1990) [184]. Tiến hành quan sát tiêu bản mô học ống tiêu hóa trên kính hiển vi (4X, 10X, 40X) để chụp lại ảnh xác định sự biến đổi cấu trúc của các cơ quan ống tiêu hóa. (phụ lục 13).

- Thu mẫu và phân tích xác định chỉ số lựa chọn thức ăn (E)

+ Thu mẫu: mẫu thực vật, động vật thủy sản và cá thu vào các ngày 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 15, 20, 25, 30 sau khi bố trí thí nghiệm. Mỗi ngày thu 20 con cá /mẫu và bảo quản trong dung dịch formol thương mại 10%.

+ Phân tích mẫu nước: phân tích định tính loài phù sinh thực và động vật theo tài liệu phân loại của Shirota (1966) [225], Đặng Ngọc Thanh và cs (1980) [16], Boltovskoy (1999) [143]. Phân tích định lượng bằng phương pháp của Boyd và Tucker (1992) [147].

+ Phân tích thức ăn trong ống tiêu hóa của cá: phổ dinh dưỡng của cá trên bầu bọt được xác định theo phương pháp số lượng của Biswas (1993) [142].

+ Chỉ số lựa chọn thức ăn của cá trên bầu (E): Ivlev (1961) [177] thể hiện bằng chỉ số lựa chọn thức ăn E (electivity index) bằng công thức: $E = (r_i - p_i) / (r_i + p_i)$

Trong đó: r_i là phần trăm loại thức ăn i đã được tìm thấy trong ruột cá tính trên tổng số loại thức ăn có trong ruột con cá;

p_i là phần trăm loại thức ăn tương ứng đã được tìm thấy trong môi trường ương cá trên tổng loại thức ăn có trong môi trường.

2.3.3.2. Thí nghiệm 6: Nghiên cứu khả năng chịu đựng một số yếu tố môi trường của cá trên bầu giai đoạn 1 đến 30 ngày tuổi

- Cá thí nghiệm: từ cá cho sinh sản nhân tạo.

- Ương cá từ 1 đến 30 ngày tuổi, để lấy cá làm khả năng chịu đựng một số yếu tố môi trường (ngưỡng trên và ngưỡng dưới).

- Yếu tố môi trường gồm: nhiệt độ, oxy và cường độ tiêu hao oxy, pH, độ mặn đối với cá 1, 5, 10, 15, 20, 25 và 30 ngày tuổi.

+ Xác định yếu tố nhiệt độ cao và thấp gây chết cá:

Phương pháp xác định yếu tố nhiệt độ cao và nhiệt độ thấp gây chết cá trên bầu dựa theo phương pháp của Lahdes và Vainio (2003) [188] như sau: Cho 10 con cá thí nghiệm vào dụng cụ chứa là cốc thủy tinh 1 lít (đối với cá 1, 5, 10, 15 ngày tuổi) và 2 lít (đối với cá 20, 25 và 30 ngày tuổi). Dụng cụ chứa cá là cốc thủy tinh được đặt trong các thau nước. Điều chỉnh nhiệt độ môi trường gián tiếp thông qua các thau nước bằng nước sôi (để xác định khả năng chịu đựng yếu tố nhiệt độ trên của cá) hoặc nước đá (để xác định khả năng chịu đựng yếu tố nhiệt độ dưới của cá) điều chỉnh không quá 2 °C trong một giờ. Trong các dụng cụ chứa cá có đặt nhiệt kế thủy ngân để theo dõi

nhệt độ và thường xuyên bổ sung nước sôi hay nước đá để ổn định yếu tố nhiệt độ. Nhiệt độ cao và thấp gây chết cá là giá trị của nhiệt độ được ghi nhận tại thời điểm khi có 50% số cá chết trong dụng cụ chứa cá. Cá chết được xác định là cá vừa ngừng hô hấp, nằm yên không cử động và không hồi phục khi được đưa trở lại điều kiện môi trường bình thường. Nhiệt độ ban đầu thí nghiệm là 27 °C.

+ Xác định ngưỡng oxy và cường độ tiêu hao oxy:

Ngưỡng oxy được xác định theo phương pháp bình kín của Wokoma và Marioghae (1996) [241]. Sau khi thả cá vào bình thì đậy kín miệng bình lại bằng nút cao su có gắn 2 vòi, đảm bảo không có bọt khí bên trong bình và không cho oxy từ không khí xâm nhập vào bình. Tiến hành thu mẫu nước trong bình kín khi có 50% số cá trong bình chết. Dùng phương pháp Winkler cổ định và phân tích mẫu nước.

Cường độ tiêu hao oxy ($\text{mg O}_2/\text{g.giờ}$) cũng được xác định theo phương pháp bình kín. Cho cá vào bình kín và để trong một giờ. Cường độ tiêu hao oxy được tính theo công thức: $Q (\text{mg O}_2/\text{g.giờ}) = (\text{O}_2 \text{ đầu} - \text{O}_2 \text{ cuối}) \times (\text{Vb} - \text{Vc}) / \text{P} \times \text{T}$

Trong đó: O_2 đầu: hàm lượng oxy trong nước trước khi thả cá (mg/L);

O_2 cuối: hàm lượng oxy trong nước sau thí nghiệm một giờ (mg/L);

Vb: thể tích bình dùng làm thí nghiệm (lít);

Vc: thể tích cá dùng làm thí nghiệm (lít);

P: khối lượng cá thí nghiệm (g);

T: thời gian thí nghiệm (giờ).

+ Xác định pH cao và pH thấp gây chết cá:

Nghiên cứu xác định pH cao và pH thấp gây chết cá được thực hiện tương tự nghiên cứu xác định ảnh hưởng của nhiệt độ gây chết cá. Phương pháp tiến hành theo Wokoma và Marioghae (1996) [241]. Điều chỉnh nước sử dụng để có giá trị pH theo yêu cầu của thí nghiệm bằng H_3PO_4 loãng ($\text{pH} = 2,5$ để làm giảm pH) hoặc NaOH loãng ($\text{pH} = 12$ để tăng pH) trong thời gian một giờ ở mỗi mức pH. Mỗi lần tăng hay giảm giá trị pH là 0,5. Sử dụng máy đo pH để xác định các giá trị của pH thí nghiệm. Theo dõi hoạt động của cá trong các cốc thủy tinh trong thời gian 24 giờ. Ghi nhận giá trị pH thấp nhất và pH cao nhất có 50% cá chết. pH ban đầu thí nghiệm là 7.0.

+ Xác định độ mặn gây chết cá:

Nghiên cứu ảnh hưởng của độ mặn đến cá nước ngọt là độ mặn cao gây chết cá. Thường được xác định với độ mặn gây chết cá trung bình (LC50 với đơn vị tính ppt hay ‰) theo Bringolf và cs (2005) [149]. Sử dụng nước ót có độ mặn 90‰ rồi dùng nước này pha với nước ngọt tạo thành môi trường nước có độ mặn từ từ với bậc thang là 1‰. Sử dụng khúc xạ kế để xác định độ mặn nước cần dùng trong thí nghiệm. Cá trên bầu được bố trí trong 3 cốc thủy tinh (2 lít nước /cốc), mỗi cốc chứa 10 cá thể theo trình tự tăng dần độ mặn trong thời gian một giờ ở mỗi mức độ mặn là 1‰. Theo dõi hoạt động của cá trong các cốc thủy tinh trong thời gian 24 giờ. Ghi nhận giá trị độ mặn ở đó có 50% cá chết, đó chính là độ mặn gây chết của cá trên bầu. Độ mặn ban đầu thí nghiệm 0‰.

2.3.3.3. Thí nghiệm 7: Ảnh hưởng của các tổ hợp thức ăn đến tăng trưởng và tỷ lệ sống của cá trên bầu giai đoạn 1 – 30 ngày tuổi trong bể composite

- Hệ thống thí nghiệm: bể composite 0,5 m³ (nước 0,35 m³); đặt trong trại có mái che; sục khí 24 /24; giá thể là dây nylon, ống nhựa PVC.
 - Cá thí nghiệm: là cá từ sinh sản nhân tạo được 1 ngày tuổi, kích cỡ quan sát thấy tương đối đồng nhất và khỏe mạnh.
 - Thức ăn cho cá ăn trong nghiên cứu gồm 4 nghiệm thức tổ hợp thức ăn như Bảng 2.2
- Bảng 2.2: Các tổ hợp thức ăn cho cá trên bầu từ 1 – 30 ngày tuổi

Tuổi cá (ngày)	Nghiệm thức các tổ hợp thức ăn			
	NT1	NT2	NT3	NT4
2 – 4 (5)	50% lòng đỏ trứng + 50% bột đậu nành	Artemia bung dù	Luân trùng	Fripak
5 – 10 (11)	Trứng nước	Artemia nở (sinh khối)	Cá tạp hấp xay nhuyễn	Lancy
11 – 30	50% trùn chỉ + 50% cá tạp xay nhuyễn	Trùn chỉ	Cá tạp xay nhuyễn	TACN (bột và mảnh)

Ghi chú: NT: nghiệm thức; TACN: thức ăn công nghiệp

- Bố trí thí nghiệm: 4 nghiệm thức và 4 lần lặp lại cho một nghiệm thức; mật độ 10 con /lít; thời gian thí nghiệm 30 ngày; bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên.
- Chăm sóc và quản lý: cho cá ăn theo nhu cầu; ngày 4 lần /ngày (7h00, 11h00, 15h00 và 19h00); sau khi cho ăn một giờ thì hút thức ăn dư thừa ra và cấp nước lại như ban đầu. 2 ngày thay nước một lần từ 30 - 50%.

2.3.3.4. Thí nghiệm 8: Ảnh hưởng của mật độ khác nhau đến tăng trưởng và tỷ lệ sống của cá trên bầu giai đoạn 1 – 30 ngày tuổi trong bể composite

- Hệ thống thí nghiệm, cá thí nghiệm, chăm sóc và quản lý: tương tự thí nghiệm 7.
- Thức ăn dùng để cho cá ăn: là tổ hợp thức ăn tốt nhất ở thí nghiệm 7 (NT2).
- Bố trí thí nghiệm: 4 nghiệm thức và 4 lần lặp lại cho một nghiệm thức; mật độ khác nhau là NT1 10 con /lít, NT2 20 con /lít, NT3 30 con /lít và NT4 40 con /lít; dựa vào một số loài cá nước ngọt được ương trước đó và tập tính sống quần đàn của cá trên bầu; thời gian thí nghiệm 30 ngày; bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên.

2.3.3.5. Thí nghiệm 9: Ảnh hưởng của thức ăn chế biến có hàm lượng protein khác nhau lên tăng trưởng và tỷ lệ sống của cá trên bầu giai đoạn 31 – 90 ngày tuổi trong bể composite

- Hệ thống thí nghiệm: bể composite 0,5 m³ (nước 0,35 m³) đặt trong trại có mái che; sục khí 24/24; giá thể là ống nhựa PVC.
- Cá thí nghiệm: ương lên 30 ngày tuổi; chọn cá khỏe mạnh, kích cỡ gần đồng nhất.
- Thức ăn cho cá ăn trong thí nghiệm: thức ăn chế biến riêng có các mức hàm lượng 35% protein, 40% protein, 45% protein và 50% protein; Lipid là 9%. Thức ăn trong thí nghiệm là tự chế dạng viên chìm, kích cỡ 1 - 2 mm được ép bằng máy, khi cho cá ăn thì cà cho thích hợp cỡ miệng cá, mỗi lần sản xuất 2 kg, được phơi khô dưới ánh nắng mặt trời và bảo quản trong tủ lạnh 4°C. Không có cố định tỉ lệ P /E. Thức ăn được phân tích protein, lipid và không phân tích độ ẩm, dùng phương pháp Kjeldahl để phân tích protein và phương pháp Soxhlet để phân tích lipid tại phòng thí nghiệm trường Đại học An Giang.

Nguyên liệu (g)	Thức ăn chế biến			
	35% protein	40% protein	45% protein	50% protein
Bột cá (62% đậm) (Việt Mỹ Feed)	27,5	32,2	36,9	41,6
Bột thịt xương (48% đậm) (Việt Mỹ Feed)	8,5	10	11,5	13
Bột đậu nành (48% đậm)	22,2	26	29,8	33,6
Bột mì (10% đậm)	36	26	16	6
Dầu cá	5	5	5	5
Khoáng vi lượng (Mekong Vina)	0,15	0,15	0,15	0,15
Vitamin hỗn hợp (Mekong Vina)	0,15	0,15	0,15	0,15
Mono Di-Calcium phosphate (MDCP)	0,5	0,5	0,5	0,5
Tổng khối lượng (g)	100	100	100	100
Kết quả phân tích				
Protein (%)	35,2	40,1	44,9	49,7
Lipid (%)	8,9	9,1	9,3	9,5

- Bố trí thí nghiệm: 4 nghiệm thức và 4 lần lặp lại cho một nghiệm thức; mật độ 1 con /lít; thời gian 60 ngày; bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên.

- Cho ăn và chăm sóc: cho ăn theo nhu cầu, cho ăn ngày 2 lần (8h và 17h); 2 ngày thay nước một lần từ 30 - 50%.

2.3.3.6. Thí nghiệm 10: Ảnh hưởng của mật độ khác nhau lên tăng trưởng và tỷ lệ sống của cá trên bầu giai đoạn 31 – 90 ngày tuổi trong bể composite

- Hệ thống thí nghiệm, cá thí nghiệm, cho ăn và chăm sóc: tương tự thí nghiệm 9.

- Thức ăn cho cá ăn trong thí nghiệm: thức ăn chế biến có hàm lượng protein tốt nhất từ thí nghiệm 9 (NT3).

- Bố trí thí nghiệm: 4 nghiệm thức và 4 lần lặp lại cho một nghiệm thức; mật độ (NT1 1 con /lít, NT2 1,5 con /lít, NT3 2 con /lít và NT4 2,5 con /lít); thời gian 60 ngày; bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên.

2.3.3.7. Thí nghiệm 11: Ảnh hưởng của thức ăn chế biến có hàm lượng protein khác nhau lên tăng trưởng và tỷ lệ sống của cá trên bầu giai đoạn 31 – 90 ngày tuổi trong hệ thống tuần hoàn

- Hệ thống thí nghiệm: bể composite 0,5 m³ (nước 0,35 m³) đặt trong trại có mái che; sục khí 24 /24; giá thể là ống nhựa PVC. Nước chảy tuần hoàn.

- Cá thí nghiệm: được ương lên 30 ngày tuổi; chọn cá khỏe mạnh và có kích cỡ tương đối đồng nhất.

- Thức ăn cho cá ăn trong thí nghiệm: thức ăn chế biến có các mức hàm lượng 35% protein, 40% protein, 45% protein và 50% protein; Lipid là 9%.

- Bố trí thí nghiệm: 4 nghiệm thức và 4 lần lặp lại cho một nghiệm thức; mật độ 1 con /lít; thời gian ương 60 ngày; bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên.

- Cho ăn và chăm sóc: cho ăn theo nhu cầu, cho ăn ngày 2 lần (8h và 17h); sau khi cho ăn một giờ thì hút thức ăn dư thừa ra và cấp nước lại như ban đầu.

- Hệ thống nước chảy tuần hoàn: nước từ bể nuôi cá chảy ra bể lắng (10 m³); nước từ bể lắng trong chảy qua túi lọc 1 µm (lọc chất cặn bã trước) vào bể chứa (10 m³); nước từ bể chứa chảy qua bể lọc cơ học 1 m³ gồm: lớp đá 4x6, lớp đá 2x3, lớp sỏi, lớp cát to, lớp than hoạt tính, lớp cát mịn, lớp bông lọc nước; nước từ bể lọc cơ học chảy qua bể lọc sinh học 1 m³ gồm: 1/3 hạt kalness diện tích bề mặt, 5 g vi sinh xử lý nước (thành phần: Bacillus, Lactobacillus, Streptomyces, Saccharomyces, Nitrobacter,

Nitrosomonas, ...) trên một ngày hỗ trợ xử lý nước, sục khí mạnh; nước từ bể lọc sinh học đạt chất lượng tốt thông qua bể nước sử dụng bơm lên các bể nuôi cá.

2.3.3.8. Thí nghiệm 12: Ảnh hưởng của mật độ khác nhau lên tăng trưởng và tỷ lệ sống của cá trên bầu giai đoạn 31 – 90 trong hệ thống tuần hoàn

- Hệ thống thí nghiệm, cá thí nghiệm, cho ăn và chăm sóc: tương tự thí nghiệm 11.
- Thức ăn cho cá ăn trong thí nghiệm: thức ăn chế biến có hàm lượng protein tốt nhất từ thí nghiệm 11 (NT3).
- Bố trí thí nghiệm: 4 nghiệm thức và 4 lần lặp lại cho một nghiệm thức; mật độ (NT1 1 con /lít, NT2 1,5 con /lít, NT3 2 con /lít và NT4 2,5 con /lít); thời gian ương 60 ngày; bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên.
- Theo dõi các chỉ tiêu từ thí nghiệm 7 đến thí nghiệm 12:
 - + Các yếu tố môi trường: nhiệt độ, pH, DO, $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$, NO_2^- kiểm tra lúc 6h00 và 14h00; 3 ngày một lần.
 - + Chỉ tiêu tăng trưởng: khối lượng và chiều dài của cá. Mẫu cá được cân và đo 15 ngày /lần, một lần lấy ngẫu nhiên 30 cá thể cho mỗi nghiệm thức. Tốc độ tăng trưởng được xác định bằng cách cân khối lượng và đo chiều dài tổng. Đo chiều dài cá bằng giấy kẻ ôly hoặc thước kẻ, cân khối lượng cá bằng cân điện tử bốn và hai số lẻ.
 - + Xác định hệ số biến thiên.
 - + Xác định hệ số thức ăn (FCR): sau 60 ngày ương (ở giai đoạn 31 – 90 ngày tuổi).
 - + Xác định tỷ lệ sống: xác định sau 30 và 90 ngày ương.

2.4. Phương pháp xác định các chỉ tiêu

2.4.1. Chỉ tiêu về nuôi vỗ thành thực cá trên bầu

- Tỷ lệ thành thực (%) = Cá thành thực sinh dục (giai đoạn III-IV) /tổng số cá quan sát
- Hệ số thành thực (Gonado-somatic index, GI): được xác định cho từng đợt thu mẫu và là một trong những chỉ số phản ánh mùa vụ sinh sản của cá, được tính theo công thức của Crim và Glebe (1990) [157] như sau:

$$\text{GI (\%)} = (\text{G} / \text{W}_0) \times 100$$

Trong đó: G (g): khối lượng của tuyến sinh dục cá

W_0 (g): khối lượng khi cá bỏ nội quan

- Sức sinh sản: là số lượng trứng chín của một cá cái trước khi sinh sản.

+ Sức sinh sản tuyệt đối (Afe = absolute fecundity): là tổng số trứng của một cá thể cái, được tính dựa theo công thức Bagenal (1967) [137]:

$$AFe (\text{trứng}) = (n \times G) / g$$

Trong đó: n: số lượng trứng của mẫu được lấy ra để đếm (mẫu trứng được lấy để đếm ở 3 vị trí: đầu, giữa và cuối của buồng trứng)

G (g): khối lượng buồng trứng

g (g): khối lượng trứng trong mẫu được lấy ra để đếm

+ Sức sinh sản tương đối (Rfe = relative fecundity): là số lượng trứng trên khối lượng cá cái, được tính theo công thức:

$$RFe (\text{trứng} / \text{kg cá cái}) = AFe / W$$

- Đường kính trứng: được xác định bằng thước đo trực vi thị kính trên kính hiển vi, trứng được lấy để đo ở 3 vị trí đầu, giữa và cuối của buồng trứng với số lượng trứng là 30 tế bào trứng (1 mẫu), sau đó cho tất cả trứng lấy được vào dung dịch Gilson lắc đều cho trứng rời ra để đo.

2.4.2. Chỉ tiêu về kích thích sinh sản cá trên bầu

- Chỉ tiêu môi trường nước (bể đẻ, ấp trứng và ao nuôi vỗ thành thực):

+ Nhiệt độ, pH: dùng máy Thermo cầm tay để đo

+ DO: dùng máy Lovibond cầm tay để đo

+ $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$, NO_2^- : xác định bằng test Sera (công ty Đức tại Việt nam), tham chiếu giá trị, kết quả nhỏ nhất 0,0 mg /lít

+ H_2S : xác định bằng test Envikit (Việt Nam), tham chiếu giá trị, kết quả nhỏ nhất 0,0 mg /lít

- Chỉ tiêu sinh sản:

+ Thời gian hiệu ứng (giờ): được tính từ khi tiêm chất kích thích cho cá sinh sản đến khi cá đẻ trứng hoặc rụng trứng.

+ Tỷ lệ cá đẻ (%):

$$\text{Tỷ lệ cá đẻ (\%)} = \frac{\text{Số lượng cá đẻ}}{\text{Tổng số cá cho đẻ}} \times 100$$

+ Tỷ lệ trứng thụ tinh (%):

$$\text{Tỷ lệ trứng thụ tinh (\%)} = \frac{\text{Số trứng thụ tinh}}{\text{Số trứng quan sát}} \times 100$$

+ Tỷ lệ cá nở (%):

$$\text{Tỷ lệ cá nở (\%)} = \frac{\text{Số lượng cá bột}}{\text{Số trứng thụ tinh}} \times 100$$

+ Sức sinh sản thực tế (trứng /kg):

$$\text{Sức sinh sản tương đối thực tế (trứng/kg)} = \frac{\text{Số trứng cá đẻ ra (trứng)}}{\text{Khối lượng cá cái (kg)}}$$

+ Kích thước trứng (mm): đo 30 trứng dưới kính hiển vi ngay sau khi cá đẻ và sau khi đẻ 2 giờ xem trứng có trương nước không.

+ Thời gian phát triển của phôi (giờ): theo dõi thời gian phân cắt và phát triển phôi được thực hiện dưới kính hiển vi ở vật kính 4 ngay sau khi trứng thụ tinh, nhằm xác định thời gian nở của trứng (thời gian giữa 2 lần quan sát từ 5 – 10 phút), đồng thời tham khảo mô tả của tác giả Phạm Quốc Hùng và Lưu Thị Dung (2005) [44] về quá trình phát triển phôi của các loài cá xương.

+ Tỷ lệ cá dị hình (%):

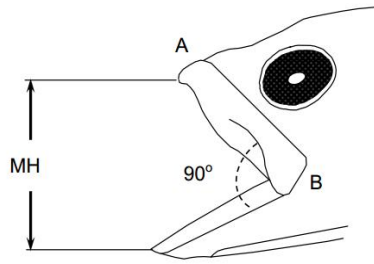
$$\text{Tỷ lệ cá dị hình (\%)} = \frac{\text{Số lượng cá dị hình}}{\text{Số lượng cá nở (bột)}} \times 100$$

+ Kích cỡ miệng cá mới nở (mm): đo 30 cá mới nở dưới kính hiển vi. Kích cỡ miệng cá được đo dựa theo công thức của Shirota (1970) [226]. Kích cỡ miệng cá và chiều dài cá được đo trên kính hiển vi ở vật kính 4X. Kích cỡ miệng cá được xác định như sau:

$$MH = \sqrt{2} \times AB$$

Trong đó: AB là chiều dài hàm trên (mm)

MH: độ rộng miệng cá (mm) khi miệng mở 90°



2.4.3. Chỉ tiêu về ương cá trên bầu từ cá bột lên cá giống

- Chỉ tiêu tăng trưởng: xác định tăng trưởng về khối lượng và chiều dài

+ Tăng trưởng khối lượng đặc trưng (SGR_w: Specific Growth Rate of Weight, % /ngày)

$$SGR_w (\%/ngày) = \frac{\ln(W_2) - \ln(W_1)}{t_2 - t_1} \times 100$$

+ Tăng trưởng khối lượng theo ngày (DWG: Daily Weight Gain, g /ngày)

$$DWG (g/ngày) = \frac{W_2 - W_1}{t_2 - t_1}$$

+ Tăng trưởng chiều dài đặc trưng (SGR_L: Specific Growth Rate of Length, % /ngày)

$$SGR_L (\%/ngày) = \frac{\ln(L_2) - \ln(L_1)}{t_2 - t_1} \times 100$$

+ Tăng trưởng chiều dài theo ngày (DLG: Daily Length Gain, mm hoặc cm /ngày)

$$DLG (cm/ngày) = \frac{L_2 - L_1}{t_2 - t_1}$$

- Hệ số biến thiên (Coefficient of Variation, CV):

+ Hệ số biến thiên theo khối lượng (CV_w, %)

$$CV_w (\%) = \frac{S_w}{\bar{X}_{tbw}} \times 100$$

+ Hệ số biến thiên theo chiều dài (CV_L , %)

$$CV_L (\%) = \frac{S_L}{X_{tbL}} \times 100$$

- Hệ số chuyển hóa thức ăn (Feed Conversion Ratio, FCR): không thu thức ăn thừa

$$FCR = \frac{\text{Tổng lượng thức ăn tiêu tốn}}{\text{Tổng khối lượng (cá khi thu + cá chết) - Tổng khối lượng cá khi thả}}$$

- Tỷ lệ sống (Survival rate - SR, %):

$$\text{Tỷ lệ sống (\%)} = \frac{\text{Tổng số cá thu được}}{\text{Tổng số cá thả}} \times 100$$

Trong đó: W_1, W_2 : khối lượng cá tương ứng ở thời điểm t_1, t_2

L_1, L_2 : chiều dài cá tương ứng ở thời điểm t_1, t_2

S_W, S_L : độ lệch chuẩn về khối lượng và chiều dài

X_{tbW}, X_{tbL} : giá trị trung bình về khối lượng và chiều dài

t : là thời gian tại thời điểm đó

2.5. Xử lý và phân tích số liệu

Tất cả các số liệu được thu thập, tính toán giá trị trung bình bằng chương trình Excel 2013. Đồng thời các số liệu được so sánh giá trị trung bình theo phương pháp phân tích phương sai một yếu tố (one way ANOVA), so sánh tìm sự khác biệt giữa các giá trị trung bình sau phân tích phương sai (post hoc test) giữa các nghiệm thức bằng phép kiểm định DUNCAN mức ý nghĩa 95% ($p < 0,05$) sử dụng phần mềm SPSS 22.0.

CHƯƠNG 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Một số đặc điểm sinh lý sinh sản cá trên bầu

3.1.1. Thay đổi tỷ lệ huyết cầu (hematocrit), số lượng hồng cầu và trung bình thể tích hồng cầu (MCV) theo các giai đoạn tuyến sinh dục của cá trên bầu

Kết quả phân tích tỷ lệ huyết cầu, số lượng hồng cầu, trung bình thể tích cá trên bầu được trình bày ở Bảng 3.1.

Bảng 3.1: Tỷ lệ của huyết cầu, số lượng của hồng cầu và trung bình thể tích hồng cầu ở các giai đoạn khác nhau của tuyến sinh dục cá trên bầu

Giai đoạn tuyến sinh dục	Tỷ lệ huyết cầu (%)		Số lượng hồng cầu (10^6 tế bào /mm ³)		Trung bình thể tích hồng cầu (μm^3)	
	Cá cái (60 mẫu)	Cá đực (40 mẫu)	Cá cái (60 mẫu)	Cá đực (40 mẫu)	Cá cái (60 mẫu)	Cá đực (40 mẫu)
I-II	37,76 ^d ±0,21	25,29 ^a ±0,12	2,09 ^b ±0,02	2,40 ^a ±0,01	193,08 ^d ±4,32	105,87 ^b ±0,89
III	35,48 ^c ±0,33	28,93 ^b ±0,22	2,82 ^d ±0,03	3,36 ^b ±0,04	125,97 ^b ±2,07	86,12 ^a ±1,45
IV-V	26,91 ^b ±0,27	33,14 ^c ±0,26	2,57 ^c ±0,02	3,71 ^c ±0,03	106,92 ^a ±0,77	89,20 ^a ±0,68
VI	16,85 ^a ±0,65		1,21 ^a ±0,05		139,32 ^c ±2,51	

Các giá trị trong cùng cột có chữ cái giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$). Số liệu thể hiện giá trị trung bình $\pm$ sai số chuẩn.

Phân tích máu cá trên bầu kết quả ở Bảng 3.1 cho thấy, tỷ lệ của huyết cầu (hematocrit, %) ở cá trên bầu cái trong khoảng từ 16,85 – 37,76% và cá đực dao động trong khoảng 25,29 – 33,14%, và giữa các giai đoạn của tuyến sinh dục của cá cái hoặc cá đực, các giá trị này khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$). Chỉ tiêu tỷ lệ của huyết cầu bị thay đổi bởi tuyến sinh dục phát triển trên cả cá trên bầu cái và đực. Đỗ Thị Thanh Hương và Nguyễn Văn Tư (2010) [22] cho rằng tỷ lệ huyết cầu thay đổi theo giống loài và phương thức sống của cá, thông thường tỷ lệ huyết cầu chiếm khoảng 27% thể tích máu. Tỷ lệ huyết cầu ở cá chép (*Cyprinus carpio*) cao nhất đạt 36%, cá hàm ếch (*Lophius piscatorius*) thấp nhất đạt 16%, cá rô biển nước ngọt (*Pristolepis fasciata*) cái dao động từ 26,58 – 30,61% và cá rô biển đực từ 31,83 – 44,93% [104]. Tỷ lệ huyết cầu của cá trên bầu tương đương với cá chép và cá rô biển nước ngọt, có lẽ vì chúng có cùng môi trường sống là nước ngọt. Tỷ lệ huyết cầu cá trên bầu cái giảm dần từ giai đoạn I-II xuống giai đoạn VI, điều này cho thấy khi buồng trứng phát triển thì tỷ lệ huyết cầu giảm. Ngược lại, tỷ lệ huyết cầu cá trên bầu đực tăng dần từ giai đoạn I-II lên giai đoạn IV-V. Tỷ lệ huyết cầu ở các giai đoạn của cá trên bầu cái khác biệt ($p < 0,01$) với các giai đoạn ở cá trên bầu đực; điều này cho thấy giới tính có ảnh hưởng đến tỷ lệ huyết cầu ở cá trên bầu.

Số lượng trung bình hồng cầu ở cá trên bầu cái ($1,21 \times 10^6 - 2,10 \times 10^6$ tế bào /mm³) thấp hơn số lượng trung bình hồng cầu cá trên bầu đực ($2,40 \times 10^6 - 3,71 \times 10^6$ tế bào /mm³) theo giai đoạn của tuyến sinh dục phát triển và giữa các giai đoạn phát triển của tuyến sinh dục ở cá cái hoặc cá đực, các giá trị này khác biệt ($p < 0,05$). Suprancee và cs (1991) cho rằng số lượng trung bình hồng cầu của cá biến động theo giống loài, tuổi, giới tính, chế độ dinh dưỡng và vài yếu tố trong môi trường sinh sống của chúng [45]. Số lượng hồng cầu của cá trên bầu cao hơn ở cá rô phi (*Oreochromis niloticus*) ($0,63 \times 10^6 - 1,25 \times 10^6$ tế bào /mm³) [244] và cá rô biển nước ngọt ($1,43 \times 10^6 - 2,84 \times 10^6$ tế bào /mm³) [104] có thể do cá trên bầu là cá da trơn có số lượng hồng cầu cao hơn cá có vảy. Nhưng cá trên bầu thấp hơn cá đối (*Liza subviridis*) ($3,47 \times 10^6 - 5,10 \times 10^6$ tế bào /mm³) [37] và cá nâu (*Scatophagus argus*) ($3,13 \times 10^6 - 4,19 \times 10^6$ tế bào /mm³) [45], có thể cá trên bầu sống ở nước ngọt nên có số lượng hồng cầu thấp hơn cá sống ở nước lợ, mặn. Số lượng hồng cầu thay đổi theo cường độ trao đổi chất, hoạt động và giai đoạn của tuyến sinh dục phát triển ở cá [22]. Số lượng trung bình hồng cầu cá trên bầu cái giảm mạnh sau khi sinh sản (tức ở giai đoạn VI) và tăng dần lên từ giai đoạn I-II đến khi trứng thành thực và sinh sản giai đoạn IV-V thì giảm xuống. Ngược lại, cá trên bầu đực thì số lượng hồng cầu tăng dần từ giai đoạn I-II đến giai đoạn IV-V. Số lượng hồng cầu ở các giai đoạn của cá trên bầu cái khác biệt ($p < 0,01$) với các giai đoạn ở cá trên bầu đực; điều này cho thấy giới tính cũng ảnh hưởng đến số lượng hồng cầu ở cá trên bầu.

Thể tích trung bình hồng cầu cá trên bầu cái dao động từ $106,92 - 193,13 \mu\text{m}^3$ và khác biệt ($p < 0,05$) giữa các giai đoạn của buồng trứng. Đối với cá đực, thể tích trung bình hồng cầu trong khoảng $86,12 - 105,87 \mu\text{m}^3$, và khác biệt ($p < 0,05$) giữa giai đoạn III, IV-V với giai đoạn I-II của buồng tinh. Thể tích trung bình của hồng cầu ở cá trên bầu cái cao hơn cá trên bầu đực theo từng giai đoạn của tuyến sinh dục phát triển, và khác biệt có ý nghĩa ($p < 0,01$), điều này cho thấy giới tính khác nhau thì thể tích trung bình hồng cầu cũng khác nhau. Thể tích trung bình hồng cầu cá trên bầu cái lớn hơn cá đối ($83,24 - 128,76 \mu\text{m}^3$) [37], cá nâu ($84,88 - 103,75 \mu\text{m}^3$) [45] có thể do môi trường sống khác nhau, và cá rô biển nước ngọt ($121,02 - 166,10 \mu\text{m}^3$) [104] là loài cá có vảy nên có thể tích trung bình của hồng cầu thấp hơn cá da trơn là cá trên bầu. Thể tích trung bình hồng cầu cá trên bầu cái giảm ở giai đoạn I-II xuống giai đoạn IV-V, đến

giai đoạn VI thì tăng lên trở lại. Đối với cá trên bầu đực thì thể tích trung bình hồng cầu giảm dần từ giai đoạn I-II xuống tới giai đoạn IV-V. Như vậy cá trên bầu thành thực sinh dục thì thể tích trung bình hồng cầu thấp hơn cá chưa thành thực sinh dục.

3.1.2. Biến đổi hàm lượng protein trong cơ và trong gan theo các giai đoạn tuyến sinh dục phát triển của cá trên bầu

Kết quả hàm lượng protein ở trong cơ và gan cá trên bầu cái và đực ở các giai đoạn tuyến sinh dục phát triển được trình bày ở Bảng 3.2.

Bảng 3.2: Hàm lượng protein trong cơ và trong gan ở các giai đoạn tuyến sinh dục phát triển khác nhau của cá trên bầu

Tuyến sinh dục ở các giai đoạn	Protein trong cơ (mg protein /g mẫu tươi)		Protein trong gan (mg protein /g mẫu tươi)	
	Cá cái (60 mẫu)	Cá đực (40 mẫu)	Cá cái (60 mẫu)	Cá đực (40 mẫu)
I-II	16,00 ^d ±0,09	14,79 ^c ±0,11	31,29 ^d ±0,28	27,96 ^c ±0,06
III	14,36 ^c ±0,21	13,05 ^b ±0,13	28,87 ^c ±0,15	23,94 ^b ±0,51
IV-V	11,98 ^b ±0,14	11,35 ^a ±0,19	25,97 ^b ±0,11	19,16 ^a ±0,28
VI	10,01 ^a ±0,13		23,70 ^a ±0,28	

Các giá trị trong cùng cột có chữ cái giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$). Số liệu thể hiện giá trị trung bình ± sai số chuẩn.

Hàm lượng protein trong cơ cá trên bầu cái ở các giai đoạn của buồng trứng phát triển dao động từ 10,01 – 16,00 mg protein /g mẫu tươi. Hàm lượng protein ở trong cơ cá trên bầu cái khi buồng trứng ở giai đoạn I-II đạt giá trị cao nhất và khi buồng trứng ở giai đoạn VI đạt giá trị thấp nhất. Hàm lượng protein trong cơ ở các giai đoạn khác nhau của buồng trứng khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$). Hàm lượng protein ở trong cơ cá trên bầu cái qua các giai đoạn phát triển của buồng trứng thấp hơn so với cá đối (93,2 – 104,4 mg protein /g mẫu tươi) [37], cá nâu (54,8 – 84,1 mg protein /g mẫu tươi) [45] và cá rô biển nước ngọt (23,2 – 41,2 mg protein /g mẫu tươi) [104].

Hàm lượng protein trong cơ của cá trên bầu đực ở các giai đoạn phát triển buồng tinh dao động từ 11,35 – 14,79 mg protein /g mẫu tươi có xu hướng thấp hơn cá cái theo giai đoạn phát triển và khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$) giữa các giai đoạn của buồng tinh. Kết quả hàm lượng protein trong cơ cá trên bầu đực cao hơn cá đối [37], nhưng thấp hơn cá rô biển nước ngọt (22,4 – 32,5 mg protein /g mẫu tươi) [104].

Hàm lượng protein trong gan cá trên bầu cái ở các giai đoạn của buồng trứng dao động từ 23,70 – 31,29 mg protein /g mẫu tươi, có sự biến động tương tự hàm lượng protein trong cơ của quá trình phát triển buồng trứng, khi buồng trứng ở giai đoạn I-II

đạt giá trị cao nhất và khi buồng trứng ở giai đoạn VI đạt giá trị thấp nhất. Hàm lượng protein trong gan ở các giai đoạn buồng trứng là khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$). Hàm lượng protein ở trong gan của cá trên bầu cái thấp hơn so với cá đối (298,1 – 337,8 mg protein /g mẫu tươi) [37], cá nâu (96,6 – 123,0 mg protein /g mẫu tươi) [45] và cá rô biển nước ngọt (43,1 – 63,5 mg protein /g mẫu tươi) [104].

Hàm lượng protein ở trong gan cá trên bầu đực nằm trong khoảng từ 19,16 – 27,96 mg protein /g mẫu tươi, có xu hướng giảm dần theo sự thành thực của buồng tinh, thấp hơn cá cái và hàm lượng protein trong gan cá đực khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$) giữa các giai đoạn của buồng tinh phát triển. Hàm lượng protein ở trong gan cá trên bầu đực thấp hơn so với cá đối [37] và cá rô biển nước ngọt (39,3 – 53,2 mg protein /g mẫu tươi) [104].

Sự biến động hàm lượng protein ở trong cơ và trong gan của cá trên bầu có sự khác biệt so với cá đối, cá nâu và cá rô biển nước ngọt có thể do sự khác về đối tượng nghiên cứu và môi trường sống như cá đối và cá nâu sống nước lợ, mặn; cá rô biển nước ngọt là cá có vảy; còn cá trên bầu là cá da trơn sống ở nước ngọt. Hàm lượng protein ở trong cơ và trong gan cá trên bầu ảnh hưởng bởi tuyến sinh dục phát triển. Protein và chất béo đóng vai trò quan trọng trong sự phát triển tuyến sinh dục, trong đó gan là cơ quan dự trữ năng lượng chính để phục vụ cho tuyến sinh dục phát triển [181]. Khi năng lượng ăn vào mà không đủ để phát triển tuyến sinh dục, cơ thể cá có thể lấy các nguồn năng lượng được dự trữ trong cơ và gan [175].

Ở cá trên bầu, giai đoạn đầu của quá trình phát dục, cá dành năng lượng và dinh dưỡng cho sinh trưởng và dự trữ nên hàm lượng protein ở trong cơ và trong gan tăng, ở giai đoạn I-II đạt cao nhất. Khi cá thành thực, tức thời kỳ tích lũy noãn hoàng, ngoài protein trong thức ăn, cá còn huy động protein trong cơ và trong gan dẫn tới hàm lượng protein trong hai cơ quan này giảm xuống, thời điểm này cá cũng giảm ăn. Protein được huy động từ cơ để sản xuất các acid amin, sau đó được dùng để oxy hóa tạo năng lượng hoặc tiền chất cho tổng hợp noãn hoàng [154]. Như vậy, protein trong cơ và trong gan của cá trên bầu có tham gia vào quá trình phát triển tuyến sinh dục của cá trên bầu. Hay nói cách khác, sự thành thực ở cá trên bầu chịu sự ảnh hưởng bởi nguồn protein từ trong cơ và trong gan.

3.1.3. Biến đổi hàm lượng phosphate protein huyết tương (vitellogenin) của buồng trứng cá trên bầu qua các giai đoạn phát triển

Kết quả hàm lượng vitellogenin ở các giai đoạn buồng trứng cá trên bầu được trình bày ở Bảng 3.3.

Bảng 3.3: Hàm lượng vitellogenin ở các giai đoạn buồng trứng cá trên bầu (60 mẫu)

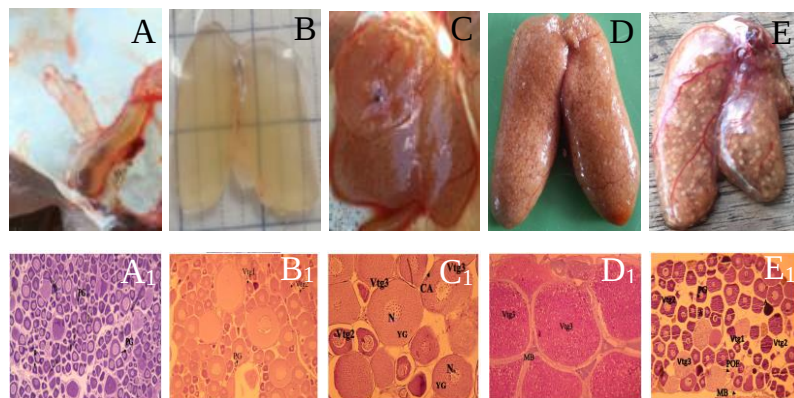
Giai đoạn buồng trứng	Hàm lượng vitellogenin ($\mu\text{g ALP /ml huyết tương}$)
I-II	$62,12^b \pm 0,44$
III	$101,59^c \pm 1,02$
IV-V	$121,17^d \pm 2,70$
VI	$60,78^a \pm 1,07$

Các giá trị trong cùng cột có chữ cái giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$). Số liệu thể hiện giá trị trung bình $\pm$ sai số chuẩn.

Hàm lượng vitellogenin, xác định gián tiếp bằng cách thông qua hàm lượng ALP của cá trên bầu cái tăng dần từ giai đoạn I-II đến giai đoạn IV-V của buồng trứng. Hàm lượng vitellogenin có giá trị thấp nhất khi buồng trứng của cá ở giai đoạn VI và khi ở giai đoạn IV-V thì đạt giá trị cao nhất. Hàm lượng vitellogenin cá trên bầu dao động từ 60,78 – 121,17 $\mu\text{g ALP /ml huyết tương}$ và khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$) giữa các giai đoạn của buồng trứng. Hàm lượng vitellogenin của cá trên bầu tăng mạnh từ giai đoạn III, đây là giai đoạn noãn bào tích lũy nhanh chất dinh dưỡng và lớn lên về kích thước hay còn gọi là quá trình tạo noãn hoàng giúp cho buồng trứng gia tăng nhanh chóng về kích thước và cũng như khối lượng.

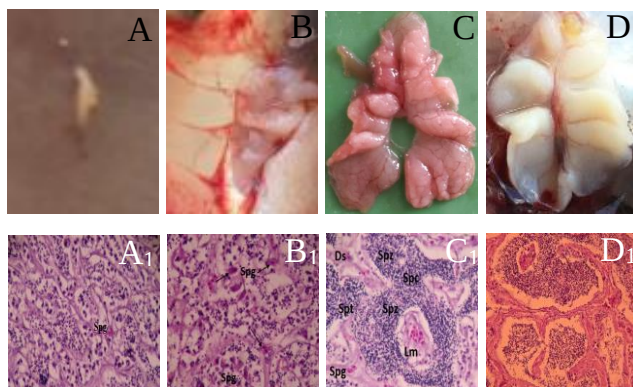
Kết quả nghiên cứu sự biến đổi hàm lượng vitellogenin của buồng trứng theo các giai đoạn phát triển ở cá trên bầu cao hơn cá đối (1,74 – 3,14 $\mu\text{g ALP /ml huyết tương}$) [37], cá nâu (1,26 – 3,12 $\mu\text{g ALP /ml huyết tương}$) [45], cá ngát *Plotosus canius* (4,35 – 8,53 $\mu\text{g ALP /ml huyết tương}$) [53]. Tuy nhiên thấp hơn cá rô biển nước ngọt (74,01 – 148,42 $\mu\text{g ALP /ml huyết tương}$) [104]; ở các đối tượng này hàm lượng vitellogenin thấp ở giai đoạn I, II và ở giai đoạn IV đạt giá trị cao nhất. Hàm lượng vitellogenin của cá trên bầu cao hơn so với cá đối, cá nâu, và cá ngát có thể do môi trường sinh sống nhưng thấp hơn cá rô biển nước ngọt là loài cá có vảy. Mặt khác, hàm lượng vitellogenin của cá trên bầu cao hơn so với cá đối, cá nâu, cá ngát và thấp hơn cá rô biển nước ngọt có thể do hệ số thành thực ở loài cá. Hệ số thành thực của cá trên bầu cao hơn so với cá đối, cá nâu, cá ngát nhưng thấp hơn cá rô biển nước ngọt. Wilder và Huang [240], cho rằng hàm lượng vitellogenin có liên quan đến hệ số thành thực, hệ số thành thực cao thì hàm lượng vitellogenin sẽ cao. Nhận định của Wilder và Huang

phù hợp với nghiên cứu này, cá trên bầu có hệ số thành thực cao hơn cá đối, cá nâu, cá ngát và thấp hơn cá rô biển nước ngọt.



Ghi chú: A, B, C, D và E lần lượt là buồng trứng các giai đoạn I, II, III, IV và VI; (phụ lục 7)
A₁, B₁, C₁, D₁ và E₁ lần lượt là mô học buồng trứng các giai đoạn I, II, III, IV và VI

Hình 3.1: Buồng trứng của cá trên bầu ở các giai đoạn (4X)



Ghi chú: A, B, C và D lần lượt là buồng tinh các giai đoạn I, II, III và IV; (phụ lục 7)
A₁, B₁, C₁ và D₁ lần lượt là mô học buồng tinh các giai đoạn I, II, III và IV

Hình 3.2: Các giai đoạn của buồng tinh ở cá trên bầu (4X)

Tóm lại, cá trên bầu cái có tỷ lệ huyết cầu, hàm lượng protein trong cơ và trong gan thấp nhất ở giai đoạn VI và cao nhất ở giai đoạn I-II; số lượng hồng cầu thấp nhất ở giai đoạn VI và cao nhất ở giai đoạn III; thể tích trung bình hồng cầu thấp nhất ở giai đoạn IV-V và cao nhất ở giai đoạn I-II; hàm lượng vitellogenin thấp nhất ở giai đoạn VI và cao nhất ở giai đoạn IV-V. Cá trên bầu đực có tỷ lệ huyết cầu, số lượng hồng cầu thấp nhất ở giai đoạn I-II và cao nhất ở giai đoạn IV-V; thể tích trung bình hồng cầu thấp nhất ở giai đoạn III-IV-V và cao nhất ở giai đoạn I-II; hàm lượng protein trong cơ và trong gan thấp nhất ở giai đoạn IV-V và cao nhất ở giai đoạn I-II.

3.2. Nuôi vỗ cá trên bầu thành thực bằng thức ăn có hàm lượng protein khác nhau trong điều kiện nuôi nhốt

3.2.1. Một số yếu tố môi trường trong ao nuôi vỗ thành thực cá trên bầu

Trong ao nuôi vỗ có nhiều yếu tố môi trường nước ảnh hưởng đến sự thành thực sinh dục của cá. Chủ yếu các yếu tố như nhiệt độ, pH, DO, $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$, NO_2^- và H_2S có ảnh hưởng gián tiếp và trực tiếp đến sự thành thực của cá. Trong suốt thời gian nuôi vỗ các yếu tố môi trường nước ở trên luôn nằm trong khoảng thích hợp cho cá trên bầu phát triển và thành thực sinh dục.

Bảng 3.4: Các yếu tố môi trường trong ao nuôi vỗ cá trên bầu (n=10 /tháng)

Tháng	Nhiệt độ ($^{\circ}\text{C}$)	pH	DO (mg/l)	$\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$ (mg/l)	NO_2^- (mg/l)	H_2S (mg/l)
01	$28,5 \pm 1,6$	8,0 - 8,5	$4,5 \pm 0,3$	0,03 - 0,08	-	-
02	$28,6 \pm 1,8$	8,0 - 8,2	$4,6 \pm 0,3$	0,03	-	-
03	$28,4 \pm 1,7$	8,0 - 8,5	$4,5 \pm 0,3$	0,03	-	-
04	$28,5 \pm 1,6$	8,0 - 8,5	$4,6 \pm 0,2$	0,03 - 0,08	-	-
05	$26,9 \pm 0,9$	7,5 - 8,5	$4,3 \pm 0,2$	0,009 - 0,08	-	-
06	$27,1 \pm 1,6$	8,0 - 8,5	$4,4 \pm 0,2$	0,03 - 0,08	-	-
07	$27,8 \pm 1,3$	7,5 - 8,0	$4,4 \pm 0,2$	0,009 - 0,03	-	-
08	$27,1 \pm 0,9$	7,5 - 8,0	$4,5 \pm 0,2$	0,009 - 0,03	-	-
09	$28,6 \pm 1,2$	8,0 - 8,5	$4,4 \pm 0,2$	0,03	-	-
10	$27,4 \pm 1,4$	7,5 - 8,0	$4,3 \pm 0,2$	0,009 - 0,03	-	-
11	$29,0 \pm 1,5$	7,5 - 8,5	$4,6 \pm 0,3$	0,009 - 0,03	-	-
12	$28,9 \pm 1,7$	8,0 - 8,5	$4,5 \pm 0,3$	$0,03 \pm 0,08$	-	-

* Ghi chú: “-” là không phát hiện

Nhiệt độ trung bình trong ao nuôi vỗ cá trên bầu dao động từ $26,9 - 29,0^{\circ}\text{C}$. Boyd (1990), Trương Quốc Phú & cs (2006) cho rằng nhiệt độ cho đa số các loài cá nhiệt đới nằm trong khoảng $25 - 32^{\circ}\text{C}$ là thích hợp, từ đó cho thấy nhiệt độ nước của ao trong thời gian nuôi vỗ nằm trong khoảng thích hợp cho sự phát triển và thành thực sinh dục của cá trên bầu [122, 144].

pH là yếu tố môi trường, có ảnh hưởng gián tiếp và trực tiếp đến đời sống của cá. Trong ao nuôi vỗ, pH dao động từ 7,5 – 8,5. Boyd (1998) cho rằng pH nước thích hợp cho sự phát triển của cá nằm trong khoảng 6,5 – 9,0 với nhận định này thì pH trong ao nuôi vỗ ở nghiên cứu này là phù hợp cho sự phát triển và thành thực sinh dục của cá trên bầu [145].

Oxy hòa tan (DO) là yếu tố rất quan trọng trong đời sống của cá nói riêng và thủy sinh vật nói chung. Trong suốt thời gian nuôi vỗ, DO trung bình dao động từ 4,3 – 4,6

mg /l. Phạm Minh Thành và Nguyễn Văn Kiềm (2009) cho rằng oxy hòa tan trong ao nuôi vồ lớn hơn 4 mg /l là tốt cho cá sinh trưởng và thành thực sinh dục [92].

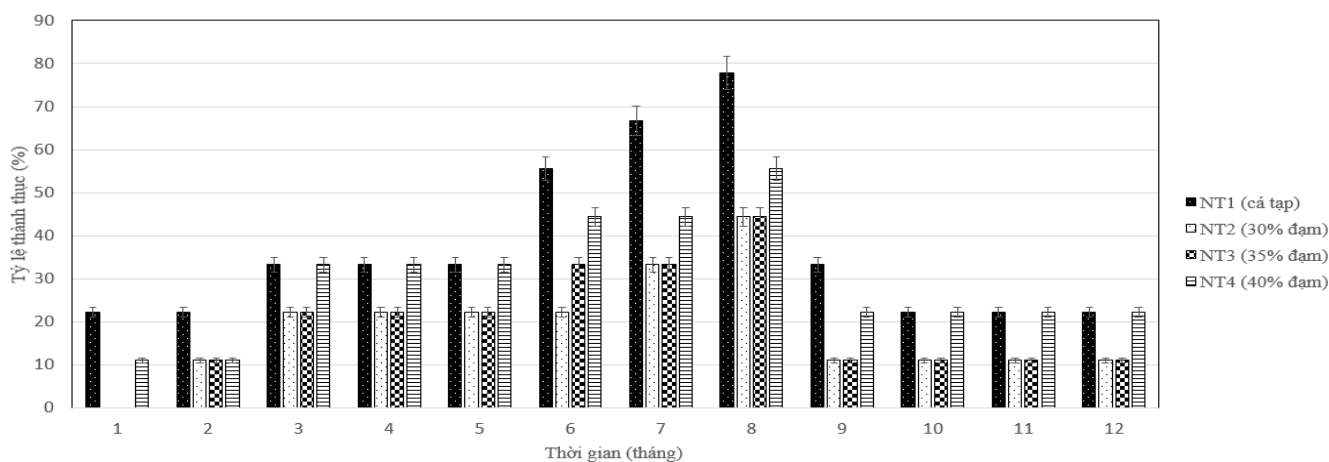
Trong thời gian nuôi vồ, NH_3 dao động từ 0,009 – 0,08 mg /l. Theo Boyd (1990) hàm lượng NH_3 phải nhỏ hơn 0,1 mg /l, như vậy giá trị NH_3 trong nghiên cứu này là phù hợp cho cá trên bầu phát triển và thành thực sinh dục [144].

Trương Quốc Phú (2003) [121], hàm lượng NO_2^- thích hợp trong ao nuôi thủy sản phải nhỏ hơn 0,5 mg /l, còn hàm lượng H_2S cho phép trong ao nuôi các loài thủy sinh vật phải nhỏ hơn 0,01 mg /l [144]. Kết quả từ nghiên cứu này cho thấy các hàm lượng NO_2^- và H_2S là không được phát hiện (có thể bằng 0 mg /l), nghĩa là thuận lợi cho cá trên bầu phát triển và thành thực.

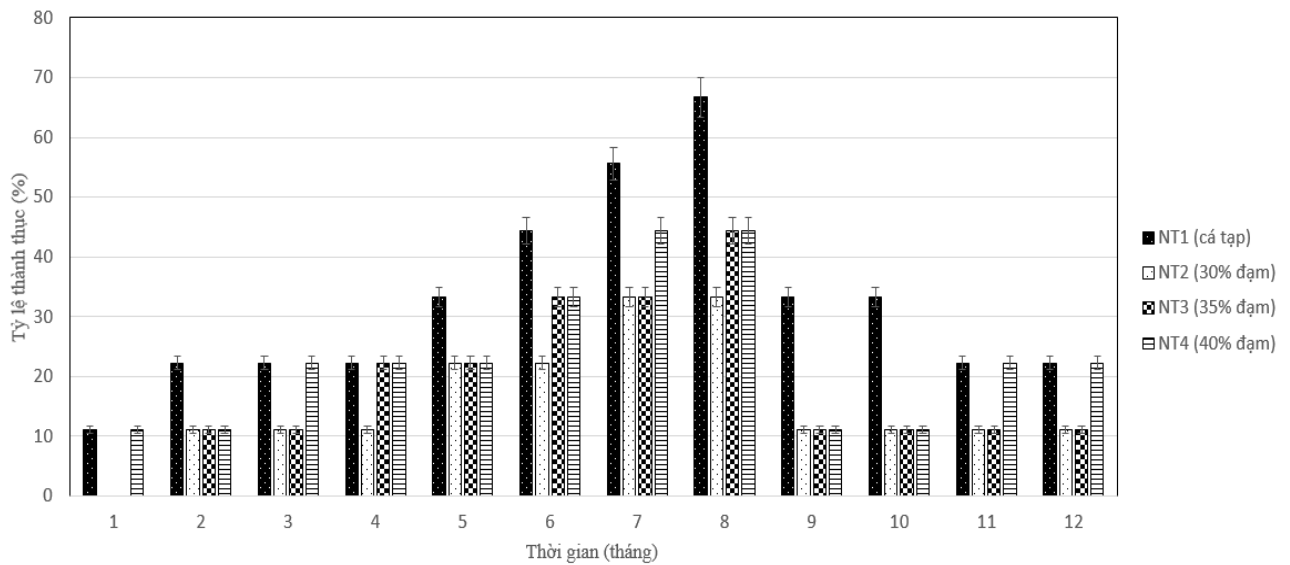
Tóm lại, các yếu tố môi trường nước trong ao nuôi vồ của nghiên cứu này biến động không lớn và nằm trong giới hạn thích hợp cho sự phát triển và thành thực sinh dục của cá trên bầu.

3.2.2. Tỷ lệ thành thực sinh dục của cá trên bầu khi nuôi

Cá trên bầu được nuôi vồ 12 tháng, có tỷ lệ thành thực qua các tháng được trình bày ở Hình 3.3 và Hình 3.4



Hình 3.3: Tỷ lệ thành thực của cá cái nuôi vồ trong giai (n=9 /tháng)



Hình 3.4: Tỷ lệ thành thực của cá đực nuôi vỗ trong giai (n=9 /tháng)

Kết quả nuôi vỗ thành thực cá trên bầu trong 12 tháng, tỷ lệ của cá cái và cá đực thành thực ở 4 nghiệm thức đều tăng dần từ tháng 01 và đạt đỉnh cao nhất ở tháng 08 sau đó giảm dần xuống đến tháng 12. Với kết quả của thí nghiệm này thì cá trên bầu thành thực quanh năm, đạt cao nhất ở tháng 08 là 77,8% (cá cái) và 66,7% (cá đực). Ở nghiệm thức sử dụng thức ăn cá tạp cho cá trên bầu ăn luôn có tỷ lệ thành thực cao hơn so với nghiệm thức cho cá trên bầu ăn bằng thức ăn viên công nghiệp. Vấn đề này có thể do cá trên bầu được đánh bắt từ tự nhiên về nuôi vỗ nên cá còn hoang dã, quen thuộc với việc ăn thức ăn cá tươi tự nhiên so với thức ăn công nghiệp, mặt khác thức ăn tươi sống có hàm lượng protein và acid amin cao dễ tiêu hóa. Tuy nhiên, cá trên bầu cũng nhanh chóng thích ứng với thức ăn viên công nghiệp, đặc biệt thức ăn viên 40% protein đã cho kết quả thành thực gần với thức ăn cá tạp. Kết quả thí nghiệm trên cho thấy cá trên bầu có khả năng thành thực tốt trong điều kiện nuôi nhốt bằng thức ăn cá tạp hoặc thức ăn viên công nghiệp. Chế độ dinh dưỡng luôn ảnh hưởng lớn đến sự thành thực của cá, những nơi có đủ điều kiện dinh dưỡng cá nuôi sẽ thành thực sinh dục sớm hơn với tỷ lệ thành thực cũng cao hơn chỗ thiếu dinh dưỡng [83]. Tỷ lệ thành thực của cá trên bầu cái trong nuôi vỗ tương đương cá trên bầu tự nhiên (76,7%) [127] nhưng cao hơn cá leo (cá cái đạt 70%) [11] và thấp hơn cá tra (đạt từ 80 – 100%) [103], có thể do cá tra được thuần dưỡng nên quen với môi trường nhân tạo dẫn đến thành thực cao trong điều kiện nuôi nhốt. Mặt khác, tỷ lệ cá trên bầu thành thực sinh dục tăng nhanh từ tháng 5 và đạt đỉnh cao vào tháng 8 là sự kết hợp của quá trình cung

cấp đầy đủ chất dinh dưỡng từ thức ăn kết hợp với điều kiện sinh thái thích hợp. Thời gian tháng 5 là đầu mùa mưa ở ĐBSCL, lúc này nhiệt độ nước giảm xuống, chuyển từ trạng thái nóng ở cuối mùa khô sang trạng thái mát ở đầu mùa mưa. Đây cũng là một trong những tín hiệu sinh thái thuận lợi để cho nhiều loài cá ở ĐBSCL sinh sản [92].

3.2.3. Hệ số thành thực của cá trên bầu nuôi vỗ

Kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của thức ăn nuôi vỗ cá trên bầu trong điều kiện nuôi nhốt đến hệ số thành thực sinh dục được thể hiện trong Bảng 3.5 cho thấy, hệ số thành thực tăng dần từ tháng 01 đến tháng 8 và giảm xuống đến tháng 12. Cá đạt hệ số thành thực cao nhất vào tháng 7 và tháng 8 và khác biệt ($p < 0,05$) giữa nghiệm thức NT1 (cá tạp) với nghiệm thức NT2 (30% protein) và NT3 (35% protein). Cá trên bầu cho ăn thức ăn cá tạp và thức ăn viên có hàm lượng protein cao cho hệ số thành thực cao hơn. Trong đó, cá tạp là thức ăn ưa thích của loài, có nhiều giá trị dinh dưỡng cao, giàu vitamin, khoáng và acid amin, dễ tiêu hóa hơn so với thức ăn công nghiệp, dẫn đến hệ số thành thực cao hơn. Dinh dưỡng, đặc biệt là hàm lượng protein trong thức ăn đóng vai trò rất quan trọng trong sự thành thực sinh dục và sinh sản của cá [198]. Khi tăng mức độ protein trong thức ăn của hầu hết các loài cá nước ngọt thì kích thước và khối lượng của buồng trứng cũng tăng dần lên [224]. Hệ số thành thực của cá trên bầu trong nghiên cứu này ở tháng 8 cao nhất (13,88% cá cái và 1,43% cá đực) cao hơn ngoài tự nhiên (9,44% cá cái) [127]; có thể được cung cấp thức ăn đầy đủ, hàm lượng protein cao và ổn định nên có hệ số thành thực cao; và cũng cao hơn cá kết (3,8% cá cái và 0,98% cá đực) [86]. Cá trên bầu có hệ số thành thực của cá cái thường cao hơn cá đực, điều này có thể do khối lượng buồng trứng lớn hơn nhiều so với khối lượng buồng tinh trong cùng giai đoạn phát triển và đặc tính di truyền của loài.

Bảng 3.5: Biến động hệ số thành thực cá trên bầu qua các tháng nuôi vỗ

Thời gian (tháng)	Nghiệm thức	Hệ số thành thực (GI, %)	
		Cá đực (n=9 /tháng)	Cá cái (n=9 /tháng)
01	NT1 (cá tạp)	0,26 ^a ± 0,04	1,33 ^a ± 0,18
	NT2 (30% protein)	0,21 ^a ± 0,02	1,11 ^a ± 0,01
	NT3 (35% protein)	0,23 ^a ± 0,04	1,16 ^a ± 0,06
	NT4 (40% protein)	0,23 ^a ± 0,00	1,30 ^a ± 0,37
02	NT1 (cá tạp)	0,39 ^b ± 0,01	1,41 ^a ± 0,53
	NT2 (30% protein)	0,22 ^a ± 0,04	1,27 ^a ± 0,36
	NT3 (35% protein)	0,23 ^a ± 0,03	1,29 ^a ± 0,40
	NT4 (40% protein)	0,30 ^a ± 0,04	0,96 ^a ± 0,49
03	NT1 (cá tạp)	0,60 ^a ± 0,07	2,23 ^a ± 1,07
	NT2 (30% protein)	0,43 ^a ± 0,04	1,81 ^a ± 0,50
	NT3 (35% protein)	0,49 ^a ± 0,03	1,88 ^a ± 0,44
	NT4 (40% protein)	0,55 ^a ± 0,07	2,04 ^a ± 0,25
04	NT1 (cá tạp)	0,70 ^b ± 0,00	6,16 ^a ± 0,63
	NT2 (30% protein)	0,53 ^a ± 0,07	5,46 ^a ± 0,16
	NT3 (35% protein)	0,55 ^{ab} ± 0,02	5,52 ^a ± 0,15
	NT4 (40% protein)	0,64 ^{ab} ± 0,06	5,68 ^a ± 0,12
05	NT1 (cá tạp)	0,90 ^c ± 0,05	6,52 ^a ± 0,16
	NT2 (30% protein)	0,72 ^{ab} ± 0,03	6,00 ^a ± 0,36
	NT3 (35% protein)	0,68 ^a ± 0,08	6,15 ^a ± 0,26
	NT4 (40% protein)	0,85 ^{bc} ± 0,03	6,10 ^a ± 0,04
06	NT1 (cá tạp)	1,03 ^b ± 0,07	7,43 ^a ± 0,29
	NT2 (30% protein)	0,83 ^a ± 0,03	6,63 ^a ± 0,07
	NT3 (35% protein)	0,84 ^a ± 0,03	6,56 ^a ± 0,36
	NT4 (40% protein)	0,97 ^{ab} ± 0,04	7,08 ^a ± 0,49
07	NT1 (cá tạp)	1,18 ^b ± 0,06	9,02 ^b ± 0,20
	NT2 (30% protein)	0,89 ^a ± 0,02	8,16 ^a ± 0,18
	NT3 (35% protein)	0,96 ^{ab} ± 0,08	8,14 ^a ± 0,27
	NT4 (40% protein)	1,06 ^{ab} ± 0,09	8,55 ^{ab} ± 0,26
08	NT1 (cá tạp)	1,43 ^a ± 0,08	13,88 ^b ± 0,78
	NT2 (30% protein)	1,19 ^a ± 0,02	10,86 ^a ± 0,64
	NT3 (35% protein)	1,21 ^a ± 0,04	10,02 ^a ± 0,11
	NT4 (40% protein)	1,32 ^a ± 0,13	11,51 ^{ab} ± 1,10
09	NT1 (cá tạp)	0,82 ^b ± 0,06	6,11 ^a ± 0,49
	NT2 (30% protein)	0,55 ^a ± 0,01	5,10 ^a ± 0,32
	NT3 (35% protein)	0,55 ^a ± 0,00	5,13 ^a ± 0,29
	NT4 (40% protein)	0,72 ^b ± 0,06	5,93 ^a ± 0,39
10	NT1 (cá tạp)	0,65 ^b ± 0,03	5,34 ^a ± 0,75
	NT2 (30% protein)	0,51 ^a ± 0,03	4,23 ^a ± 0,22
	NT3 (35% protein)	0,51 ^a ± 0,04	4,32 ^a ± 0,24
	NT4 (40% protein)	0,58 ^{ab} ± 0,03	5,55 ^a ± 0,70
11	NT1 (cá tạp)	0,52 ^a ± 0,04	3,39 ^a ± 0,07
	NT2 (30% protein)	0,40 ^a ± 0,07	2,54 ^a ± 0,05
	NT3 (35% protein)	0,43 ^a ± 0,01	2,72 ^a ± 0,66
	NT4 (40% protein)	0,50 ^a ± 0,10	3,06 ^a ± 0,61
12	NT1 (cá tạp)	0,32 ^a ± 0,08	2,62 ^a ± 0,52
	NT2 (30% protein)	0,20 ^a ± 0,04	1,29 ^a ± 0,14
	NT3 (35% protein)	0,22 ^a ± 0,04	1,57 ^a ± 0,61
	NT4 (40% protein)	0,31 ^a ± 0,08	2,53 ^a ± 0,36

Các giá trị trong cùng cột có chữ cái giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$) ở mỗi tháng. Số liệu thể hiện giá trị trung bình ± sai số chuẩn.

3.2.4. Sức sinh sản cá trên bầu trong nuôi vỗ

Dinh dưỡng và môi trường sống là hai yếu tố ảnh hưởng rất lớn đến sức sinh sản của cá trong nuôi vỗ. Ngoài ra sức sinh sản cá còn phụ thuộc vào đặc tính riêng, kích thước cơ thể của từng loài. Những loài cá có kích thước trứng nhỏ, không có tập tính phải bảo vệ con thường có sức sinh sản cao hơn những loài cá có kích thước trứng lớn, phải bảo vệ trứng và ấu trùng. Sức sinh sản của cá trên bầu nuôi vỗ trong giai đoạn ao khi cho ăn cá tạp và thức ăn viên công nghiệp có hàm lượng protein khác nhau được trình bày ở Bảng 3.6

Bảng 3.6: Sức sinh sản của cá trên bầu nuôi vỗ trong giai đoạn ao

Thí nghiệm	Sức sinh sản (n=9 /thí nghiệm)	
	Sức sinh sản tuyệt đối (trứng /cá cái)	Sức sinh sản tương đối (trứng /kg cá cái)
NT1 (cá tạp)	9.586 ^b ± 1.371	238.736 ^a ± 27.001
NT2 (30% protein)	5.571 ^a ± 572	167.149 ^a ± 16.919
NT3 (35% protein)	6.151 ^{ab} ± 846	183.396 ^a ± 17.839
NT4 (40% protein)	7.205 ^{ab} ± 1.154	200.566 ^a ± 24.523

Các giá trị trong cùng cột có chữ cái giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p>0,05$). Số liệu thể hiện giá trị trung bình ± sai số chuẩn.

Kết quả thí nghiệm ở Bảng 3.6 cho thấy, sức sinh sản tuyệt đối của cá trên bầu (khối lượng cá cái từ 40 đến 70 g /con) trong nuôi vỗ có sự khác biệt ($p<0,05$) giữa thí nghiệm NT1 (cá tạp) là 9.586 trứng /cá cái với thí nghiệm NT2 (30% protein) 5.571 trứng /cá cái nhưng sức sinh sản tương đối của cá trong các thí nghiệm dao động từ 167.149 – 238.736 trứng /kg cá cái và không khác biệt ($p>0,05$). Cá trên bầu được nuôi vỗ bằng thức ăn cá tạp có sức sinh sản cao hơn cá trên bầu tự nhiên (8.930 trứng /cá cái và 228.600 trứng /kg cá cái) [127] và cũng cao hơn cá kết (110.000 trứng /kg cá cái) [86].

3.2.5. Đường kính trứng cá trên bầu trong nuôi vỗ

Xác định đường kính trứng của cá trên bầu để làm cơ sở cho việc chọn cá mẹ tham gia sinh sản. Kết quả quan sát 72 mẫu trứng trong đó có 36 mẫu trứng ở giai đoạn III và 36 mẫu trứng ở giai đoạn IV cho thấy trứng cá trên bầu có hình cầu, tương đối tròn đều, qua đo các tế bào trứng trên kính hiển vi có gắn trục vi thị kính cho thấy tế bào trứng ở giai đoạn III có kích thước trung bình là $1,05 \pm 0,10$ mm (dao động từ 0,73 – 1,25 mm) và giai đoạn IV là $1,34 \pm 0,06$ mm (dao động từ 1,05 – 1,43 mm). Đường kính trứng cá trên bầu trong nuôi vỗ có xu hướng lớn hơn ngoài tự nhiên ở giai đoạn III ($1,04 \pm 0,10$ mm) và giai đoạn IV ($1,32 \pm 0,12$ mm) [127] và lớn hơn trứng

của cá kết ở giai đoạn III (0,4 mm) và giai đoạn IV (0,6 – 0,8 mm) [86]. Từ kết quả này, chọn cá trên bầu cái cho sinh sản khi có đường kính tế bào trứng > 1,3 mm có thể tiêm chất kích thích cho cá sinh sản.

Cá trên bầu là loài cá ăn tạp thiên về động vật. “Thành phần thức ăn được tìm thấy trong dạ dày cá trên bầu gồm cá con, giáp xác, nhuyễn thể, giun và côn trùng” [127]. Kết quả phân tích hàm lượng protein trong nuôi vỗ cá trên bầu từ 30% đến 40%, cho thấy hàm lượng protein trong thức ăn đáp ứng nhu cầu của loài cá ăn động vật. Cá bố mẹ trong thời kỳ nuôi vỗ thành thực cần có nhu cầu protein từ 30% đến 40% để cá sinh tinh hay noãn bào tốt hơn [40]. Thức ăn ngoài việc cung cấp vật chất dinh dưỡng cho sinh trưởng, năng lượng cho trao đổi chất mà còn là nguyên liệu cho sản phẩm sinh dục [178]. Việc cung cấp thức ăn có hàm lượng dinh dưỡng đầy đủ và phù hợp với tính ăn của loài trong thời gian nuôi vỗ thành thực, sẽ giúp cá thành thực sinh dục và còn tạo ra các sản phẩm sinh dục tốt [74, 92].

Tóm lại, cá trên bầu thành thực quanh năm, đạt cao nhất ở tháng 08 là 77,8% với cá cái và 66,7% với cá đực. Hệ số thành thực tăng dần từ tháng 01 đến tháng 8 (13,88% cá cái và 1,43% cá đực) rồi giảm xuống đến tháng 12. Sức sinh sản tương đối của cá dao động từ 167.149 – 238.736 trứng /kg cá cái. Cá trên bầu nuôi vỗ thành thực được trong ao và sử dụng được thức ăn là cá tạp hoặc thức ăn viên công nghiệp (30–40% protein) để thành thực nhưng tốt nhất là cá tạp và 40% protein.

3.3. Kích thích sinh sản cá trên bầu thành thực từ tự nhiên

3.3.1. Các yếu tố môi trường nước trong bể cá sinh sản

Đa số các loài cá nuôi có nhiệt độ thích hợp là 20 – 30 °C, pH từ 6 – 9, $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+ < 0,1 \text{ mg/L}$, $\text{NO}_2^- < 0,1 \text{ mg/L}$ và DO trong nước từ 3 – 5 mg/L [56].

Bảng 3.7: Môi trường nước trong bể cá đẻ và bình ấp trứng

	Nhiệt độ (°C)	pH	DO (mg/L)	$\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$ (mg/L)	NO_2^- (mg/L)
Bể cá đẻ	$\frac{26 - 27,9}{26,64 \pm 0,47}$	7,5 – 7,7	$\frac{5,4 - 5,7}{5,54 \pm 0,07}$	-	-
Bình ấp trứng	$\frac{26,5 - 26,7}{26,53 \pm 0,05}$	7,5 – 7,6	$\frac{5,4 - 5,5}{5,43 \pm 0,05}$	-	-

Dòng trên thể hiện giá trị nhỏ nhất và lớn nhất đo được. Dòng dưới thể hiện giá trị trung bình $\pm$ độ lệch chuẩn. “-” là không phát hiện

Kết quả Bảng 3.7 cho thấy, điều kiện môi trường bể cá đẻ, bình ấp trứng gồm nhiệt độ 26 – 27,9 °C; pH = 7,5 – 7,7; DO = 5,4 – 5,7 mg/L; $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$ và NO_2^-

không phát hiện. Những yếu tố môi trường trong thí nghiệm này đều thích hợp cho cá trên bầu sinh sản và phát triển phôi khi ấp trứng.

3.3.2. Kích thích cá trên bầu sinh sản bằng LHRH-a ở các liều lượng khác nhau

Khối lượng cá cái 50 – 105 g /con (trung bình 78,8 g /con). Khối lượng cá đực 30 – 60 g /con (trung bình 41,9 g /con). Khi sử dụng LHRH-a + DOM ở ba mức liều lượng 100, 150 và 200 µg /kg cá, tỷ lệ cá đẻ là 100%, kết quả cụ thể ở Bảng 3.8

Bảng 3.8: Kết quả các chỉ tiêu sinh sản cá trên bầu tự nhiên khi dùng LHRH-a + DOM

Phương pháp thụ tinh	Liều lượng (µg)	Cá cái (con)	Thời gian cá đẻ (h)	Tỷ lệ cá rụng trứng (%)	SSS thực tế (trứng /g)	Tỷ lệ trứng thụ tinh (%)	Tỷ lệ cá nở (%)	Tỷ lệ sống của cá bột (%)	Tỷ lệ cá dị hình (%)
Thụ tinh tự nhiên	100	4	8,7 ^b ± 0,2	100	114,0 ^a ± 12,7	84,5 ^a ± 5,7	87,6 ^a ± 1,3	83,1 ^b ± 2,9	10,3 ^a ± 0,7
			8,0 ^{ab} ± 0,3	100	132,5 ^a ± 24,1	81,4 ^a ± 6,5	84,2 ^a ± 3,2	79,5 ^{ab} ± 2,7	12,0 ^b ± 0,4
	200	4	7,5 ^a ± 0,3	100	159,0 ^a ± 5,4	70,8 ^a ± 2,1	81,2 ^a ± 1,7	73,2 ^a ± 1,2	13,1 ^b ± 0,3
Gieo tinh nhân tạo	100	4	8,5 ^a ± 0,3	100	247,3 ^a ± 6,3	47,6 ^a ± 1,5	50,4 ^b ± 2,4	84,1 ^b ± 2,2	10,2 ^a ± 0,7
			8,0 ^a ± 0,3	100	274,3 ^{ab} ± 8,5	45,2 ^a ± 1,7	47,6 ^{ab} ± 1,2	80,0 ^{ab} ± 1,8	11,9 ^b ± 0,3
	200	4	7,5 ^a ± 0,3	100	291,3 ^b ± 15,6	44,9 ^a ± 1,2	43,5 ^a ± 1,5	76,5 ^a ± 0,4	13,2 ^b ± 0,3

Các giá trị trong cùng cột có chữ cái giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$) theo phương pháp thụ tinh. Số liệu thể hiện giá trị trung bình ± sai số chuẩn.

Kết quả trong Bảng 3.8 cho thấy, thời gian hiệu ứng nằm trong khoảng 7,5 – 8,7 giờ, ở liều lượng cao thì thời gian hiệu ứng nhanh hơn và khác biệt ($p < 0,05$) giữa liều lượng 100 µg với liều lượng 200 µg ở phương pháp thụ tinh tự nhiên. Thời gian hiệu ứng phụ thuộc rất nhiều vào liều lượng chất kích thích sử dụng, phương thức sử dụng cũng như giai đoạn thành thực của noãn sào trước khi sử dụng chất kích thích [20]. Thời gian hiệu ứng này dài hơn so với kết quả nghiên cứu của Sridhar và cs (1998) [228] trên cá trên bầu bằng chất kích thích là Ovaprim với liều 0,5 ml /kg cá cái, sau 5 – 6 giờ thì cá đẻ. Sự khác biệt này có thể là do liều lượng chất kích thích sử dụng khác nhau, ngoài ra điều kiện địa lý cũng có thể là nguyên nhân dẫn đến sự khác nhau này. Mặt khác cá trên bầu ở Ấn Độ được thuần dưỡng lâu năm hơn cá trên bầu trong nghiên cứu này thành thực ngoài tự nhiên và nhiệt độ cho cá đẻ.

Sức sinh sản thực tế dao động từ 114,0 ± 12,7 đến 291,3 ± 15,6 trứng /g cá cái, ở liều lượng cao thì trứng rụng nhiều hơn liều lượng thấp. Ở phương pháp thụ tinh tự

nhiên, không khác biệt ($p>0,05$) giữa ba liều lượng nhưng ở phương pháp gieo tinh nhân tạo thì có khác biệt ($p<0,05$) giữa liều lượng 100 μg với liều lượng 200 μg . Ở phương pháp thụ tinh tự nhiên sức sinh sản của cá cái cũng phụ thuộc rất lớn vào cá đực vì khi cá cái rụng trứng mà cá đực không quần để cho cá cái sinh sản thì sức sinh sản cũng thấp. Ngược lại ở phương pháp gieo tinh nhân tạo, khi cá cái rụng trứng thì tiến hành vuốt trứng nên vuốt hết được trứng rụng ra ngoài, vì vậy sức sinh sản lớn hơn thụ tinh tự nhiên.

Tỷ lệ trứng thụ tinh tự nhiên dao động từ 70,8 – 84,5%, không có sự khác biệt ($p>0,05$) ở ba liều lượng khác nhau. Ở phương pháp gieo tinh nhân tạo có tỷ lệ thụ tinh dao động trong khoảng 44,9 – 47,6% và cũng không có sự khác biệt ($p>0,05$) giữa các liều lượng. Tuy nhiên, nghiên cứu này cho thấy, liều lượng cao 200 μg cá rụng trứng nhiều nhưng thụ tinh thấp, điều này có thể do ở liều lượng cao chất kích thích có tác dụng mạnh làm rụng những trứng chưa chín dẫn đến tỷ lệ thụ tinh thấp. Tỷ lệ trứng thụ tinh ở phương pháp thụ tinh tự nhiên cao hơn phương pháp gieo tinh nhân tạo. Nguyên nhân có thể do thụ tinh tự nhiên khi cá cái và cá đực quần nhau thì cá mới sinh sản nên trứng và tinh trùng gặp nhau trong điều kiện tốt nhất dẫn đến tỷ lệ thụ tinh cao. Ở phương pháp gieo tinh nhân tạo tỷ lệ thụ tinh thấp, có thể do vuốt trứng, mổ lấy tinh cá đực và gieo tinh nhân tạo chưa đúng thời điểm tốt nhất, lượng tinh chưa đủ.

Tỷ lệ cá nở, đối với phương pháp thụ tinh tự nhiên ở liều 100 μg , 150 μg và 200 μg lần lượt là 87,6%, 84,2% và 81,2%; ở phương pháp gieo tinh nhân tạo lần lượt là 50,4%, 47,6% và 43,5%. Tỷ lệ cá nở không có sự khác biệt ($p>0,05$) giữa ba liều lượng ở thụ tinh tự nhiên nhưng có khác biệt ($p<0,05$) giữa liều lượng 100 μg với liều lượng 200 μg ở phương pháp gieo tinh nhân tạo. Liều cao 200 μg cũng làm cho cá con yếu, khó thoát ra khỏi vỏ trứng để nở, dẫn đến tỷ lệ cá nở thấp. Theo quan sát thực tế, tỷ lệ nở ở phương pháp gieo tinh nhân tạo thấp hơn phương pháp thụ tinh tự nhiên là do phương pháp gieo tinh nhân tạo có nhiều trứng hư dẫn đến nấm phát triển làm trứng thụ tinh chết phôi và không nở được dẫn đến tỷ lệ nở thấp.

Tỷ lệ sống cá bột, ở phương pháp thụ tinh tự nhiên dao động trong khoảng 73,2 – 83,1% và có khác biệt ($p<0,05$) giữa liều lượng 100 μg với liều lượng 200 μg . Phương pháp gieo tinh nhân tạo, tỷ lệ sống cá bột từ 76,5% đến 84,1%, đạt kết quả cao ở liều lượng 100 μg và thấp ở liều lượng 200 μg và khác biệt có ý nghĩa ($p<0,05$) giữa liều

100 µg với liều 200 µg. Giữa hai phương pháp thụ tinh tự nhiên và gieo tinh nhân tạo có tỷ lệ sống gần tương đương nhau.

Tỷ lệ cá dị hình dao động từ 10,2 – 13,2%, với liều lượng cao cá có tỷ lệ cá dị hình cao và có khác biệt ($p < 0,05$) giữa liều lượng 100 µg với liều lượng 150 µg và 200 µg ở cả hai phương pháp thụ tinh tự nhiên và gieo tinh nhân tạo.

Dương Nhựt Long và cs (2008) nghiên cứu kỹ thuật sinh sản nhân tạo cá leo, một loài cá cùng họ với cá trên bầu khi sử dụng chất kích thích LHRH-a + DOM liều lượng từ 60 đến 100 µg /kg cá cái, kết quả là cá không sinh sản. Theo tác giả, liều lượng này còn thấp nên không kích thích cá rụng trứng và sinh sản [11]. Nguyễn Văn Triều (2014) nghiên cứu kích thích cá kết sinh sản cho rằng, khi sử dụng LHRH-a + DOM liều lượng từ 40, 70 và 100 µg + 3,5 mg /kg cá cái đều kích thích cá sinh sản. Ở liều lượng 70 µg + 3,5 mg /kg cá cái cho tỷ lệ cá đẻ 100%, sức sinh sản 188 trứng /g, tỷ lệ trứng thụ tinh 77% và tỷ lệ cá nở 92% cao hơn hai liều còn lại, các chỉ tiêu sinh sản cá kết tương đương các chỉ tiêu sinh sản cá trên bầu cho thụ tinh tự nhiên và cao hơn phương pháp gieo tinh nhân tạo ở chỉ tiêu tỷ lệ trứng thụ tinh, tỷ lệ cá nở [86].

3.3.3. Kích thích cá trên bầu sinh sản bằng HCG ở các liều lượng khác nhau

Khối lượng cá cái 60 – 110 g /con (trung bình 88,1 g /con). Khối lượng cá đực 30 – 50 g /con (trung bình 41,7 g /con).

Bảng 3.9: Kết quả các chỉ tiêu sinh sản cá trên bầu tự nhiên khi dùng HCG

Phương pháp thụ tinh	Liều lượng (IU)	Cá cái (con)	Thời gian cá đẻ (h)	Tỷ lệ cá rụng trứng (%)	SSS thực tế (trứng /g)	Tỷ lệ trứng thụ tinh (%)	Tỷ lệ cá nở (%)	Tỷ lệ sống của cá bột (%)	Tỷ lệ cá dị hình (%)
Thụ tinh tự nhiên	2.000	4	8,3 ^a ± 0,2	100	61,0 ^a ± 5,8	90,9 ^a ± 1,1	90,9 ^b ± 1,2	87,0 ^a ± 1,1	9,0 ^b ± 0,2
	2.500	4	8,0 ^a ± 0,3	100	66,5 ^{ab} ± 7,7	91,0 ^a ± 1,5	89,7 ^{ab} ± 0,6	87,2 ^a ± 1,6	8,3 ^a ± 0,3
	3.000	4	8,0 ^a ± 0,3	100	87,0 ^b ± 8,0	91,1 ^a ± 1,1	87,2 ^a ± 1,1	86,8 ^a ± 0,9	9,3 ^b ± 0,1
Gieo tinh nhân tạo	2.000	4	8,5 ^a ± 0,3	100	185,5 ^a ± 8,3	53,5 ^b ± 3,8	51,9 ^b ± 2,5	85,0 ^b ± 2,2	8,2 ^a ± 0,1
	2.500	4	8,5 ^a ± 0,3	100	197,8 ^a ± 8,2	36,8 ^a ± 1,6	48,5 ^{ab} ± 2,0	81,2 ^{ab} ± 1,0	8,7 ^b ± 0,1
	3.000	4	8,0 ^a ± 0,3	100	244,8 ^b ± 6,6	32,9 ^a ± 5,3	43,0 ^a ± 2,0	79,8 ^a ± 1,2	9,5 ^c ± 0,1

Các giá trị trong cùng cột có chữ cái giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$) theo phương pháp thụ tinh. Số liệu thể hiện giá trị trung bình ± sai số chuẩn.

Kết quả ở Bảng 3.9 cho thấy, thời gian hiệu ứng 8,0 – 8,5 giờ. Sức sinh sản thực tế dao động trong khoảng 61 – 87 trứng /g cá khi sử dụng phương pháp thụ tinh tự nhiên, có khác biệt ($p < 0,05$) giữa liều lượng 2.000 IU với liều lượng 3.000 IU /kg cá. Sức sinh sản từ 185 đến 244 trứng /g cá khi sử dụng phương pháp gieo tinh nhân tạo, khác biệt có ý nghĩa ($p < 0,05$) giữa liều lượng 3.000 IU với hai liều còn lại. Sức sinh sản thực tế của phương pháp gieo tinh nhân tạo cao gấp 3 đến 4 lần phương pháp thụ tinh tự nhiên. Tỷ lệ trứng thụ tinh ở phương pháp thụ tinh tự nhiên dao động 90,9 – 91,1% và không có sự khác biệt ($p > 0,05$) giữa ba liều lượng HCG. Ở phương pháp gieo tinh nhân tạo tỷ lệ trứng thụ tinh dao động từ 32,9 – 53,5%, khác biệt có ý nghĩa ($p < 0,05$) giữa liều lượng 2.000 với liều lượng 2.500 và 3.000 IU /kg. Tỷ lệ cá nở dao động 87,2 – 90,9% và có khác biệt ($p < 0,05$) giữa liều lượng 2.000 với liều lượng 3.000 IU /kg ở phương pháp thụ tinh tự nhiên; Trong khoảng 43,0 – 51,9% và khác biệt ($p < 0,05$) giữa liều lượng 2.000 với liều lượng 3.000 IU /kg ở phương pháp gieo tinh nhân tạo. Tỷ lệ sống cá bột từ 86,8% đến 87,2% và không có sự khác biệt ($p > 0,05$) giữa ba liều lượng ở phương pháp thụ tinh tự nhiên. Ở phương pháp gieo tinh nhân tạo tỷ lệ sống của cá đạt 79,8 – 85,0% và khác biệt ($p < 0,05$) giữa liều lượng 2.000 với liều lượng 3.000 IU /kg. Tỷ lệ cá dị hình ở phương pháp thụ tinh tự nhiên trong khoảng 9,0 – 9,3% và khác biệt ($p < 0,05$) giữa liều lượng 2.500 với hai liều còn lại; từ 8,2 đến 9,5% và có khác biệt ($p < 0,05$) giữa ba liều lượng ở phương pháp gieo tinh nhân tạo trong thí nghiệm.

Từ kết quả nghiên cứu trên cho thấy, ở phương pháp thụ tinh tự nhiên có sức sinh sản thấp nhưng các chỉ tiêu tỷ lệ trứng thụ tinh, tỷ lệ cá nở và tỷ lệ sống của cá bột thường cao. Ngược lại ở phương pháp gieo tinh nhân tạo có sức sinh sản cao nhưng các chỉ tiêu tỷ lệ trứng thụ tinh, tỷ lệ cá nở và tỷ lệ sống thường thấp ở cá bột. Nguyên nhân có thể do vượt ra nhiều trứng chưa đạt đến giai đoạn IVc nên không thể thụ tinh được, mặt khác phương pháp gieo tinh nhân tạo có thể chưa đạt đúng thời điểm tốt nhất nên dẫn đến các tỷ lệ ở trên thấp hơn so với phương pháp thụ tinh tự nhiên.

Dương Nhứt Long (2008) nghiên cứu kỹ thuật sinh sản nhân tạo cá leo, khi sử dụng chất kích thích HCG liều lượng từ 1.000 đến 4.000 IU /kg cá cái, kết quả là cá không sinh sản [11]. Nguyễn Văn Triều (2014) sinh sản cá kết nhân tạo, khi dùng chất kích thích HCG liều lượng từ 4.000 đến 6.000 IU /kg cá cái, kết quả là cá không sinh

sản, theo tác giả thì HCG không có tác dụng hiệu ứng trong quá trình kích thích cá leo và cá kết sinh sản nhân tạo [86], cùng họ với cá leo và cá kết là cá trên bầu có hiệu ứng sinh sản tốt ở liều lượng HCG từ 2.000 – 3.000 IU /kg cá.

3.3.4. Kích thích cá trên bầu sinh sản bằng P ở các liều lượng khác nhau

Khối lượng cá cái 40 – 100 g /con (trung bình 76,6 g /con). Khối lượng cá đực 30 – 50 g /con (trung bình 37,3 g /con). Khi sử dụng P ở ba mức liều lượng 10, 15 và 20 mg /kg cá, tỷ lệ cá đẻ 100%, kết quả cụ thể trong Bảng 3.10

Bảng 3.10: Kết quả các chỉ tiêu sinh sản cá trên bầu tự nhiên khi dùng P

Phương pháp thụ tinh	Liều lượng (mg)	Cá cái (con)	Thời gian cá đẻ (h)	Tỷ lệ cá rụng trứng (%)	SSS thực tế (trứng /g)	Tỷ lệ trứng thụ tinh (%)	Tỷ lệ cá nở (%)	Tỷ lệ sống của cá bột (%)	Tỷ lệ cá dị hình (%)
Thụ tinh tự nhiên	10	4	8,7 ^a ± 0,2	100	117,5 ^a ± 7,2	89,0 ^b ± 2,0	86,9 ^a ± 2,0	86,1 ^a ± 1,5	7,5 ^a ± 0,2
	15	4	8,5 ^a ± 0,3	100	141,3 ^b ± 2,6	84,4 ^a ± 0,7	89,4 ^a ± 0,7	85,3 ^a ± 1,8	7,5 ^a ± 0,3
	20	4	8,5 ^a ± 0,3	100	142,3 ^b ± 1,5	84,6 ^a ± 1,0	86,4 ^a ± 1,1	84,9 ^a ± 1,3	8,1 ^a ± 0,2
Gieo tinh nhân tạo	10	4	8,8 ^a ± 0,2	100	232,8 ^a ± 3,8	48,5 ^b ± 1,3	49,4 ^b ± 0,8	86,0 ^b ± 1,3	7,7 ^a ± 0,2
	15	4	8,5 ^a ± 0,3	100	246,3 ^a ± 6,7	45,9 ^{ab} ± 0,9	47,3 ^{ab} ± 1,6	79,0 ^a ± 1,3	8,5 ^b ± 0,2
	20	4	8,5 ^a ± 0,3	100	262,3 ^b ± 1,5	44,3 ^a ± 0,8	45,4 ^a ± 0,5	74,9 ^a ± 1,3	9,3 ^c ± 0,2

Các giá trị trong cùng cột có chữ cái giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$) theo phương pháp thụ tinh. Số liệu thể hiện giá trị trung bình ± sai số chuẩn.

Kết quả trong Bảng 3.10 cho thấy, thời gian hiệu ứng ở hai phương pháp thụ tinh từ 8,5 đến 8,8 giờ và không khác biệt ($p > 0,05$) giữa ba liều lượng.

Ở phương pháp thụ tinh tự nhiên cho kết quả sức sinh sản thực tế từ 117 đến 142 trứng /g, tỷ lệ trứng thụ tinh dao động trong khoảng 84,4 – 89,0% và khác biệt có ý nghĩa ($p < 0,05$) giữa liều lượng 10 mg với liều lượng 15 và 20 mg /kg. Tỷ lệ cá nở trong khoảng 86,4 – 89,4%, tỷ lệ sống cá bột 84,9 – 86,1%, tỷ lệ dị hình 7,5 – 8,1% và không khác biệt ($p > 0,05$) ở ba liều lượng.

Ở phương pháp gieo tinh nhân tạo cho kết quả sức sinh sản 232 – 262 trứng /g, có khác biệt ($p < 0,05$) giữa liều lượng 10, 15 mg với liều lượng 20 mg /kg. Tỷ lệ trứng thụ tinh 44,3 – 48,3%, tỷ lệ cá nở 45,4 – 49,4% và có khác biệt giữa liều lượng 10 mg với liều lượng 20 mg /kg. Tỷ lệ sống cá bột từ 74,9 đến 86,0% và khác biệt có ý nghĩa ($p < 0,05$) giữa liều 10 mg với liều 15 và 20 mg /kg. Tỷ lệ cá dị hình 7,7 – 9,3%.

Nguyễn Tường Anh và cs (2011) đã sử dụng 17, 20P liều lượng 3 – 5 mg /kg cá cái cho cá tra và cá hú sinh sản. Kết quả thời gian cá đẻ 8 – 16 giờ. Tỷ lệ cá đẻ 50 – 100%. Tỷ lệ trứng thụ tinh 27 – 90%. Tỷ lệ cá nở 65 – 93% [72].

Tóm lại, trong thí nghiệm này thì chọn phương pháp thụ tinh tự nhiên cho cá trên bầu sinh sản vì không giết cá đực, tỷ lệ trứng thụ tinh, tỷ lệ cá nở cao hơn gieo tinh nhân tạo và cá cái đều sinh sản tốt.

3.3.5. Kích thước trứng cá trên bầu

Kích thước trứng cá trên bầu lúc mới vuốt ra dao động trong khoảng 1,1 – 1,4 mm; trung bình $1,35 \pm 0,04$ mm. Sau khi ấp 120 phút (trương nước) kích thước trứng dao động 1,2 – 1,5 mm; trung bình $1,41 \pm 0,05$ mm. Kết quả này gần tương đương với đường kính trứng cá trên bầu Sridhar và cs (1998) [228] đã nghiên cứu ở Ấn Độ trung bình $1,3 \pm 0,03$ mm. Trứng cá trên bầu thuộc loại trứng chìm (dính nhẹ).

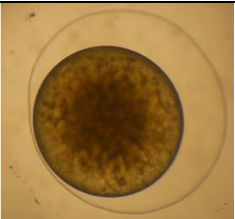
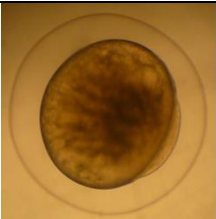
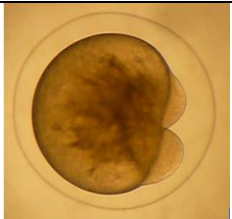
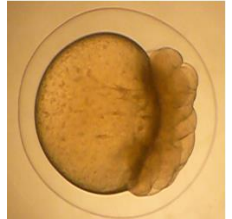
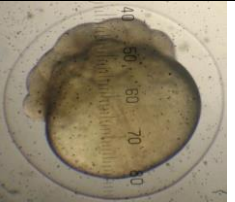
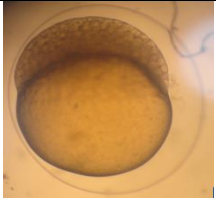
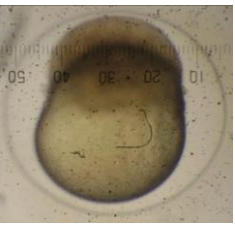
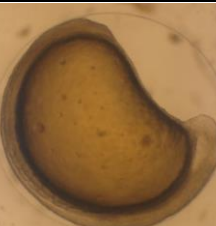
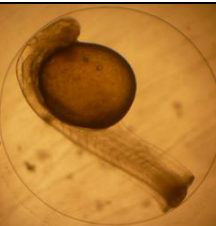
Phạm Thanh Liêm và Trần Đắc Định (2004) [100] cho rằng kích thước trứng bị ảnh hưởng bởi nhiều nhân tố môi trường cũng như nhân tố di truyền, kích thước trứng còn bị ảnh hưởng bởi thức ăn, tuổi và cỡ cá cái. Với kết quả này kích thước trứng cá trên bầu có phần hơi lớn hơn so với trứng cá leo (0,9 – 1,1 mm) và tương đương với trứng của cá chép, cá trắm cỏ (1,1 – 1,3 mm) [92].

3.3.6. Quá trình và thời gian phát triển phôi cá trên bầu

Khảo sát quá trình và thời gian phát triển phôi cá trên bầu bắt đầu từ khi trứng thụ tinh đến khi trứng nở được trình bày ở Bảng 3.11 như sau:

Bảng 3.11: Thời gian phát triển phôi cá trên bầu

Thời gian	Giai đoạn	Mô tả
0 phút	Trứng thụ tinh	Trứng gấp tinh trùng
Sau 20 phút	Đĩa mầm	Đĩa phôi nằm trên khối noãn hoàng
Sau 40 phút	2 tế bào	Chia đĩa phôi thành 2 phôi bào
Sau 1 giờ 5 phút	4 tế bào	Chia đĩa phôi thành 4 phôi bào
Sau 1 giờ 15 phút	8 tế bào	Chia đĩa phôi thành 8 phôi bào
Sau 1 giờ 30 phút	16 tế bào	Chia đĩa phôi thành 16 phôi bào
Sau 1 giờ 45 phút	32 tế bào	Chia đĩa phôi thành 32 phôi bào
Sau 2 giờ 5 phút	Nhiều tế bào	Chia đĩa phôi thành 64 phôi bào
Sau 3 giờ 45 phút	Phôi nang cao	Đĩa phôi nhô lên cao trên túi noãn hoàng
Sau 4 giờ 25 phút	Phôi nang thấp	Đĩa phôi phủ xuống khối noãn hoàng
Sau 4 giờ 50 phút	Đầu phôi vị	Đĩa phôi phủ 1/3-1/2 túi noãn hoàng
Sau 5 giờ 25 phút	Phôi vị	Đĩa phôi phủ 7/8 túi noãn hoàng
Sau 6 giờ 35 phút	Cuối phôi vị	Khi mầm trung bì và dây sống tách khỏi lá phôi trong
Sau 11 giờ 10 phút	Hình thành đốt sống	Lá phôi ngoài biệt hóa tạo thành
Sau 13 giờ 15 phút	Hình thành điểm mắt	Từ hai túi lõi mọc ra ở hai bên não trước
Sau 15 giờ 25 phút	Phôi cử động	Phôi chuyển động mạnh lên, tim đập nhanh và mạnh hơn
Sau 23 – 24 giờ	Cá nở	Sự vận động của phôi và cá thoát ra ngoài

		
Trứng thụ tinh	Đĩa mầm (20')	2 tế bào (40')
		
4 tế bào (1h5')	8 tế bào (1h15')	16 tế bào (1h30')
		
32 tế bào (1h45')	Nhiều tế bào (2h05')	Phôi nang cao (3h45')
		
Phôi nang thấp (4h25')	Đầu phôi vị (4h50')	Phôi vị (5h25')
		
Cuối phôi vị (6h35')	Hình thành đốt sống (11h10')	Hình thành điểm mắt (13h15')
		
Phôi cử động (15h25')	Cá sắp nở (20h0')	Cá nở (23-24h)

Kết quả trình bày trong Bảng 3.11 cho thấy, trong khoảng thời gian ấp trứng nhiệt độ nước 26,5 – 26,7 °C, pH = 7,5 – 7,6 và DO = 5,4 – 5,5 mg /l thì sau 23 – 24 giờ từ lúc cá đẻ (trứng đã thụ tinh) thì trứng nở. Kết quả nghiên cứu này tương ứng với nghiên cứu trên cá trên bầu của Sridhar và cs (1998) [228] là 24 – 25 giờ. Nhưng so với loài cá cùng họ là cá leo có thời gian phát triển phôi và nở là 18 giờ 30 phút, ngắn hơn so với cá trên bầu.

Thời gian cá trên bầu hết noãn hoàng trong khoảng 46 – 48 giờ. Kích thước miệng cá trên bầu vừa hết noãn hoàng dao động trong khoảng 453 – 537 µm (trung bình 505 ± 31 µm, tương đương 0,5 mm).

Tóm lại, khi dùng 3 chất kích thích cho cá trên bầu là LHRH-a, HCG và P đều kích thích cá rụng trứng và sinh sản. Đối với thụ tinh tự nhiên thì thời gian hiệu ứng 7,5 – 8,7 giờ, sức sinh sản 61 – 195 trứng /g cá cái, tỷ lệ trứng thụ tinh 70,8 – 91,1%, tỷ lệ cá nở 81,2 – 90,9%, tỷ lệ sống cá hết noãn hoàng 73,2 – 87,2%, tỷ lệ dị hình 7,5 – 13,1% và thời gian phát triển phôi 23 – 24 giờ. Đối với gieo tinh nhân tạo, thời gian hiệu ứng 7,5 – 8,8 giờ, sức sinh sản 185 – 291 trứng /g cá cái, tỷ lệ trứng thụ tinh 32,9 – 53,5%, tỷ lệ cá nở 43,0 – 51,9%, tỷ lệ sống cá hết noãn hoàng 74,9 – 86,0%, tỷ lệ dị hình 7,7 – 13,2%.

3.4. Kích thích sinh sản cá trên bầu từ nuôi vỗ thành thực

3.4.1. Chỉ tiêu môi trường nước cho cá sinh sản

Môi trường nước trong bể cá đẻ và bình ấp trứng gồm nhiệt độ 26,4 – 27,9 °C; pH = 7,5 – 7,8; DO = 5,4 – 5,8 mg /l; NH₃/NH₄⁺ và NO₂⁻ không phát hiện. Những yếu tố môi trường trong thí nghiệm này đều thích hợp cho cá trên bầu sinh sản và phát triển phôi.

3.4.2. Kích thích cá trên bầu sinh sản bằng LHRH-a khác nhau về liều lượng

Khối lượng cá cái 60 – 110 g /con (trung bình 87,1 g /con). Khối lượng cá đực 35 – 60 g /con (trung bình 41,3 g /con). Khi sử dụng LHRH-a + DOM ở ba mức liều lượng 100, 150 và 200 µg /kg cá, tỷ lệ cá sinh sản 100%, kết quả cụ thể Bảng 3.12

Bảng 3.12: Kết quả các chỉ tiêu sinh sản cá trên bầu nuôi vỗ thành thực khi dùng LHRH-a + DOM

Phương pháp thụ tinh	Liều lượng (μg)	Cá cái (con)	Thời gian cá đẻ (h)	Tỷ lệ cá rụng trứng (%)	SSS thực tế (trứng /g)	Tỷ lệ trứng thụ tinh (%)	Tỷ lệ cá nở (%)	Tỷ lệ sống của cá bột (%)	Tỷ lệ cá dị hình (%)
Thụ tinh tự nhiên	100	4	9,0 ^b $\pm$ 0,3	100	128,7 ^a $\pm$ 11,7	85,7 ^b $\pm$ 2,8	84,1 ^a $\pm$ 1,1	82,9 ^b $\pm$ 1,9	9,3 ^a $\pm$ 0,3
	150	4	8,0 ^a $\pm$ 0,3	100	150,0 ^{ab} $\pm$ 12,1	78,7 ^{ab} $\pm$ 4,6	83,1 ^a $\pm$ 2,0	78,5 ^b $\pm$ 2,7	11,2 ^b $\pm$ 0,3
	200	4	7,5 ^a $\pm$ 0,3	100	174,5 ^b $\pm$ 5,9	70,1 ^a $\pm$ 1,2	80,3 ^a $\pm$ 1,3	71,5 ^a $\pm$ 1,6	12,3 ^b $\pm$ 0,5
Gieo tinh nhân tạo	100	4	8,8 ^b $\pm$ 0,2	100	255,0 ^a $\pm$ 5,0	48,0 ^a $\pm$ 1,1	49,6 ^a $\pm$ 2,7	83,5 ^b $\pm$ 2,6	10,3 ^a $\pm$ 0,4
	150	4	8,0 ^{ab} $\pm$ 0,3	100	275,3 ^{ab} $\pm$ 7,2	46,0 ^a $\pm$ 1,8	46,9 ^a $\pm$ 0,6	79,3 ^{ab} $\pm$ 1,3	11,9 ^b $\pm$ 0,4
	200	4	7,5 ^a $\pm$ 0,3	100	295,0 ^b $\pm$ 14,0	45,1 ^a $\pm$ 2,0	44,9 ^a $\pm$ 1,4	77,3 ^a $\pm$ 0,8	12,5 ^b $\pm$ 0,1

Các giá trị trong cùng cột có chữ cái giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$) theo phương pháp thụ tinh. Số liệu thể hiện giá trị trung bình $\pm$ sai số chuẩn.

Kết quả trong Bảng 3.12 cho thấy, thời gian hiệu ứng nằm trong khoảng 7,5 – 9,0 giờ tương đương với thời gian hiệu ứng cá trên bầu thành thực ngoài tự nhiên. Ở phương pháp thụ tinh tự nhiên, khác biệt có ý nghĩa ($p < 0,05$) giữa liều lượng 100 μg (9,0 giờ) với liều lượng 150 μg (8,0 giờ) và 200 μg (7,5 giờ). Đối với gieo tinh nhân tạo, thời gian hiệu ứng khác biệt có ý nghĩa ($p < 0,05$) giữa liều lượng 100 μg (8,8 giờ) với liều lượng 200 μg (7,5 giờ). Như vậy, liều lượng chất kích thích cao thì thời gian hiệu ứng ngắn.

Sức sinh sản thực tế ở phương pháp thụ tinh tự nhiên có khác biệt ($p < 0,05$) giữa liều lượng 100 μg (128 trứng /g cá) với liều lượng 200 μg (174 trứng /g cá), ở phương pháp gieo tinh nhân tạo dao động trong khoảng 255 – 295 trứng /g cá cái và cũng có sự khác biệt ($p < 0,05$) giữa liều lượng 100 μg với liều lượng 200 μg . Như vậy sức sinh sản của cá trên bầu nuôi vỗ thành thực từ 128 đến 295 trứng /g là cao hơn sức sinh sản của cá trên bầu thành thực tự nhiên từ 114 đến 291 trứng /g cá cái. Nguyên nhân, có thể do cá trên bầu được nuôi vỗ cho ăn đầy đủ, thức ăn có hàm lượng protein cao và ổn định, quen dần với điều kiện nuôi nhốt, dẫn đến cá thành thực tốt, hệ số thành thực cao từ đó cho sức sinh sản cao hơn cá trên bầu thành thực từ tự nhiên. So với một số loài cá nước ngọt da trơn khác được nuôi vỗ thành thực rồi cho sinh sản nhân tạo thì cá trên bầu có sức sinh sản tương đương với sức sinh sản của cá tra (150.000 trứng /kg) [102], cá kết

(188.365 trứng /kg) [86], cá heo (185.000 – 270.000 trứng /kg) [13]. Tuy nhiên sức sinh sản cá trên bầu cao hơn sức sinh sản của một số loài như cá lăng nha *Mystus wyckioides* (8.900 – 10.510 trứng /kg) [49], cá trê Phú Quốc *Clarias gracilentus* (15.475 trứng /kg) [99] và thấp hơn sức sinh sản cá chột trắng *Mystus planiceps* (537.575 trứng /kg) [47] có thể do đặc tính di truyền của từng loài khác nhau nên sức sinh sản cũng khác nhau.

Tỷ lệ trứng cá trên bầu thụ tinh tự nhiên dao động từ 70,1 – 85,7% có khác biệt ($p < 0,05$) giữa liều lượng 100 μg với liều lượng 200 μg . Phương pháp gieo tinh nhân tạo tỷ lệ thụ tinh dao động từ 45,1 đến 48,0% và không có sự khác biệt ($p > 0,05$) giữa ba liều lượng. Tỷ lệ thụ tinh của trứng cá trên bầu nuôi vỗ thành thực tương đương với trứng cá trên bầu thành thực từ tự nhiên. So với một số loài cá nước ngọt da trơn sử dụng phương pháp gieo tinh nhân tạo thì tỷ lệ thụ tinh cá trên bầu gieo tinh nhân tạo thấp hơn cá tra (55 – 78%) [102], cá lăng nha (65 – 73%) [101], cá trê trắng *Clarias batrachus* (65 – 76%) [81], lươn đồng *Monopterus albus* (52 – 83%) [69], cá kết (61 – 77%) [86]. Tuy nhiên tỷ lệ trứng thụ tinh của cá trên bầu ở phương pháp gieo tinh nhân tạo gần tương đương với cá chột trắng (21 – 66%) [46], cá heo (38 – 73%) [13]; và cao hơn cá trê Phú Quốc (10,3%) [99].

Tỷ lệ cá nở dao động trong khoảng 80,3 – 84,1% ở phương pháp thụ tinh tự nhiên, từ 44,9 đến 49,6% ở phương pháp gieo tinh nhân tạo, không có sự khác biệt ($p > 0,05$) giữa ba liều lượng ở cả hai phương pháp thụ tinh tự nhiên và gieo tinh nhân tạo. Tỷ lệ cá nở từ cá trên bầu bố mẹ nuôi vỗ thành thực tương đương với cá trên bầu bố mẹ thành thực từ tự nhiên. So với một số loài cá nước ngọt da trơn thì tỷ lệ nở cá trên bầu gieo tinh nhân tạo thấp hơn cá tra (58 – 87%) [102], cá lăng nha (73 – 85%) [101], cá kết (73 – 92%) [86], cá heo (73 – 83%) [13]; nhưng cao hơn cá trê trắng (30 – 41%) [81] và tương đương cá trê Phú Quốc (44,3%) [99].

Tỷ lệ sống của cá bột trên bầu ở phương pháp thụ tinh tự nhiên có khác biệt ($p < 0,05$) giữa liều lượng 200 μg thấp nhất (71,5%) với hai liều lượng còn lại 150 μg (78,5%) và 100 μg (82,9%); ở phương pháp gieo tinh nhân tạo tỷ lệ sống cá bột cao nhất ở liều lượng 100 μg (83,5%), thấp nhất ở liều lượng 200 μg (77,3%) và cũng có sự khác biệt ($p < 0,05$) ở hai liều lượng này. Tỷ lệ sống cá bột ở thí nghiệm này tương đương với cá trên bầu thành thực ngoài tự nhiên.

Tỷ lệ cá dị hình dao động từ 9,3 – 12,5%, cá dị hình thấp ở liều lượng LHRH-a thấp và cá dị hình cao ở liều lượng LHRH-a cao, ở hai phương pháp thụ tinh tự nhiên và gieo tinh nhân tạo đều có khác biệt ($p < 0,05$) giữa liều lượng 100 μg với hai liều lượng còn lại.

Tóm lại, cá trên bầu nuôi vỗ thành thực cho sinh sản tốt, sức sinh sản thực tế khá cao từ 128 – 295 trứng /g cá cái, tỷ lệ thụ tinh và tỷ lệ nở của gieo tinh nhân tạo cho tỷ lệ thấp có thể là do vượt nên phóng cả những trứng chưa chín, làm nang trứng vỡ và phôi yếu không nở được mà chết phôi.

3.4.3. Kích thích cá trên bầu sinh sản bằng HCG khác nhau về liều lượng

Khối lượng cá cái 80 – 110 g /con (trung bình 94,2 g /con). Khối lượng cá đực 35 – 50 g /con (trung bình 42,9 g /con). Khi sử dụng HCG ở ba mức liều lượng 2.000, 2.500 và 3.000 IU /kg cá, tỷ lệ cá sinh sản là 100%, kết quả cụ thể ở Bảng 3.13

Bảng 3.13: Kết quả các chỉ tiêu sinh sản cá trên bầu nuôi vỗ thành thực khi dùng HCG

Phương pháp thụ tinh	Liều lượng (IU)	Cá cái (con)	Thời gian cá đẻ (h)	Tỷ lệ cá rụng trứng (%)	SSS thực tế (trứng /g)	Tỷ lệ trứng thụ tinh (%)	Tỷ lệ cá nở (%)	Tỷ lệ sống của cá bột (%)	Tỷ lệ cá dị hình (%)
Thụ tinh tự nhiên	2.000	4	8,2 ^a ± 0,2	100	76,8 ^a ± 6,3	89,6 ^a ± 0,3	89,3 ^b ± 0,7	86,4 ^a ± 0,8	8,5 ^a ± 0,2
	2.500	4	8,0 ^a ± 0,3	100	80,5 ^{ab} ± 7,4	87,9 ^a ± 1,3	86,0 ^{ab} ± 0,8	86,0 ^a ± 1,8	8,2 ^a ± 0,3
	3.000	4	8,0 ^a ± 0,3	100	100,3 ^b ± 6,6	88,6 ^a ± 1,0	85,2 ^a ± 1,6	85,9 ^a ± 0,9	9,3 ^b ± 0,1
Gieo tinh nhân tạo	2.000	4	8,5 ^a ± 0,3	100	193,3 ^a ± 8,2	56,9 ^b ± 4,0	53,6 ^b ± 2,0	84,8 ^b ± 2,1	8,3 ^a ± 0,4
	2.500	4	8,0 ^a ± 0,3	100	200,0 ^a ± 9,9	38,5 ^a ± 1,7	47,6 ^a ± 0,9	80,5 ^{ab} ± 1,3	8,8 ^a ± 0,1
	3.000	4	8,0 ^a ± 0,3	100	254,8 ^b ± 6,6	36,1 ^a ± 3,6	44,4 ^a ± 2,2	79,5 ^a ± 0,9	9,7 ^b ± 0,1

Các giá trị trong cùng cột có chữ cái giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$) theo phương pháp thụ tinh. Số liệu thể hiện giá trị trung bình ± sai số chuẩn.

Kết quả ở Bảng 3.13 cho thấy, thời gian hiệu ứng từ 8,0 – 8,5 giờ và không khác biệt ($p > 0,05$) giữa ba liều lượng. Sức sinh sản thực tế dao động từ 76 đến 100 trứng /g cá khi sử dụng phương pháp thụ tinh tự nhiên, có khác biệt ($p < 0,05$) giữa liều lượng 2.000 IU với liều lượng 3.000 IU /kg cá; từ 193 đến 254 trứng /g cá khi sử dụng phương pháp gieo tinh nhân tạo, khác biệt có ý nghĩa ($p < 0,05$) giữa liều lượng 3.000 IU với hai liều còn lại. Tỷ lệ trứng thụ tinh ở phương pháp thụ tinh tự nhiên dao động trong khoảng 87,9 – 89,6% và không có sự khác biệt ($p > 0,05$) giữa ba liều lượng

HCG; ở phương pháp gieo tinh nhân tạo từ 36,1 đến 56,9%, khác biệt có ý nghĩa ($p<0,05$) giữa liều lượng 2.000 với liều lượng 2.500 và 3.000 IU /kg. Tỷ lệ trứng thụ tinh ở cá trên bầu nuôi vỗ thành thực tương đương với cá trên bầu thành thực ngoài tự nhiên. Tỷ lệ cá nở dao động trong khoảng 85,2 – 89,3% và có khác biệt ($p<0,05$) giữa liều lượng 2.000 với liều lượng 3.000 IU /kg ở phương pháp thụ tinh tự nhiên; từ 44,4 đến 53,6% và khác biệt ($p<0,05$) giữa liều lượng 2.000 IU /kg với hai liều lượng còn lại ở phương pháp gieo tinh nhân tạo. Tương tự như sức sinh sản và tỷ lệ cá nở ở cá trên bầu bố mẹ được nuôi vỗ thành thực cao hơn cá trên bầu bố mẹ thành thực từ tự nhiên. Tỷ lệ sống cá trên bầu bột từ 85,9 đến 86,4% và không có sự khác biệt ($p>0,05$) giữa ba liều lượng ở phương pháp thụ tinh tự nhiên; ở phương pháp gieo tinh nhân tạo tỷ lệ sống cá bột đạt từ 79,5 đến 84,8% và khác biệt ($p<0,05$) giữa liều lượng 2.000 với liều lượng 3.000 IU /kg và tương đương với cá trên bầu bố mẹ thành thực từ tự nhiên. Tỷ lệ cá trên bầu dị hình ở phương pháp thụ tinh tự nhiên từ 8,2 đến 9,3% và khác biệt ($p<0,05$) giữa liều lượng 3.000 với hai liều lượng còn lại; từ 8,3 đến 9,7% và có khác biệt ý nghĩa ($p<0,05$) giữa liều lượng 3.000 với hai liều lượng còn lại ở phương pháp gieo tinh nhân tạo.

Kích thích sinh sản cá trên bầu nuôi vỗ thành thực bằng HCG có sức sinh sản cao hơn cá tra [102], cá vồ đém *Pangasius larnaudii* [38], cá lăng nha [49], cá bông lau *Pangasius krempfi* [25], cá hú *Pangasius conchophilus* [80], cá trê Phú Quốc [99]; nhưng thấp hơn cá chột trắng [46], cá dứa *Pangasius sp* [61]. Tỷ lệ trứng thụ tinh và tỷ lệ nở của cá trên bầu ở phương pháp gieo tinh nhân tạo thấp hơn cá tra [102], cá lăng nha [49], lươn đồng [69], cá hú [80], cá tra nghệ *Pangasius kunyit* [131], cá dứa [61]; nhưng tương đương với cá vồ đém [38], cá trê trắng [81], cá bông lau [25], cá chột trắng [46], cá ba sa *Pangasius bocourti* [84] và cao hơn cá trê Phú Quốc [99].

3.4.4. Kích thích cá trên bầu sinh sản bằng P khác nhau về liều lượng

Khối lượng cá cái 60 – 105 g /con (trung bình 90,2 g /con). Khối lượng cá đực 35 – 50 g /con (trung bình 41,5 g /con). Khi sử dụng P ở ba mức liều lượng 10, 15 và 20 mg /kg cá, tỷ lệ cá sinh sản là 100%, kết quả cụ thể ở Bảng 3.14

Bảng 3.14: Kết quả các chỉ tiêu sinh sản cá trên bầu nuôi vỗ thành thực khi dùng P

Phương pháp thụ tinh	Liều lượng (mg)	Cá cái (con)	Thời gian cá đẻ (h)	Tỷ lệ cá rụng trứng (%)	SSS thực tế (trứng /g)	Tỷ lệ trứng thụ tinh (%)	Tỷ lệ cá nở (%)	Tỷ lệ sống của cá bột (%)	Tỷ lệ cá dị hình (%)
Thụ tinh tự nhiên	10	4	8,5 ^a ± 0,3	100	129,0 ^a ± 7,7	86,8 ^a ± 1,1	84,1 ^a ± 2,3	84,9 ^a ± 1,3	7,6 ^a ± 0,2
	15	4	8,0 ^a ± 0,3	100	157,8 ^b ± 4,5	83,2 ^a ± 1,1	88,8 ^a ± 1,1	83,4 ^a ± 1,3	7,6 ^a ± 0,3
	20	4	7,5 ^a ± 0,3	100	156,5 ^b ± 2,0	84,5 ^a ± 1,3	86,1 ^a ± 0,9	83,7 ^a ± 1,5	8,2 ^a ± 0,2
Gieo tinh nhân tạo	10	4	8,5 ^b ± 0,3	100	247,5 ^a ± 3,4	50,7 ^b ± 1,3	53,1 ^b ± 1,2	85,7 ^b ± 1,3	7,8 ^a ± 0,1
	15	4	7,5 ^a ± 0,3	100	254,5 ^a ± 7,6	45,4 ^a ± 1,0	47,6 ^a ± 1,5	78,3 ^a ± 0,8	8,8 ^b ± 0,2
	20	4	7,5 ^a ± 0,0	100	271,5 ^b ± 1,4	45,4 ^a ± 0,8	46,9 ^a ± 0,7	75,7 ^a ± 1,0	9,1 ^b ± 0,1

Các giá trị trong cùng cột có chữ cái giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$) theo phương pháp thụ tinh. Số liệu thể hiện giá trị trung bình ± sai số chuẩn.

Kết quả trong Bảng 3.14 cho thấy, thời gian hiệu ứng ở hai phương pháp thụ tinh từ 7,5 đến 8,5 giờ. Ở phương pháp gieo tinh nhân tạo, khác biệt có ý nghĩa ($p < 0,05$) giữa liều lượng 10 mg /kg cá so với liều 15 mg và 20 mg.

Ở phương pháp thụ tinh tự nhiên cá trên bầu có quả sức sinh sản thực tế từ 129 đến 157 trứng /g cao hơn cá thành thực ngoài tự nhiên và có khác biệt ý nghĩa ($p < 0,05$) giữa liều lượng 10 mg với hai liều lượng còn lại. Tỷ lệ trứng thụ tinh dao động từ 84,5 – 86,8%, tỷ lệ cá nở từ 84,1 đến 88,8%, tỷ lệ sống cá bột 83,4 – 84,9%, tỷ lệ dị hình 7,6 – 8,2% và khác biệt không có ý nghĩa ($p > 0,05$) giữa ba liều lượng và tương đương với cá trên bầu thành thực ngoài tự nhiên.

Ở phương pháp gieo tinh nhân tạo cá trên bầu có sức sinh sản 247 – 271 trứng /g có khác biệt ý nghĩa ($p < 0,05$) giữa liều lượng 10, 15 mg với liều lượng 20 mg /kg và có sức sinh sản cao hơn cá trên bầu thành thực ngoài tự nhiên. Tỷ lệ trứng thụ tinh từ 45,4 đến 50,7%, tỷ lệ cá nở 46,9 – 53,1%, tỷ lệ sống cá bột 75,7 – 85,7% và có khác biệt ($p < 0,05$) giữa liều lượng 10 mg với hai liều lượng còn lại và cao hơn cá trên bầu thành thực ngoài tự nhiên. Tỷ lệ cá dị hình từ 7,8 đến 9,1% và khác biệt ($p < 0,05$) giữa liều lượng 10 mg với hai liều còn lại.

So với một số loài cá nước ngọt da trơn được nuôi vỗ thành thực rồi dùng hormon steroid kích thích sinh sản và gieo tinh nhân tạo, cá trên bầu có sức sinh sản cao hơn cá lăng vàng *Hemibagrus nemurus* (37.594 – 38.267 trứng /kg cá) [5]; nhưng

cá trên bầu có tỷ lệ trứng thụ tinh và tỷ lệ cá nở thấp hơn cá tra (trứng thụ tinh 27 – 87%, tỷ lệ cá nở 76 – 93%), cá hú (trứng thụ tinh 70 – 90%, tỷ lệ cá nở 65 – 70%) [72], cá lăng vàng (tỷ lệ thụ tinh 60,4 – 69,7%, tỷ lệ nở 76,8 – 78,5%) [5] và cá trê vàng *Clarias macrocephalus* (tỷ lệ thụ tinh 80 – 95%, tỷ lệ nở 73 – 91,6%) [72].

Cá trên bầu được nuôi vỗ thành thực khi cho sinh sản có kết quả một vài chỉ tiêu như: kích thước trứng, thời gian phát triển phôi và kích thước miệng cá mới nở tương đương với cá trên bầu thành thực ngoài tự nhiên khi cho sinh sản.

Tóm lại, khi dùng 3 chất kích thích cho cá trên bầu nuôi vỗ thành thực là LHRH-a, HCG và P đều kích thích cá rụng trứng và sinh sản. Đối với thụ tinh tự nhiên, thời gian hiệu ứng 7,5 – 9,0 giờ, sức sinh sản 76 – 174 trứng /g, trứng thụ tinh 70,1 – 89,6%, tỷ lệ nở 80,3 – 89,3%, tỷ lệ sống cá hết noãn hoàng 71,5 – 86,4%, tỷ lệ dị hình 7,6 – 12,3%. Đối với gieo tinh nhân tạo, thời gian hiệu ứng 7,5 – 9,0 giờ, sức sinh sản 193 – 295 trứng /g, trứng thụ tinh 36,1 – 56,9%, tỷ lệ nở 44,4 – 53,6%, tỷ lệ sống cá hết noãn hoàng 75,7 – 85,7%, tỷ lệ dị hình 7,8 – 12,5%.

Thời gian hiệu ứng của chất kích thích cho cá sinh sản nhân tạo phụ thuộc vào loại chất kích thích, liều lượng, mức độ tuyến sinh dục thành thực và từng đối tượng cụ thể. Mặt khác, thời gian cá đẻ của LHRH-a là chất kích thích sinh sản có tác động gián tiếp lên tế bào sinh dục thông qua tuyến yên để tiết kích dục tố gây chính và rụng trứng ở cá. Vì vậy, thời gian hiệu ứng khi dùng LHRHa kích thích cá trên bầu sinh sản kéo dài hơn khi dùng HCG và P là phù hợp với nguyên lý chung [75].

Sức sinh sản thực tế có thể khác nhau theo tuổi, chiều dài và khối lượng của cơ thể. Sức sinh sản của cá còn tùy thuộc vào điều kiện môi trường sống, đặc biệt là dinh dưỡng và nhiệt độ, và mang đặc tính loài rất rõ rệt [92]. Chính vì vậy mà sức sinh sản của cá trên bầu có khác biệt với một số loài cá nước ngọt da trơn khác.

Tỷ lệ trứng thụ tinh phụ thuộc rất nhiều vào chất lượng tinh của cá đực hay nói cách khác là phụ thuộc vào mức độ sinh dục thành thực của cá đực. Mặt khác, chất lượng trứng cũng có ảnh hưởng rất lớn lên tỷ lệ trứng thụ tinh và phát triển phôi. Trong nghiên cứu này, thụ tinh tự nhiên thường cao hơn gieo tinh nhân tạo.

Tỷ lệ dị hình của cá thường chịu ảnh hưởng bởi nhiệt độ ấp trứng và liều lượng của chất kích thích sử dụng để kích thích cá sinh sản. Tuy nhiên, nhiệt độ ấp trứng trong nghiên cứu này dao động không lớn và nằm trong phạm vi thích hợp. Vì vậy, có

thể tỷ lệ dị hình của cá trong thí nghiệm này bị ảnh hưởng bởi liều lượng của chất kích thích làm cho cá trên bầu sinh sản.

Tóm lại, cá trên bầu nuôi vỗ thành thực có chỉ tiêu sinh sản tốt hơn cá trên bầu thành thực ngoài tự nhiên trong thí nghiệm này. Nguyên nhân, là cá trên bầu nuôi vỗ quen dần với điều kiện nhân tạo, được cung cấp thức ăn đầy đủ, môi trường sống thích hợp. Cá trên bầu thành thực tự nhiên còn hoang dã, tiếp nhận chất kích thích sinh sản của tế bào trứng chưa tốt. Mặt khác, việc tiêm hay không tiêm chất kích thích cho cá sinh sản là tùy thuộc vào đặc tính loài có đòi hỏi khác nhau về tín hiệu sinh thái sinh sản, chúng được hình thành trong quá trình phát sinh, phát triển của từng loài riêng biệt, nên tín hiệu sinh thái sinh sản của cá có tính bạo thủ rất cao mà con người không thể thay đổi, liều lượng tiêm chất kích thích sinh sản phù hợp thì cho kết quả tốt nhất [92]. Trong nghiên cứu này, dùng chất kích thích cho cá sinh sản LHRH-a liều lượng 150 µg /kg cá, HCG liều lượng 2.500 IU /kg cá và P liều lượng 15 mg /kg cá có kết quả chỉ tiêu sinh sản hiệu quả nhất.

3.5. Đặc điểm phát triển của ống tiêu hóa và chỉ số lựa chọn thức ăn cá trên bầu bột đến 30 ngày tuổi

3.5.1. Đặc điểm phát triển ống tiêu hóa

3.5.1.1. Thời gian dinh dưỡng trong và kích thước noãn hoàng cá trên bầu

Noãn hoàng được cá trên bầu sử dụng làm dinh dưỡng trong nghiên cứu này là 46 – 48 giờ, tương đương với nghiên cứu của Sudhir và cs (2013) [229] cá trên bầu hấp thu noãn hoàng hoàn toàn trong 48 giờ, đường kính trung bình noãn hoàng là $0,79 \pm 0,05$ mm. So với một số loài cá khác, cá trên bầu có thời gian dinh dưỡng bằng noãn hoàng ngắn hơn so với cá kết dinh dưỡng bằng noãn hoàng 72 giờ [86], cá rô biển 72 giờ [104], cá lăng chằm *Hemibargus guttatus* [105] và cá thát lát cườm *Chitala chitala* [27] là 10 ngày, và tương đương với 2 loài cá chêm *Lates calcarifer* [234] và cá đối [36] là 2 ngày.

3.5.1.2. Kích cỡ miệng cá trên bầu

Kích cỡ miệng cá là một trong những yếu tố rất quan trọng hạn chế sự bắt mồi của cá, ở giai đoạn nhỏ cá có độ mở miệng nhỏ thường có tốc độ tăng trưởng chậm hơn so với cá có độ mở miệng lớn hơn khi xét trong cùng loài [226].

Bảng 3.15: Sự thay đổi chiều dài cơ thể và kích thước miệng cá trên bầu

Ngày tuổi	Chiều dài tổng (mm)	Chiều dài hàm trên (mm)	Cờ miệng ở 90 ⁰ (mm)
2	3,34 ± 0,20	0,36 ± 0,02	0,50 ± 0,03
3	4,77 ± 0,56	0,42 ± 0,01	0,59 ± 0,02
4	5,37 ± 0,32	0,53 ± 0,07	0,76 ± 0,10
5	5,70 ± 0,67	0,56 ± 0,05	0,80 ± 0,08
6	6,37 ± 0,60	0,57 ± 0,07	0,81 ± 0,09
7	7,30 ± 0,82	0,62 ± 0,06	0,88 ± 0,09
8	8,20 ± 0,42	0,64 ± 0,06	0,90 ± 0,09
9	8,45 ± 0,72	0,70 ± 0,06	0,98 ± 0,09
10	9,05 ± 0,92	0,71 ± 0,09	1,00 ± 0,14
15	18,40 ± 1,83	1,40 ± 0,14	1,97 ± 0,21
20	26,10 ± 3,31	1,93 ± 0,16	2,72 ± 0,23
25	29,00 ± 3,58	2,03 ± 0,22	2,87 ± 0,32
30	34,25 ± 6,06	2,35 ± 0,40	3,32 ± 0,57

Ghi chú: Số liệu thể hiện giá trị trung bình ± độ lệch chuẩn.

Theo Phạm Minh Thành và Nguyễn Văn Kiêm (2009) [92], các loài cá lúc mới nở sử dụng noãn hoàng làm nguồn dinh dưỡng, nhưng khi noãn hoàng gần hết buộc chúng phải lựa chọn thức ăn bên ngoài môi trường để cho hoạt động sống của cơ thể. Thức ăn mà cá con ưa thích trong thời gian này thường là các phiêu sinh động vật có kích thước nhỏ và di chuyển chậm chạp. Ở những ngày đầu tiên khi cá bắt đầu phải ăn ngoài thường kích thước con mồi nhỏ hơn kích thước của miệng cá, nhưng cá cũng có thể ăn được thức ăn có kích cỡ gần bằng cờ miệng mở ở 90⁰ [159]. Nghiên cứu trên loài cá bơn *Scophthalmus maximus* cho thấy ấu trùng ưu tiên chọn bắt những con mồi có kích thước tối ưu 36% chiều cao miệng và 40% chiều rộng miệng, cho nên ấu trùng của loài cá này thường chọn ăn luân trùng thay vì chọn copepods [158]. Tuy nhiên, sự hiện diện của loại thức ăn có trong hệ thống tiêu hóa của cá còn phụ thuộc rất nhiều vào yếu tố khác như thành phần thức ăn, mật độ của thức ăn, sự di chuyển của thức ăn trong môi trường nước và khả năng bắt được con mồi của cá.

Kết quả từ Bảng 3.15 cho thấy, giữa ngày tuổi với độ mở miệng của cá luôn có mối tương quan thuận, cá càng lớn độ mở miệng càng tăng. Cá trên bầu mở miệng khi cá được 2 ngày tuổi và có cờ miệng là 0,50 ± 0,03 mm. Cá trên bầu có độ mở miệng lớn hơn cá kết 0,34 mm [86], cá tra 0,25 – 0,30 mm [98, 102], cá rô biển 0,38 mm

[104], nhưng nhỏ hơn độ mở miệng của cá vồ đém 1,29 mm [65] và tương đương với độ mở miệng của cá dày 0,52 mm [107], cá chạch lấu 0,48 mm [41].

Những ngày tiếp theo độ mở miệng và chiều dài của cá trên bầu tăng rất nhanh. Cụ thể ở ngày thứ 10 độ mở miệng đạt 1,0 mm tăng gấp đôi so với ngày thứ 2, tương tự chiều dài cơ thể cũng tăng 2,71 lần so với ngày thứ 2 và đạt 9,05 mm ở ngày thứ 10. Cho đến cuối thí nghiệm ở 30 ngày tuổi cá trên bầu có kích cỡ miệng đạt 3,32 mm và chiều dài đạt 34,25 mm. Cá có kích cỡ miệng lớn dễ bắt được con mồi như luân trùng, trùn nước ... ở giai đoạn còn nhỏ giúp cá phát triển nhanh hơn. Cá trên bầu có độ mở miệng so với một số loài ở 30 ngày tuổi thì nhỏ hơn cá kết 3,66 mm [86], nhưng lớn hơn cá dày 2,79 mm [107] và cá rô biển 1,37 mm [104].

3.5.1.3. Tỷ lệ giữa chiều dài ruột và chiều dài thân (RLG) ở cá trên bầu

Chỉ số RLG được dùng để xác định tính ăn của cá nói chung và cá trên bầu nói riêng, giá trị RLG thể hiện tương quan giữa dài ruột trên dài thân.

Bảng 3.16: Tỷ lệ của dài ruột trên dài thân cá trên bầu từ 2 – 30 ngày tuổi

Ngày tuổi	Chiều dài tổng (mm)	Chiều dài ruột (mm)	RLG
2	3,34 ± 0,20	0,83 ± 0,24	0,249
3	4,77 ± 0,56	1,25 ± 0,23	0,262
4	5,37 ± 0,32	1,58 ± 0,09	0,294
5	5,70 ± 0,67	1,75 ± 0,25	0,307
6	6,37 ± 0,60	2,01 ± 0,24	0,315
7	7,30 ± 0,82	2,37 ± 0,17	0,324
8	8,20 ± 0,42	2,68 ± 0,14	0,327
9	8,45 ± 0,72	2,92 ± 0,24	0,345
10	9,05 ± 0,92	3,17 ± 0,23	0,350
15	18,40 ± 1,83	8,16 ± 0,92	0,443
20	26,10 ± 3,31	12,80 ± 1,98	0,490
25	29,00 ± 3,58	15,85 ± 1,98	0,546
30	34,25 ± 6,06	19,95 ± 2,42	0,582

Ghi chú: Số liệu thể hiện giá trị trung bình ± độ lệch chuẩn.

Kết quả Bảng 3.16 cho thấy, ồng tiêu hóa cá trên bầu giai đoạn 2 – 30 ngày tuổi biến đổi không lớn, tăng dần từ ngày 2 đến ngày 30, và chỉ số RLG đạt từ 0,24 – 0,58. Theo Nikolsky (1963) [90], những loài cá có RLG < 1 thường ăn thiên về động vật, như vậy cá trên bầu ở giai đoạn 1 tháng tuổi là loài cá ăn động vật.

Chỉ số RLG và tính ăn của cá trên bầu tương tự một số loài, như cá kết RLG = 0,31 – 0,36 [86], cá dày RLG = 0,46 – 0,67 [107]; cá lóc đen, cá lóc bông, cá rô đồng và cá thát lát cườm đều có RLG < 1 [10, 23, 51, 119].

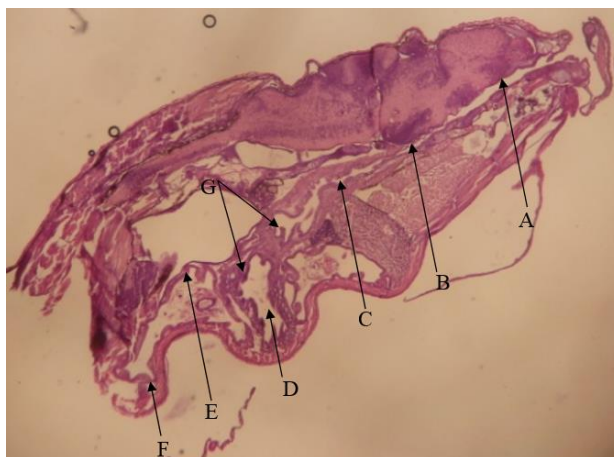
3.5.1.4. Sự phát triển mô học của ống tiêu hóa

Cá trên bầu mở miệng và sử dụng thức ăn ngoài vào cuối ngày thứ 2 khi noãn hoàng còn khối nhỏ; lúc này ống tiêu hóa có thể phân biệt được các thành phần như khoang miệng, thực quản, ruột và hậu môn (Hình 3.5).



Hình 3.5: Lát cắt dọc cá trên bầu 2 ngày tuổi (10X). Ghi chú: (A) khoang miệng, (B) thực quản, (C) ruột, (D) hậu môn và (E) noãn hoàng

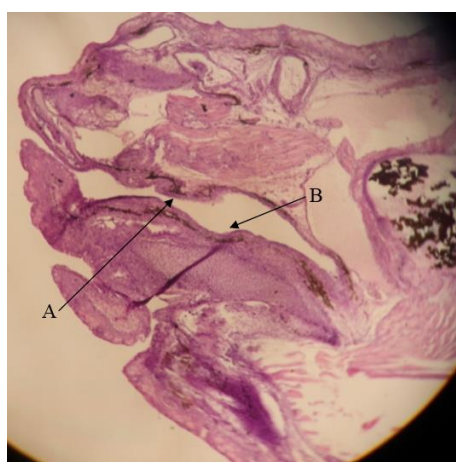
Với cá trên bầu, ngày tuổi càng lớn thì ống tiêu hóa cũng phát triển hoàn chỉnh và đầy đủ về cấu tạo như khoang miệng, hầu, thực quản, dạ dày, ruột gấp khúc, hậu môn ở cá trên bầu 10 ngày tuổi (Hình 3.6) tương đương với nghiên cứu của Pradhan và cs (2012) [212] cá trên bầu hoàn chỉnh ống tiêu hóa ở ngày thứ 12. Tiền Hải Lý (2016) [107] cá dày có ống tiêu hóa hoàn chỉnh ở ngày thứ 10, cá rô biển ở ngày thứ 15 [104], cá chạch lấu ở ngày thứ 21 [41], cá nâu *Scatophagus argus* ở ngày thứ 20 [59], cá măng *Chanos chanos* ở ngày thứ 14 [166].



Hình 3.6: Lát cắt dọc cá trên bầu 10 ngày tuổi (10X). Ghi chú: (A) khoang miệng, (B) hầu, (C) thực quản, (D) dạ dày, (E) ruột, (F) hậu môn và (G) nếp gấp

a) Khoang miệng

Cá trên bầu sau 2 ngày từ khi nở có thể phân biệt rõ khoang miệng với các phần khác trong ống tiêu hóa. Khoang miệng được cấu tạo gồm một lớp mỏng các biểu mô, tới ngày tuổi thứ 2 thì xuất hiện các tế bào tiết chất nhầy và các chồi vị giác (Hình 3.7), không có thay đổi mô học nào đáng kể từ ngày thứ 10 đến ngày thứ 30. Khoang miệng của cá trên bầu trong quan sát này tương đương với khảo sát của Pradhan và cs (2012) [212], sự xuất hiện của các tế bào tiết chất nhầy và các chồi vị giác của cá trên bầu sớm hơn cá bóng tượng *Oxyeleotris marmoratus* xuất hiện ở ngày thứ 3 [97], cá dầy và cá rô biển xuất hiện ở ngày thứ 5 [104, 107].

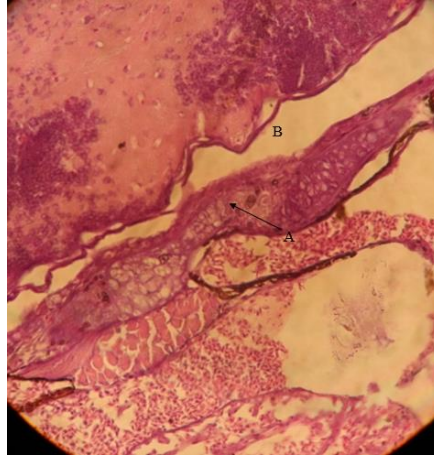


Hình 3.7: Khoang miệng cá trên bầu 2 ngày tuổi (40X)

Ghi chú: (A) khoang miệng, (B) chồi vị giác

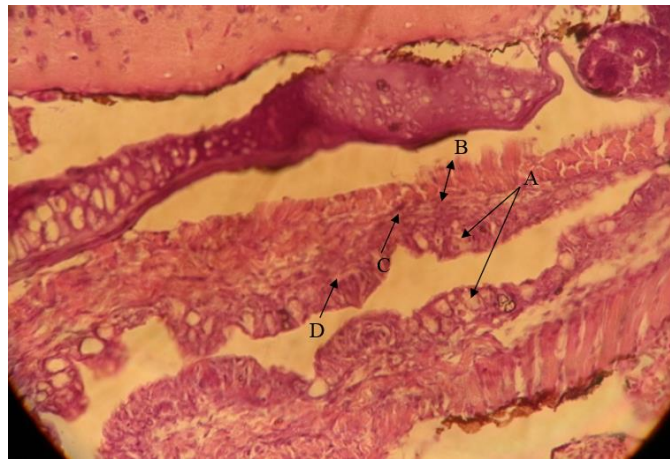
b) Thực quản

Thực quản cá trên bầu có thể nhận biết khi cá sau 2 ngày tuổi, thực quản là một đoạn ngắn nối giữa khoang miệng và dạ dày. Thực quản ngắn và có vách dày, vách thực quản hình thành các nếp gấp và gợn sóng. Có thể phân được thực quản là nhờ vào sự xuất hiện các tế bào dạng cốc (Hình 3.8), đây là các tế bào tiết chất nhầy làm bôi trơn thực quản giúp đưa thức ăn xuống dạ dày dễ dàng. Không có sự thay đổi mô học đáng chú ý nào được phát hiện từ ngày thứ 10 đến kết thúc thí nghiệm ở ngày 30, ngoại trừ tăng số lượng và kích thước của tế bào biểu mô ở vùng sau của thực quản (Hình 3.9).



Hình 3.8: Thực quản cắt dọc của cá trên bầu 3 ngày tuổi (40X)

Ghi chú: (A) tế bào dạng cốc, (B) khoang thực quản

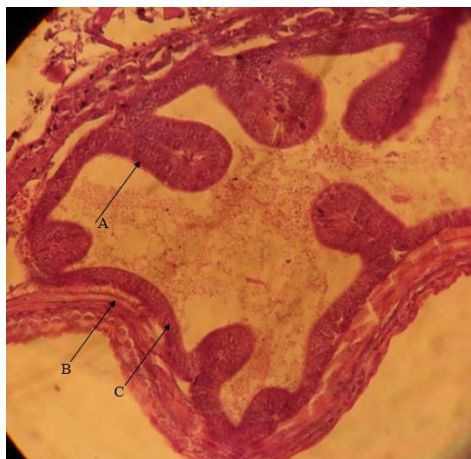


Hình 3.9: Thực quản cắt dọc của cá trên bầu 15 ngày tuổi (40X). Ghi chú: (A) tế bào dạng cốc, (B) lớp cơ, (C) lớp dưới niêm mạc, (D) lớp niêm mạc

Thời gian phân biệt thực quản cá trên bầu trong khảo sát này, tương đương với khảo sát của Pradhan và cs (2012) cá trên bầu sau 2 – 3 ngày tuổi thì phân biệt được thực quản trong ống tiêu hóa [212], cá nâu và cá rô biển sau 3 ngày tuổi cũng phân biệt được thực quản với các cơ quan khác trong ống tiêu hóa [59, 104]. Thực quản cá dày và cá ngát *Plotosus canius* nằm phía sau xoang miệng, có vách thực quản dày, gấp nếp và sau 4 ngày tuổi mới phân biệt được thực quản với các tổ chức khác trong ống tiêu hóa [53, 107]. Thực quản cá da trơn *Silurus glanis* là ống ngắn, hẹp và được bao phủ bởi các tế bào biểu mô, có thể phân biệt khi cá được 5 ngày tuổi [186]. Baglolle và cs (1997) [136] cho rằng, cá bơn *Pleuronectes ferruginea* sau 7 ngày tuổi mới có thể phân biệt được thực quản trong ống tiêu hóa.

c) Dạ dày

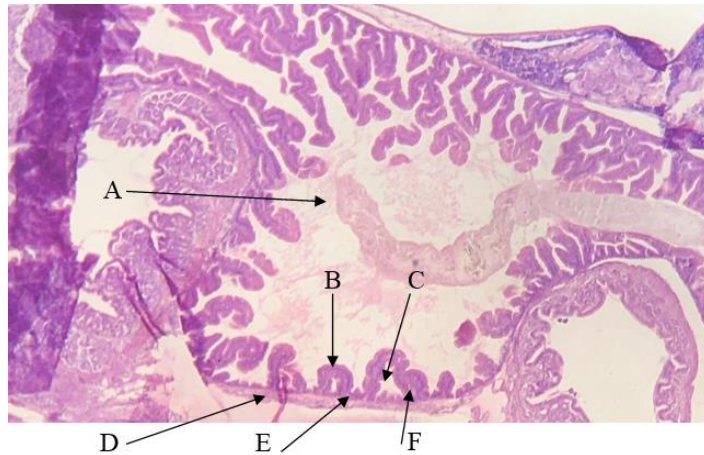
Khi cá được 3 – 4 ngày tuổi lúc này dạ dày là một đoạn phình to lớn nhất trong ống tiêu hóa, nằm sau thực quản và kết thúc ở phần đầu ruột trước. Khi cá trên bầu ăn thức ăn ngoài thì trước lúc đó dạ dày cũng xuất hiện lớp niêm mạc, lớp tế bào hình trụ cao và những nếp gấp (Hình 3.10).



Hình 3.10: Dạ dày cắt dọc của cá trên bầu 5 ngày tuổi (40X)

Ghi chú: (A) nếp gấp, (B) lớp niêm mạc, (C) thành dạ dày

Khi cá trên bầu được 15 ngày tuổi thì cấu trúc và chức năng dạ dày phát triển hoàn chỉnh. Dạ dày cá trên bầu có dạng hình túi, được chia làm 2 phần là dạ dày tuyến và dạ dày cơ, lúc này dạ dày gia tăng số lượng các tế bào hình trụ cao và nếp gấp. Thành dạ dày có cấu tạo gồm 4 lớp là màng ngoài, cơ trơn, dưới niêm mạc và niêm mạc. Các nếp gấp có thành phần là mô liên kết và nhiều mao mạch. Tiếp theo niêm mạc là lớp dưới niêm mạc, lớp này chứa các dây thần kinh, động mạch và tĩnh mạch. Tuyến dạ dày có dạng hình ống là một phần quan trọng của dạ dày, chúng tiết ra dịch hỗ trợ dạ dày tiêu hóa thức ăn, tuyến dạ dày là điểm để đánh dấu sự phát triển hoàn chỉnh hệ tiêu hóa của cá bột. Từ sau ngày thứ 15 đến thí nghiệm kết thúc ở ngày 30 thì dạ dày tăng kích thước và số nếp gấp niêm mạc nhưng không có sự thay đổi về mô học nào liên quan được tìm thấy (Hình 3.11).



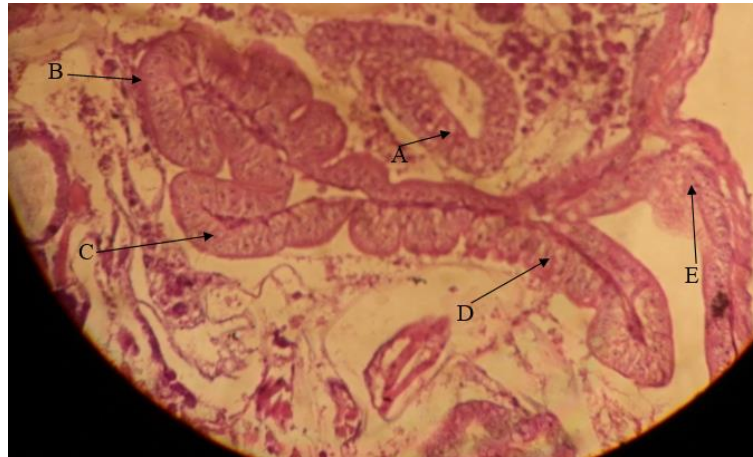
Hình 3.11: Dạ dày cắt dọc của cá trên bầu 15 ngày tuổi (40X)

Ghi chú: (A) dịch nhầy dạ dày, (B) nếp gấp niêm mạc, (C) nếp gấp, (D) lớp cơ trơn, (E) lớp dưới niêm mạc, (F) lớp niêm mạc

Thời gian hình thành và phát triển hoàn chỉnh dạ dày của cá trên bầu trong khảo sát này tương đương với khảo sát của Pradhan và cs (2012) [212], nhưng phát triển hoàn chỉnh dạ dày cá trên bầu ở ngày thứ 15 thì sớm hơn cá dày [107], cá rô biển [104], cá nâu [45], cá *Pseudosciaena crocea* [194], cá măng [166] có thể phân biệt được dạ dày với cá thành phần khác trong ống tiêu hóa ở ngày tuổi thứ 4 và dạ dày hoàn chỉnh ở ngày tuổi thứ 20.

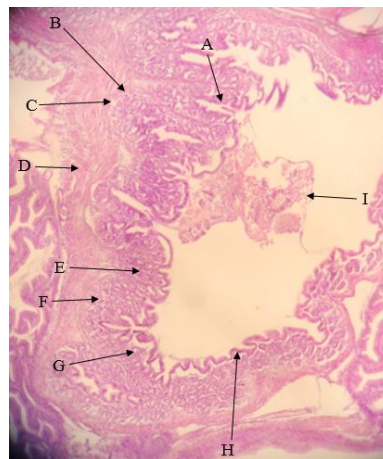
d) Ruột

Ruột cá trên bầu là phần dài nhất của ống tiêu hóa, được bắt đầu từ phía sau dạ dày kéo dài đến trực tràng và hậu môn, ruột có chức năng là tiêu hóa thức ăn và hấp thụ các chất dinh dưỡng để nuôi cơ thể. Ruột cá trên bầu 1 ngày tuổi là một ống thẳng được bao bọc bởi một lớp vi nhung mao, khi cá 2 – 3 ngày tuổi thì ruột bắt đầu xuất hiện các nếp gấp và độ dày của lớp biểu mô gia tăng cùng với tuổi của cá, không bào lipid xuất hiện khi cá trên bầu được 5 ngày tuổi (Hình 3.12) tương tự với khảo sát của Pradhan và cs (2012) [212].



Hình 3.12: Ruột cắt dọc của cá trên bầu 5 ngày tuổi (40X). Ghi chú: (A) không bào lipid, (B) thành ruột, (C) khoang ruột, (D) ruột, (E) hậu môn

Cá càng lớn cấu trúc thành ruột cũng dần hoàn chỉnh, khi cá trên bầu được 15 ngày tuổi thì thành ruột hoàn chỉnh. Trong khoảng thời gian sau ngày thứ 15 đến kết thúc thí nghiệm ở ngày thứ 30, không có sự biến đổi nào được quan sát thấy liên quan đến tổ chức mô học của ruột; ngoại trừ tăng chiều dài, kích thước và số lượng nếp gấp niêm mạc của ruột. Thành ruột gồm: màng ngoài, cơ trơn, dưới niêm mạc và niêm mạc (Hình 3.13)



Hình 3.13: Ruột cắt dọc của cá trên bầu 15 ngày tuổi (40X)

Ghi chú: (A) nhung mao, (B) tế bào ruột, (C) lớp niêm mạc dưới, (D) lớp cơ trơn, (E) lớp biểu mô, (F) lớp niêm mạc, (G) không bào lipid, (H) thành ruột, (I) dịch ruột

Kết quả thí nghiệm này cho thấy, ruột của cá trên bầu xuất hiện nếp gấp ở ngày thứ 2 tương tự như cá chạch lấu [41], nhưng sớm hơn cá dầy ở ngày thứ 4 [107]. Không bào lipid cá trên bầu xuất hiện ở ngày tuổi thứ 5 chậm hơn so với cá bống tượng ở ngày tuổi thứ 3 [97], cá trê *Clarias nieuhofii* ở ngày thứ 4 [232], nhưng nhanh

hơn cá dày và cá rô biển ở ngày thứ 7 [104, 107]. Ruột cá trên bầu hoàn chỉnh ở ngày thứ 15 tương đương với cá dày ở ngày thứ 14 [107], cá nâu ở ngày thứ 15 [45] nhưng sớm hơn cá rô biển và cá bống tượng ở ngày thứ 20 [97, 104].

Tóm lại, ống tiêu hóa cá trên bầu phát triển và hoàn chỉnh sớm. Sau 2 ngày có thể phân biệt được các phần khác nhau trong ống tiêu hóa như khoang miệng, thực quản, dạ dày, ruột và hậu môn. Ống tiêu hóa cá trên bầu phát triển hoàn chỉnh như cá trưởng thành ở ngày tuổi thứ 15, đây là thời điểm cá có thể ăn thức ăn tươi sống kích cỡ lớn và có khả năng sử dụng được thức ăn chế biến.

3.5.2. Lựa chọn thức ăn ở cá trên bầu

3.5.2.1. Thành phần phiêu sinh vật trong môi trường ao ương

a) Thực vật phiêu sinh

Kết quả khảo sát phiêu sinh thực vật có trong môi trường ao ương thu được 4 ngành và 25 giống. Trong đó, ngành tảo lục (Chlorophyta) có 16 giống, ngành tảo khuê (Bacillariophyta) có 6 giống, ngành luân tảo (Charophyta) có 2 giống và ngành tảo lam (Cyanophyta) có 1 giống (Phụ lục 2); Thành phần thực vật phiêu sinh gần như ổn định trong suốt quá trình thí nghiệm. Mật độ thực vật phiêu sinh dao động từ 117.172 đến 1.263.636 cá thể /m³; Có sự biến động tăng hay giảm theo từng ngày thí nghiệm và tăng cao ở những đợt gần cuối thí nghiệm.

b) Phiêu sinh động vật

Kết quả khảo sát phiêu sinh động vật có trong môi trường ao ương thu được 4 ngành và 22 giống. Trong đó ngành Cladocera có 10 giống, ngành Copepoda có 7 giống, ngành Rotifera có 4 giống và ngành Amoebozoa có 1 giống (Phụ lục 3). Thành phần động vật phiêu sinh có trong môi trường ao ương gần như ổn định suốt thời gian thí nghiệm. Mật độ động vật phiêu sinh dao động từ 33.636 đến 1.430.545 cá thể /m³, phiêu sinh động vật có xu hướng giảm mật độ từ ngày đầu đến gần kết thúc thí nghiệm, giống chiếm ưu thế là Moina 506.364 cá thể /m³ và giống Brachionus 159.818 cá thể /m³.

3.5.2.2. Tỷ lệ phiêu sinh vật trong ống tiêu hóa của cá

Cá trên bầu khi tiêu gần hết noãn hoàng thì sử dụng thức ăn ở ngoài môi trường vào cuối ngày thứ 2. Thức ăn tự nhiên không xuất hiện trong ống tiêu hóa là phiêu sinh thực vật, nhóm Amoebozoa từ ngày thứ 2 đến ngày thứ 30 kết thúc thí nghiệm. Thức

ăn có nhiều và đa số trong ống tiêu hóa của cá trên bầu là phiêu sinh động vật gồm nhóm Rotifera, Cladocera, ấu trùng Nauplius và nhóm Copepoda chỉ xuất hiện ở ngày thứ 6.

Kết quả ở Phụ lục 4 cho thấy tỷ lệ thức ăn có trong ống tiêu hóa của cá trên bầu từ ngày thứ 2 đến ngày thứ 9 tập trung là Rotifera, chiếm 28,23 – 60,22% và ấu trùng Nauplius chiếm 17,52 – 70,48%; từ ngày thứ 10 đến ngày 30 kết thúc thí nghiệm nhóm Cladocera chiếm tỷ lệ cao từ 88,98 – 99,70% chủ yếu là giống *Daphnia* và *Moina*; nhóm Copepoda chỉ có ở ngày thứ 6 chiếm 0,3%. Ở ngày tuổi thứ 2 đến thứ 9 cá trên bầu có kích cỡ miệng trung bình là 0,5 – 0,9 mm nên cá bắt được con mồi chủ yếu là *Brachionus* và ấu trùng Nauplius (kích cỡ trung bình 0,1 mm) chiếm tỷ lệ rất cao; ở những ngày tiếp theo kích cỡ miệng của cá tăng lên nên cá cũng bắt mồi có kích thước lớn hơn như *Daphnia* và *Moina* (kích cỡ trung bình 0,3 – 0,4 mm) chiếm tỷ lệ có ngày lên tới 76,14%. Điều này do sự tiện lợi thức ăn có trong môi trường dễ bắt mồi và những con mồi nhỏ thì tiêu hóa của cá dễ hơn [155].

Tóm lại, cá trên bầu từ bột đến 30 ngày tuổi không ăn phiêu sinh thực vật, mà ăn phiêu sinh động vật chủ yếu là *Brachionus*, ấu trùng Nauplius, *Daphnia* và *Moina*. Cá trên bầu trong thí nghiệm này có tính ăn tương tự như cá dày không ăn thực vật phù du, chỉ ăn động vật phù du chủ yếu là ấu trùng Nauplius, Cladocera, Copepoda và Rotifera [107]; cá kết cũng không có thực vật phù du trong ống tiêu hóa, còn động vật phù du trong ống tiêu hóa chủ yếu là Rotifera, Copepoda, *Daphnia*, *Moina* và *Eucyclops* [86]; cá thát lát cườm thức ăn chủ yếu là nhóm Copepoda và Ostracoda [119]; nhưng khác với cá bóng tượng từ ngày thứ 2 đến ngày thứ 5 thì ăn tảo đơn bào chiếm 20 – 95% sau ngày thứ 5 mới ăn động vật phiêu sinh [210] và cá rô đồng ăn thức ăn bên ngoài ở ngày tuổi thứ 3, thức ăn trong ống tiêu hóa gồm các loài tảo đơn bào 40% và động vật phiêu sinh 60% [23]. Mỗi một loài cá có đặc điểm dinh dưỡng không giống nhau cho nên sẽ có sự khác nhau về thời gian lấy thức ăn bên ngoài, cũng như các loại thức ăn mà cá sẽ ăn vào ống tiêu hóa [92]. Phổ thức ăn của mỗi loài cá có thể sẽ thay đổi cho phù hợp với cơ sở thức ăn có trong môi trường nước, khi cá có thay đổi loại thức ăn thì thức ăn mới phải thích hợp với đặc điểm của giai đoạn phát triển và cơ quan tiêu hóa của cá [117].

3.5.2.3. Chỉ số thức ăn được lựa chọn (E) của cá trên bầu bột đến 30 ngày

Kết quả phân tích chỉ số lựa chọn thức ăn của cá trên bầu ương trong ao đến 30 ngày tuổi được trình bày trong Bảng 3.17

Bảng 3.17: Chỉ số thức ăn được cá trên bầu lựa chọn

Zooplankton	Ngày tuổi												
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20	25	30
Thermocyclops	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-	-1
Bosminopsis	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
Bosmina	-1	-	-1	-	-	-1	-1	-1	-	-	-1	-0,1	-0,2
Pseudosida	-1	-	-	-1	-1	-1	-1	-1	-	-1	-1	-	-1
Macrothrix	-1	-	-1	-	-1	-	-1	-1	-0,4	-	-1	-0,1	-0,1
Daphnia	-1	-1	-0,1	-0,2	-0,2	0,10	0,14	0,33	0,61	0,61	0,45	0,50	0,40
Moina	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0,16	0,19	0,55	0,63	0,73	0,88	0,85
Brachionus	0,49	0,55	0,46	0,42	0,41	0,29	0,36	0,29	-1	-1	-1	-1	-1
Nauplius	0,73	0,71	0,62	0,55	0,51	0,43	0,42	0,18	-1	-1	-1	-1	-1

Kết quả Bảng 3.17 cho thấy, cá trên bầu có sự lựa chọn thức ăn khi cá bắt đầu ăn ngoài và có sự thay đổi theo thời gian phát triển của cơ thể cá. Thời gian đầu thí nghiệm từ ngày thứ 2 đến ngày thứ 9 thức ăn tự nhiên có kích cỡ nhỏ như *Brachionus* sp và ấu trùng Nauplius được cá lựa chọn với chỉ số từ 0,18 – 0,73, vì cá trên bầu thích ăn môi động, có kích thước nhỏ, bơi lội chậm chạp; từ ngày thứ 10 đến kết thúc thí nghiệm cá không lựa chọn 2 loại thức ăn này nữa thể hiện qua chỉ số âm. Càng về cuối thí nghiệm thì cá chọn loại thức ăn tự nhiên có kích cỡ lớn hơn như *Daphnia* và *Moina*, cụ thể từ ngày thứ 7 cá bắt đầu chọn *Daphnia* với chỉ số 0,10 – 0,61 và *Moina* cá chọn từ ngày thứ 8 có chỉ số từ 0,16 – 0,88. Sự lựa chọn thức ăn của cá có thể liên quan đến sự hiện diện thức ăn có trong thủy vực, thức ăn ưa thích, tập tính ăn của loài, kích cỡ miệng và cấu trúc hoàn chỉnh của ống tiêu hóa.

Barkoh (1984) [140] cho rằng tập tính ăn của loài là một trong những yếu tố rất quan trọng, quyết định đến sự lựa chọn thức ăn của loài đó. Phiêu sinh động vật được dùng rộng rãi để nuôi các loài ấu trùng cá do có kích cỡ nhỏ, bơi chậm, sống lơ lửng trong môi trường nước nên nó làm thức ăn thích hợp cho cá bột khi hết noãn hoàng [15, 160, 170, 236]. Cá trên bầu trong nghiên cứu này có sự lựa chọn thức ăn tương đương với cá kết có sự lựa chọn Rotifera 0,19 – 0,56, *Daphnia* 0,17 – 0,75 và *Moina* 0,32 – 0,82 [86]; cá dày sử dụng thức ăn được lựa chọn là ấu trùng Nauplius 0,08 – 0,79, Rotifera 0,52 – 0,61, *Daphnia* 0,13 – 0,65, *Moina* 0,05 – 0,88 [107].

Tóm lại, kết quả phân tích thành phần thức ăn trong ống tiêu hóa cá trên bầu từ 2 đến 30 ngày tuổi cho thấy cá không chọn phiêu sinh thực vật làm thức ăn mà chỉ chọn ăn thức ăn là phiêu sinh động vật. Từ ngày 2 đến ngày 9 cá chọn thức ăn có kích cỡ nhỏ như ấu trùng Nauplius và Brachionus, từ ngày 7 trở về sau cá chọn loại thức ăn có kích cỡ lớn hơn như Daphnia và Moina luôn ổn định trong ống tiêu hóa của cá trên bầu cho đến thí nghiệm kết thúc ở 30 ngày.

3.6. Khả năng chịu đựng một số yếu tố môi trường của cá trên bầu từ 1 đến 30 ngày tuổi

3.6.1. Nhiệt độ cao và nhiệt độ thấp gây chết cá

Nhiệt độ ban đầu thí nghiệm là 27°C. Kết quả Bảng 3.18 cho thấy, nhiệt độ trên gây chết cá trên bầu dao động trong khoảng 39,2 – 41,4°C và nhiệt độ dưới 13,7 – 14,3°C. Biên độ dao động nhiệt độ gây chết của cá trên bầu hẹp đạt 2,2 ở nhiệt độ trên và 0,6 ở nhiệt độ dưới. Nhiệt độ dưới gây chết cá trên bầu khá thấp là 13,7 – 14,3°C, điều này cho biết đây là một loài cá thường sống và phân bố ở vùng nhiệt đới và cận nhiệt đới.

Bảng 3.18: Nhiệt độ gây chết cá trên bầu ở ngày tuổi khác nhau

	Ngày tuổi						
	1	5	10	15	20	25	30
Nhiệt độ trên gây chết cá (°C)	41,4±0,5	40,8±0,2	40,2±0,2	40,3±0,2	39,7±0,2	39,3±0,1	39,2±0,5
Nhiệt độ dưới gây chết cá (°C)	14,3±0,5	14,0±0,5	13,8±0,2	13,7±0,5	14,0±0,5	14,3±0,5	14,2±0,3

Ghi chú: Số liệu thể hiện giá trị trung bình ± độ lệch chuẩn.

Nhiệt độ trên gây chết cá trên bầu thấp hơn cá rô biển (40,3 – 42,9°C) [104], cá tra (40,8°C) và cá basa (40,3°C) ở giai đoạn cá giống [14]. Nhiệt độ dưới gây chết cá trên bầu trong nghiên cứu này thấp hơn cá rô biển (15,2 – 15,7°C) [104] và cá tra (16,7°C) [14], nhưng cao hơn cá chép *Cyprinus carpio* (4,5 – 9,2°C) [78] và cá thát lát cườm (10,1 – 11,0°C) [27].

3.6.2. pH cao và thấp gây chết cá

pH ban đầu thí nghiệm là 7,0. Kết quả trong Bảng 3.19 cho thấy, pH cao gây chết cá trên bầu dao động từ 9,9 đến 10,8 và pH dưới trong khoảng 3,1 – 3,5. Biên độ dao động pH gây chết của cá trên bầu hẹp đạt 0,9 ở pH cao và 0,4 ở pH thấp, pH thấp gây chết cá trên bầu có xu hướng giảm khi cá 1 ngày tuổi là 3,5 tới cá 30 ngày tuổi còn 3,1 điều này cho thấy khi cá lớn có khả năng phân bố và sống ở pH thấp tốt hơn.

Bảng 3.19: pH gây chết cá trên bầu ở các ngày tuổi khác nhau

	Ngày tuổi						
	1	5	10	15	20	25	30
pH cao gây chết cá ($^{\circ}\text{C}$)	9,9 $\pm$ 0,07	10,1 $\pm$ 0,05	10,6 $\pm$ 0,04	10,7 $\pm$ 0,04	10,1 $\pm$ 0,26	10,8 $\pm$ 0,13	10,4 $\pm$ 0,17
pH thấp gây chết cá ($^{\circ}\text{C}$)	3,5 $\pm$ 0,03	3,5 $\pm$ 0,01	3,4 $\pm$ 0,04	3,3 $\pm$ 0,05	3,3 $\pm$ 0,10	3,1 $\pm$ 0,12	3,1 $\pm$ 0,01

Ghi chú: Số liệu thể hiện giá trị trung bình $\pm$ độ lệch chuẩn.

Mỗi một loài cá có khả năng thích ứng và chịu đựng với pH của môi trường khác nhau, ở trong cùng một loài cá với các trạng thái sinh lý khác nhau thì cũng thích ứng với mức pH khác nhau. Boyd (2000) [146] cho rằng, “môi trường nước có pH từ 9 đến 11 cá giảm sinh trưởng và sinh sản, pH từ 4 đến 5 cá sẽ không sinh sản, pH = 4 và pH = 11 là điểm chết acid và điểm chết bazơ của cá”. Cá trên bầu trong nghiên cứu này có khả năng chịu đựng pH thấp tốt và loài sống được dưới điểm chết acid.

Kết quả ở nghiên cứu này cho thấy cá trên bầu có pH cao gây chết cao hơn cá rô biển (9,0 – 9,6) [104]; tương đương với cá chép (9,5 – 10,8) [78], cá tai tượng *Osphronemus goramy* (9,5 - 11) [109] và cá rô đồng *Anabas testudineus* (11) [35] nhưng thấp hơn cá sặc rằn *Trichogaster pectoralis* (11,8) [35]. Ở pH thấp gây chết cá trên bầu cao hơn cá sặc rằn (2,4) [35]; tương đương với cá rô biển (3,0 – 3,4) [104] nhưng thấp hơn cá thát lát cườm (3,5 – 4,5) [27], cá tai tượng (4,0 – 4,5) [109] và cá cá chép (4,2 – 4,5) [86].

3.6.3. Ngưỡng oxy và tiêu hao oxygen của cá trên bầu

Kết quả trong Bảng 3.20 cho thấy, ngưỡng oxy cá trên bầu dao động từ 0,52 đến 0,83 mg O₂/L và tiêu hao oxygen trong khoảng 0,54 – 2,94 mg O₂/g.giờ và có khuynh hướng giảm dần theo ngày tuổi.

Bảng 3.20: Ngưỡng oxy (mg O₂/L) và tiêu hao oxygen (mg O₂/g.giờ) cá trên bầu ở các ngày tuổi khác nhau

	Ngày tuổi						
	1	5	10	15	20	25	30
Ngưỡng oxy	0,83 $\pm$ 0,05	0,80 $\pm$ 0,08	0,75 $\pm$ 0,05	0,72 $\pm$ 0,03	0,70 $\pm$ 0,01	0,64 $\pm$ 0,05	0,52 $\pm$ 0,04
Tiêu hao oxygen	2,94 $\pm$ 0,16	2,82 $\pm$ 0,16	2,29 $\pm$ 0,17	1,96 $\pm$ 0,06	1,52 $\pm$ 0,03	0,98 $\pm$ 0,05	0,54 $\pm$ 0,03

Ghi chú: Số liệu thể hiện giá trị trung bình $\pm$ độ lệch chuẩn.

Nikolsky (1963) [90] cho rằng “lượng oxy mà cá cần không cố định, nó có thể thay đổi theo giai đoạn phát triển của từng cá thể. Ngưỡng oxy và tiêu hao oxygen của

cá trên bầu biến đổi theo quy luật là cá thể trưởng thành chịu đựng điều kiện thiếu oxy tốt hơn cá thể non”. Từ đó cho thấy ngưỡng oxy của cá trên bầu ở ngày tuổi nhỏ cao hơn ngưỡng oxy của cá ở ngày tuổi lớn và “cá thể còn non có cường độ trao đổi chất cao hơn cá thể trưởng thành nên tiêu hao oxygen của cá thể còn non lớn hơn cá thể trưởng thành” [22]. Ngưỡng oxy của cá trên bầu thấp hơn cá trôi *Labeo rohita* (0,66 – 0,97 mg O₂ /L) [120], tương đương với cá rô biển (0,54 – 0,80 mg O₂ /L) [104] và mè trắng *Hypophthalmichthys harmandi* (0,55 – 0,89 mg O₂/L) [78], nhưng cao hơn so với cá chép (0,11 – 0,22 mg O₂ /L) và cá trắm cỏ *Ctenopharyngodon idella* (0,22 – 0,49 mg O₂/L) [78].

3.6.4. Độ mặn gây chết cá trên bầu

Kết quả nghiên cứu xác định độ mặn gây chết cá trên bầu dao động từ 14,3 đến 16,3‰. Cụ thể độ mặn gây chết cá trên bầu 1 ngày tuổi ($14,3 \pm 0,6\%$), 5 và 10 ngày tuổi ($14,7 \pm 0,6\%$), 15 ngày tuổi (15,0‰), 20 ngày tuổi ($15,3 \pm 0,6\%$), 25 ngày tuổi ($15,7 \pm 0,5\%$) và 30 ngày tuổi ($16,3 \pm 0,5\%$). Độ mặn gây chết cá trên bầu có xu hướng tăng theo ngày tuổi của cá mặc dù biên độ không lớn. Đặng Ngọc Thanh (1974) [15] cho rằng “độ mặn từ 5 – 8‰ là độ mặn sinh lý chung của đa số các thủy sinh vật”. Như vậy độ mặn sinh lý chung thấp hơn so với độ mặn gây chết cá trên bầu. Từ thí nghiệm có thể kết luận đây là loài cá có khả năng sống trong môi trường nước lợ. Điều này cũng phù hợp với nhận định cá trên bầu sống được trong môi trường nước lợ, có đặc tính sống thành đàn ít hoạt động, thường chụm lại thành khối trong hốc đá, hốc cây ven bờ [77, 134]. Độ mặn gây chết cá trên bầu trong thí nghiệm này cao hơn cá rô biển (11,1 – 11,8‰) [104], cá tai tượng (11 – 13‰) [70], cá thát lát cườm (11 – 12‰) [27], cá mè trắng (9‰) [204], cá trắm cỏ (9,75‰) [151], cá basa (10‰) [6]; tương đương với cá chép (11,1 – 16,8‰) và cá linh ông *Cirrhinus julienni* (16‰) [79]; nhưng thấp hơn so với cá rô đồng (phôi là 19‰ và cá bột 17‰) [35], cá leo *Wallago attu* ở 30 ngày tuổi (18‰) [30].

Tóm lại, cá trên bầu từ 1 đến 30 ngày tuổi có nhiệt độ trên gây chết dao động từ 39,2 đến 41,4⁰C và nhiệt độ dưới trong khoảng 13,7 – 14,3⁰C. pH cao gây chết cá trên bầu dao động từ 9,9 đến 10,8 và pH dưới trong khoảng 3,1 – 3,5. Ngưỡng oxy cá trên bầu dao động từ 0,52 đến 0,83 mg O₂ /L và tiêu hao oxygen trong khoảng 0,54 – 2,94 mg O₂/g.giờ. Độ mặn gây chết cá trên bầu dao động từ 14,3 đến 16,3‰.

3.7. Ảnh hưởng của thức ăn và mật độ đến tăng trưởng, tỷ lệ sống cá trên bầu giai đoạn 1 – 30 ngày tuổi trong bể composite

3.7.1. Ảnh hưởng của các tổ hợp thức ăn đến tăng trưởng và tỷ lệ sống cá trên bầu

3.7.1.1. Một số chỉ tiêu môi trường nước trong bể ương

Môi trường nước trong bể ương cá gồm nhiệt độ $24,0 - 28,6^{\circ}\text{C}$; pH = $7,0 - 7,8$; DO = $5,4 - 6,0$ mg /L; $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+ = 0,0 - 0,06$ mg /L và $\text{NO}_2^- = 0,0 - 0,5$ mg /L. Những yếu tố môi trường trong thí nghiệm này đều thích hợp cho cá trên bầu sinh trưởng và phát triển.

3.7.1.2. Tăng trưởng của cá trên bầu về khối lượng và chiều dài

Kết quả tăng trưởng về khối lượng và chiều dài cá trên bầu sau 30 ngày ương trong bể bằng các tổ hợp thức ăn khác nhau trong Bảng 3.21

Bảng 3.21: Tăng trưởng của cá trên bầu về khối lượng và chiều dài sau 30 ngày ương bằng các tổ hợp thức ăn

Thời gian	Chỉ tiêu	NT1	NT2	NT3	NT4
Khối lượng ban đầu	W (g)	$0,0005^a \pm 0,0$	$0,0005^a \pm 0,0$	$0,0005^a \pm 0,0$	$0,0005^a \pm 0,0$
Khối lượng cuối	W_{30} (g)	$0,2539^c \pm 0,0111$	$0,4066^d \pm 0,0047$	$0,1028^b \pm 0,0028$	$0,0586^a \pm 0,0169$
	DWG (g/ngày)	$0,0084^c \pm 0,0004$	$0,0135^d \pm 0,0002$	$0,0034^b \pm 0,0001$	$0,0020^a \pm 0,0006$
	SGR_w (%/ngày)	$20,74^c \pm 0,1748$	$22,35^d \pm 0,0400$	$17,75^b \pm 0,0831$	$15,32^a \pm 0,5340$
Chiều dài ban đầu	L (mm)	$2,2833^a \pm 0,0333$	$2,2500^a \pm 0,0500$	$2,2833^a \pm 0,0441$	$2,2667^a \pm 0,0167$
Chiều dài cuối	L_{30} (mm)	$32,50^c \pm 0,3215$	$38,72^d \pm 0,5600$	$22,97^b \pm 0,1692$	$20,82^a \pm 0,1878$
	DLG (mm/ngày)	$1,0072^c \pm 0,0099$	$1,2155^d \pm 0,0203$	$0,6894^b \pm 0,0048$	$0,6183^a \pm 0,0067$
	SGR_L (%/ngày)	$8,86^c \pm 0,0327$	$9,50^d \pm 0,1258$	$7,71^b \pm 0,0471$	$7,41^a \pm 0,0530$

Các giá trị trong cùng hàng có chữ cái giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$). Số liệu thể hiện giá trị trung bình $\pm$ sai số chuẩn.

Kết quả trong Bảng 3.21 cho thấy, ngày đầu tiên thí nghiệm kích cỡ cá ở 4 nghiệm thức tương đối đồng nhất về khối lượng trung bình ($0,0005$ g /con) và chiều dài trung bình ($2,2$ mm /con) không có khác biệt ($p > 0,05$) giữa các nghiệm thức. Sau 30 ngày thí nghiệm thì cá đạt trung bình về khối lượng lần lượt NT1 ($0,2539$ g /con), NT2 ($0,4066$ g /con), NT3 ($0,1028$ g /con), NT4 ($0,0586$ g /con) và chiều dài trung bình lần lượt là NT1 ($32,50$ mm /con), NT2 ($38,72$ mm /con), NT3 ($22,97$ mm /con), NT4 ($20,82$ mm /con); có sự khác biệt thống kê ($p < 0,05$) ở khối lượng và chiều dài giữa 4 nghiệm thức với nhau. Ở NT2 cá có tăng trưởng cao nhất đạt DWG = $0,0135$ g /ngày

và $DLG = 1,2155 \text{ mm /ngày}$, ở nghiệm thức này cá ăn động vật phù sinh là artemia từ ngày thứ 2 đến ngày thứ 10 và sau đó thì ăn trùn chỉ, trứng cyst artemia được đem ấp trong môi trường nước lợ (5‰) sau khi bung dù hoặc nở thì cho cá trên bầu ăn trong môi trường nước ngọt thì ấu trùng artemia sống và lơ lửng trong môi trường nước ngọt khoảng 2 giờ nên cá trên bầu cũng bắt được con mồi artemia tốt. Cá có tăng trưởng thấp nhất ở NT4 đạt $DWG = 0,0020 \text{ g /ngày}$ và $DLG = 0,6183 \text{ mm /ngày}$ do cá trên bầu được cho ăn TACN ngay từ đầu chưa thích hợp với sự phát triển của ống tiêu hóa dẫn đến cá sinh trưởng chậm.

Phù sinh động vật là thức ăn tốt nhất và đầu tiên cho đa số các loài cá [92]. Thức ăn tự nhiên dễ tiêu hóa hơn TACN và thức ăn tự nhiên cũng góp phần vào quá trình tiêu hóa do có những enzyme, thành phần acid amin cao, kích cỡ nhỏ, bơi lội chậm, lơ lửng trong nước và ít ô nhiễm môi trường [148, 173]. Một số loại thức ăn tự nhiên rất quan trọng để ương một số loài cá nước ngọt và mặn có giá trị kinh tế cao hiện nay là tảo, động vật phù sinh, luân trùng và artemia [191], nhiều loài cá được ương thành công khi sử dụng phù sinh động vật làm thức ăn [237]. Person-Le Ruyet và cs (1993) [207] cho rằng sử dụng thức ăn chế biến cho cá bột ăn sớm dẫn đến tăng trưởng kém.

Sau 30 ngày ương cá trên bầu bằng các tổ hợp thức ăn, cá có tăng trưởng khối lượng đặc trưng dao động từ 15,32 đến 22,35% /ngày; cao hơn so với cá dày (15,2 – 16,4% /ngày) [107] và lươn đồng *Monopterus albus* (5,26 – 5,35% /ngày) [68]; tương đương với cá kết (19,0 – 20,3% /ngày) [86]; lươn đồng (16,16 – 19,16% /ngày) [43] và cá basa (20,8% /ngày) [190]. Cá trên bầu có tăng trưởng chiều dài đặc trưng từ 7,41 đến 9,50% /ngày cao hơn so với cá dày (3,60 – 4,12% /ngày) [107].

3.7.1.3. Hệ số biến thiên và tỷ lệ sống

Kết quả hệ số phân đàn và tỷ lệ sống cá trên bầu sau khi ương 30 ngày bằng các tổ hợp thức ăn trong Bảng 3.22.

Bảng 3.22: Hệ số biến thiên và tỷ lệ sống cá trên bầu sau khi ương 30 ngày bằng các tổ hợp thức ăn

Chỉ tiêu	Thời gian	NT1	NT2	NT3	NT4
CV _w (%)	01 ngày	0	0	0	0
	30 ngày	7,60	1,99	4,77	5,0
CV _L (%)	01 ngày	2,52	3,85	3,34	3,27
	30 ngày	1,71	1,51	1,28	1,56
Tỷ lệ sống (%)	30 ngày	18,50 ^b ± 1,27	37,50 ^d ± 1,79	23,10 ^c ± 0,56	12,18 ^a ± 0,86

Các giá trị trong cùng hàng có chữ cái giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$). Số liệu thể hiện giá trị trung bình ± sai số chuẩn.

Kết quả trong Bảng 3.22 cho thấy, hệ số biến thiên về khối lượng cũng như chiều dài ngày đầu tiên bố trí thí nghiệm là tương đối đồng nhất. Sau 30 ngày thí nghiệm hệ số phân đàn về khối lượng từ 1,99 đến 7,60% và chiều dài trong khoảng 1,28 – 1,71%. Hệ số biến thiên thấp ở NT2, NT3 và cao ở NT1, NT4 đều này cho biết cá trên bầu bắt đầu ăn thức ăn ngoài thì ăn động vật phù sinh (artemia và luân trùng) cho cá tăng trưởng đều hơn nên hệ số biến thiên thấp so với cho cá ăn lòng đỏ trứng và thức ăn công nghiệp. Kestemont và cs (2007) [182] cho rằng sự phân cỡ trong quần đàn là vấn đề rất quan trọng đối với những loài cá dữ và có đặc tính săn con mồi. Cá trên bầu có hệ số biến thiên thấp hơn cá dày CV_w = 3,70 – 89,47% [107], lươn đồng 20 ngày tuổi có CV_w = 4,61 – 11,44% và CV_L = 4,76 – 10,4%, ở 40 ngày tuổi có CV_w = 15,18 – 23,44% và CV_L = 2,74 – 4,23% [43], nhưng cao hơn cá kết CV_w = 0,20 – 0,46% [86].

Tỷ lệ sống cá trên bầu sau 30 ngày dao động từ 12,18 đến 37,50%; đạt cao nhất ở NT2 37,50%, NT3 23,10%, NT1 18,50% và thấp nhất ở NT4 12,18%, có sự khác biệt thống kê có ý nghĩa ($p < 0,05$) giữa 4 nghiệm thức trong thí nghiệm. Ở NT2 có tỷ lệ sống cao là do cho ăn thức ăn artemia những ngày đầu, tiếp theo cho ăn trùn chỉ đến kết thúc thí nghiệm; 2 loại thức ăn này phù hợp cỡ miệng, giàu dinh dưỡng và đặc tính ăn của cá trên bầu. Ở NT1 cho ăn lòng đỏ trứng kết hợp bột đậu nành và NT4 cho ăn TACN ngay từ đầu cho nên có tỷ lệ cá sống thấp, “do ở giai đoạn còn nhỏ cá bột không đủ men để tiêu hóa được thức ăn công nghiệp hay chế biến” [150], ngoài ra trong môi trường không có thức ăn ưa thích thì cá sẽ sử dụng thức ăn bắt buộc lúc đó tỷ lệ sống thấp [92]. Tỷ lệ sống cá trên bầu trong nghiên cứu này gần tương đương với tỷ lệ sống của cá tra khi cho ăn thức ăn luân trùng (25%), trứng nước (19%), lòng đỏ trứng kết hợp bột đậu nành (13%) [130], cá heo (28,6%) [9]; thấp hơn cá kết (66,6 – 90,7%) [86], cá bông lau (42,7 – 90,6%) [26], cá tra nghê (40,9 – 95,5%) [131], cá

lăng nha (58,67 – 96,0%) [49, 50], cá trê Phú Quốc (74 – 77,3%) [60]; nhưng cao hơn cá leo (2 – 12%) [11].

Nghiên cứu thay đổi thức ăn, để tìm ra loại thức ăn thích hợp cho tăng trưởng và tỷ lệ sống của cá tốt nhất là một trong những điểm then chốt nhằm nâng cao năng suất và hiệu quả kinh tế. Tuy nhiên, ngoài thức ăn thì các khía cạnh kỹ thuật cũng cần được quan tâm như hệ thống ương nuôi, quản lý môi trường nước, kỹ thuật chăm sóc và phòng trị bệnh cho tốt để có hiệu quả cao nhất. Trong cả một quá trình ương cá bột việc chọn thức ăn phù hợp đóng một vai trò hết sức quan trọng, đặc biệt là những loài cá dữ ăn động vật và ăn thịt lẫn nhau. Trong các loại thức ăn tự nhiên dùng ương cá nước ngọt giai đoạn đầu thường là moina và trùn chỉ. Tuy nhiên, kích cỡ miệng cá trên bầu nhỏ nên 3 ngày đầu phải dùng lòng đỏ trứng, bột đậu nành, luân trùng hoặc artemia, sau đó mới dùng moina và trùn chỉ thì đem lại hiệu quả tốt hơn trong ương cá trên bầu giai đoạn cá bột lên cá hương. Tiêu chuẩn của thức ăn cho cá bột ăn là phải có mật độ thích hợp, vận động vừa phải, kích cỡ phù hợp với cỡ miệng của cá và giá trị dinh dưỡng ổn định thì cá ăn vào mới phát triển và sinh trưởng tốt.

Như vậy, dựa vào kết quả nghiên cứu này có thể kết luận khi sử dụng thức ăn phiêu sinh động vật kết hợp với trùn chỉ hoặc cá tạp để ương nuôi cá trên bầu đến 30 ngày tuổi cho tỷ lệ sống và tăng trưởng tốt nhất.

3.7.2. Ảnh hưởng của mật độ đến tăng trưởng và tỷ lệ sống cá trên bầu

3.7.2.1. Một số chỉ tiêu môi trường nước trong bể ương

Môi trường nước trong bể ương cá trên bầu giai đoạn 1 – 30 ngày tuổi khác nhau về mật độ gồm nhiệt độ từ 25,1 – 28,6°C; pH = 7,0 – 8,0; DO = 4,2 – 5,1 mg /L; $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+ = 0,0 - 0,09 \text{ mg /L}$ và $\text{NO}_2^- = 0,0 - 0,5 \text{ mg /L}$. Những yếu tố môi trường nước trong thí nghiệm này đều thích hợp cho cá trên bầu sinh trưởng và phát triển.

3.7.2.2. Tăng trưởng của cá trên bầu về khối lượng và chiều dài

Kết quả tăng trưởng về khối lượng và chiều dài cá trên bầu sau 30 ngày ương trong bể ở các mật độ khác nhau trong Bảng 3.23

Bảng 3.23: Tăng trưởng của cá trên bầu về khối lượng và chiều dài ở các mật độ khác độ sau 30 ngày ương

Thời gian	Chỉ tiêu	NT1 (10)	NT2 (20)	NT3 (30)	NT4 (40)
Khối lượng ban đầu	W (g)	0,0004 ^a ± 0,0	0,0005 ^a ± 0,0	0,0004 ^a ± 0,0	0,0004 ^a ± 0,0
Khối lượng cuối	W ₃₀ (g)	0,3053 ^a ± 0,0038	0,3606 ^b ± 0,0165	0,5274 ^c ± 0,0099	0,3910 ^b ± 0,0065
	DWG (g/ngày)	0,0102 ^a ± 0,0001	0,0120 ^b ± 0,0006	0,0176 ^c ± 0,0003	0,0130 ^b ± 0,0002
	SGR _w (%/ngày)	21,84 ^a ± 0,0544	22,29 ^b ± 0,0923	23,82 ^d ± 0,0548	22,93 ^c ± 0,1139
Chiều dài ban đầu	L (mm)	2,4333 ^a ± 0,0167	2,3600 ^a ± 0,0100	2,4000 ^a ± 0,0289	2,3667 ^a ± 0,0441
Chiều dài cuối	L ₃₀ (mm)	35,33 ^a ± 0,2906	37,17 ^b ± 0,3371	42,58 ^d ± 0,4475	39,13 ^c ± 0,1481
	DLG (mm/ngày)	1,0968 ^a ± 0,0091	1,1605 ^b ± 0,0111	1,3391 ^d ± 0,0154	1,2260 ^c ± 0,0046
	SGR _L (%/ngày)	8,93 ^a ± 0,0080	9,21 ^b ± 0,0233	9,58 ^d ± 0,0685	9,38 ^c ± 0,0586

Các giá trị trong cùng hàng có chữ cái giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê (p>0,05). Số liệu thể hiện giá trị trung bình ± sai số chuẩn.

Kết quả thí nghiệm trong Bảng 3.23 cho thấy, cá trên bầu bố trí thí nghiệm có khối lượng và chiều dài tương đối đồng nhất, không có khác biệt ý nghĩa (p>0,05) giữa bốn nghiệm thức. Sau 30 ngày cá trên bầu có khối lượng từ 0,31 đến 0,53 g /con và chiều dài từ 35,33 đến 42,58 mm /con. Khối lượng của cá cũng như chiều dài đạt cao nhất ở NT3 ương 30 con /lít là 0,53 g /con và 42,58 mm /con khác biệt có ý nghĩa (p<0,05) so với 3 nghiệm thức còn lại, thấp nhất là NT1 ương 10 con /lít; nhìn chung mật độ có ảnh hưởng đến tăng trưởng của cá trên bầu giai đoạn 1 – 30 ngày tuổi, tăng trưởng tăng dần từ mật độ 10 con /lít, 20 con /lít, 30 con /lít và giảm tăng trưởng khi ương ở 40 con /lít. Tốc độ tăng trưởng tuyệt đối về khối lượng và chiều dài đạt cao nhất ở NT3(30) DWG = 0,0176 g /ngày và DLG = 1,3391 mm /ngày, kế tiếp là NT4(40) DWG = 0,0130 g /ngày và DLG = 1,2260 mm /ngày, NT2(20) DWG = 0,0120 g /ngày và DLG = 1,1650 mm /ngày và thấp nhất là NT1(10) DWG = 0,0102 g /ngày và DLG = 1,0968 mm /ngày, khác biệt có ý nghĩa (p<0,05) giữa NT3(30) với 3 nghiệm thức còn lại nhưng giữa NT2(20) với NT4(40) thì không khác biệt (p>0,05). Tương tự, tăng trưởng khối lượng và chiều dài đặc trưng cao nhất ở NT3 SGR_w = 23,82% và SGR_L = 9,58%, thấp nhất ở NT1 SGR_w = 21,84% và SGR_L = 8,93% và giữa 4 nghiệm thức khác biệt có ý nghĩa (p<0,05).

Để tăng sản lượng trong nuôi trồng thủy sản, người ta có thể áp dụng nhiều biện pháp trong đó tăng mật độ nuôi thường được lựa chọn [218]. Theo Bachiel và Le Cren

(1978) [135], mật độ ương là một yếu tố ảnh hưởng lên tăng trưởng, tỷ lệ sống và năng suất của cá nuôi. Cá trên bầu có tăng trưởng khối lượng đặc trưng từ 21,84 đến 23,82% /ngày đạt kết quả cao hơn so với cá kết 18,5 – 19,4% /ngày [86], cá lóc bông *Channa micropeltes* 14,5 – 15,0% /ngày và mật độ cao tăng trưởng cao hơn mật độ thấp [4], cá chạch dục *Channa gachua* 8,39 – 9,11% /ngày và ương mật độ từ 3 đến 7 con /lít kết quả mật độ cao cho tăng trưởng cao hơn mật độ thấp [24]. Tăng trưởng chiều dài đặc trưng cá trên bầu dao động từ 8,93 đến 9,58% /ngày tương đương với cá chạch lấu *Mastacembelus favus* 8,26 – 9,29% /ngày [8]. Ở một nghiên cứu khác trên cá trên *Ompok pabda* ở Ấn Độ khi ương ở mật độ 4 con /lít cho tỷ lệ sống và tăng trưởng của cá tốt nhất [218].

3.7.2.3. Hệ số biến thiên và tỷ lệ sống

Kết quả hệ số biến thiên và tỷ lệ cá trên bầu sống ở các mật độ khác nhau sau 30 ngày ương trong Bảng 3.24.

Bảng 3.24: Hệ số biến thiên và tỷ lệ cá trên bầu sống ở các mật độ khác nhau sau 30 ngày ương

Chỉ tiêu	Thời gian	NT1 (10)	NT2 (20)	NT3 (30)	NT4 (40)
CV _w (%)	01 ngày	0	0	0	0
	30 ngày	0,02	7,93	3,26	2,86
CV _L (%)	01 ngày	1,19	0,73	2,08	3,23
	30 ngày	1,42	1,57	1,82	0,66
Tỷ lệ sống (%)	30 ngày	41,50 ^c ± 2,03	32,28 ^b ± 1,43	30,10 ^b ± 0,75	25,50 ^a ± 0,67

Các giá trị trong cùng hàng có chữ cái giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$). Số liệu thể hiện giá trị trung bình ± sai số chuẩn.

Kết quả trong Bảng 2.24 cho thấy, ngày đầu tiên bố trí thí nghiệm cá trên bầu tương đối đồng đều về CV_w = 0% và CV_L dao động từ 0,73 đến 2,08%. Sau 30 ngày ương cá trên bầu có hệ số biến thiên về khối lượng trong khoảng dao động từ 0,02 đến 7,93%, cao nhất ở NT2(20) 7,93%, tiếp theo là NT3(30) 3,26%, kế đến NT4(40) 2,86% và thấp nhất là NT1(10) 0,02%. Hệ số biến thiên về chiều dài sau 30 ngày ương dao động 0,66 – 1,82%, cao nhất ở NT3(30) 1,82% và thấp nhất ở NT4(40) 0,66%. Hệ số biến thiên cá trên bầu tương đối thấp. Nguyên nhân, có thể trong quá trình ương cung cấp thức ăn đầy đủ về lượng và chất nên cá phát triển tốt dẫn đến hệ số biến thiên thấp. Mặt khác, do cá trên bầu là một loài cá ăn động vật và cá dữ, có thể trong quá trình ương cá lớn ăn thịt cá nhỏ dẫn đến kết quả hệ số phân đàn thấp. Hệ số biến thiên

cá trên bầu tương đương hệ số biến thiên cá kết $CV_w = 1,15 - 8,78\%$ [86], thấp hơn so với cá lóc bông $6,78 - 33,33\%$ [4].

Tỷ lệ cá trên bầu sống dao động từ 25,50 đến 41,50% theo xu hướng là mật độ càng cao thì tỷ lệ sống thấp, cao nhất ở NT1(10) 41,50% và khác biệt ($p < 0,05$) so với 3 nghiệm thức là NT2, NT3 và NT4. Tiếp theo là NT2(20) 32,28% và khác biệt có ý nghĩa ($p < 0,05$) với NT1(10) và NT4(40) nhưng không khác biệt ($p > 0,05$) với NT3(30), kế tiếp là NT3(30) 30,10% và khác biệt có ý nghĩa ($p < 0,05$) với NT1(10) và NT4(40) nhưng không khác biệt ($p > 0,05$) với NT2(20), và thấp nhất là NT4(40) 25,50% khác biệt có ý nghĩa ($p < 0,05$) với 3 nghiệm thức còn lại. Qin và Fast (1996) [215] nhận định rằng đối với các loài cá ăn động vật thì khi kích cỡ không đồng đều sẽ làm tăng tỷ lệ ăn thịt lẫn nhau dẫn đến kết quả tỷ lệ sống thấp. Nhìn chung, với các loài cá ăn động vật, ương mật độ cao có kết quả tỷ lệ sống thường thấp. Cá trên bầu có tỷ lệ sống thấp hơn so với cá kết $60,7 - 88,9\%$ [86], cá chạch lấu $52,5 - 61,3\%$ [8], cá lóc bông $57,2 - 62,2\%$ [4]; tương đương với cá tra $20,5 - 47,5\%$ [102]. Trong thời gian ương cá, mật độ ương phù hợp sẽ có vai trò thật sự quan trọng để đạt được tăng trưởng và tỷ lệ sống tốt. Đặc biệt cho những loài cá ăn động vật, cá dữ và ăn thịt lẫn nhau. Do đó, bố trí mật độ phù hợp sẽ hạn chế được ăn thịt lẫn nhau của cá con, giúp tăng tỷ lệ sống sót đàn cá [216].

Tóm lại, ương cá trên bầu giai đoạn 1 – 30 ngày tuổi khác nhau về mật độ cho tăng trưởng tốt nhất ở 30 con /lít, thấp nhất 10 con /lít và tỷ lệ sống cao nhất ở mật độ 10 con /lít, thấp nhất 40 con /lít. Vì vậy, nên ương cá trên bầu giai đoạn từ cá bột lên cá hương mật độ 20 – 30 con /lít là thích hợp.

3.8. Ảnh hưởng của thức ăn chế biến có hàm lượng protein khác nhau và mật độ khác nhau đến tỷ lệ sống, tăng trưởng của cá trên bầu từ 31 – 90 ngày tuổi trong bể composite

3.8.1. Ảnh hưởng của thức ăn chế biến có hàm lượng protein khác nhau đến tăng trưởng và tỷ lệ sống cá trên bầu

3.8.1.1. Một số yếu tố môi trường nước trong bể ương

Trong suốt thời gian thí nghiệm, các yếu tố môi trường nước như nhiệt độ, pH, DO, NH_3/NH_4^+ và $N-NO_2^-$ dao động không quá lớn giữa các nghiệm thức và giữa các lần đo sáng và chiều, được tổng hợp và trình bày trong Bảng 3.25.

Bảng 3.25: Các yếu tố môi trường nước ương cá trên bầu trong bể composite khi sử dụng thức ăn chế biến có hàm lượng protein khác nhau

Chỉ tiêu	NT1 (35%)	NT2 (40%)	NT3 (45%)	NT4 (50%)
Nhiệt độ ($^{\circ}\text{C}$)	$24 - 27,5$ $25,9 \pm 1,2$	$24 - 29$ $26 \pm 1,4$	$24 - 28$ $25,9 \pm 1,3$	$24 - 28$ $25,8 \pm 1,2$
pH	$7 - 7,5$	$7 - 7,5$	$7 - 7,5$	$7 - 7,5$
DO (mg/L)	$5 - 6$ $5,5 \pm 0,5$	$5 - 6$ $5,4 \pm 0,5$	$5 - 6$ $5,6 \pm 0,5$	$5 - 6$ $5,3 \pm 0,5$
$\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$ (mg/L)	$0 - 0,009$ $0,007 \pm 0,0$	$0 - 0,009$ $0,007 \pm 0,0$	$0 - 0,009$ $0,006 \pm 0,0$	$0 - 0,009$ $0,006 \pm 0,0$
N-NO_2^- (mg/L)	$0 - 2$ $1,2 \pm 0,7$	$0 - 2$ $1,3 \pm 0,7$	$0 - 2$ $1,6 \pm 0,7$	$0 - 2$ $1,6 \pm 0,7$

Dòng trên thể hiện giá trị nhỏ nhất và lớn nhất đo được. Dòng dưới thể hiện giá trị trung bình $\pm$ độ lệch chuẩn ($n = 160$ mẫu / chỉ tiêu)

Do thí nghiệm được bố trí nơi có mái che và sức khí liên tục nên yếu tố như nhiệt độ của hệ thống bể ương có sự chênh lệch không đáng kể dao động trong khoảng $24 - 29^{\circ}\text{C}$ và nằm trong khoảng nhiệt độ thích hợp từ $20 - 30^{\circ}\text{C}$ [90]. pH và DO lần lượt từ 7,0 đến 7,5 và 5 – 6 mg /L cũng phù hợp theo nhận định của Boyd (1998) [145], giá trị pH từ 6,5 đến 9,0 và ôxy hòa tan (DO) thích hợp cho cá là > 3 ppm. $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$ dao động từ 0 đến 0,009 mg /L, N-NO_2^- từ 0 – 2 mg /L. Boyd (1990) [144] cho rằng hàm lượng $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$ thích hợp nhất dưới 1 mg /L (cho phép đến 2 mg /L) và N-NO_2^- thích hợp dưới 0,5 mg /L (cho phép đến 1,7 mg /L). Tuy nhiên, hàm lượng N-NO_2^- tương đối cao hơn khoảng tối ưu và có khuynh hướng tăng dần đối với hai nghiệm thức sử dụng 45% protein và 50% protein vì hàm lượng protein càng cao sẽ làm tăng nồng độ N-NO_2^- trong nước nhưng kết quả quan sát cho thấy cá vẫn hoạt động, tăng trưởng và có tỷ lệ sống tốt trong quá trình ương nuôi.

3.8.1.2. Tăng trưởng về khối lượng và chiều dài

Kết quả tăng trưởng về khối lượng và chiều dài cá trên bầu sau 60 ngày ương trong bể composite khi dùng thức ăn tự chế biến có hàm lượng khác nhau về protein thể hiện trong Bảng 3.26

Bảng 3.26: Tăng trưởng của cá trên bầu về khối lượng và chiều dài khi dùng thức ăn tự chế biến khác nhau hàm lượng protein sau 60 ngày ương

Thời gian	Chi tiêu	NT1 (35%)	NT2 (40%)	NT3 (45%)	NT4 (50%)
Khối lượng ban đầu	W (g)	0,30 ^a ± 0,01	0,31 ^a ± 0,01	0,32 ^a ± 0,01	0,32 ^a ± 0,01
Khối lượng cuối	W ₆₀ (g)	4,36 ^a ± 0,52	4,93 ^{ab} ± 0,51	5,18 ^{ab} ± 0,20	5,77 ^b ± 0,18
	DWG (g/ngày)	0,07 ^a ± 0,01	0,07 ^a ± 0,01	0,08 ^a ± 0,0	0,09 ^a ± 0,0
	SGR _W (%/ngày)	4,37 ^a ± 0,16	4,57 ^{ab} ± 0,12	4,61 ^{ab} ± 0,06	4,78 ^b ± 0,07
Chiều dài ban đầu	L (mm)	35,28 ^a ± 0,30	35,40 ^a ± 0,43	35,33 ^a ± 0,84	35,11 ^a ± 0,39
Chiều dài cuối	L ₆₀ (mm)	83,82 ^a ± 4,51	88,30 ^{ab} ± 3,00	88,97 ^{ab} ± 0,67	94,97 ^b ± 0,43
	DLG (mm/ngày)	0,81 ^a ± 0,08	0,88 ^{ab} ± 0,05	0,89 ^{ab} ± 0,0	1,0 ^b ± 0,01
	SGR _L (%/ngày)	1,43 ^a ± 0,11	1,52 ^{ab} ± 0,06	1,54 ^{ab} ± 0,02	1,66 ^b ± 0,01

Các giá trị trong cùng hàng có chữ cái giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê (p>0,05). Số liệu thể hiện giá trị trung bình ± sai số chuẩn.

Cá trên bầu bố trí ban đầu tương đối đều nhau và không có sự khác biệt (p>0,05) về khối lượng cũng như chiều dài (Bảng 3.26). Kết quả sau 60 ngày ương bằng thức ăn chế biến có hàm lượng protein khác nhau khối lượng đạt 5,77 g /con, chiều dài đạt 94,97 mm /con. Tốc độ tăng trưởng đặc trưng về khối lượng (SGR_W) đạt 4,78% /ngày và chiều dài (SGR_L) đạt 1,66% /ngày của cá ở NT4 (50% protein) cao nhất và không khác biệt (p>0,05) so với NT2 (40% protein) và NT3 (45% protein) nhưng khác biệt so với NT1 (35% protein) (p<0,05). Sự khác biệt giữa các nghiệm thức về chỉ tiêu tốc độ tăng trưởng tuyệt đối về chiều dài của cá cũng thể hiện xu hướng tương tự như tăng trưởng đặc trưng của chiều dài, nhưng tăng trưởng tuyệt đối của khối lượng không có khác biệt có ý nghĩa giữa các nghiệm thức (p>0,05). Như vậy trong nghiên cứu này tăng trưởng khối lượng cũng như chiều dài thấp nhất ở NT1 (35% protein) và cao nhất ở NT2 (40% protein), NT3 (45% protein) và NT4 (50% protein) với hàm lượng Lipid 9 – 9,5% chưa có giảm tăng trưởng nhưng tăng trưởng không có khác biệt (p>0,05) điều này có thể cá trên bầu không tăng trưởng hơn nữa khi tăng cao hàm lượng protein trên 50%.

Cá khi cho ăn thiếu protein thì tỷ lệ cá sống thấp, tăng trưởng chậm, sinh sản sẽ giảm nhưng cho ăn thức ăn có hàm lượng protein quá cao sẽ rất lãng phí [40]. Nhu cầu protein trong thức ăn của cá thay đổi theo loài, giai đoạn phát triển và đặc điểm dinh dưỡng của chúng [113]. Cá trên bầu là loài cá dữ, thức ăn chủ yếu là động vật nên nhu cầu protein cho cá cũng khá cao; tương tự như một số loài cá ở giai đoạn giống cần hàm lượng protein cao để tăng trưởng tốt là cá kết 49% protein [86], cá leo 50%

protein [29], cá lóc *Channa striatus* 55% protein [197], cá trê lai *Heterobranchus bidorsalis* 50% protein [161], cá trê *Heterobranchus longifilis* 45% protein [206] hoặc 42,5% protein [165], cá lăng vàng *Mystus nemurus* 42% protein [183]; cá hú 48,5% protein, cá tra 40,5% protein và cá basa 37,2% protein [113], cá thát lát cườm 40 – 45% protein [118].

3.8.1.3. Hệ số biến thiên, hệ số thức ăn và tỷ lệ cá sống sót

Kết quả hệ số biến thiên, hệ số thức ăn và tỷ lệ sống cá trên bầu sau 60 ngày ương bằng thức ăn chế biến có hàm lượng protein khác nhau trình bày trong Bảng 3.27.

Bảng 3.27: Hệ số biến thiên, hệ số thức ăn và tỷ lệ sống cá trên bầu sau 60 ngày ương bằng thức ăn chế biến có hàm lượng protein khác nhau

Chỉ tiêu	Thời gian	NT1 (35%)	NT2 (40%)	NT3 (45%)	NT4 (50%)
CV _w (%)	01 ngày	6,67	6,45	6,25	6,38
	60 ngày	20,64	18,05	6,74	5,55
CV _L (%)	01 ngày	1,50	2,09	2,10	1,94
	60 ngày	9,32	5,89	1,30	0,79
FCR	60 ngày	1,60 ^c ± 0,06	1,31 ^b ± 0,02	1,23 ^b ± 0,01	1,12 ^a ± 0,02
Tỷ lệ sống (%)	60 ngày	39,18 ^a ± 0,86	39,23 ^a ± 0,48	50,05 ^b ± 0,41	52,15 ^b ± 1,27

Các giá trị trong cùng hàng có chữ cái giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$). Số liệu thể hiện giá trị trung bình ± sai số chuẩn.

Hệ số biến thiên về khối lượng 20,64% và chiều dài 9,32% của cá đạt cao nhất ở nghiệm thức cho ăn thức ăn có protein 35% và giảm dần khi hàm lượng protein trong thức ăn tăng dần lên tới 50% protein đạt CV_w = 5,55% và CV_L = 0,79%. Điều này cho thấy cá trên bầu tiêu hóa và hấp thu tốt thức ăn có hàm lượng protein cao từ 45 – 50% từ đó làm cho cá phát triển đồng đều, nên hệ số biến thiên thấp. Hệ số biến thiên cá trên bầu cao hơn so với cá kết CV_w = 0,63 – 2,03% và CV_L = 0,19 – 0,83% [86], cá leo CV_w = 3,61% và CV_L = 2,13% [30], cá thát lát CV_w = 3,97 – 14,22% [34].

Hệ số thức ăn của cá trên bầu trong thí nghiệm có quan hệ chặt chẽ với hàm lượng protein trong thức ăn. Hệ số thức ăn đạt thấp nhất ở NT4 50% protein là 1,12 và tăng dần lên khi trong thức ăn có hàm lượng protein giảm xuống 35% protein ở NT1 là 1,60 và có sự khác biệt có ý nghĩa ($p < 0,05$) giữa NT4 với 3 nghiệm thức còn lại, nhưng giữa 2 nghiệm thức là NT2 và NT3 không có khác biệt ($p > 0,05$) (Bảng 3.27). Mối quan hệ giữa hệ số thức ăn và hàm lượng của protein có trong thức ăn cũng được báo cáo trong các nghiên cứu ở một số đối tượng khác như: cá kết sử dụng thức ăn có protein từ 24 – 49% thì hệ số cũng giảm dần từ 2,19 xuống 0,85 [86], cá lăng nha khi

sử dụng 7 nghiệm thức thức ăn chế biến có protein từ 25 – 55% thì hệ số cũng có xu hướng giảm từ 1,45 xuống 0,96 khi protein có trong thức ăn được tăng dần lên [33], cá trê *H. longifilis* khi cho ăn thức ăn 40% protein có hệ số thức ăn là 1,33, cá trê *C. gariepinus* có hệ số thức ăn 1,28 [179, 227], cá hú khi sử dụng thức ăn chế biến có 9 mức protein từ 15 – 55% thì thức ăn có hàm lượng 45% protein cho hệ số thấp nhất là 1,83 [114].

Tỷ lệ sống của cá trên bầu trong thí nghiệm cao nhất ở NT4 50% protein là 52,15% và NT3 45% protein đạt 50,05% khác biệt ($p < 0,05$) so với NT2 40% protein là 39,23% và NT1 35% protein đạt 39,18%. Từ kết quả của nghiên cứu cho thấy tỷ lệ sống có chịu sự ảnh hưởng của thức ăn có hàm lượng protein khác nhau, protein trong thức ăn cao thì cá có tỷ lệ sống cao trong nghiên cứu này. Tỷ lệ sống của cá trên bầu thấp hơn so với cá kết đạt 100% [86], cá hú đạt 70 – 93,3% [114], cá lăng chám đạt 67 – 83% [112], cá thát lát 38,11 – 93,32% [34]. Choltisak Chawpaknum (2003) [153] nghiên cứu sử dụng 5 mức protein trong thức ăn khác nhau là 21%, 26%, 31%, 36% và 39% cho cá trên bầu, kết quả ở 2 mức protein trong thức ăn là 36% và 39% cho cá trên bầu có tăng trưởng, tỷ lệ cá sống sót và hệ số thức ăn hiệu quả cao hơn so với 3 mức protein còn lại.

Nhiều nghiên cứu trên các loài cá khác nhau cho thấy, tăng trưởng sẽ giảm khi cho cá ăn thức ăn có hàm lượng protein quá cao. Vì một loài cá sẽ có khả năng hấp thu một lượng protein nhất định, nếu tăng hàm lượng protein cao cá không hấp thụ được mà còn lãng phí và làm ô nhiễm môi trường. Hàm lượng protein trong thức ăn là thành phần quyết định tăng trưởng của cá, giá thành và tính hiệu quả của quá trình sản xuất cá giống. Vì vậy, xác định được các mức hàm lượng protein có trong thức ăn cho từng giai đoạn của cá là rất cần thiết.

Tóm lại, khi ương cá trên bầu giai đoạn 31 – 90 ngày tuổi trong bể composite sử dụng thức ăn chế biến có 4 mức hàm lượng protein là 35%, 40%, 45% và 50% thì thức ăn chế biến ở 2 mức hàm lượng protein 45% và 50% cho tăng trưởng, hệ số biến thiên, hệ số thức ăn và tỷ lệ sống hiệu quả hơn so với 2 mức còn lại là 35% và 40% protein. Nhưng ở 2 mức hàm lượng protein 45% và 50% không có khác biệt ($p > 0,05$) vì vậy nên chọn thức ăn chế biến có mức protein 45% để ương cá trên bầu là phù hợp.

3.8.2. Ảnh hưởng của mật độ khác nhau đến tăng trưởng và tỷ lệ sống cá trên bầu giai đoạn 31 – 90 ngày tuổi

3.8.2.1. Một số chỉ tiêu môi trường nước trong bể ương

Các yếu tố môi trường nước trong bể ương như nhiệt độ dao động 22,0 – 29,0°C, pH 7,0 – 7,5, DO 5,0 – 6,0 mg /L, NH₃/NH₄⁺ 0,0 – 0,09 mg /L và N-NO₂⁻ 0,0 – 2,0 mg /L. Các yếu tố môi trường này đều ổn định, không khác biệt nhiều giữa các nghiệm thức và nằm trong khoảng thích hợp cho sinh trưởng và phát triển bình thường của cá.

3.8.2.2. Tăng trưởng của cá trên bầu về khối lượng và chiều dài

Kết quả tăng trưởng về khối lượng và chiều dài cá trên bầu sau 60 ngày ương trong bể composite ở các mật độ khác nhau trong Bảng 3.28

Bảng 3.28: Tăng trưởng của cá trên bầu về khối lượng và chiều dài sau 60 ngày ương ở các mật độ khác nhau

Thời gian	Chỉ tiêu	NT1 (1)	NT2 (1,5)	NT3 (2)	NT4 (2,5)
Khối lượng ban đầu	W (g)	0,32 ^a ± 0,0	0,32 ^a ± 0,01	0,32 ^a ± 0,0	0,33 ^a ± 0,0
Khối lượng cuối	W ₆₀ (g)	4,44 ^a ± 0,17	5,20 ^{ab} ± 0,47	5,66 ^b ± 0,20	5,84 ^b ± 0,05
	DWG (g/ngày)	0,07 ^a ± 0,0	0,08 ^{ab} ± 0,01	0,09 ^b ± 0,01	0,09 ^b ± 0,0
	SGR _w (%/ngày)	4,33 ^a ± 0,06	4,64 ^b ± 0,12	4,77 ^b ± 0,06	4,80 ^b ± 0,01
Chiều dài ban đầu	L (mm)	35,23 ^a ± 0,41	35,18 ^a ± 0,27	35,25 ^a ± 0,15	35,18 ^a ± 0,55
Chiều dài cuối	L ₆₀ (mm)	80,10 ^a ± 1,21	85,73 ^{ab} ± 2,50	91,57 ^{bc} ± 2,31	92,15 ^c ± 0,38
	DLG (mm/ngày)	0,75 ^a ± 0,02	0,84 ^{ab} ± 0,05	0,94 ^b ± 0,04	0,95 ^b ± 0,01
	SGR _L (%/ngày)	1,37 ^a ± 0,03	1,48 ^{ab} ± 0,06	1,59 ^b ± 0,04	1,61 ^b ± 0,02

Các giá trị trong cùng hàng có chữ cái giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$). Số liệu thể hiện giá trị trung bình ± sai số chuẩn.

Kết quả Bảng 3.28 cho thấy, sau 60 ngày ương tăng trưởng khối lượng của cá dao động từ 4,44 đến 5,84 g /con. Cụ thể đạt cao nhất ở NT4 2,5 con /L (5,84 ± 0,08 g /con), kế đến là NT3 2,0 con /L (5,66 ± 0,34 g /con) và khác biệt có ý nghĩa ($p < 0,05$) so với nghiệm thức 1,0 con /L (4,44 ± 0,29 g /con). Nghiệm thức 1,5 con /L (5,20 ± 0,81 g /con) và khác biệt không có ý nghĩa ($p > 0,05$) so với 3 nghiệm thức còn lại. Tương tự như khối lượng thì chiều dài đạt cao nhất ở NT4 2,5 con /L (92,15 ± 0,65 mm /con) và thấp nhất ở nghiệm thức 1,0 con /L (80,10 ± 2,10 mm /con) giữa 2 nghiệm thức này có sự khác biệt ($p < 0,05$). Còn ở tăng trưởng tuyệt đối và tăng trưởng đặc trưng về khối lượng và chiều dài cũng tương tự là tăng trưởng cao nhất ở NT4 2,5 con /L, NT3 2,0 con /L và thấp nhất ở nghiệm thức 1,0 con /L, khác biệt có ý nghĩa ($p < 0,05$) giữa NT1(1) so với NT3(2) và NT4(2,5). Giải thích cho sự khác biệt này là

do trong quá trình ương cá trên bầu được cung cấp đầy đủ thức ăn và hàm lượng protein 45% cao ổn định. Mặt khác, cá trên bầu ăn thiên về động vật, loài cá dữ và tập tính sống thành đàn, nên khi nuôi ở mật độ cao chúng sẽ cạnh tranh thức ăn với nhau và trong đàn có con nhỏ thì con lớn sẽ cắn để ăn thịt. Vì thế, qua quan sát thực tế trong một bể nuôi sẽ có những đàn cá tăng trưởng rất nhanh do khả năng bắt mồi tốt và ăn thịt những con cá nhỏ.

Trong nuôi trồng thủy sản thường khi mật độ tăng thì tăng trưởng giảm, vì mật độ cao sẽ xảy ra cạnh tranh thức ăn và không gian sống giữa các cá thể trong quần đàn. Nhưng trong nghiên cứu này ương cá trên bầu từ giai đoạn cá hương lên cá giống với mật độ từ 1,0 đến 2,5 con /L chưa làm cho tăng trưởng giảm. Nguyên nhân, có thể do đặc tính của cá trên bầu là sống thành đàn, cá lớn ăn thịt cá nhỏ, sử dụng thức ăn chế biến có hàm lượng protein 45% để ương nên chưa ảnh hưởng đến không gian sống và thức ăn phù hợp. Tương tự như ương cá dày mật độ 1,0 con /L, 1,5 con /L và 2,0 con /L thì tăng trưởng về khối lượng cũng như chiều dài không khác biệt ($p>0,05$) giữa ba mật độ này [107]. Cá lóc bông khi ương ở 3 mật độ thì tăng trưởng khối lượng tốt nhất ở mật độ 1.200 con /m², kế tiếp mật độ 600 con /m² và thấp nhất ở mật độ 900 con /m²; Chiều dài thì không khác biệt ($p>0,05$) giữa 3 nghiệm thức [4]. Cá chạch dục khi ương ở 3 mật độ 3 con /L, 5 con /L và 7 con /L kết quả về tăng trưởng chiều dài và khối lượng của cá không khác biệt ($p>0,05$) giữa 3 nghiệm thức với nhau [24]. Ương cá *Salvelinus alpinus* mật độ cao 70 đến 250 con /lít có tăng trưởng nhanh hơn mật độ thấp 25 và 50 con /lít [235].

3.8.2.3. Hệ số biến thiên, hệ số thức ăn và tỷ lệ cá sống

Kết quả hệ số biến thiên, hệ số thức ăn và tỷ lệ sống cá trên bầu sau 60 ngày ương ở các mật độ trong Bảng 3.29.

Bảng 3.29: Hệ số biến thiên, hệ số thức ăn và tỷ lệ sống cá trên bầu sau 60 ngày ương ở các mật độ khác nhau

Chỉ tiêu	Thời gian	NT1 (1)	NT2 (1,5)	NT3 (2)	NT4 (2,5)
CV _w (%)	01 ngày	3,13	6,25	3,13	3,03
	60 ngày	6,53	15,58	6,01	1,37
CV _L (%)	01 ngày	2,04	1,31	0,74	2,73
	60 ngày	2,62	5,06	4,37	0,71
FCR	60 ngày	1,07 ^a ± 0,03	1,17 ^b ± 0,03	1,36 ^c ± 0,02	1,47 ^d ± 0,02
Tỷ lệ sống (%)	60 ngày	49,2 ^d ± 1,15	46,4 ^c ± 0,88	40,5 ^b ± 0,30	23,8 ^a ± 0,20

Các giá trị trong cùng hàng có chữ cái giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p>0,05$). Số liệu thể hiện giá trị trung bình ± sai số chuẩn.

Hệ số biến thiên về khối lượng CV_W từ 1,37 đến 15,58% và chiều dài CV_L từ 0,71 đến 5,06% của cá cao nhất ở nghiệm thức 1,5 con /L và thấp nhất ở nghiệm thức 2,5 con /L. Hệ số biến thiên của cá trên bầu tương đối thấp, có thể cho ăn thức ăn chế biến có protein cao và thích hợp. Mặt khác, qua quan sát trong quá trình ương cá trên bầu thấy con lớn ăn thịt con nhỏ dẫn đến cá tương đối đồng đều ở nghiệm thức mật độ cao khi kết thúc thí nghiệm. Hệ số biến thiên cá trên bầu cao hơn so với cá kết $CV_W = 0,77 - 3,84\%$ [86], cá dày $CV_W = 4,91 - 8,06\%$ [107]; nhưng thấp hơn so với cá lóc bông $CV_W = 23,25 - 54,17\%$ và $CV_L = 11,68 - 20,26\%$ [4], cá chạch đục $CV_W = 23,4 - 29,2\%$ và $CV_L = 9,5 - 15,0\%$ [24].

Hệ số thức ăn ương cá trên bầu từ cá hương lên cá giống ở các mật độ khác nhau đạt thấp nhất 1,07 ở NT1(1), tiếp theo 1,17 ở NT2(1,5), kế tiếp 1,36 ở NT3(2) và cao nhất 1,47 ở NT4(2,5) và khác biệt có ý nghĩa ($p < 0,05$) giữa 4 nghiệm thức với nhau. Thông thường khi ương cá ở mật độ cao thì sẽ làm giảm tăng trưởng, tỷ lệ cá sống và tăng hệ số thức ăn do có sự cạnh tranh về không gian sống và thức ăn của các cá thể trong quần đàn.

Tỷ lệ sống của cá trên bầu trong nghiên cứu này cao nhất ở NT1(1) đạt 49,2%, kế đến NT2(1,5) 46,4%, tiếp theo NT3(2,0) 40,5% và thấp nhất NT4(2,5) 23,8% và khác biệt có ý nghĩa ($p < 0,05$) giữa 4 nghiệm thức với nhau. Điều này cho thấy khi ương nuôi cá trên bầu từ cá hương lên cá giống mật độ cao cho tỷ lệ sống thấp. Mật độ ương là một trong những yếu tố có ảnh hưởng đến tỷ lệ sống của cá [219]. Đối với những loài cá ăn động vật thì sự khác nhau về kích cỡ trong cùng điều kiện ương nuôi thì làm tăng tỷ lệ ăn nhau dẫn đến tỷ lệ cá sống thấp [215]. Tỷ lệ sống cá trên bầu thấp hơn so với cá kết ương ở mật độ 1,5 – 7,5 con /L tỷ lệ sống 79,7 – 85,4% và khác biệt không có ý nghĩa ($p > 0,05$) ở 4 mật độ [86], cá dày ương mật độ 1,0 – 2,5 con /L có tỷ lệ cá sống trong khoảng 81,0 – 92,3% cao nhất ở mật độ 1,0 con /L và thấp nhất ở mật độ 4 con /L [107], cá thát lát có tỷ lệ sống 38,11 – 80,88% và khác biệt ($p < 0,05$) ở 3 mật độ từ 100 đến 200 con /m² [34]; Nhưng cao hơn so với cá lóc bông đạt tỷ lệ sống 7,15 – 15,44% và không có sự khác biệt ($p > 0,05$) ở 3 mật độ từ 600 đến 900 con /m² [4].

Một số nghiên cứu cũng cho rằng mật độ ương không ảnh hưởng đến tăng trưởng và tỷ lệ sống của cá, có thể nguyên nhân là do đặc tính của loài, hệ thống ương nuôi và kỹ thuật chăm sóc. Gia tăng mật độ ương trên một đơn vị nuôi mà đảm bảo tăng

trưởng và tỷ lệ sống cao nhằm nâng cao năng suất và hiệu quả kinh tế là rất cần thiết trong nuôi thủy sản. Tuy nhiên, tác động tiêu cực của tăng mật độ nuôi có thể thấy những bất thường về hoạt động sinh lý, sức khỏe, từ đó làm cho cá bị stress, nhiễm bệnh, sinh trưởng chậm và tăng tỷ lệ cá chết [180].

Tóm lại, khi ương cá trên bầu giai đoạn 31 – 90 ngày tuổi hoặc từ con cá hương lên giống trong bể composite cho tăng trưởng cao nhất ở mật độ 1,5 – 2,5 con /L, hệ số thức ăn thấp nhất ở mật độ 1,0 con /L và cao nhất ở mật độ 2,5 con /L, tỷ lệ sống cao nhất ở mật độ 1,0 con /L và thấp nhất ở mật độ 2,5 con /L. Như vậy nên ương cá trên bầu ở mật độ 1,5 – 2,0 con /L là phù hợp nhất.

3.9. Ảnh hưởng của thức ăn chế biến có hàm lượng protein khác nhau và mật độ khác nhau đến tỷ lệ sống, tăng trưởng cá trên bầu từ 31 – 90 ngày tuổi trong hệ thống tuần hoàn

3.9.1. Ảnh hưởng của thức ăn chế biến có hàm lượng protein khác nhau đến tăng trưởng và tỷ lệ sống cá trên bầu trong hệ thống tuần hoàn

3.9.1.1. Một số yếu tố môi trường nước trong bể ương tuần hoàn

Các chỉ tiêu chất lượng môi trường nước trong các thí nghiệm theo hệ thống tuần hoàn như nhiệt độ, pH, DO, $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$ và N-NO_2^- được thể hiện trong Bảng 3.30. Các yếu tố này phù hợp cho cá trên bầu sinh trưởng và phát triển.

Bảng 3.30: Kết quả chất lượng nước ở các thí nghiệm theo hệ thống tuần hoàn

Chỉ tiêu	NT1 (35%)	NT2 (40%)	NT3 (45%)	NT4 (50%)
Nhiệt độ ($^{\circ}\text{C}$)	<u>24 – 29</u> 26,5 ± 1,4	<u>24 – 29</u> 26,9 ± 1,4	<u>24 – 29</u> 26,9 ± 1,4	<u>24 – 29</u> 26,9 ± 1,4
pH	<u>7,5 – 8,0</u> 5,7 – 6,2	<u>7,5 – 8,0</u> 5,8 – 6,2	<u>7,5 – 8,0</u> 5,7 – 6,2	<u>7,5 – 8,0</u> 5,7 – 6,2
DO (mg /L)	<u>5,97 ± 0,1</u>	<u>5,97 ± 0,1</u>	<u>5,95 ± 0,1</u>	<u>5,97 ± 0,1</u>
$\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$ (mg /L)	<u>0 – 0,09</u>	<u>0 – 0,09</u>	<u>0 – 0,09</u>	<u>0 – 0,09</u>
N-NO_2^- (mg /L)	<u>0 – 2</u> 1,0 ± 0,7	<u>0 – 2</u> 1,0 ± 0,7	<u>0 – 2</u> 1,0 ± 0,7	<u>0 – 2</u> 1,0 ± 0,7

Dòng trên thể hiện số liệu nhỏ nhất và lớn nhất đo được. Dòng dưới thể hiện giá trị trung bình ± độ lệch chuẩn (n = 160 mẫu /chỉ tiêu)

3.9.1.2. Tăng trưởng của cá trên bầu về khối lượng và chiều dài

Sau 60 ngày ương cá trên bầu bằng thức ăn chế biến có hàm lượng protein khác nhau ở trong hệ thống nước chảy tuần hoàn, cá có tăng trưởng được thể hiện trong Bảng 3.31.

Bảng 3.31: Tăng trưởng cá trên bầu khi ương trong hệ thống tuần hoàn

Thời gian	Chi tiêu	NT1 (35%)	NT2 (40%)	NT3 (45%)	NT4 (50%)
Khối lượng ban đầu	W (g)	0,27 ^a ± 0,00	0,28 ^a ± 0,00	0,28 ^a ± 0,01	0,28 ^a ± 0,01
Khối lượng cuối	W ₆₀ (g)	4,49 ^a ± 0,25	4,75 ^a ± 0,21	5,66 ^b ± 0,25	5,82 ^b ± 0,29
	DWG (g/ngày)	0,07 ^a ± 0,01	0,07 ^a ± 0,00	0,09 ^b ± 0,01	0,09 ^b ± 0,01
	SGR _w (%/ngày)	4,65 ^a ± 0,10	4,67 ^a ± 0,05	5,04 ^b ± 0,07	5,02 ^b ± 0,11
Chiều dài ban đầu	L (mm)	35,57 ^a ± 1,09	34,87 ^a ± 0,60	34,97 ^a ± 0,41	35,01 ^a ± 0,30
Chiều dài cuối	L ₆₀ (mm)	85,02 ^a ± 0,33	88,35 ^{ab} ± 1,65	91,32 ^b ± 1,65	91,48 ^b ± 1,26
	DLG (mm/ngày)	0,85 ^a ± 0,01	0,89 ^{ab} ± 0,03	0,94 ^b ± 0,02	0,94 ^b ± 0,02
	SGR _L (%/ngày)	1,51 ^a ± 0,01	1,47 ^a ± 0,08	1,60 ^a ± 0,02	1,60 ^a ± 0,02

Các giá trị trong cùng hàng có chữ cái giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê (p>0,05). Số liệu thể hiện giá trị trung bình ± sai số chuẩn.

Kết quả trong Bảng 3.31 cho thấy, khối lượng cá trên bầu ngày đầu tiên bố trí thí nghiệm tương đối đồng đều và không có khác biệt (p<0,05) giữa các nghiệm thức. Sau 60 ngày ương thì hàm lượng protein trong thức ăn chế biến có ảnh hưởng đến tăng trưởng của cá, cụ thể cá đạt khối lượng thấp nhất ở NT1(35% protein) 4,49 ± 0,43 g /con, ở NT2(40% protein) 4,75 ± 0,36 g /con và cao nhất ở NT3(45% protein) 5,66 ± 0,44 g /con, NT4(50% protein) 5,82 ± 0,50 g/con; khác biệt có ý nghĩa (p<0,05) giữa NT1, NT2 so với NT3, NT4. Còn tăng trưởng khối lượng tuyệt đối trong khoảng từ 0,07 đến 0,09 g /ngày, tăng trưởng khối lượng đặc trưng từ 4,65 đến 5,04% /ngày cũng khác biệt có ý nghĩa (p<0,05) giữa NT1, NT2 so với NT3, NT4. Tương tự về chiều dài ngày đầu bố trí dao động 34,87 – 35,57 mm /con và không khác biệt (p<0,05). Đến kết thúc thí nghiệm tăng trưởng chiều dài thấp nhất ở NT1(35% protein) 85,02 ± 0,58 mm /con, kế đến ở NT2(40% protein) 88,35 ± 2,86 mm /con, tiếp theo ở NT3(45% protein) 91,32 ± 2,85 mm /con và cao nhất ở NT4(50% protein) 91,48 ± 2,18 mm /con; tăng trưởng chiều dài tuyệt đối dao động từ 0,85 đến 0,94 mm /ngày, khác biệt (p<0,05) giữa NT1 so với NT3 và NT4; còn chiều dài tăng trưởng đặc trưng dao động từ 1,47 đến 1,60% /ngày và không có khác biệt (p>0,05) giữa các nghiệm thức.

Từ kết quả của thí nghiệm trên có thể thấy rằng khi ương cá trên bầu trong hệ thống tuần hoàn bằng thức ăn chế biến có hàm lượng protein khác nhau thì hàm lượng protein thấp cho tăng trưởng chậm hơn so với hàm lượng protein cao. Phù hợp với đặc tính của cá trên bầu là thích ăn động vật và loài cá dữ, nhưng ở hàm lượng protein 45% và 50% thì không có sự khác biệt (p>0,05) điều này cho thấy cá trên bầu tăng trưởng chậm lại ở hàm lượng protein 50% mặc dù chưa giảm rõ rệt. Tăng trưởng cá

trên bầu trong hệ thống tuần hoàn dao động từ 4,65 đến 5,04% /ngày về khối lượng và 1,47 – 1,60% /ngày về chiều dài tương đương với ương cá trên bầu trong bể compostie đạt 4,37 – 4,78% /ngày về khối lượng và 1,43 – 1,66% /ngày về chiều dài. Mặc dù cá trên bầu là loài thích sống nước chảy nhưng ương trong hệ thống tuần hoàn nước chảy nhẹ với thời gian 2 tháng chưa ảnh hưởng nhiều đến tăng trưởng so với ương trong bể composite nước đứng có sục khí. So với kết quả nghiên cứu ở vài loài cá khác cũng được ương nuôi trong hệ thống tuần hoàn thì cá trên bầu có tăng trưởng cao hơn so với cá chình hoa *Aguilla marmorata* đạt 0,57% /ngày về khối lượng khi cho ăn TACN 49% protein [47], nhưng thấp hơn so với cá bớp *Rachycentro canadum* đạt 11,62% /ngày về khối lượng và 3,03% /ngày về chiều dài bằng thức ăn công nghiệp 52% protein [52]. Sự khác nhau này có thể nguyên nhân đặc tính của từng loài, từng giai đoạn khác nhau sẽ có tăng trưởng không giống nhau.

3.9.1.3. Hệ số biến thiên, hệ số thức ăn và tỷ lệ cá sống

Kết quả hệ số biến thiên, hệ số thức ăn và tỷ lệ sống cá trên bầu sau 60 ngày ương khi cho ăn thức ăn chế biến có hàm lượng protein khác nhau trong hệ thống nước chảy tuần hoàn được thể hiện trong Bảng 3.32.

Bảng 3.32: Hệ số biến thiên, hệ số thức ăn và tỷ lệ sống cá trên bầu sau 60 ngày ương trong hệ thống tuần hoàn khi sử dụng thức ăn có hàm lượng protein khác nhau

Chi tiêu	Thời gian	NT1 (35%)	NT2 (40%)	NT3 (45%)	NT4 (50%)
CV _w (%)	01 ngày	0	0	7,14	7,14
	60 ngày	9,56	7,58	7,77	8,67
CV _L (%)	01 ngày	5,34	2,98	2,06	1,46
	60 ngày	0,68	3,24	3,12	2,37
FCR	60 ngày	1,48 ^b ± 0,06	1,43 ^b ± 0,04	1,11 ^a ± 0,04	1,03 ^a ± 0,01
Tỷ lệ sống (%)	60 ngày	45,72 ^a ± 1,30	45,07 ^a ± 1,05	47,36 ^{ab} ± 1,47	50,29 ^b ± 0,71

Các giá trị trong cùng hàng có chữ cái giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$). Số liệu thể hiện giá trị trung bình ± sai số chuẩn.

Hệ số biến thiên cá trên bầu ngày đầu bố trí thí nghiệm dao động từ 0,0 đến 7,14% về khối lượng và 1,46 – 5,34% về chiều dài. Sau 60 ngày ương nuôi hệ số biến thiên về khối lượng dao động từ 7,58 đến 9,56% và chiều dài 0,68 – 2,37%, hệ số biến thiên không ảnh hưởng nhiều do thức ăn chế biến có hàm lượng protein khác nhau từ 35% protein đến 50% protein. Hệ số biến thiên cá trên bầu cao hơn so với cá chình 0,48% về khối lượng khi sử dụng thức ăn công nghiệp 49% protein [47], nhưng thấp hơn so với cá bớp 9,3% về chiều dài và 17,1% về khối lượng khi sử dụng thức ăn công nghiệp 52% protein [52].

Hệ số thức ăn ương cá trên bầu trong hệ thống nước chảy tuần hoàn dao động từ 1,03 đến 1,48, đạt hệ số thấp nhất ở NT4(50% protein) 1,03 và NT3(45% protein) 1,11 và cao nhất ở NT2(40% protein) 1,43 và NT1(35% protein) 1,48; và khác biệt có ý nghĩa ($p < 0,05$) giữa 2 nghiệm thức NT1, NT2 so với 2 nghiệm thức NT3, NT4. Như vậy cá trên bầu sử dụng hiệu quả thức ăn có hàm lượng protein 45% và 50% phù hợp với đặc tính của loài cá này. Hệ số thức ăn trong thí nghiệm này thấp hơn một chút so với thí nghiệm ương cá trên bầu trong bể composite cũng ở 4 mức hàm lượng protein khác nhau dao động từ 1,12 đến 1,60 có thể do nước chảy kích thích cá bắt mồi và tiêu hóa thức ăn tốt hơn nước tĩnh.

Tỷ lệ sống ương cá trên bầu trong hệ thống tuần hoàn dao động từ 45,07 đến 50,29%. Cụ thể thấp nhất ở NT2(40% protein) 45,07%, ở NT1(35% protein) 45,72%, kế tiếp ở NT3(45% protein) 47,36% và cao nhất ở NT4(50% protein) 50,29%, và khác biệt có ý nghĩa ($p < 0,05$) giữa 2 nghiệm thức NT1 và NT2 so với nghiệm thức NT4, nhưng ở thức ăn có hàm lượng protein 50% không khác biệt ($p > 0,05$) so với thức ăn có hàm lượng protein 45%. Tỷ lệ cá trên bầu sống sót thấp hơn so với cá chình khoảng 75% [47], cá bớp 86,7% [52] cũng được ương trong hệ thống tuần hoàn và cho ăn thức ăn công nghiệp từ 49 đến 52% protein.

Tóm lại, ương cá trên bầu giai đoạn 31 – 90 ngày tuổi hay giai đoạn cá hương lên cá giống trong hệ thống tuần hoàn bằng thức ăn chế biến có hàm lượng protein khác nhau cho tăng trưởng cao ở hàm lượng protein 45% và 50%. Hệ số thức ăn thấp ở hàm lượng protein 45% và 50%. Tỷ lệ sống cao ở hàm lượng protein 45% và 50% nhưng không có khác biệt ($p > 0,05$) ở 2 mức hàm lượng protein này. Như vậy, nên chọn thức ăn chế biến có hàm lượng protein 45% để ương cá trên bầu giai đoạn cá hương lên cá giống là phù hợp.

3.9.2. Ảnh hưởng của mật độ đến tỷ lệ sống và tăng trưởng cá trên bầu trong hệ thống nước chảy tuần hoàn

3.9.2.1. Một số yếu tố môi trường nước trong bể ương tuần hoàn ở mật độ khác nhau

Các yếu tố môi trường nước trong bể ương theo hệ thống tuần hoàn như nhiệt độ dao động trong khoảng 24,0 – 29,0°C, pH 7,5 – 8,0, DO 5,7 – 6,0 mg /lít, $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$ 0,0 – 0,09 mg /lít và N-NO_2^- 0,0 – 2,0 mg /lít. Các yếu tố môi trường đều ổn định,

không khác biệt lớn giữa các nghiệm thức và nằm trong khoảng thích hợp cho sinh trưởng và phát triển của cá trên bầu.

3.9.2.2. Tăng trưởng của cá trên bầu ở các mật độ khác nhau

Sau 60 ngày ương cá trên bầu ở các mật độ khác nhau trong hệ thống tuần hoàn có tăng trưởng được thể hiện trong Bảng 3.33.

Bảng 3.33: Tăng trưởng cá trên bầu khi ương ở các mật độ khác nhau trong hệ thống nước chảy tuần hoàn

Thời gian	Chỉ tiêu	NT1 (1)	NT2 (1,5)	NT3 (2)	NT4 (2,5)
Khối lượng ban đầu	W (g)	0,27 ^a ± 0,0	0,28 ^a ± 0,0	0,27 ^a ± 0,0	0,28 ^a ± 0,0
Khối lượng cuối	W ₆₀ (g)	4,61 ^a ± 0,11	5,39 ^{ab} ± 0,23	6,00 ^{bc} ± 0,21	6,39 ^c ± 0,37
	DWG (g/ngày)	0,07 ^a ± 0,00	0,08 ^b ± 0,00	0,10 ^c ± 0,00	0,10 ^c ± 0,01
	SGR _w (%/ngày)	4,69 ^a ± 0,05	4,90 ^{ab} ± 0,09	5,11 ^{bc} ± 0,07	5,18 ^c ± 0,09
Chiều dài ban đầu	L (mm)	35,96 ^a ± 0,07	36,16 ^a ± 0,07	35,98 ^a ± 0,07	35,95 ^a ± 0,10
Chiều dài cuối	L ₆₀ (mm)	87,00 ^a ± 0,73	91,80 ^{ab} ± 2,35	91,92 ^{ab} ± 1,35	95,58 ^b ± 1,98
	DLG (mm/ngày)	0,85 ^a ± 0,01	0,90 ^a ± 0,07	0,89 ^a ± 0,06	0,99 ^a ± 0,03
	SGR _L (%/ngày)	1,47 ^a ± 0,02	1,55 ^{ab} ± 0,04	1,55 ^{ab} ± 0,06	1,63 ^b ± 0,04

Các giá trị trong cùng hàng có chữ cái giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$). Số liệu thể hiện giá trị trung bình ± sai số chuẩn.

Kết quả trong Bảng 3.33 cho thấy, ngày đầu tiên cá bố trí vào thí nghiệm có khối lượng đồng đều. Sau 60 ngày ương cá có khối lượng lần lượt ở NT1(1,0 con /L) 4,61 g /con, kế tiếp ở NT2(1,5 con /L) 5,39 g /con, tiếp theo ở NT3(2,0 con /L) 6,00 g /con và ở NT4(2,5 con /L) 6,39 g /con; và khác biệt ($p < 0,05$) giữa NT1 so với NT3 và NT4, nhưng ở NT2 thì không khác biệt ($p > 0,05$) so với NT1 và NT3, giữa 2 nghiệm thức là NT3 và NT4 cũng không khác biệt ($p > 0,05$) và cũng tương tự ở tăng trưởng khối lượng đặc trưng. Tăng trưởng khối lượng tuyệt đối dao động từ 0,07 đến 0,10 g /ngày, thấp nhất ở NT1 và khác biệt có ý nghĩa ($p < 0,05$) so với 3 nghiệm thức còn lại, nhưng giữa 2 nghiệm thức là NT3 và NT4 cũng không khác biệt ($p > 0,05$). Tăng trưởng về chiều dài sau 60 ngày ương và tăng trưởng chiều dài đặc trưng ở NT1(1,0 con /L) 87,00 mm /con và 1,47% /ngày, tiếp theo ở NT2(1,5 con /L) 91,80 mm /con và 1,55% /ngày, kế đến ở NT3(2,0 con /L) 91,92 mm /con và 1,55% /ngày và ở NT4(2,5 con /L) 95,58 mm /con và 1,63% /ngày; và khác biệt có ý nghĩa ($p < 0,05$) giữa NT1 so với NT4, ở NT1 không khác biệt ($p > 0,05$) so với NT2 và NT3, và giữa 3 nghiệm thức là NT2, NT3, NT4 cũng không khác biệt ($p > 0,05$). Tăng trưởng chiều dài đặc trưng trong

khoảng từ 0,85 đến 0,99 mm /ngày, và không khác biệt có ý nghĩa ($p>0,05$) giữa các nghiệm thức với nhau.

Tăng trưởng về khối lượng và chiều dài của cá trên bầu ương trong hệ thống tuần hoàn ở các mật độ khác nhau tương đương với ương cá trên bầu trong bể composite nước tĩnh. Mặc dù cá trên bầu là loài thích sống nước chảy nhưng ương trong hệ thống tuần hoàn có nước chảy nhẹ với thời gian 2 tháng chưa ảnh hưởng nhiều đến tăng trưởng của cá so với trong nước tĩnh. Cá trên bầu là loài sống thành đàn nên ở mật độ cao có tính cạnh tranh thức ăn mạnh và cá lớn ăn thịt cá nhỏ dẫn đến mật độ cao cá có tốc độ tăng trưởng tốt hơn mật độ thấp nhưng không có khác biệt thống kê ($p>0,05$) ở mật độ 2,0 con /L với 2,5 con /L điều này có nghĩa tăng trưởng có sự chậm lại ở mật độ 2,5 con /L. Cá trên bầu có tăng trưởng đặc trưng khối lượng dao động từ 4,69 đến 5,18% /ngày và đặc trưng chiều dài dao động từ 1,47 đến 1,63% /ngày cao hơn so với cá trê vàng đạt 2,39 – 2,59% /ngày về khối lượng đặc trưng khi ương trong hệ thống nước chảy tuần hoàn với 4 mật độ 40 – 100 con /100L và mật độ đạt khối lượng thấp nhất 40 con /100L khác biệt có ý nghĩa ($p<0,05$) so với 3 mật độ 60, 80 và 100 con /100L [67]; cá lóc đạt 3,37 – 3,57% /ngày về khối lượng đặc trưng khi ương trong hệ thống nước chảy tuần hoàn với 5 mật độ từ 10 đến 50 con /100L và mật độ đạt khối lượng thấp nhất là 10, 20 và 30 con /100L khác biệt ($p<0,05$) so với 2 mật độ 40, 50 con /100L [7].

3.9.2.3. Hệ số biến thiên, hệ số thức ăn và tỷ lệ cá sống

Kết quả hệ số biến thiên, hệ số thức ăn và tỷ lệ sống cá trên bầu sau 60 ngày ương ở các mật độ khác nhau trong hệ thống tuần hoàn được thể hiện trong Bảng 3.34.

Bảng 3.34: Hệ số biến thiên, hệ số thức ăn và tỷ lệ sống cá trên bầu sau 60 ngày ương trong hệ thống nước chảy tuần hoàn ở các mật độ

Chỉ tiêu	Thời gian	NT1 (1)	NT2 (1,5)	NT3 (2)	NT4 (2,5)
CV _w (%)	01 ngày	3,70	3,57	3,70	0,0
	60 ngày	4,34	7,24	6,00	7,19
CV _L (%)	01 ngày	0,36	0,36	0,36	0,50
	60 ngày	1,46	4,44	2,55	3,59
FCR	60 ngày	1,08 ^a ± 0,02	1,17 ^b ± 0,02	1,25 ^c ± 0,01	1,42 ^d ± 0,03
Tỷ lệ sống (%)	60 ngày	51,65 ^d ± 0,74	47,68 ^c ± 0,88	44,25 ^b ± 0,27	25,88 ^a ± 0,37

Các giá trị trong cùng hàng có chữ cái giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p>0,05$). Số liệu thể hiện giá trị trung bình ± sai số chuẩn.

Hệ số biến thiên cá trên bầu giai đoạn 31 – 90 ngày tuổi được ương ở các mật độ trong hệ thống nước chảy tuần hoàn, ngày đầu tiên bố trí cá vào thí nghiệm từ 0,0 đến

3,70% về khối lượng và 0,36 – 0,50% về chiều dài. Sau 60 ngày ương có hệ số biến thiên về khối lượng từ 4,34 đến 7,24%, hệ số biến thiên cao ở NT2(1,5 con /L) đạt 7,24% và thấp ở NT1(1,0 con /L) 4,34%. Hệ số biến thiên về chiều dài dao động từ 1,46 đến 4,44%, hệ số biến thiên cao ở NT2(1,5 con /L) đạt 4,44% và thấp ở NT1(1,0 con /L) 1,46%. Hệ số biến thiên cá trên bầu thấp hơn so với hệ số biến thiên cá trên vàng đạt 38,16 – 58,91% về khối lượng và hệ số biến thiên cao khi ương ở mật độ cao trong hệ thống tuần hoàn [67]. Hệ số biến thiên cá trên bầu trong nghiên cứu này cao hơn so với cá lóc có hệ số biến thiên 0,01 – 0,74% về khối lượng khi ương ở mật độ cao thì hệ số biến thiên cao trong hệ thống nước chảy tuần hoàn [7].

Hệ số thức ăn cá trên bầu ương trong hệ thống nước chảy tuần hoàn giai đoạn 31 – 90 ngày tuổi ở các mật độ khác nhau dao động từ 1,08 đến 1,42. Ở mật độ cao, hệ số thức ăn cao, cụ thể thấp nhất ở NT1(1,0 con /L) đạt 1,08, tiếp theo ở NT2(1,5 con /L) là 1,17, kế đến ở NT3(2,0 con /L) đạt 1,25 và cao nhất ở NT4(2,5 con /L) là 1,42, và có khác biệt ($p < 0,05$) giữa 4 nghiệm thức với nhau. Điều này có thể được giải thích như sau: khi mật độ cao thì cá tranh ăn mạnh nên tốn nhiều thức ăn nhưng tỷ lệ cá sống thấp dẫn đến hệ số thức ăn cao. Hệ số thức ăn của cá trên bầu tương đương với hệ số thức ăn của cá lóc ương ở mật độ 40 – 100 con /100L trong hệ thống nước chảy tuần hoàn ($FCR = 1,19 - 1,38$) [67]; nhưng cao hơn khi cá lóc được ương ở mật độ 10 – 50 con /100L ($FCR = 1,05 - 1,13$) [7].

Tỷ lệ cá trên bầu sống khi ương ở các mật độ trong hệ thống nước chảy tuần hoàn giai đoạn cá hương đến cá giống dao động từ 25,88 đến 51,65%. Tỷ lệ sống có tỷ lệ nghịch với mật độ, cụ thể tỷ lệ cá sống cao ở NT1(1,0 con /L) đạt 51,65%, ở NT2(1,5 con /L) đạt 47,68%, ở NT3(2,0 con /L) đạt 44,25% và thấp nhất ở NT4(2,5con /L) đạt 25,88%, và khác biệt có ý nghĩa ($p < 0,05$) giữa các nghiệm thức với nhau. Điều này cũng phù hợp với đặc tính của cá trên bầu thích ăn môi động vật, là loài cá dữ và ăn thịt lẫn nhau khi kích cỡ không đồng đều giữa các cá thể trong quần đàn, nên ở mật độ cao có thể cá lớn không đều, vì vậy con lớn ăn thịt con nhỏ dẫn đến tỷ lệ sống thấp. Tỷ lệ sống cá trên bầu thấp hơn so với cá trên vàng cũng ương trong hệ thống tuần hoàn khác nhau về mật độ có tỷ lệ cá sống 71,67 – 89,58% [67], và cá lóc có tỷ lệ sống trong khoảng 93,0 – 98,75% khác nhau về mật độ khi ương nuôi trong hệ thống nước chảy tuần hoàn [7].

Tóm lại, khi ương nuôi cá trên bầu giai đoạn 31 – 90 ngày tuổi trong hệ thống nước chảy tuần hoàn ở các mật độ từ 1,0 đến 2,5 con /L có tăng trưởng về khối lượng từ 4,61 đến 6,39 g /con, thấp nhất ở NT1(1,0 con /L) và khác biệt có ý nghĩa ($p<0,05$) so với NT3(2,0 con /L) và NT4(2,5 con /L). Tăng trưởng về chiều dài trong khoảng 87,00 – 95,58 mm /con và khác biệt ($p<0,05$) giữa NT1 so với NT4. Hệ số thức ăn dao động từ 1,08 đến 1,42 và giữa các nghiệm thức có khác biệt ($p<0,05$). Tỷ lệ sống dao động từ 25,88 đến 51,65%, mật độ cao có cá sống thấp và khác biệt ($p<0,05$) giữa 4 nghiệm thức với nhau. Như vậy, mật độ 1,5 – 2,0 con /L để ương cá trên bầu trong hệ thống nước chảy tuần hoàn giai đoạn cá hương lên cá giống là phù hợp.

Trong luận án này có 2 thí nghiệm thức ăn giống nhau và 2 thí nghiệm mật độ giống nhau ở 2 mô hình thay nước và tuần hoàn. Ở mô hình tuần hoàn thì phải bố trí mật độ cao hơn mô hình thay nước nhưng do cá trên bầu là loài cá mới chưa có nhiều cá giống trong bố trí thí nghiệm. Nên chỉ bố trí cùng mật độ ở 2 mô hình để xem tăng trưởng có khác nhau không.

CHƯƠNG 4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

4.1. Kết luận

Cá trên bầu cá có tỷ lệ huyết cầu ($16,85 - 37,76\%$) và cá đực ($25,29 - 33,14\%$), số lượng hồng cầu cá cái ($1,21 \times 10^6 - 2,10 \times 10^6$ tế bào /mm³) và cá đực ($2,40 \times 10^6 - 3,71 \times 10^6$ tế bào /mm³), thể tích trung bình hồng cầu cá cái ($106,92 - 193,13 \mu\text{m}^3$) và cá đực ($86,12 - 105,87 \mu\text{m}^3$), hàm lượng protein trong cơ cá cái ($10,01 - 16,00$ mg protein /g mẫu tươi) và cá đực ($11,35 - 14,79$ mg protein /g mẫu tươi), trong gan cá cái ($23,70 - 31,29$ mg protein /g mẫu tươi) và cá đực ($19,16 - 27,96$ mg protein /g mẫu tươi), hàm lượng vitellogenin ($60,78 - 121,17 \mu\text{g ALP /ml}$ huyết tương).

Cá trên bầu nuôi vỗ thành thực quanh năm, tỷ lệ thành thực cao nhất ở tháng 08 là $77,8\%$ (cá cái) và $66,7\%$ (cá đực). Hệ số thành thực đạt đỉnh cao ở tháng 8 ($13,88\%$ cá cái và $1,43\%$ cá đực). Sức sinh sản tương đối từ 167.149 đến 238.736 trứng /kg cá cái. Sử dụng thức ăn cá tạp hoặc viên 40% protein là tốt nhất.

Cá trên bầu thành thực tự nhiên hay nuôi vỗ dùng LHRH-a (liều $100 - 150 \mu\text{g}$), HCG (liều $2.500 - 3.000$ IU) và P (liều $10 - 15$ mg) đều kích thích cá rụng trứng và sinh sản tốt. Thụ tinh tự nhiên, sức sinh sản $61 - 195$ trứng /g cá cái, tỷ lệ thụ tinh $70,8 - 91,1\%$, tỷ lệ nở $81,2 - 90,9\%$, tỷ lệ sống cá hết noãn hoàng $73,2 - 87,2\%$, tỷ lệ dị hình $7,5 - 13,1\%$ và phát triển phôi $23 - 24$ giờ. Gieo tinh nhân tạo, sức sinh sản $185 - 291$ trứng /g, tỷ lệ thụ tinh $32,9 - 53,5\%$, tỷ lệ nở $43,0 - 51,9\%$, tỷ lệ sống cá hết noãn hoàng $74,9 - 86,0\%$, tỷ lệ dị hình $7,7 - 13,2\%$. Các chỉ tiêu sinh sản từ cá trên bầu nuôi vỗ thành thực tương đương với cá trên bầu thành thực tự nhiên.

Sau 2 ngày có thể phân biệt được các phần khác nhau trong ống tiêu hóa như khoang miệng, thực quản, dạ dày, ruột và hậu môn. Ống tiêu hóa cá trên bầu phát triển hoàn chỉnh như cá trưởng thành ở ngày tuổi thứ 15. Từ 2 đến 30 ngày tuổi, cá trên bầu chỉ chọn ăn thức ăn là phiêu sinh động vật: từ ngày 2 đến ngày 9, thức ăn có kích cỡ nhỏ như ấu trùng Nauplius và Brachionus; từ ngày 7 trở về sau, kích cỡ thức ăn lớn hơn như Daphnia và Moina.

Cá trên bầu từ 1 – 30 ngày tuổi có nhiệt độ trên làm chết cá từ $39,2$ đến $41,4^\circ\text{C}$ và dưới $13,7 - 14,3^\circ\text{C}$. pH cao làm chết cá từ $9,9 - 10,8$ và dưới $3,1 - 3,5$. Ngưỡng oxy từ $0,52 - 0,83$ mg O₂ /L và tiêu hao oxygen $0,54 - 2,94$ mg O₂ /g.giờ. Độ mặn làm chết cá dao động $14,3 - 16,3\text{‰}$.

Sử dụng thức ăn phiêu sinh động vật kết hợp với trùn chỉ hoặc cá tạp ương cá trên bầu đến 30 ngày tuổi cho tỷ lệ cá sống và tăng trưởng tốt nhất. Ương cá trên bầu từ 1 – 30 ngày tuổi khác nhau về mật độ cho tăng trưởng tốt ở 30 con /lít, thấp nhất 10 con /lít và tỷ lệ sống cao nhất ở 10 con /lít, thấp nhất 40 con /lít.

Thức ăn tự chế biến ở mức protein 45% đạt hiệu quả nhất khi ương cá trên bầu giai đoạn 31 – 90 ngày tuổi trong bể composite. Ương cá trên bầu giai đoạn 31 – 90 ngày tuổi trong bể composite cho tăng trưởng cao nhất ở mật độ 1,5 – 2,5 con /L, hệ số thức ăn thấp nhất ở mật độ 1,0 con /L và cao nhất ở mật độ 2,5 con /L, tỷ lệ sống cao nhất ở mật độ 1,0 con /L và thấp nhất ở mật độ 2,5 con /L, và ương ở hệ thống tuần hoàn cũng tương tự.

4.2. Kiến nghị

Nghiên cứu ảnh hưởng của mật độ nuôi vỗ đến một số chỉ tiêu thành thực sinh dục như: tỷ lệ thành thực, hệ số thành thực, sức sinh sản tuyệt đối và tương đối của cá trên bầu.

Nghiên cứu thêm một số chỉ tiêu sinh sản, hàm lượng Protein, vitellogenin ở các giai đoạn của buồng trứng để làm cơ sở xây dựng quy trình nuôi vỗ.

Nghiên cứu xác định thời điểm cá trên bầu sử dụng hiệu quả thức ăn chế biến.

Nghiên cứu ương cá trên bầu từ bột đến giống trong ao đất nhằm có nhiều con giống cung cấp cho người nuôi thương phẩm.

Ứng dụng kết quả nghiên cứu nuôi vỗ thành thực bằng thức ăn tươi sống hoặc TACN 40% protein, kích thích sinh sản bằng HCG, ương giống 2 giai đoạn của luận án vào thực tế sản xuất.

DANH MỤC CÔNG TRÌNH CÔNG BỐ

- Lê Văn Lễnh, Trần Kim Hoàng, Đặng Thế Lực, Lê Anh Tuấn (2019), Nghiên cứu một số đặc điểm sinh lý sinh sản cá trèn bầu (*Ompok bimaculatus*), Tạp chí Nông nghiệp & Phát triển nông thôn, Số 22/2019 trang 114-118.
- Lê Văn Lễnh, Đặng Thế Lực, Lê Anh Tuấn (2019), Nghiên cứu nuôi vỗ thành thực cá trèn bầu (*Ompok bimaculatus*) bằng các loại thức ăn khác nhau trong điều kiện nuôi nhốt, Tạp chí Khoa học Công nghệ thủy sản Trường Đại học Nha Trang, Số 3/2019 trang 75-82.
- Lê Văn Lễnh, Đặng Thế Lực, Lê Anh Tuấn (2019), Nghiên cứu kích thích sinh sản cá trèn bầu (*Ompok bimaculatus*) tại An Giang, Tạp chí Nông nghiệp & Phát triển nông thôn, Số 11/2019 trang 269-274.
- Lê Văn Lễnh, Nguyễn Hữu Yên Nhi, Trịnh Thị Lan, Đặng Thế Lực, Lê Anh Tuấn (2019), Ảnh hưởng của loại thức ăn và mật độ ương lên sinh trưởng và tỷ lệ sống cá trèn bầu (*Ompok bimaculatus* Bloch, 1797) giai đoạn 31 – 90 ngày tuổi trong bể thủy tinh sợi, Tạp chí Khoa học Công nghệ thủy sản Trường Đại học Nha Trang, Số 4/2019 trang 50-57.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Tài liệu Tiếng Việt

1. Bạch Thị Quỳnh Mai (1999), *Kỹ thuật nuôi cá trê vàng lai*, Nhà xuất bản Nông nghiệp – TP.HCM.
2. Bộ Thủy sản Việt Nam (2002), *Cẩm nang sản xuất và sử dụng thức ăn sống để nuôi thủy sản*, Tài liệu kỹ thuật nghề cá của FAO.
3. Bùi Lai, Nguyễn Quốc Khang, Nguyễn Mộng Hùng, Lê Quang Long, Mai Đình Yên (1985), *Cơ sở sinh lý sinh thái cá*, Nhà xuất bản Nông Nghiệp.
4. Bùi Minh Tâm, Nguyễn Thanh Phương và Dương Nhật Long (2008), “Ảnh hưởng của mật độ đến tăng trưởng và tỷ lệ sống của cá lóc bông (*Channa micropeltes*) giai đoạn bột lên giống ương trong bể xi măng”, Tạp chí khoa học Trường Đại học Cần Thơ 2008(2): 11-19.
5. Bùi Thanh Tuấn và Nguyễn Tường Anh (2011), “So sánh ba phương pháp dùng hormon kích thích sinh sản cá lăng vàng (*Hemibagrus nemurus*)”, Trong Phạm Quốc Hùng và Nguyễn Tường Anh (chủ biên), *Sinh sản nhân tạo cá ứng dụng hormon steroid*, Nhà xuất bản Nông nghiệp – TP.HCM.
6. Bùi Thị Kim Xuyên (2015), “Khả năng thích nghi độ mặn của cá basa (*Pangasius bocourti*) bột, hương, giống”, Tạp chí khoa học Trường Đại học An Giang, Vol. 7 (3):37-44.
7. Cao Văn Thích, Phạm Thanh Liêm và Trương Quốc Phú (2014), “Ảnh hưởng mật độ nuôi đến chất lượng nước, sinh trưởng, tỷ lệ sống của cá lóc *Channa striata* nuôi trong hệ thống tuần hoàn”, Tạp chí khoa học Trường Đại học Cần Thơ, Số chuyên đề (2014)(2): 79-85.
8. Chu Đức Hiếu (2017), *Nghiên cứu ảnh hưởng của mật độ nuôi và thức ăn đến sinh trưởng và tỷ lệ sống cá chạch lấu (*Mastacembelus favus*) giai đoạn giống*, Luận văn thạc sĩ, Trường Đại học Nha Trang.
9. Dương Nhật Long (2013), “Nghiên cứu kỹ thuật sản xuất giống nhân tạo cá heo (*Botia modesta* Bleeker, 1865) ở tỉnh An Giang”, Trong quyển: Kỷ yếu kết quả các nhiệm vụ khoa học và công nghệ cấp tỉnh giai đoạn 2010 – 2017, Sở khoa học và Công nghệ An Giang (2018).
10. Dương Nhật Long, Nguyễn Anh Tuấn và Lam Mỹ Lan (2014), *Giáo trình kỹ thuật nuôi cá nước ngọt*, Trường Đại học Cần Thơ.
11. Dương Nhật Long & Nguyễn Hoàng Thanh (2008), “Kết quả bước đầu về sinh sản nhân tạo cá leo”, Tạp chí khoa học – Trường Đại học Cần Thơ, chuyên đề thủy sản, 29-38.
12. Dương Nhật Long, Nguyễn Hoàng Thanh, Nguyễn Thị Ngọc Trinh, Ngô Vương Hiếu Tính, Lê Đức Duy và Nguyễn Hồ Nam (2008), *Nghiên cứu kỹ thuật sinh sản nhân tạo cá leo (*Wallago attu* Schneider, 1801) ở tỉnh An Giang*, Sở khoa học và công nghệ An Giang.
13. Dương Nhật Long, Nguyễn Thanh Hiệu, Nguyễn Thanh Sử & Lam Mỹ Lan (2014), “Nghiên cứu nuôi vỗ thành thực và kích thích cá heo (*Bontia modesta* Bleeker, 1865) sinh sản”, Tạp chí khoa học – Trường Đại học Cần Thơ, chuyên đề thủy sản, 69-77.
14. Dương Thúy Yên (2003), *Khảo sát một số tính trạng hình thái, sinh trưởng và sinh lý của cá basa (*Pangasius bocourti*), cá tra (*Pangasius**

- hypophthalmus*) và con lai của chúng, Luận văn tốt nghiệp Cao học ngành Nuôi trồng thủy sản, Đại học Cần Thơ.
15. Đặng Ngọc Thanh (1974), *Thủy sinh học đại cương*, Nhà xuất bản Đại học và Trung học chuyên nghiệp, Hà Nội.
 16. Đặng Ngọc Thanh, Thái Trần Bá và Phạm Văn Miên (1980), *Động vật không xương sống miền Bắc Việt Nam*, Nhà xuất bản khoa học và kỹ thuật, 572 trang.
 17. Đặng Ngọc Thanh, Thái Trần Bá và Phạm Văn Miên (1974), *Động vật không xương sống miền Bắc Việt Nam*, Nhà xuất bản khoa học và kỹ thuật.
 18. Đỗ Đoàn Hiệp (2008), *Cẩm nang dinh dưỡng và thức ăn cho cá*, Nhà xuất bản Khoa học tự nhiên và Công nghệ.
 19. Đỗ Đoàn Hiệp, Phạm Tân Tiên & Hà Đức Thắng (2009), *Sản xuất giống vật nuôi thủy sản*, Nhà xuất bản giáo dục Việt Nam.
 20. Đỗ Thị Thanh Hương, Nguyễn Thị Hồng Thắm và Nguyễn Anh Tuấn (2008), “Kết quả bước đầu về sản xuất giống nhân tạo lươn đồng (*Monopterus albus*)”, Tạp chí khoa học – Trường Đại học Cần Thơ 2008, 50-58.
 21. Đỗ Thị Thanh Hương, Nguyễn Thị Lệ Hoa và Nguyễn Anh Tuấn (2010), “Nuôi vỗ thành thục và kích thích lươn đồng (*Monopterus albus*) sinh sản bằng HCG”, Tạp chí khoa học – Trường Đại học Cần Thơ, số 14, 258-268.
 22. Đỗ Thị Thanh Hương và Nguyễn Văn Tư (2010), *Một số vấn đề về sinh lý cá và giáp xác*, Nhà xuất bản Nông Nghiệp, TP.HCM.
 23. Hồ Mỹ Hạnh (2003), *Khảo sát tính ăn và ảnh hưởng của mật độ, thức ăn lên sự tăng trưởng của cá rô đồng (Anabas testudinesu) từ giai đoạn cá bột lên cá hương*, Luận văn cao học ngành nuôi trồng thủy sản, Trường Đại học Cần Thơ.
 24. Hồ Mỹ Hạnh, Bùi Minh Tâm và Dương Thúy Yên (2018), “Ảnh hưởng của mật độ và thức ăn trong ương cá chanh dục (*Channa gachua*) giai đoạn cá bột”, Tạp chí khoa học Trường Đại học Cần Thơ, Tập 54, số 1B(2018): 69-74.
 25. Huỳnh Hữu Ngãi, Nguyễn Minh Thành, Trịnh Quốc Trọng, Thi Thanh Vinh, Đặng Văn Trường, Phạm Đình Khôi, Lê Trung Đình, Nguyễn Thanh Nhân và Đinh Văn Chơn (2009), “Kết quả bước đầu sinh sản nhân tạo cá bông lau (*Pangasius krempfi* Fang & Chaux, 1949)”, Tuyển tập nghề cá sông Cửu Long, Nhà xuất bản Nông nghiệp – TP.HCM.
 26. Huỳnh Hữu Ngãi, Trịnh Quốc Trọng, Thi Thanh Vinh, Đặng Văn Trường, Nguyễn Thanh Nhân, Hà Ngọc Nga, Lê Trung Đình, Lê Hiền Khả Tri, Phạm Đình Khôi và Nguyễn Văn Hảo (2010), “Nghiên cứu kỹ thuật ương cá bông lau (*Pangasius krempfi*) trong giai đoạn từ 1 đến 60 ngày tuổi”, Trung tâm giống quốc gia thủy sản nước ngọt nam bộ.
 27. Lã Ánh Nguyệt (2012), “Nghiên cứu một số chỉ tiêu sinh học cá thát lát cườm (*Chitala chitala*) giai đoạn phôi, cá bột và cá giống”, Tạp chí khoa học Trường Đại học Cần Thơ, số 21b, 62-67.
 28. Lại Văn Hùng (2004), *Dinh dưỡng và thức ăn trong nuôi trồng thủy sản*, Nhà xuất bản nông nghiệp – TP.HCM.
 29. Lam Mỹ Lan và Trần Bảo Trang (2010), “Khả năng sử dụng thức ăn chế biến của cá leo giai đoạn hương lên giống”, Kỷ yếu hội nghị khoa học thủy sản lần 4, Cần Thơ, 361 – 369.
 30. Lam Mỹ Lan, Trần Ngọc Thảo và Đỗ Thị Thanh Hương (2014), “Ảnh hưởng của độ mặn lên điều hòa áp suất thẩm thấu và tăng trưởng của cá leo *Wallago attu*”,

- Tạp chí khoa học Trường Đại học Cần Thơ, Số chuyên đề: Thủy sản (2014) (1): 319-325.
31. Lê Anh Tuấn (biên dịch) (2006), *Dinh dưỡng cá trong nuôi trồng thủy sản*, Nhà xuất bản nông nghiệp – TP.HCM.
 32. Lê Đức Ngoan, Vũ Duy Giảng và Ngô Hữu Toàn (2008), *Giáo trình dinh dưỡng và thức ăn thủy sản*, Nhà xuất bản Nông nghiệp – Hà Nội.
 33. Lê Hồng Thắm, Võ Thị Thanh Bình và Lê Thanh Hùng, “Xác định nhu cầu protein trong thức ăn cá lăng nha *Mystus wyckioides* giai đoạn cá giống sử dụng thức ăn thực nghiệm”, http://www.fof.hcmuaf.edu.vn/data/file/HNKHTTSTQ%202013/11_%20LHTham%20et%20al-Nhu%20cau%20dinh%20duong%20lang%20nha.pdf
 34. Lê Ngọc Diễm, Phan Văn Thành, Mai Bá Trường Sơn và Trịnh Thu Phương (2006), “Nghiên cứu ương giống và nuôi thương phẩm cá thát lát *Notopterus notopterus*”, Tạp chí khoa học Trường Đại học Cần Thơ 2006: 79-85.
 35. Lê Phú Khởi (2010), *Ảnh hưởng của độ mặn, pH lên sự phát triển phôi và cá bột rô đồng*, Luận văn tốt nghiệp Cao học ngành Nuôi trồng thủy sản, Đại học Cần Thơ.
 36. Lê Quốc Việt, Trần Ngọc Hải và Nguyễn Anh Tuấn (2010), “Nghiên cứu biện pháp kích thích cá đối (*Liza subviridis*) sinh sản nhân tạo bằng hormon khác nhau”, Tạp chí khoa học Trường Đại học Cần Thơ, số 24a, 96-105.
 37. Lê Quốc Việt, Trần Ngọc Hải, Trần Thị Thanh Hiền, Đỗ Thị Thanh Hương và Nguyễn Tuấn Anh (2012), “Nghiên cứu một số chỉ tiêu huyết học và sinh hóa của cá đối đất (*Liza subviridis*) ở các giai đoạn sinh sản”, Tạp chí Khoa học Đại học Cần Thơ, số 14b: 263-270.
 38. Lê Sơn Trang, Nguyễn Văn Triều, Dương Nhật Long và Phillippe Cacot (2004), “Kết quả bước đầu về sinh sản nhân tạo cá vồ đém (*Pangasius larnaudii* Bocourt)”. Tạp chí khoa học – Trường Đại học Cần Thơ 2004, 165-172.
 39. Lê Thanh Hùng (2000), *Dinh dưỡng và thức ăn thủy sản*, Trường Đại học Nông Lâm – TP.HCM.
 40. Lê Thanh Hùng (2008), *Thức ăn và dinh dưỡng thủy sản*, Nhà xuất bản Nông nghiệp – TP.HCM.
 41. Lê Thị Xuân Thanh (2014), *Sự phát triển ống tiêu hóa và thời điểm thích hợp sử dụng thức ăn chế biến của cá chạch lấu (*Mastacembelus favus*)*, Luận văn cao học ngành Nuôi trồng thủy sản, Trường Đại học Cần Thơ.
 42. Lê Văn Lễnh (2012), *Nghiên cứu kỹ thuật sinh sản nhân tạo và ương cá trên bầu từ cá bột đến 60 ngày tuổi*, Luận văn thạc sĩ, Trường Đại học Nha Trang.
 43. Lương Công Trung và Nguyễn Trung (2018), “Ảnh hưởng của thức ăn đến sinh trưởng và tỷ lệ sống của lươn *Monopterus albus* 40 ngày tuổi ương trong bể không bùn”, Tạp chí khoa học – Công nghệ thủy sản, số 2/2018, 85-92.
 44. Lưu Thị Dung và Phạm Quốc Hùng (2005), *Mô phôi học thủy sản*, Nhà xuất bản Nông Nghiệp.
 45. Lý Văn Khánh (2013), *Nghiên cứu đặc điểm sinh học sinh sản và thử nghiệm sản xuất giống cá nâu (*Scatophagus argus*)*, Nhà xuất bản Nông Nghiệp – TP.HCM.
 46. Lý Văn Khánh, Lê Quốc Việt, Cao Mỹ Án, Võ Nam Sơn và Trần Ngọc Hải (2013), “Nghiên cứu kích thích sinh sản nhân tạo cá chột trắng (*Mystus*

- planiceps*, Cuvier and Valenciennes)", Tạp chí khoa học – Trường Đại học Cần Thơ, số 25, 125-131.
47. Lý Văn Khánh, Trần Thị Thanh Hiền và Trần Ngọc Hải (2013), "Thử nghiệm ương cá chình hoa *Anguilla marmorata* với các loại thức ăn khác nhau trong hệ thống tuần hoàn nước", Tạp chí khoa học Trường Đại học Cần Thơ, Phần B: 26(2013), 143-148.
 48. Mai Đình Yên (chủ biên), Nguyễn Văn Trọng, Nguyễn Văn Thiện, Lê Hoàng Yên, Hứa Bạch Loan (1992), *Định loại các loài cá nước ngọt Nam bộ*, Nhà xuất bản Nông Nghiệp, Hà Nội.
 49. Ngô Văn Ngọc (2005), *Kết quả bước đầu trong nghiên cứu sản xuất giống cá Lăng nha (*Mystus wyckioides* Chaux & Fang, 1949)*, Hội thảo quốc gia về phát triển thủy sản vùng hạ lưu sông Mekong, Việt Nam, Nhà xuất bản Nông nghiệp – TP.HCM.
 50. Ngô Văn Ngọc, Trần Thị Thu Hà và Nguyễn Trọng Sang (2008), "Xác định thời điểm thay thế trùn chỉ bằng thịt cá trong ương cá lăng nha (*Mystus wyckioides*) giai đoạn từ 3 – 15 ngày tuổi". Đại học Nông lâm TP.HCM.
 51. Nguyễn Anh Tuấn, Dương Nhứt Long, Trần Thị Thanh Hiền, Nguyễn Văn Kiểm, Nguyễn Văn Thường, Nguyễn Bạch Loan và Bùi Thị Bích Hằng (2004), *Nghiên cứu đặc điểm sinh học cá lóc bông (*Channa micropeltes*)*, Báo cáo kết quả đề tài nghiên cứu khoa học, Trường Đại học Cần Thơ.
 52. Nguyễn Anh Tuấn, Lê Quốc Việt và Trần Ngọc Hải (2014), "Ương cá bớp *Rachycentro canadum* giống với thức ăn khác nhau trong hệ thống tuần hoàn", Tạp chí khoa học Trường Đại học Cần Thơ, số chuyên đề Thủy sản (2014)(1), 78-82.
 53. Nguyễn Bạch Loan (2012), *Nghiên cứu đặc điểm sinh học của cá ngát (*Plotosus canius*) phân bố trên sông Hậu, Việt nam*, Luận án tiến sĩ ngành nuôi trồng thủy sản, Trường Đại học Cần Thơ.
 54. Nguyễn Chung (2006), *Kỹ thuật sản xuất giống và nuôi cá lăng nha, cá lăng vàng*, Nhà xuất bản Nông nghiệp – TP. HCM.
 55. Nguyễn Đình Giậu, Nguyễn Chi Mai và Trần Thị Việt Hồng (1999), *Sinh lý người và động vật*, Tủ sách trường Đại học Khoa học tự nhiên và xã hội.
 56. Nguyễn Đình Trung (2004), *Quản lý chất lượng nước trong nuôi trồng thủy sản*, Nhà xuất bản Nông nghiệp, Hà Nội.
 57. Nguyễn Đình Vinh (2017), *Nghiên cứu đặc điểm sinh học và kỹ thuật sản xuất giống cá ngạnh (*Cranoglanis boudierius*, Richardson 1846) trong điều kiện nuôi tại tỉnh Nghệ An*, Luận án tiến sĩ sinh học.
 58. Nguyễn Đình Vinh, Nguyễn Hữu Dực, Tạ Thị Bình và Nguyễn Kim Sơn (2016), "Thử nghiệm sinh sản cá ngạnh (*Cranoglanis boudierius*, Richardson 1846) trong điều kiện nhân tạo", Tạp chí Khoa học – Công nghệ Thủy sản, Số 1 /2016.
 59. Nguyễn Hoàng Xuân, Lý Văn Khánh, Nguyễn Thanh Phương và Phạm Thanh Liêm (2011), "Sự phát triển ống tiêu hóa cá nâu (*Scatophagus argus*) giai đoạn cá bột", Kỹ yếu hội nghị khoa học thủy sản lần thứ 4, trang 191-201.
 60. Nguyễn Hồng Quyết Thắng và Phạm Thanh Liêm (2018), "Đặc điểm phát triển ống tiêu hóa và khả năng sử dụng thức ăn chế biến của cá trê Phú Quốc (*Clarias gracilentus*)", Tạp chí khoa học – Trường Đại học Cần Thơ, Tập 54, số chuyên đề Thủy sản 2018 (1): 86-92.

61. Nguyễn Hữu Khánh (2015), *Nghiên cứu xây dựng quy trình công nghệ sản xuất nhân tạo giống cá dứa (Pangasius sp)*, Viện nghiên cứu nuôi trồng thủy sản 3 – Bộ Nông nghiệp và phát triển nông thôn.
62. Nguyễn Khắc Hường (2007), *Sổ tay kỹ thuật nuôi trồng hải sản*, Nhà xuất bản Khoa học và kỹ thuật.
63. Nguyễn Tấn Sỹ (2009), “Ảnh hưởng của độ mặn đến năng suất và chất lượng sinh khối *Artemia franciscana* nuôi trong ao đất tại Cam Ranh”, Tạp chí Khoa học – Công nghệ thủy sản.
64. Nguyễn Thanh Tùng, Trương Thanh Tuấn, Nguyễn Nguyễn Du, Lâm Ngọc Châu, Nguyễn Văn Thanh, Trần Anh Dũng, Huỳnh Thanh Sơn (2007), *Điều tra nghiên cứu sự hiện diện của các loài thủy sản nước ngọt tỉnh An Giang*, Báo cáo Khoa học, Viện nghiên cứu Nuôi trồng Thủy sản II.
65. Nguyễn Thị Đài Trang (2013), *Nghiên cứu tính ăn và khả năng sử dụng thức ăn chế biến của cá vồ đém (Pangasius larnaudii) giai đoạn từ cá bột lên cá hương*, Luận văn cao học ngành Nuôi trồng thủy sản, Trường Đại học Cần Thơ.
66. Nguyễn Thị Hậu & nhóm NCM Dinh dưỡng thức ăn và Nuôi trồng thủy sản (dịch) (2018), *Kỹ thuật ương nuôi moina – thức ăn lý tưởng cho cá nước ngọt*, Học Viện Nông nghiệp Việt Nam.
67. Nguyễn Thị Hồng Nho, Huỳnh Thị Kim Hồng và Phạm Thanh Liêm (2018), “Ảnh hưởng của mật độ nuôi lên chất lượng nước, tăng trưởng và tỉ lệ sống của cá trê vàng (*Clarias macrocephalus*) trong hệ thống tuần hoàn”, Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ, Tập 54(1): 108-114.
68. Nguyễn Thị Hồng Vân, Trần Hữu Lễ và Nguyễn Văn Hòa (2011), “Sử dụng các nguồn sinh khối artemia để ương nuôi lươn đồng *Monopterus albus*”, Tạp chí khoa học – Trường Đại học Cần Thơ 2011: 17a, 9-19.
69. Nguyễn Thị Kim Hà, Nguyễn Thị Hồng Thắm và Đỗ Thị Thanh Hương (2009), “Nghiên cứu nuôi vỗ thành thực và sinh sản lươn đồng (*Monopterus albus*)”, Kỷ yếu hội nghị, Khoa học công nghệ tuổi trẻ các trường Đại học và Cao đẳng khối Nông – Lâm – Ngư – Thủy toàn quốc lần thứ 4, Thái Nguyên.
70. Nguyễn Trọng Quyền (2011), *Bổ sung cơ sở sinh học và kỹ thuật sản xuất giống cá tai tượng *Osphronemus goramy**, Luận văn tốt nghiệp Cao học ngành Nuôi trồng thủy sản, Đại học Cần Thơ.
71. Nguyễn Tường Anh (1999), *Một số vấn đề về nội tiết học sinh sản cá*, Nhà xuất bản Nông Nghiệp Hà Nội.
72. Nguyễn Tường Anh (2011), Sử dụng tổ hợp 17, 20P; 17P với kích dục tố kích thích cá trê vàng (*Clarias macrocephalus*) sinh sản chỉ trong một lần tiêm, Trong Phạm Quốc Hùng và Nguyễn Tường Anh (chủ biên). *Sinh sản nhân tạo cá ứng dụng hormon steroid*, Nhà xuất bản Nông nghiệp – TP.HCM.
73. Nguyễn Tường Anh (2013b), Tác dụng của Dopamine và ứng dụng trong nuôi trồng thủy sản, *Một số nguyên lý & kỹ thuật ứng dụng trong nuôi trồng thủy sản*, Nhà xuất bản Nông nghiệp – TP.HCM.
74. Nguyễn Tường Anh, Nguyễn Thị Ngọc Duyên và Nguyễn Hà Thanh Phong (2011), Kích thích cá tra (*Pangasius hypophthalmus*) và cá hủ (*Pangasius conchophilus*) đẻ: dùng 17 α , 20 β -dihydroxy-4-pregnen-3-one trong liều quyết định, Trong Phạm Quốc Hùng và Nguyễn Tường Anh (chủ biên), *Sinh sản nhân tạo cá ứng dụng hormon steroid*, Nhà xuất bản Nông nghiệp – TP.HCM.

75. Nguyễn Tường Anh & Phạm Quốc Hùng (2016), *Cơ sở ứng dụng nội tiết học sinh sản cá*, Nhà xuất bản Nông Nghiệp.
76. Nguyễn Tường Anh, Trần Chí Học và Trịnh Quốc Trọng (2011), Tác dụng của DOCA, 17, 20P, HCG và LHRHa trên cá trê vàng (*Clarias macrocephalus*): so sánh hiệu quả gây chín, rụng trứng và một số chỉ tiêu sinh sản khác, Trong Phạm Quốc Hùng và Nguyễn Tường Anh (chủ biên), *Sinh sản nhân tạo cá ứng dụng hormon steroid*, Nhà xuất bản Nông nghiệp – TP.HCM.
77. Nguyễn Văn Hảo (2005), *Cá nước ngọt Việt Nam*, Nhà xuất bản Nông Nghiệp, TP.HCM.
78. Nguyễn Văn Kiểm (2004), *Một số đặc trưng hình thái, sinh thái – sinh hóa và di truyền ba loại hình cá chép (chép vàng, chép trắng và chép hung) ở Đồng bằng sông Cửu Long*, Luận án tiến sĩ nông nghiệp, Trường Đại học Thủy Sản, Nha Trang.
79. Nguyễn Văn Kiểm (2011), *Thực nghiệm sản xuất giống nhân tạo cá linh ống (Cirrhinus julienni)*, Báo cáo khoa học tổng kết đề tài hợp tác nghiên cứu giữa Sở Khoa học Công nghệ An Giang và Trường Đại học Cần Thơ.
80. Nguyễn Văn Kiểm & Đỗ Minh Tri (2010), “Thử nghiệm kích thích cá hú (*Pangasius cochophilus*) sinh sản bằng kích thích tố khác nhau”, Tạp chí khoa học – Trường Đại học Cần Thơ, số 15b, 64-69.
81. Nguyễn Văn Kiểm & Huỳnh Kim Hường (2006), “Nghiên cứu sự thành thực sinh dục và thử nghiệm sinh sản nhân tạo trê trắng (*Clarias batrachus*)”, Tạp chí khoa học – Trường Đại học Cần Thơ, chuyên đề thủy sản, 86-92.
82. Nguyễn Văn Kiểm và Lam Mỹ Lan (2017), “Sử dụng Domperidon và 17, 20P kích thích cá trê vàng *Clarias macrocephalus* GUNTHER 1864 sinh sản”, Tạp chí nghiên cứu khoa học và phát triển kinh tế, số 01, 215-223.
83. Nguyễn Văn Kiểm & Phạm Minh Thành (2013), *Kỹ thuật sản xuất giống cá nước ngọt*, Nhà xuất bản Đại học Cần Thơ.
84. Nguyễn Văn Rí & Nguyễn Hữu Thường (2013), *Ứng dụng kỹ thuật sinh sản nhân tạo cá ba sa (Pangasius bocourti, Sauvage) trong sản xuất giống*, Sở Thủy sản tỉnh Tiền Giang.
85. Nguyễn Văn Thoa và Bạch Thị Quỳnh Mai (1996), *Thức ăn nuôi tôm cá*, Nhà xuất bản nông nghiệp – TP.HCM.
86. Nguyễn Văn Triều (2014), *Cơ sở khoa học của việc nuôi vỗ thành thực và kỹ thuật sản xuất giống cá kết (Micronema bleekeri Gunther, 1864)*, Luận án tiến sĩ ngành nuôi trồng thủy sản nước ngọt, Trường Đại học Cần Thơ.
87. Nguyễn Văn Triều, Dương Nhựt Long và Nguyễn Anh Tuấn (2008), “Nghiên cứu ương giống cá kết (*Micronema bleekeri*) bằng các loại thức ăn khác nhau”. Tạp chí khoc học Trường Đại học Cần Thơ, số 2, 67-75.
88. Nguyễn Văn Triều, Nguyễn Anh Tuấn & Dương Nhựt Long (2010), “Ảnh hưởng của các loại hormone với liều lượng khác nhau lên sinh sản cá kết (*Micronema bleekeri* Gunther, 1860)”, Tạp chí khoa học – Trường Đại học Cần Thơ số 15a, 172-178.
89. Nguyễn Văn Triều, Trần Ngọc Tuyền, Trần Thị Thanh Hiền, Dương Nhựt Long và Nguyễn Anh Tuấn (2014), “Xác định nhu cầu đạm của cá kết (*Micronema bleekeri*) giai đoạn giống”, Tạp chí khoa học – Trường Đại học Cần Thơ, 229 – 235.

90. Nikolsky, G. V. (1963), *Sinh thái học cá*, Bản dịch của Mai Đình Yên và Trần Đình Trọng, Nhà xuất bản khoa học và kỹ thuật, Hà Nội.
91. Phạm Gia Diệp, Trần Văn Minh và Nguyễn Văn Tư (2012), “Nghiên cứu đặc điểm thành thực sinh dục và thực nghiệm sinh sản nhân tạo cá trê Phú Quốc (*Clarias gracilentus* Ng, Dang & Nguyen, 2011)”, Tuyển tập hội nghị khoa học trẻ ngành thủy sản toàn quốc lần thứ III, Huế.
92. Phạm Minh Thành & Nguyễn Văn Kiểm (2009), *Cơ sở khoa học và kỹ thuật sản xuất cá giống*, Nhà xuất bản Nông Nghiệp – TP.HCM.
93. Phạm Quốc Hùng (2012), “Sử dụng các chế phẩm hormon trong sinh sản nhân tạo cá”, Tạp chí Khoa học – Công nghệ Thủy sản số 03/2012: 184 – 188.
94. Phạm Quốc Hùng và Nguyễn Tường Anh (2011), *Sinh sản nhân tạo cá ứng dụng hormon steroid*, Nhà xuất bản Nông nghiệp – TP.HCM.
95. Phạm Quốc Hùng, Nguyễn Tường Anh & Nguyễn Đình Mão (2014), *Hormon và sự điều khiển sinh sản ở cá*, Nhà xuất bản Nông Nghiệp – TP.HCM.
96. Phạm Tân Tiến (2010), *Cơ sở sinh lý cá và những ứng dụng vào thực tế sản xuất*, Nhà xuất bản giáo dục Việt Nam.
97. Phạm Thanh Liêm, Abol-Munafi, A. B., Ambak, M. A., Hassan, A. và Zainal Abidin, A. (2002), “Sự phát triển ống tiêu hóa của cá bống tượng (*Oxyeleotris marmoratus*)”, Tạp chí Khoa học Đại học Cần Thơ, số 4: 332-337.
98. Phạm Thanh Liêm, Võ Thanh Toàn và Nguyễn Hồng Quyết Thắng (2020), “Ảnh hưởng của mật độ và kích cỡ phiêu sinh vật lên tỷ lệ sống cá tra (*Pangasianodon hypophthalmus*) giai đoạn cá bột”, Tạp chí khoa học – Trường Đại học Cần Thơ, Tập 56, số chuyên đề thủy sản 2, 12-20.
99. Phạm Thanh Liêm, Nguyễn Hồng Quyết Thắng & Bùi Minh Tâm (2015), “Sinh sản nhân tạo cá trê Phú Quốc (*Clarias gracilentus* NG, HONG & TU, 2011) bằng các chất kích thích khác nhau”, Tạp chí khoa học – Trường Đại học Cần Thơ số 37, 112 – 119.
100. Phạm Thanh Liêm và Trần Đắc Định (2004), *Phương pháp nghiên cứu sinh học cá*, Khoa Thủy sản, Trường Đại học Cần Thơ.
101. Phạm Thị Thuận, Lương Quang Tường và Nguyễn Phi Nam (2016), “Kết quả bước đầu nuôi vỗ thành thực và sinh sản nhân tạo cá lăng nha (*Mystus wyckii* Chaux & Fang, 1949) tại tỉnh Thừa Thiên Huế”, Kỷ yếu hội nghị khoa học trẻ thủy sản toàn quốc lần thứ VII – Youthfish 2016, TP. HCM.
102. Phạm Văn Khánh (1996), *Sinh sản nhân tạo cá tra (*Pagasius hypophthalmus* Sauvage 1878) ở Đồng Bằng Sông Cửu Long*, Luận án phó tiến sĩ khoa học Nông nghiệp.
103. Phạm Văn Khánh (2005), Quy trình công nghệ sản xuất giống cá tra (*Pangasianodon hypophthalmus* Sauvage, 1878), Trong Bộ Thủy sản – Trung tâm Khuyến ngư quốc gia, 2005, *Tuyển tập một số quy trình công nghệ sản xuất giống thủy sản*, Nhà xuất bản Nông nghiệp, Hà Nội.
104. Phan Phương Loan (2016), *Đặc điểm thành thực sinh dục và ứng dụng hormone steroid trong sinh sản nhân tạo cá rô biển (*Pristolepis fasciata*)*, Luận án tiến sĩ ngành nuôi trồng thủy sản, Đại học Cần Thơ.
105. Thái Bá Hồ và Nguyễn Thị An (2007), *Cá bống tượng (*Oxyeleotris marmoratus*) trong Bách khoa thủy sản*, Nhà xuất bản Nông nghiệp, Hà Nội.

106. Thu Hương (2007), “Các phương pháp kích thích sinh sản cho cá”, Tạp chí Thông tin Khoa học Công nghệ - Kinh tế Thủy sản, số 5 /2007, 19-23.
107. Tiền Hải Lý (2016), *Nghiên cứu đặc điểm sinh học và kỹ thuật sinh sản cá dày (Channa lucius)*, Luận án tiến sĩ, Trường Đại học Cần Thơ.
108. Tổng cục thống kê (2023), *Niên giám thống kê*, Nhà xuất bản thống kê.
109. Trang Văn Phước (2010), *Nghiên cứu ảnh hưởng của độ mặn tới sự sinh trưởng và điều hòa áp suất thẩm thấu cá sặc rằn (Trichogaster pectoralis Regan, 1910)*, Luận văn tốt nghiệp Cao học ngành Nuôi trồng thủy sản, Đại học Cần Thơ.
110. Trần Đắc Định, Shibukawa Koichi, Nguyễn Thanh Phương, Hà Phước Hùng, Trần Xuân Lợi, Mai Văn Hiếu, Utsugi Kenzo (2013), *Mô tả định loại cá Đồng bằng sông Cửu Long Việt Nam*, Nhà xuất bản Đại học Cần Thơ.
111. Trần Ngọc Hải và Trần Thị Thanh Hiền (2000), *Kỹ thuật nuôi thức ăn tự nhiên*, Trường Đại học Cần Thơ.
112. Trần Thị Mai Hương và Lại Văn Hùng (2014), “Nghiên cứu ảnh hưởng của hàm lượng đậu tương lên chất lượng giống của cá lăng chấm (*Hemibagrus guttatus*) giai đoạn cá hương lên cá giống (30 ngày - 60 ngày)”, Tạp chí Khoa học - Công nghệ Thủy sản.
113. Trần Thị Thanh Hiền (2004), *Giáo trình dinh dưỡng và thức ăn thủy sản*, Trường Đại học Cần Thơ.
114. Trần Thị Thanh Hiền và Dương Thúy Yên (2004), “Nhu cầu chất đạm và khả năng sử dụng chất bột đường của cá hú (*Pangasius conchophilus*) giai đoạn giống nhỏ”, Tạp chí khoa học – Trường Đại học Cần Thơ.
115. Trần Thị Thanh Hiền, Dương Thúy Yên, Nguyễn Thanh Phương (2004), *Nghiên cứu nhu cầu chất đạm, chất bột đường và phát triển thức ăn cho ba loài cá trôn phổ biến: cá basa (Pangasius bocourti), cá hú (Pangasius conchophilus) và cá tra (Pangasius hypophthalmus)*, Đề tài cấp Bộ.
116. Trần Thị Thanh Hiền và Lê Quốc Phong (2011), “Khả năng thay thế bột cá bằng bột đậu nành trong thức ăn của cá tra (*Pangasianodon hypophthalmus*) giai đoạn giống”, Tạp chí Khoa học - Trường Đại học Cần Thơ.
117. Trần Thị Thanh Hiền và Nguyễn Anh Tuấn (2009), *Dinh dưỡng và thức ăn thủy sản*, Nhà xuất bản Nông nghiệp.
118. Trần Thị Thanh Hiền, Nguyễn Hữu Bon, Lam Mỹ Lan và Trần Lê Cẩm Tú (2013), “Nghiên cứu xác định nhu cầu protein và lipid của cá thát lát còm (*Chitala chitala*) giai đoạn giống”, Tạp chí khoa học Trường Đại học Cần Thơ, Phần B: Nông nghiệp, Thủy sản và Công nghệ sinh học, 26(2013):196-204.
119. Trần Thị Thanh Hiền, Phạm Thanh Liêm và Nguyễn Hương Thùy (2007), *Nghiên cứu đặc điểm dinh dưỡng và khả năng sử dụng thức ăn chế biến để ương cá thát lát còm (Notopterus chilata) từ bột lên giống*, Báo cáo đề tài nghiên cứu khoa học cấp bộ, Trường Đại học Cần Thơ.
120. Trần Văn Vỹ (2007), *Giáo trình thủy sản*. Nhà xuất bản Đại học Sư phạm Hà Nội, Hà Nội.
121. Trương Quốc Phú (2003), *Quản lý chất lượng nước trong ao nuôi cá nước ngọt*, Nhà xuất bản Nông nghiệp, TP. Hồ Chí Minh.

122. Trương Quốc Phú, Nguyễn Lê Hoàng Yến và Huỳnh Trường Giang (2006), *Giáo trình quản lý chất lượng nước trong nuôi trồng thủy sản*, Trường Đại học Cần Thơ.
123. Trương Thủ Khoa và Trần Thị Thu Hương (1993), *Định loại các loài cá nước ngọt vùng Đồng bằng sông Cửu Long*, Khoa Thủy sản, Trường Đại học Cần Thơ.
124. Trương Sĩ Kỳ (2000), *Kỹ thuật nuôi một số loài sinh vật làm thức ăn cho ấu trùng thủy sản*, Nhà xuất bản Nông nghiệp – TP.HCM.
125. Vĩnh Khang (1998), *Cá cảnh*, Nhà xuất bản Nông nghiệp - TP. HCM.
126. Võ Thanh Tân (2012), *Nghiên cứu đặc điểm sinh học cá trên bầu*, Báo cáo Khoa học, Đại học An Giang.
127. Võ Thanh Tân (2016), “Nghiên cứu đặc điểm sinh học cá trên bầu”, Tạp chí khoa học Trường Đại học An Giang, vol 11 (3), tr. 50 – 59.
128. Võ Văn Chi (1993), *Cá cảnh*, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật.
129. Vũ Duy Giảng (2006), *Giáo trình Dinh dưỡng và thức ăn thủy sản*, Nhà xuất bản Nông nghiệp – Hà Nội.
130. Vũ Ngọc Út (2013), Sử dụng luân trùng để nâng cao tỷ lệ sống giai đoạn bột lên hương của một số loài cá nước ngọt, Trong quyển: *Một số nguyên lý và kỹ thuật ứng dụng trong nuôi trồng thủy sản*, Nhà xuất bản nông nghiệp – TP.HCM.
131. Vương Học Vinh (2013), “Nghiên cứu ứng dụng hoàn chỉnh quy trình sinh sản nhân tạo và sản xuất giống cá tra nghệ (*Pangasius kunyit*)”, Trong quyển: *Kỷ yếu kết quả các nhiệm vụ Khoa học và Công nghệ cấp tỉnh giai đoạn 2010 – 2017*, Sở Khoa học và Công nghệ An Giang (2018).
132. Xakun, O. F. and Buskaia, N. A. (1968), *Xác định giai đoạn thành thực và nghiên cứu chu kỳ sinh dục cá*, Nhà xuất bản Nông nghiệp, Hà Nội. (Bản dịch tiếng Việt của Lê Thanh Lựu, 1982).

Tài liệu Tiếng Anh

133. Abul Bashar Md. (2011), *Ompok bimaculatus* (Bloch, 1797).
134. Al-Hussainy, A. H. (1949), On the functional morphology of the alimentary tract of some fishes in relation to differences in their feeding habits: anatomy and histology, *Quarterly Journal Microscopical Science*, 90(2): 190-240.
135. Bachiel, T. and Le Cren, E. D. (1978), Some density relationship for pupulation parameters, In: Gerking, S. K., (Ed.), *The Biological Basis of Freshwater Fish Production*, Blackwell Scientific Publication, Oxford, N. Y., 261-293.
136. Baglole, C. J., Muray, H. M., Goff, G. P. and Wright, G. M. (1997), Ontogeny of the digestive tract during larval development of yellowtail flounder: a light microscopic and mucous histochemical study, *Journal of Fish Biology*, 51: 120-143.
137. Banegal, T. (1967), A short review of fish fecundity, In: Gerking, S.D. (Editor), *The Biological basis of Freshwater Fish Production*, Oxford, Blackwell Scientific Publications, 89-111.
138. Bagenal, T. (1968), *Methods for Assessment of fish production in freshwaters*, Blackwell Scientific Publications.
139. Ball, J. N. (1960), *Reproduction in Female Bony Fishes*, Symp. Zool. Soc. London 1.
140. Barkoh, A. (1984), Food selectivity of bluegill and green sunfish fry, Master of science thesis, South Dakota Steta University, Brookings, South Dakota.

141. Battaglione, S. C. and Talbot, R. B. (1994), Hormone induction and larval rearing of mullet, *Argyrosomus hololepidotus*: Sciaenidae. *Aquaculture* 126, 73-81.
142. Biswas, S. P. (1993), *Manual of Methodlin Fish Biology*, South Asian Publishers, New Delhi, 157 p.
143. Boltovsky, D. (1999), *South Atlantic Zooplankton* Backhuys Publishers, Leiden, The Netherlands, Volume 1.2-3.2.
144. Boyd, C. E. (1990), *Water quality in ponds for aquaculture*, Birmingham Publishing Co. Birmingham Alabama.
145. Boyd, C. E. (1998), *Water quality for pond aquaculture*, Research and development series No. 43 August 1998 international center for aquaculture and aquatic environments Alabama agricultural experiment station Auburn University.
146. Boyd, C. E. (2000), *Water quality: An Introduction*, Kluwer Academic Publishers.
147. Boyd, C. E. and Tucker, C. S. (1992), *Water quality and pond soil analysis for aquaculture*, Auburn University, Alabama.
148. Bridges, B. B. and Kling, L. J. (2000), Early weaning of Atlantic cod (*Gadus morhua*) larvae onto a microparticulate diet, *Aquaculture*, 189: 109–117.
149. Bringolf, R. B., Kwak, T. J. and Cope, W. G. (2005), Salinity Tolerance of Flathead Catfish: Implications for Dispersal of Introduced Populations, *Transactions of the American Fisheries Society*, 134: 927-936.
150. Cahu, C. L. and Infante, J. Z. (2001), Substitution of live food by formulated diets in marine fish larvae, *Aquaculture*, 200: 161-180.
151. Chervinski, J. (1977), Note on the adaptability of silver carp *Hypophthalmichthys molitrix* and grass carp *Ctenopharyngodon idella* to various saline concentrations, *Aquaculture*, 11: 179-182.
152. Chotisak Chawpaknum (1999), Fry the catfish nursing two spot diameter (*Ompok bimaculatus*), Bangkok – Thailand.
153. Choltisak Chawpaknum (2003), Dietary energy requirement for *Ompok bimaculatus*, *Thai Fisheries Gazette*.
154. Cleveland, B. M., Kenney, P. B., Manor, M. L. and Weber, G. M. (2012), Effects of feeding level and sexual maturation on carcass and fillet characteristics and indices of protein degradation in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, 338–341: 228–236.
155. Confer, J. L., Mills, E. L., and O'Bryan, L. (1990), Influence of prey abundance on species and size selection by young yellow perch (*Perca flavescens*), *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 47: 882-887.
156. Copeland, P. A., Thomas, P. (1989), Control of gonadotropin release in the Atlantic croaker *Micropogonias undulatus*: evidence for lack of dopaminergic inhibition, *Gen. Comp. Endocrinol.* 74, 474-483.
157. Crim, L. W. and Glebe, B. (1990), Reproduction, In: C. B. Schreck and P. B. Moyle (Editor), *Methods for Fish Biology*, American Fisheries Society, p 529-553.
158. Cunha, I. and Planas, M (1999), Optimal prey size for early turbot larvae (*Scophthalmus maximus*) based on mouth and ingested prey size, *Aquaculture* 175, 103-110.

159. Dabrowski, K. and Bardega (1984), Mouth size and predicted food size preferences of larvae of three cyprinid fishes species, *Aquaculture* 40, 41-46.
160. Dhert, P. (1996), Rotifers. In Lavens, P. and Sorgeloos, P. (Eds.) *Manual on the Production and Use of Live Food for Aquaculture*, pp 49-77, FAO Fisheries technical Paper, No.361, FAO, Rome.
161. Diyaware M. Y., Modu, B. M., Yakubu, U. P. (2009), Effect of different dietary protein levels on growth performance and feed utilization of hybrid catfish (*Heterobranchus bidorsalis* x *Clarias anguillaris*) fry in north – east Nigeria, *African Journal of biotechnology* Vol. 8 (16): 3954–3957.
162. Donaldson, E. M. and Hunter, G. A. (1983), Induced final maturation, ovulation and spermiation in cultured fishes, In: Hoar, W.S., Randall, D.J., Donaldson, E.M. *Fish Physiology, Reproduction*, vol. IXB, Academic Press, Orlando, FL., 351-403.
163. Drury, R. A. B. and Wallington, E. A. (1967), *Carlenton's Histological Technique*, Fourth Edition, Oxford University Press.
164. Evangelista, A. D., Fortes, N. R., and Santiago, C. B. (2005), Comparison of some live organisms and artificial diet as feed for Asian catfish *Clarias macrocephalus* larvae. *J. Appl. Ichthyol.* 21: 437 – 443. Blackwell Verlag, Berlin.
165. Fagbenro, O. A., Balagon, A. M., Anyanwu, C. N. (1992), Optimum dietary protein levels of *Heterobranchus bidorsalis* fed compounded diet, *Nig. J. Appl. Fish, Hydrobiol.* 1: 41-45.
166. Ferraris, R. P., Tan, J. D. and De La Cruz, M. C. (1987), Development of the digestive tract of milkfish, *Chanos chanos* (Forsskal): Histology and Histochemistry, *Aquaculture*, 61: 241-257.
167. Fontaine, Y. A., Dufour, S., Tanguy, G., Khan, I.A., Cedard, L., Leloup-Hatey, J. (1984), Clairances metaboliques de la gonadotropine chorionique humaine (hCG) et de la gonadotropin de carpe (cGtH) chez un poisson teleosteen, l'anguille, *Proceedings of Colloque Physiologie des Poissons, INRA-IFREMER*.
168. Food and Agriculture Organization of the United Nations (2024), *The state of world fisheries and aquaculture, Sustainability in action*, Rome.
169. Froese, R. And Pauly D. (2005), *Word Wide Web electronic publication*.
170. Fulks, W. and Main, K. L. (1991), The design and operation of commercial-scale live feeds production systems, Background review, In Fulks, W., and Main, K. L. (Eds) *Rotifers and Microalgae Culture Systems*, pp 3-54, *Proceeding of a U.S.-Asia Workshop*, 28-31 Jan, 1991, Honolulu, Hawaii.
171. Fujino, M., Kobayashi, S., Obayashi, M., Shinagawa, S., Fukuda, T., Kitada, C., Nakayama, R., Yamazaki, I., White, W. F., Rippel, R. H. (1972), Structure-activity relationships in the C-terminal part of luteinizing hormone releasing hormone, *Biochem, Biophys, Res. Commun.* 49, 863-869.
172. Haider, S. and Inbaraj, R. M. (1989), Relative in vitro effectiveness of estradiol - 17 β , androgens, corticosteroids, progesterone and other pregnene derivatives on germinal vesicle breakdown in oocytes of Indian major carps, *Labeo rohita*, *Cirrhinus mrigala* and *Catla catla*, *Fish Physiology and Biochemistry*, 6(5): 289-295.

173. Hart, P. R. and Purser, G. J. (1996), Weaning of hatchery-reared greenback flounder (*Rhombosoea tapirina* Gtinter) from live to artificial diets: Effects of age and duration of the change over period, *Aquaculture* 145: 171-181.
174. Harvey, B. and Carolsfeld, J. (1993), *Induced breeding in tropical fish culture*, ©International Development Research Centre, PO Box 8500, Ottawa, Ontario, Canada K1G 3H9.
175. Henderson, B. A. and Morgan, G. E. (2002), Maturation of walleye by age, size and surplus energy, *Journal of Fish Biology*, 61(4): 999-1011.
176. Hephher, B. (1988), *Nutrition of pond fishes*, Cambridge University Press, Cambridge, Great Britain.
177. Ivlev, V. C. (1961), *Experimental ecology of the feeding of fishes*, Translated from Russian by D. Scort, Yale University Press, Connecticut.
178. IzqIUerdo, M. S., Fernández-Paand H. and Tacon, A. G. J. (2000), Effect of broodstock nutrition on reproductive performance of fish, *Aquaculture*, 197: 25-42.
179. Jamabo, N. A., Alfred – Ockiya, F. J. (2008), Effects of dietary protein levelson the growth performance of *Heterobranchus bidorsalis* (Geoffrey – Saint – Hillarie) fingerlings from Niger delta, *Afr. J. Biotechnil.* 7 (14): 2483–2485.
180. Jorgensen, E. H., Christiansen, J. S. and Jobling, M. (1993), Effects of stocking density on food intake, growth performance and oxygen consumption in Arctic charr (*Salvelinus alpines*), *Aquaculture* 110, 191-204.
181. Kamler, E. (1992), *Early Life History of Fish, An Energetics Approach*, Chapman & Hall.
182. Kestemont, P., Xueliang, X., Hamza, N., Maboudou, J. and Toko, I. I. (2007), Effect of weaning age and diet on pikeperch larviculture, *Aquaculture*, 264: 197-204.
183. Khan, M. S., Ang, J. K. and Ambak, A. M. (1993), Optimum dietary protein reqIUerment of a Malaysia freshwater catfish, *Mystus nemurus*, *Aquaculture*, Volume 112, Issue 2–3: 227–235.
184. Kiernan, J. K. (1990), *Histological and Histochemical Methods: Theory and Practice* (second edition), Pergamon press plc.
185. King, W. V., Thomas, P., Harrell, R. M., Hodson, R. G., Sullivan, C. V. (1994), Plasma levels of gonadal steroids during final oocyte maturation of striped bass, *Morone saxatilis* L. *Gen. Comp. Endocrinol.* 95, 178-191.
186. Kozaric, Z., Kuzir, S., Petrinc, Z., Gjurevic, E., and Bozic, M. (2008), The Development of the Digestive Tract in Larval European Catfish (*Silurus glanis* L.), *Anat, Histol, Embryol.*, 37: 141-146.
187. Kumakura, N., Okuzawa, K., Gen, K., Kagawa, H. (2003), Effects of gonadotropin-releasing hormone agonist and dopamine antagonist on hypothalamus-pitIUtary-gonadal axis of pre-pubertal female red seabream (*Pagrus major*). *Gen. Comp. Endocrinol.* 131:264-273.
188. Lahde, E. O. And Vainio, L. A. (2003), Effect of season on the acute thermal tolerance and thermal inactivation of membrane ($Mg^{2+} + Na^{+} + K^{+}$) – and Mg^{2+} - adenosine triphosphatase activity of the Baltic Sea amphipods, *Monoporeia affinis* and *Gammarus spp*, *Boreal Environment Research*, 8(2): 147-157.

189. Lam, T. J. (1982), Application of endocrinology to fish culture, *Can. J. Aquat. Fish, Sci.* 39, 11-137.
190. Le, T. H., Nguyen Anh Tuan, Cacot, P. and Lazard, J. (2002), Larval rearing of the Asian Catfish, *Pangasius bocourti* (Siluroidei, Pangasiidae): alternative feeds and weaning time, *Aquaculture*, 212: 115-127.
191. Leger, P., Bengtson, D. A., Simpson, K. L., Sorgeloos, P. (1986), The use and nutritional value of artemia as a food source, *Oceanogr. Mar. Biol. Annu. Rev.* 24: 521-623.
192. Leger, P., Bengtson, D. A., Sorgeloos, P., Simpson, K. L., and Beck, A. D. (1987), The nutritional value of artemia, a review, In: *Artemia research and its Application*, Vol. 3. Sorgeloos, P., D. A. Bengtson, W. Decleir and E. Jaspers (Eds), Universa Press, Wetteren, Belgium, 357-372.
193. Lowry, O. H., Rosebrough, N. J., Farr, A. L., Randall R. J. (1951), Protein measurement with the Folin phenol reagent, *J. Biol Chem*, 193, 265-275.
194. Mai, K., Yu, H., Ma, H., Duan, Q., Gisbert, E., Infante, J. L. Z. and Cahu, C. L. (2005), A histological study on the development of the digestive system of *Pseudosciaena crocea* larvae and juveniles, *Journal of Fish Biology*, 67(4): 1094-1106.
195. MRC (Mekong River Commission) (2008), *Fish of the Mekong Delta*, FAO.
196. Miura, T., Yamauchi, K., Nagahama, Y., Takahashi, H. (1991), Induction of spermatogenesis in male Japanese eel, *Anguilla japonica*, by a single injection of human chorionic gonadotropin, *Zool. Sci.* 8, 63-73.
197. Mohanty, S. S. and Samantaray, K. (1996), Effect on varying levels of the dietary protein on the growth performance and feed conversion efficiency of snakehead (*Channa striatus*) fry, *Aquaculture nutrition* (United Kingdom), 2 (2): 89-94.
198. Muchlisin, Z. A., Hashim, R. and Chien, A. C. S. (2006), Influence of dietary protein levels on growth and egg quality in broodstock female bagrid catfish (*Mystus nemurus* Cuv. & Val.), *Aquaculture Research*, 37: 412-418.
199. Nagahama, Y. (1997), 17α , 20β -Dihydroxy-4-pregnen-3-one, a maturation – inducing hormone in fish oocytes: Mechanisms of synthesis and action, *Elsevier*, 62: 190-196.
200. Nagahama, Y. (1973), The functional morphology of teleost gonads, Chapter 6 in *Fish Physiology*, Vol. IX A. Hoar W S et al., eds, 223-275.
201. Nagahama, Y., Yoshikuni, M., Yamashita, S., and Tanaka, M. (1994), Regulation of oocyte maturation in fish, In: Sherwood, N. M. and C. L. Hew (Editors), *Fish Physiology*, Vol. XIII, Academic Press, New York, p.393-439.
202. Narumon Sangpradub, Rungnapa Somnark, Chutima Hanjavanit (2014), Food of *Anemathichthys repasson* and *Ompok bimaculatus* from Kaeng Lawa, Thailand, *Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation International Journal of the Bioflux Society*, 7, p 419-429.
203. Nutrient Research Council (NRC) (1993), *Nutrient Requirements of Fish*, National Academy Press, Washington.
204. Oertzen, J. A. V. (1985), Resistance and capacity adaptation of juvenile silver carp, *Hypophthalmichthys molitrix*, to temperature and salinity, *Aquaculture*, 44: 321-332.

205. Ohta, H. and Tanaka, H. (1997), Relationship between serum levels of human chorionic gonadotropin (hCG) and 11-ketotestosterone after a single injection of hCG and induced maturity in the male Japanese eel, *Anguilla japonica*, *Aquaculture* 153, 123–134.
206. Olufeagba, S. O., Aluko, P. O., Eyo, A. A. (2002), Dietary protein requirement of triploid *Heterobranchus longifilis* fingerlings fed formulated diets, *Journal of Aquatic Sciences* Vol.17(1) 2002: 1-4.
207. Person Le Ruyet, J., Alexandre, J. C., The Baud, L. and Mugnier, C. (1993), Marine fish larva: feeding formulated diets or live preys? *J. World Aquaculture, Soc.*, 24: 211-224.
208. Peter, R. E., Chang, J. P., Nahorniak, C. S., Omeljaniuk, R. J., Sokolowska, M., Shih, S. H., Billard, R. (1986), Interactions of catecholamines and GnRH in regulation of gonadotropin secretion in teleost fish, *Recent Prog. Horm. Res.* 42, 513-547.
209. Peter, R. E., Lin, H. R., Van Der Kraak, G., Little, M. (1993), Releasing hormones, dopamine antagonists and induced spawning, In: MIUr, J. F., Roberts, R. J. Eds, *Recent Advances in Aquaculture*, Blackwell Scientific, Oxford, pp. 25–30.
210. Pham Thanh Liem (2001), Studies on the early development and larval rearing of *Oxyeleotris marmoratus*, Master of science, Kolei University Teengganu, University Putra Malaysia.
211. Ponnuchamy, R., Katre Shakuntala and Ravichandra Reddy, S. (1979), Preliminary investigations on the utilization of tubificid worms by postlarvae of *Macrobrachium lanchesteri* (de man), Department of zoology, Bangalore University, Bangalore 560001, India.
212. Pradhan, P. K., Jena, J. K., Mitra, N. and Gisbert, E. (2012), Ontogeny of the digestive tract in butter catfish *Ompok bimaculatus* (Bloch) larvae, *Fish Physiol Biochem* 38: 1601-1617.
213. Pradhan, P. K., Debtanu Barman (2013), Preliminary Studies on Larval Rearing of an Endangered Fish of Northeast India, *Ompok bimaculatus* (Bloch) for Future Conservation, *International Journal of Aquaculture*, 2014, Vol. 4.
214. Prat, F., Zanuy, S., Carrillo, M. (2001), Effect of gonadotropin-releasing hormone analogue (GnRHa) and pimozide on plasma levels of sex steroids and ovarian development in sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.), *Aquaculture* 198:325-338.
215. Qin J. and Fast, A. W. (1996), Effects of Feed application rates on growth, survival, and feed conversion of juvenile snakedhead *Channa striata*, *Journal of the world aquaculture society* 27(1): 52-56.
216. Rahman, M. A., Mazid, M. A., Rahman, M. R., Khan, M. N., Hossain, M. A. and Hussain, M. G. (2005), Effect of stocking density on survival and growth of critically endangered mashseer, *Tor putitora* (Hamilton), in nursery ponds, *Aquaculture* 249:275-284.
217. Rainboth, W. J. (1996), *Fishes of the Cambodian Mekong*, FAO.
218. Ramah, M. M. (2001), Induced breeding, larval rearing and chromosomal studies of *Ompok pabda* (Hamilton), A thesis submitted to the department of Fisheries Biology and Genetics for M. S. Degree, p.93.

219. Refsited and Kittelsen (1976), Effects of density on growth and survival of artificial Atlantic salmon, *Aquaculture*, Amsterdam, v.8, p.319-326.
220. Rottmann, R. W., Scott Graves, J., Craig Watson, and Roy P. E. Yanong (1992), Culture Techniques of Moina: The Ideal Daphnia for Feeding Freshwater Fish Fry. UF/IFAS Extension University of Florida. CIR 1054.
221. Samir Malla, Banik, S. (2015), Larval rearing of an endangered catfish, *Ompok bimaculatus* (Bloch, 1794) with live and artificial diets: A preliminary study in Tripura, India, *International Journal of Fauna and Biological Studies* 2015; 2(5): p. 16-21.
222. Schally, A. V. (1978). Aspects of hypothalamic regulation of the pituitary gland, *Science* 202, 18-28.
223. Scott, A. P. and Canario, A. V. M. (1987), Status of oocyte maturation inducing steroids in Teleosts, 3d. Inter. Symp. on Reproduct. Physiol. of Fish, p224-234.
224. Shim, K. F., Landesman, L. and Lam, T. J. (1989), Effect of dietary protein on growth, ovarian development and fecundity in the Dwarf Gourami *Colisa lalia* (Hamilton), *Journal of Aquaculture in the Tropics*, 4: 111-123.
225. Shiota, A. (1966), The plankton of South Vietnam, Overseas Technical Cooperation Agency, 416 p.
226. Shiota, A. (1970), Studies on mouth size of fish larvae, *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 36:353-368.
227. Sotolu A. O. (2010), Effects of varying dietary protein levels on the breeding performance of *Clarias ferypinus* broodstock and fry growth rate, *Livestock Research for Rural Development* 22(4) 2010.
228. Sridhar, S., Vijayakumar, C., and Haniffa, M. A. (1998), Induced spawning and establishment of a captive population for an endangered fish, *Ompok bimaculatus* in India, Centre for Aquaculture Research and Extension, St. Xavier's College, Palayamkottai 627002, India.
229. Sudhir, R., Lal, K. K., Sarkar, U. K., Varshney, P. K., Vikash, S., Kailash, C. Y., Agnihotri, P., Awasthi, A., Jena, J. K. (2013), Captive Breeding and Embryonic Development of Butter Catfish (*Ompok bimaculatus*, Bloch 1794), a Threatened Fish of Indian Sub-continent in Northern India, *Proceedings of the National Academy of Sciences, India Section B: Biological Sciences*, volume 83, Issue 3, p 333–339.
230. Talwar, P. K. and Jhingran, A. G. (1991), Inland fishes of India and adjacent countries, A. A. Balkema, Rotterdam.
231. Tamaru, C. S., Carlstrom Trick, C., FitzGerald, W. J., Ako, H. (1996), Induced final maturation and spawning of the marbled grouper *Epinephelus microdon* captured from spawning aggregations in the Republic of Palau, Micronesia. *J. World Aquacult. Soc.* 27, 363-372.
232. Taweasin, S., Suphada, K., Jintamas., Lamai, T. and Kanokkan, P. (2011), The development of the digestive system in *Clarias nieuhofii* larvae: Histology and histochemical studies, *Journal of the Microscopy society of Thailand* 4 (1), pp 16-19.
233. Trudeau, V. L., Peter, R. E. (1995), Functional interactions between neuroendocrine systems regulating GnRH release, In: Goetz, F. W., Thomas, P.

- Eds., Reproductive Physiology of Fish (1995), Fish Symposium 95, Austin Texas, pp. 44-48.
234. Walford, J. and Lam, T. J. (1993), Development of digestive tract and proteolytic enzyme activity in sea bass (*Lates calcarifer*) larvae and juveniles, Aquaculture 109, 187-205.
 235. Wallace, J. C., Arne, G. K. and Reinsnes, T. G. (1988), The effects of stocking density on early growth in Arctic charr, *Salvelinus alpinus*, Aquaculture, Volume 73, Issues 1-4, pp.101-110.
 236. Wanatabe and Kiron (1984), Ingestion of horseradish peroxidase by the intestinal cells in larvae or juveniles of some Teleosts, Bull. J. Soc. Sci. Fis. 47 (10): 1299-1307.
 237. Watanabe, T. C. and Fujita, S. (1983), Nutritional values of live organisms used in Japan for mass production of fish: a review, Aquaculture, 72: 134-138.
 238. Watanabe, W. O., Ellis, E. P., Ellis, S. C., Chaves, J., Manfredi, C., Hagood, R. W., Sparsis, M., Arneson, S. (1998), Artificial propagation of mutton snapper *Lutjanus analis*, a new candidate marine fish species for aquaculture, J. World Aquacult. Soc. 29, 176-187.
 239. Wendy, F., Kevan, L. M. (1991), Rotifer and Microalgae Culture Systems.
 240. Wilder, N. M. and Huong, D. T. T. (2003), Basic studies on Vitellogenin structure in prawns on shrimp, and development and evaluation of technology to determine female maturity, Proceeding of the 2003 annual workshop of JIRCAS Mekong Delta Project, p267-274.
 241. Wokoma, K. and Marioghae, I. E. (1996), Survival of *Tilapia gIUneensis* under conditions of low dissolved oxygen and low pH. In: R. S. V. Pullin, J. Lazard, M. Legendre, J. B. Amon Kothlas and D. Pauly (eds.), The Third International Symposium on Tilapia in Aquaculture, ICLARM Conf. Proc., 41. pp 442-448.
 242. WorldFish (2013), Introduction to Fish Species Diversity, University of Dhaka, Bangladesh.
 243. Yuka, O., Yuri, T., Takashi, Y., Atsushi, H., Hisashi, K. (2010), A Laotian strain of the rotifer *Brachionus angularis* holds promise as a food source for small-mouthed larvae of freshwater fish in aquaculture, Aquaculture 312 (2011), 72-76.
 244. Zaghloul, K. H., Hasheesh, W. S., Zahran, I. A. and Marie, M. S. (2007), Ecological and biological studies on the Nile tilapia *Oreochromis niloticus* along different sites of lake Burullus, Egypt. J. Aquat. Biol. & Fish., 11(3): 57 - 88.
 245. Zohar, Y. (1989a), Fish reproduction: its physiology and artificial manipulation, In: Shilo, M., Sarig, S. (Eds), Fish Culture in Warm Water Systems: Problems and Trends, CRC Press, Boca Raton, 65-119.
 246. Zohar, Y., Elizur, A., Sherwood, N. M., Rivier, J. F., Zmora, N. (1995b), Gonadotropin-releasing potencies of the three native forms of gonadotropin-releasing hormones present in the brain of gilthead seabream, *Sparus aurata* Gen. Comp. Endocrinol. 97, 289-299.
 247. Zohar, Y., Harel, M., Hassin, S., Tandler, A. (1995a), Gilthead sea bream (*Sparus aurata*), In: Bromage, N. R., Roberts, R. J. (Eds.), Broodstock Management and Egg and Larval Quality, Blackwell, Oxford, pp.94-117.
 248. <https://www.fishbase.de/summary/Ompok-bimaculatus.html> (fishbase, 2023) truy cập ngày 14/12/2023.

249. https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=164074#null (itis online, 2023) truy cập ngày 14/12/2023.

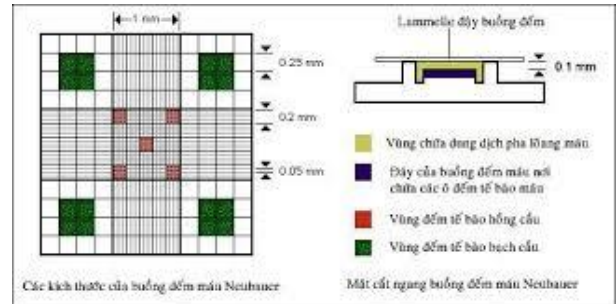
PHỤ LỤC

Phụ lục 1: Hình ảnh trong các thí nghiệm

Thí nghiệm 1: Đặc điểm sinh lý sinh sản của cá trên bầu



Lấy máu cá trên bầu



Buồng đếm máu Neubauer

Thí nghiệm 2: Nuôi vỗ cá trên bầu thành thực trong điều kiện nuôi nhốt



Giai nuôi vỗ bố mẹ cá trên bầu



Kiểm tra thành thực sinh dục

Thí nghiệm 3 & 4: Kích thích cá trên bầu sinh sản



Cá trên bầu để tự nhiên



Vuốt trứng cá trên bầu



Mổ lấy tinh cá trên bầu



Trứng cá trên bầu thụ tinh

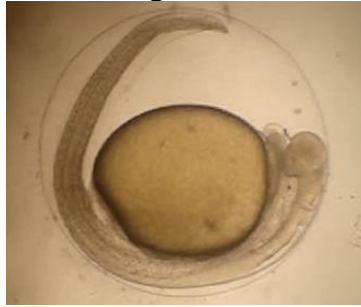
Thí nghiệm 5: Đặc điểm phát triển ổng tiêu hóa



Ao ương cá trên bầu



Treo túi bột cá



Kích thước noãn hoàng



Đo cá trên bầu

Thí nghiệm 6: Khả năng chịu đựng một số yếu tố môi trường



Xác định ngưỡng nhiệt độ



Xác định ngưỡng pH



Xác định ngưỡng oxy



Xác định ngưỡng độ mặn

Thí nghiệm 7 & 8: Ảnh hưởng của các tổ hợp thức ăn và mật độ khác nhau giai đoạn 1 – 30 ngày tuổi



Cá trên bầu 1 ngày tuổi



Bể ương cá trên bầu 1 – 30 ngày

Thí nghiệm 9 & 10: Ảnh hưởng của thức ăn chế biến có hàm lượng đạm và mật độ khác nhau giai đoạn 31 – 90 ngày tuổi ương trong bể composite



Bể ương cá trên bầu 31 – 90 ngày tuổi



Cá trên bầu sống treo mình thành đàn

Thí nghiệm 11 & 12: Ảnh hưởng của thức ăn chế biến có hàm lượng đạm và mật độ khác nhau giai đoạn 31 – 90 ngày tuổi ương trong hệ thống tuần hoàn



Bể ương cá trên bầu tuần hoàn



Bể lọc nước ương cá trên bầu



Cá trên bầu giống 30 ngày tuổi



Cá trên bầu giống 90 ngày tuổi

Phụ lục 2: Thành phần phêu sinh thực vật trong môi trường và trong ống tiêu hóa cá từ ngày 1 – 30

Ngành	Giống - Loài	Thời gian													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20	25	30
Chlorophyta	- Pediastrum simplex var. duodenarium	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	- Pediastrum	+	-	-	+	-	-	-	+	-	+	-	-	-	+
	- Protococcus viridis	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
	- Pediastrum boryanum var. cornutum	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
	- Planktosphaeria	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	- Ulothrix zonata	-	+	-	+	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-
	- Scenedesmus armatus	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	- Schroederia sp	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
	- Scenedesmus quadricauda	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+
	- Scenedesmus dimorphus	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+
	- Sphaerocystis	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	+
	- Palmella miniata var. aequalis	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	- Schizoscleris leibleinii	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	- Pediastrum biradiatum	+	-	-	+	-	+	+	+	-	-	-	-	-	+
	- Micractinium pusillum	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
	- Scenedesmus bijuga	+	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	-	+	+
	- Asterococcus limneticus	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
	- Acanthosphaera	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	- Echinospaerella limnetica	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	- Chlorella variegatus	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	+	-
Bacillariophyta	- Closteriopsis algae	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-
	- Treubaria crassispira	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	- Synedra ulna	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	- Melosira granulata	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	+	-	+
	- Synedra acus var. radians	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	- Nitzschia filiformis	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	- Nitzschia nyassensis	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	- Nitzschia vermicularis	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	- Nitzschia subrostrata	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+

[illegible]

Phụ lục 3: Thành phần phiêu sinh động vật trong môi trường và trong ống tiêu hóa cá từ ngày 1 – 30

Ngành	Giống - Loài	Thời gian													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20	25	30
Rotifera	- Brachionus angularis	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	+	+	+
	- Brachionus calyciflorus (*)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	- Brachionus pala (*)	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-
	- Brachionus falcatus (*)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
	- Brachionus quadridentata (*)	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+
	- Brachionus caudatus	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-
	- Brachionus budapestinensis	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-
	- Brachionus urceus	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	- Brachionus plicatilis (*)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	- Anuraeopsis fissa	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	- Trichocerca longiseta	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	- Lecane bulla	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Copepoda	- Thermocyclops hyalinus	-	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-
	- Cyclops vernalis	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	- Mesocyclops (*)	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	- Eucyclops macrurus	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	- Tropocyclops prasinus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
	- Osphranticum labronectum	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	- Canthocamptus staphylinus	-	-	+	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Cladocera	- Diaphanosoma brachyurum (*)	-	-	+	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-
	- Daphnia catawba (*)	-	-	+	-	+	+	+	+	+	-	-	+	-	+
	- Daphnia pulex (*)	+	-	+	+	+	+	+	+	-	-	+	-	+	+
	- Daphnia longispina (*)	-	-	-	+	+	+	+	+	-	-	+	-	+	+
	- Daphnia rosea (*)	-	-	-	-	+	+	+	+	+	-	-	+	-	-

	- Nauplius (*)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	- Ceriodaphnia rigaudi (*)	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	- Ceriodaphnia megalops (*)	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	- Macrothrix laticornis (*)	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	- Bosminopsis deitersi	+	-	+	+	+	+	-	-	+	+	-	-	+	-
	- Bosmina coregoni (*)	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	- Sida crystallina	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-
	- Moina macrocopa (*)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	- Moina micrura	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	- Moina brachiata (*)	-	+	+	-	+	+	-	+	+	+	+	+	-	+
	- Moina brevirostris (*)	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
	- Pseudosida bidentata (*)	-	-	-	+	+	+	-	-	+	+	-	-	+	-
	- Macrothrix laticornis (*)	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
Amoebozoa	- Arcella vulgaris	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	- Ehrenberg														
	- Arcella discoides	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+

Ghi chú: * Thức ăn có trong ống tiêu hóa của cá

Phụ lục 4: Tỷ lệ thành phần thức ăn tự nhiên trong ống tiêu hoá cá trên bầu từ 2 đến 30 ngày tuổi

Diễn giải / Ngày tuổi	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20	25	30
Copepoda	0.00	0.00	0.00	0.00	0.28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
- Thermocyclops hyalinus	0.00	0.00	0.00	0.00	0.28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cladocera	0.00	0.17	10.27	12.54	8.43	16.30	28.75	36.49	97.69	88.98	94.00	96.80	99.70
- Bosminopsis deitersi	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.87	0.98	0.71
- Bosmina coregoni	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.87	0.98	0.71
- Pseudosida bidentata	0.00	0.00	0.00	0.00	0.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.47	0.00	0.00
- Macrothrix laticornis	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.26	4.83	0.00	0.00	6.15	13.47
- Daphnia	0.00	0.15	9.76	10.21	6.67	14.00	15.77	20.56	27.45	20.85	15.65	20.86	29.15
- Moina	0.00	0.02	0.51	2.33	1.37	2.30	12.98	15.67	65.41	68.13	76.14	67.83	55.66
Rotifera	29.52	28.23	40.41	55.04	60.22	55.25	46.67	45.99	1.24	0.67	0.50	0.52	0.30
- Brachionus	29.52	28.23	40.41	55.04	60.22	55.25	46.67	45.99	1.24	0.67	0.50	0.52	0.30
Nauplius	70.48	71.60	49.32	32.42	31.07	28.45	24.58	17.52	1.07	10.35	5.50	2.68	0.00

Phụ lục 5: Phân tích protein thô bằng phương pháp Kjeldahl

- Công phá đậm:

1. Cân 0.25 g mẫu cho vào ống nghiệm Kjeldahl, đặt ống vào trong kệ nhôm.
2. Cho vào ống lần lượt 10 ml H_2O_2 và 10 ml H_2SO_4 đậm đặc, để yên 5 phút.
3. Đặt cả kệ nhôm vào trong bộ phận công phá đậm. Mở vòi nước và bậc máy.

Chỉnh nhiệt độ ở 4 mức: 110 °C trong 20 phút

200 °C trong 20 phút

300 °C trong 20 phút

370 °C trong 20 phút

4. Tắt máy, khoảng 10 phút sau tắt nước, lấy kệ đỡ ra và chờ nguội hẳn. Nếu dung dịch trong ống nghiệm có màu trắng là quá trình công phá đậm xảy ra hoàn toàn, nếu còn màu vàng thì thêm 5 ml H_2O_2 và lặp lại bước 3.

- Chung cất:

1. Kiểm tra NaOH, nước cất trước khi chung cất.

2. Đặt ống nghiệm chứa dung dịch đã công phá đậm $(NH_4)_2SO_4$ vào đúng vị trí ở hệ thống chung cất đậm.

3. Bên dưới hệ thống chung cất, đặt bình tam giác chứa 10 ml dung dịch axit boric 2%.

4. Bật máy, đợi khi xuất hiện chữ P thì bấm nút RUN.

5. Máy chạy khoảng 5 phút, khi xuất hiện chữ "END" thì tắt. Dung dịch trong bình tam giác lúc này có màu xanh.

- Chuẩn độ:

Cho từng giọt dung dịch H_2SO_4 0.1N từ ống buret vào bình tam giác và lắc đều, nhẹ đến khi dung dịch vừa chuyển sang màu hồng nhạt thì dừng lại. Ghi thể tích dung dịch H_2SO_4 0.1N vừa chuẩn độ.

- Cách tính:

$$\%N = \frac{(V - V_0) \times 0.0014}{m \times \%Dr} \times 100$$

$$\%CP (\% \text{ prtein thô}) = \%N \times 6,25$$

Trong đó:

V: Thể tích H_2SO_4 0.1N chuẩn độ mẫu đang phân tích

Vo: Thể tích H₂SO₄ 0.1N chuẩn độ mẫu không

m: Trọng lượng mẫu (g)

%Dr: % độ khô = 100% - ẩm độ(%)

0.0014: số g nitơ ứng với dung dịch H₂SO₄ 0.1N dùng chuẩn độ.

Phụ lục 6: Phân tích lipid bằng phương pháp Soxhlet

- Các bước tiến hành:

1. Sấy giấy ở 105 °C trong 2 giờ. Sau 2 giờ đặt bình hút ẩm khoảng 10 phút. Cân giấy sau khi sấy (T).
2. Cân 0.5 g mẫu cần phân tích cho vào giấy đã sấy và cân đã được sấy khô (W₁).
3. Đong 90 ml chloroform cho vào bình cầu.
4. Đặt mẫu vào ống ly trích và bình cầu vào đúng vị trí.
5. Mở nước, bật công tắc máy, chỉnh công tắc máy ở vị trí 75%.
6. Sau 2 - 3 giờ (15 - 20 lần lặp lại ly trích). Tắt máy, lấy mẫu ra khỏi hệ thống.
7. Sấy giấy có mẫu trong khoảng 2 - 3 giờ, ở nhiệt độ 70 °C. Cân giấy sau khi sấy (W₂).

- Cách tính:

$$\% \text{ Lipid} = \frac{((W_1 - W_2) - W_0) \times 100}{(W_1 - T) \times \%Dr}$$

W₀: Chênh lệch trọng lượng giấy (không có mẫu) trước và sau khi sấy

Phụ lục 7: Các giai đoạn phát triển của tuyến sinh dục cá trên bầu

Quá trình phát triển tuyến sinh dục ở cá trên bầu được xác định bằng cách quan sát hình dạng, kích cỡ và màu sắc của tuyến sinh dục theo bậc thang thành thực sinh dục của Xakun and Buskaia (1968) và được phân chia 6 bậc như sau:

Buồng trứng cá cái

Giai đoạn	Mô tả
I	Chỉ gặp ở những cá thể mới thành thực lần đầu, buồng trứng là hai sợi chỉ nhỏ và mảnh do mô liên kết chưa phát triển. Chúng nằm sát và dọc hai bên xương sống. Màu trắng trong hay trắng xám do mạch máu chưa phát triển. Mắt thường không phân biệt được đực cái.

II	Buồng trứng ở giai đoạn này có hình dẹp bằng, kích thước lớn hơn nhiều giai đoạn I do mô liên kết đang phát triển. Mạch máu tăng về số lượng và kích thước do vậy buồng trứng có màu trắng hồng hay hồng nhạt.
III	Thể tích buồng trứng tăng lên rất nhanh. Bề mặt của buồng trứng có màu xám nhạt hoặc trắng hồng nhạt. Mắt thường đã phân biệt được tế bào trứng, nhưng tế bào trứng khó tách ra khỏi tâm trứng. Các tế bào trứng ở gần mạch máu thường có kích thước lớn hơn các tế bào ở xa. Buồng trứng ở giai đoạn này tồn tại với thời gian khá dài (1 – 3 tháng).
IV	Thể tích buồng trứng chiếm 2/3 thể tích xoang bụng. Buồng trứng có màu xám nhạt hoặc trắng xám. Hạt trứng tròn và căng dễ tách ra khỏi tâm trứng. Buồng trứng trở nên mềm. Hệ số thành thực đạt giá trị cực đại.
V	Buồng trứng đang trong tình trạng sinh sản, đại đa số tế bào trứng đã chín và rụng. Ngoài ra buồng trứng còn chứa các nang trứng và các tế bào trứng ở các giai đoạn I, II, III. Toàn bộ buồng trứng mềm nhão, bề mặt tế bào trứng có màu đỏ bầm do hiện tượng xuyên huyết.
VI	Buồng trứng đã đẻ xong trở nên mềm nhão, teo nhỏ lại. Trong lòng buồng trứng chứa đầy các nang trứng và một số trứng đã rụng nhưng không được đẻ ra cùng với các tế bào trứng ở giai đoạn đầu của quá trình tạo trứng. Khi quá trình thoái hóa xảy ra, các nang trứng tự biến thành một số tổ chức nội tiết để tham gia vào quá trình này. Kết thúc sự thoái hóa buồng trứng trở về giai đoạn II và III tùy loài.

Buồng tinh cá đực

Giai đoạn	Mô tả
I	Chỉ gặp ở những cá thể mới thành thực lần đầu chưa phân biệt được đực cái. Tinh sào rất nhỏ như hai sợi chỉ nhỏ nằm sát hai bên xương sống, bên trong không thấy các túi sinh tinh. Trên lát cắt dưới kính hiển vi, có thể thấy tinh nguyên bào nằm trong các bào nang đang ở thời kỳ sinh sản.
II	Tinh sào có dạng hai dải mỏng có màu hồng nhạt (có thể từ giai đoạn I phát triển lên hoặc từ giai đoạn VI sau khi thoái hóa). Về mặt tổ chức học thấy rõ các túi sinh tinh, các tế bào sinh dục đực đang ở thời kỳ sinh trưởng.
III	Tinh sào có màu hơi trắng phớt hồng, cuối giai đoạn này có màu trắng ngà. Trong các ống dẫn tinh chứa đầy các bào nang có tế bào sinh dục ở cùng một thời kỳ phát triển. Khoảng cách giữa các ống dẫn tinh rất hẹp. Về mặt tổ chức học, trong các ống dẫn tinh có nhiều túi nhỏ và quá trình tạo tinh xảy ra mạnh mẽ. Trong tinh sào có các tinh nguyên bào, tinh bào cấp I, tinh bào cấp II, tinh tử và tinh trùng. Dùng dao cắt ngang tinh sào thì mép cắt phẳng (không bị tù) và dao vẫn sạch (không dính tinh dịch).
IV	Tinh sào có màu trắng sữa, đạt kích thước lớn nhất, bên trong chứa tinh tử và tinh trùng, tinh bào sơ cấp, quá trình tạo tinh cơ bản kết thúc. Trong các ống dẫn tinh chứa đầy tinh trùng chín muồi đã thoát ra khỏi bào nang và các tinh nguyên bào (là nguồn dự trữ cho các chu kỳ sau). Ở giai đoạn này, tinh trùng dễ dàng thoát ra ngoài khi có tác động cơ học ngay cả khi cá quẫy mạnh. Nếu dùng dao cắt ngang tinh sào thì mép cắt không phẳng mà tù, trên dao có dính tinh dịch.

V	Tinh sào cá ở trạng thái đang sinh sản. Tinh trùng chứa đầy các ống dẫn tinh. Ngoài ra trong ống dẫn tinh còn có một lượng đáng kể các tế bào sinh dục ở các chu kỳ trước đó.
VI	Là giai đoạn tinh sào của cá đã sinh sản xong. Bề mặt tinh sào có màu đỏ hồng nhạt, mềm nhão. Trong ống dẫn tinh ngoài tinh trùng đã chín, các bào nang còn có tế bào sinh dục ở các chu kỳ phát triển khác nhau.

Phụ lục 8: Phương pháp đếm hồng cầu

Hồng cầu được đếm bằng buồng đếm Neubauer sử dụng phương pháp pha loãng mẫu máu (được lấy trực tiếp từ cá) 200 lần với dung dịch Natt-Herrick (gồm 3,88 g NaCL; 2,5 g Na₂SO₄; 2,91 g Na₂HPO₄.12H₂O; 0,25 g KH₂PO₄; 7,5 mL Formalin 37% và 0,1 g methylviolet pha thành 1000 mL; để qua đêm sau đó lọc qua giấy lọc và chuẩn pH ở mức 7,3).

Dùng pipet cho 5 µl máu thu được cho vào ependoff có chứa 995 µl dung dịch Natt-Herrick sau đó trộn đều; Dùng pipet cho dung dịch vào buồng đếm Neubauer. Đếm số lượng hồng cầu có trong 5 ô lớn (mỗi ô lớn chứa 16 ô nhỏ) trong tổng số 25 ô có trong buồng đếm.

$$\text{Số lượng hồng cầu H (tế bào/mm}^3\text{)} = (C \times 200 / 80) \times (0,00025 \times 10^6)$$

Trong đó: C là tổng số hồng cầu đếm được trong 5 vùng ô đếm (80 ô)

200: số lần pha loãng

0,00025: thể tích mỗi ô đếm

Phụ lục 9: Phương pháp xác định tỷ lệ huyết cầu (hematocrit, %) và thể tích hồng cầu

Phương pháp xác định tỷ lệ huyết cầu (hematocrit, %): Máu được thu ở từng cá thể cá trên bầu được cho vào ống thủy tinh để đo tỷ lệ huyết cầu. Ly tâm bằng máy ly tâm chuyên dùng trong 2 phút với tốc độ 12.000 vòng /phút; dùng thước đo có chia vạch từ 1 – 100% để xác định tỷ lệ huyết cầu (Larsen and Snieszko, 1961 được trích trong Đỗ Thị Thanh Hương và Nguyễn Văn Tư, 2010).

Các chỉ số có liên quan đến huyết cầu cũng được tính dựa theo phương pháp của Weinberg et al, 1972 được trích trong Đỗ Thị Thanh Hương và Nguyễn Văn Tư (2010).

Thể tích hồng cầu (MCV): $MCV (\mu m^3) = 10 \times [\text{tỷ lệ huyết cầu (\%)} / \text{số lượng hồng cầu (10}^6/\text{mm}^3)]$

Phụ lục 10: Phương pháp phân tích protein

Phương pháp thu mẫu cơ và gan cá: Mẫu cơ hay gan cá để xác định hàm lượng protein được thu và bảo quản theo trình tự sau:

- Ống chứa cơ hay gan cá (ependoff 1,5 mL) được chuẩn bị riêng cho từng loại và từng mẫu riêng.
- Mẫu cơ hay gan được thu khoảng 0,1 - 0,3 gam cho vào ống ependoff 1,5 mL và được giữ lạnh trong nước đá trong suốt thời gian lấy mẫu.
- Nghiền mẫu cơ hay gan trong 3 mL dung dịch phosphate 50 mM KH_2PO_4 / K_2HPO_4 50 mM (pH 7,5).
- Ly tâm lạnh ở 4 độ C trong vòng 10 phút (10.000 vòng /phút).
- Lấy phần nước trong nổi ở trên cho vào ống ependoff 0,5 mL và trữ trong tủ âm 80 độ C cho đến khi phân tích chỉ tiêu protein.

Phương pháp phân tích protein cơ, gan: lượng protein được xác định theo phương pháp Lowry et al (1951), sử dụng Albumine bovine (BSA, sigma) làm đường chuẩn.

Chuẩn bị hóa chất:

BSA: 10 mg /mL H_2O

Hỗn hợp A: 150 mL Na_2CO_3 + 1,5 mL $CuSO_4$ 1% + 1,5 mL NaK Tartrate 2%

Folin: 10 mL Folin + 10 mL H_2O

Quá trình phân tích protein

Hóa chất	Đường chuẩn					Mẫu
	0 mg protein	0,05 mg protein	0,1 mg protein	0,2 mg protein	0,5 mg protein	
BSA (μl)	0	5	10	20	50	--
Mẫu (μl)	--	--	--	--	--	10
H_2O (μl)	500	495	490	480	450	490
NaOH 1N	500	500	500	500	500	500

		Ủ trong 30 – 120 phút				
Hỗn hợp A (mL)	5	5	5	5	5	5
		Ủ trong 15 phút				
Folin (μl)	500	500	500	500	500	500
		Ủ trong 30 phút				
		Đọc ở bước sóng 660 nm				

Dựa vào đường chuẩn Albumin bovine cho phép xác định được protein (mg protein /mL huyết tương) có trong mẫu

Phụ lục 11: Phương pháp phân tích hàm lượng vitellogenin

Phương pháp: Hàm lượng vitellogenin được xác định thông qua hàm lượng phosphate protein huyết tương (phần lớn hàm lượng phosphate protein huyết tương chính là hàm lượng vitellogenin). Hàm lượng phosphate protein huyết tương được xác định bằng phương pháp Alkali-Labile Phosphate (ALP) dựa vào đường chuẩn phosphorus standard và so màu ở bước sóng 660 nm.

Hóa chất phân tích:

Acid Molybdate: 0,625 mg Amonium molybdate /50 mL H₂SO₄ 2,5M

Reducer: 1,58 g /10 mL H₂S

TCA 20%: 20 g Trichloro acetic acid /100 mL H₂O

NaOH 2N: 8 g /100 mL H₂O

HCl 2N: 83,4 mL /16,6 mL HCl

Ethanol absolute, Acetone, Diethylether, Chloroform

Quá trình phân tích như sau:

1. 30 μl plasma + 1 mL TCA 20% trong 15 phút
2. Ly tâm 10 phút (4 độ C): RMP = 3.300 rpm. Dùng pipet lấy phần cô đặc
3. 1ml Ethanol
4. Để vào nước nóng 60 độ C trong vòng 10 phút
5. Ly tâm 2 phút (4 độ C); RPM = 8.000rpm. Lấy phần cô đặc
6. 1mL chloroform: 2 mL diethylether: 2 mL ethanol trong 5 phút
7. Ly tâm 2 phút (4 độ C); RPM = 8.000 rpm. Lấy phần cô đặc
8. 1 mL acetone trong 5 phút
9. Ly tâm 2 phút (4 độ C); RPM = 8.000 rpm. Lấy phần cô đặc

10. 1mL diethylether trong 5 phút
11. Ly tâm 2 phút (4 độ C); RPM = 8.000 rpm
12. Lấy phần cô đặc sấy khô khoảng 1 giờ (50-60 độ C)
13. 500µl NaOH 2N
14. Đổ vào nước nóng 100 độ C trong 15 phút. Lấy ra để nguội
15. 500µl NaCl 2N

Dùng pipet hút 400 µl cho vào ống nghiệm rồi tiến hành như sau:

	Mẫu	Phosphorus Standard	Nước	Acid Molybdate	Reducer	Tổng
Mẫu	400	--	400	200	50	1050
Đường chuẩn						
0 µg /L	--	--	800	200	50	1050
0,2 µg /L	--	10	790	200	50	1050
0,5 µg /L	--	25	775	200	50	1050
1 µg /L	--	50	750	200	50	1050
2 µg /L	--	100	700	200	50	1050
4 µg /L	--	200	600	200	50	1050
6 µg /L	--	300	500	200	50	1050
Chờ 10 phút						
So màu ở bước sóng 660 nm						

Thiết lập phương trình cho mẫu chuẩn từ đó dựa trên đường chuẩn và độ hấp thu để tính toán hàm lượng ALP (µg ALP /mL huyết tương) trong mẫu.

Phụ lục 12: Phương pháp phân tích mô học xác định các giai đoạn tuyến sinh dục

Tiêu bản mô học tuyến sinh dục được thực hiện theo qui trình xử lý mẫu và phương pháp mô học chuẩn (Standard histological techniques) của Drury and Wallington (1967); Kiernan (1990).

Tuyến sinh dục của cá được cố định bằng dung dịch Bouin trung tính, thời gian cố định 24 giờ, sau đó lấy mẫu ra rửa dưới vòi nước trong 5 phút, chuyển mẫu sang dung dịch cồn 70%, sau khi cố định tuyến sinh dục được cắt ra thành từng phần nhỏ với độ dày 3-5 mm cho vào histocasset và ngâm trong cồn 70% đến khi xử lý.

Quy trình xử lý mẫu

STT	Hóa chất	Thời gian
1	Cồn 80%	1 giờ 00
2	Cồn 95%	1 giờ 00

3	Cồn 100%	1 giờ 00
4	Cồn 100%	1 giờ 00
5	Cồn 100%	1 giờ 00
6	Xylen	1 giờ 00
7	Xylen	1 giờ 00
8	Xylen	1 giờ 00
9	Paraffin + Xylen (5:5)	2 giờ 00
10	Paraffin + Sáp ong (5:5)	2 giờ 00
11	Paraffin + Sáp ong (5:5)	2 giờ 00

Đúc khối: sau khi xử lý thì đặt mẫu trong khung paraffin khoảng 30 phút để mẫu ngấm paraffin tốt; dùng kẹp gấp mẫu ra đặt trong khung inox và định hướng mẫu cho đúng rồi đổ paraffin nóng chảy (57-60 độ C) vào khuôn đồng thời làm lạnh khuôn để mẫu được cố định vững chắc và ấn cho mẫu sát vào đáy khuôn và tiếp tục đổ paraffin vào đầy khuôn; đặt khung mẫu vào ngăn lạnh hay tủ lạnh để paraffin đặc lại; lấy khối mô ra khỏi khuôn và đặt vào trong tủ lạnh để làm rắn lại.

Cắt mẫu: mẫu được cắt thành từng băng dài và mỏng bằng máy cắt (microtome) với độ dày 4-6 μm ; dùng kim mũi giáo tách lấy đoạn mẫu không bị vỡ và đặt lát cắt lên lam đã nhỏ sẵn một ít nước ấm (45-50 độ C) cho lát cắt căng ra; đặt lên bàn sấy (slide warmer) với nhiệt độ từ 45-50 độ C trong thời gian 12-24 giờ để paraffin tan ra và mẫu được khô.

Dán mẫu lên lame: dùng lame sạch cho một giọt rất nhỏ dung dịch albumen lên, dùng tay xoa đều để tạo thành một màng mỏng albumen trên lame. Cho lame vào chậu nước và nhẹ nhàng nâng lát cắt đặt yêu cầu lên và điều chỉnh cho ngay ngắn trên lame. Mẫu dán xong được sấy khô ở nhiệt độ 50 độ C sau 4 giờ (hay ủ ở 35 độ C để qua đêm) để lát cắt dính vào lame.

Nhuộm mẫu: hóa chất và các bước nhuộm mẫu bằng hematoxylin và eosin

STT	Hóa chất	Thời gian
1	Xylen	5 phút
2	Xylen	5 phút
3	Xylen	5 phút
4	Cồn 100%	5 phút
5	Cồn 100%	5 phút
6	Cồn 70%	5 phút
7	Rửa nước	5 phút
8	Haemotoxylin	2 phút
9	Rửa nước	1 phút

10	Rửa nước	1 phút
11	Eosin	2 phút
12	Cồn 95%	5 phút
13	Cồn 100%	5 phút
14	Cồn 100%	5 phút
15	Xylen	5 phút
16	Xylen	15 phút

Dán lamella vào lame: sử dụng keo enterlant để dán tiêu bản. Nhỏ giọt keo lên lame và dán lamella vào tại vị trí có mẫu mô, thao tác nhẹ nhàng tránh bọt khí trên tiêu bản.

Quan sát tiêu bản và đọc kết quả: sử dụng kính hiển vi quang học để quan sát tiêu bản và đọc kết quả. Đầu tiên quan sát mẫu ở độ phóng đại 4x và 10x để nhìn tổng thể tiêu bản, tiêu bản đạt yêu cầu khi nhận bắt màu tím của hemattoxyline, phần còn lại bắt màu hồng của eosin. Sau đó chuyển qua quan sát chi tiết mẫu ở độ phóng đại 40x và 100x để chọn mẫu chụp ảnh.

Phụ lục 13: Phương pháp phân tích mô học xác định sự phát triển của ống tiêu hóa cá trên bầu theo Drury và Wallington (1967) và Kiernan (1990)

Giai đoạn ngâm mô:

STT	Hóa chất	Thời gian
1	Mô cắt dọc và cho vào cassette	2 giờ 00
2	Cồn 70%	1 giờ 00
3	Cồn 80%	1 giờ 00
4	Cồn 90%	1 giờ 00
5	Cồn 95%	1 giờ 00
6	Cồn 95%	1 giờ 00
7	Cồn 100%	1 giờ 00
8	Cồn 100%	1 giờ 00
9	Xylen	
10	Sáp	
11	Sáp	

Giai đoạn nhuộm HE (hematoxylin and eosin):

STT	Hóa chất	Thời gian
1	Mô cắt xong cho vào tủ sấy	10 phút
2	Tẩy sáp qua xylen	15 phút
3	Tẩy sáp qua xylen	25 phút

4	Tẩy sáp qua cồn 100%	1 phút
5	Tẩy sáp qua cồn 95%	1 phút
6	Tẩy sáp qua cồn 80%	1 phút
7	Rửa nước	1 phút
8	Nhuộm hematoxylin	3 phút
9	Rửa nước	5 phút
10	Dung HCl tẩy hematoxylin	Nhúng 2 lần
11	Amoniac trung hòa	Nhúng 5 lần
12	Rửa nước	5 phút
13	Cồn 70%	1 phút
14	Eosin	3 phút
15	Cồn 95%	Nhúng 15 lần
16	Cồn 100%	Nhúng 15 lần
17	Cồn 100%	1 phút
18	Cồn 100%	2 phút
19	Cồn 100%	1 phút
20	Xylen	1 phút
21	Xylen	1 phút
22	Đề khô	

Phụ lục 14: Thống kê các thí nghiệm

Thí nghiệm 1: Một số đặc điểm sinh lý sinh sản cá trên bầu

Descriptives

		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval		Minimum	Maximum
						for Mean			
						Lower Bound	Upper Bound		
SLHC	GĐI-II	20	2,0915	,10538	,02367	1,5324	1,6396	1,51	1,70
	GĐIII	10	2,8200	,08273	,02616	2,7608	2,8792	2,71	2,97
	GĐIV-V	20	2,5710	,00823	,01609	3,0626	3,1354	3,02	3,19
	GĐVI	10	1,2110	,14279	,04515	1,1089	1,3131	,98	1,40
	Total	60	2,2260	,68718	,08871	2,0485	2,4035	,98	3,19
TLHC	GĐI-II	20	37,7550	,49076	,20841	38,0186	38,9614	37,40	39,50
	GĐIII	10	35,4800	1,03795	,32823	34,7375	36,2225	33,70	36,50
	GĐIV-V	20	26,9050	1,47752	,26627	29,2677	30,4723	28,70	31,20
	GĐVI	10	16,8500	2,06680	,65358	15,3715	18,3285	14,30	20,00
	Total	60	30,2750	7,92502	1,02312	28,2277	32,3223	14,30	39,50
TTHC	GĐI-II	20	193,0750	10,63069	4,31998	233,4735	253,0185	222,35	259,87
	GĐIII	10	125,9720	6,55343	2,07238	121,2840	130,6600	114,14	134,69
	GĐIV-V	20	106,9210	6,96470	,77165	94,6454	98,1366	92,04	100,97
	GĐVI	10	139,3160	7,92488	2,50607	133,6469	144,9851	122,79	150,38
	Total	60	144,2130	48,02631	6,20017	131,8065	156,6195	92,04	259,87

TTHC

	NT	N	Subset for alpha = 0.05			
			1	2	3	4
Duncan ^a	GĐIV-V	20	106,9210	125,9720	139,3160	193,0750
	GĐIII	10				
	GĐVI	10				
	GĐI-II	20				
	Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 10,000.

Descriptives

Descriptives								
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
SL GĐI-II	20	2,3990	,01005	,01136	2,2173	2,2687	2,19	2,30
H GĐIII	10	3,3630	,11643	,03682	3,2797	3,4463	3,20	3,53

C	GĐIV-V	10	3,7160	,08631	,02729	3,6543	3,7777	3,60	3,88
	Total	40	2,9693	,61107	,09662	2,7738	3,1647	2,19	3,88
TL	GĐI-II	20	25,2900	,33458	,12297	24,3518	24,9082	24,00	25,20
	GĐIII	10	28,9300	,67995	,21502	28,4436	29,4164	28,00	30,00
H	GĐIV-V	10	33,1400	,80581	,25482	32,5636	33,7164	32,00	34,10
	Total	40	28,1625	3,35725	,53083	27,0888	29,2362	24,00	34,10
TT	GĐI-II	20	105,8685	4,27374	,88613	107,8354	111,8446	106,14	113,57
	GĐIII	10	86,1190	3,63078	1,14815	83,5217	88,7163	80,45	90,63
H	GĐIV-V	10	89,2040	2,14233	,67746	87,6715	90,7365	86,40	93,91
	Total	40	96,7650	10,38451	1,64194	93,4439	100,0861	80,45	113,57

SLHC

	NT	N	Subset for alpha = 0.05		
			1	2	3
Duncan ^a	GĐI-II	20	2,3990	3,3630	
	GĐIII	10			3,7160
	GĐIV-V	10			
	Sig.		1,000	1,000	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 10,000.

TLHC

	NT	N	Subset for alpha = 0.05		
			1	2	3
Duncan ^a	GĐI-II	20	25,2900	28,9300	
	GĐIII	10			33,1400
	GĐIV	10			
	Sig.		1,000	1,000	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 10,000.

TTHC

	NT	N	Subset for alpha = 0.05	
			1	2
Duncan ^a	GĐIII	10	86,1190	
	GĐIV-V	10	89,2040	
	GĐI-II	20		105,8685
	Sig.		,080	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 10,000.

Thí nghiệm 2: Nuôi vỗ thành thực cá trên bầu bằng các loại thức ăn có hàm lượng đạm khác nhau trong điều kiện nuôi nhốt

Descriptives									
		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
						Lower Bound	Upper Bound		
GIS1.1	NT1	3	,2600	,06245	,03606	,1049	,4151	,21	,33
	NT2	3	,2100	,03606	,02082	,1204	,2996	,17	,24
	NT3	3	,2200	,07000	,04041	,0461	,3939	,14	,27
	NT4	3	,2300	,00000	,00000	,2300	,2300	,23	,23
	Total	12	,2300	,04710	,01360	,2001	,2599	,14	,33
GIS1.2	NT1	3	1,3267	,31021	,17910	,5560	2,0973	1,01	1,63
	NT2	3	1,1067	,01155	,00667	1,0780	1,1354	1,10	1,12
	NT3	3	1,1600	,07810	,04509	,9660	1,3540	1,11	1,25
	NT4	3	1,3000	,64861	,37448	-,3112	2,9112	,79	2,03
	Total	12	1,2233	,32318	,09329	1,0180	1,4287	,79	2,03

GIS1.1

	NT	N	Subset for alpha = 0.05
			1
Duncan ^a	NT2	3	,2100
	NT3	3	,2200
	NT4	3	,2300
	NT1	3	,2600
	Sig.		,284

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

GIS1.2

	NT	N	Subset for alpha = 0.05
			1
Duncan ^a	NT2	3	1,1067
	NT3	3	1,1600
	NT4	3	1,3000
	NT1	3	1,3267
	Sig.		,502

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

Descriptives

		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for		Minimum	Maximum
						Mean			
						Lower Bound	Upper Bound		
TB AFE	NT1	3	9586,6667	2376,31046	1371,96348	3683,5842	15489,7491	6843,00	10991,23
	NT2	3	5571,6111	992,16750	572,82818	3106,9304	8036,2918	4491,86	6443,14
	NT3	3	6151,2857	1465,37319	846,03361	2511,0969	9791,4745	4784,14	7698,29
	NT4	3	7205,3333	1999,81591	1154,59426	2237,5152	12173,1515	5025,45	8955,09
	Total	12	7128,7242	2212,31413	638,64008	5723,0869	8534,3615	4491,86	10991,23
TB RFE	NT1	3	238736,7692	46767,85694	27001,43480	122558,9721	354914,5663	188746,77	281423,08
	NT2	3	167149,2937	29305,84792	16919,73919	94349,5317	239949,0557	138941,14	197441,57
	NT3	3	183396,1429	30899,74982	17839,97887	106636,9091	260155,3767	149933,86	210851,14
	NT4	3	200566,6970	42475,98207	24523,51968	95050,5081	306082,8859	155397,55	239704,82
	Total	12	197462,2257	42746,61089	12339,88365	170302,3249	224622,1265	138941,14	281423,08

TBAFE

	NT	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
Duncan ^a	NT2	5571,6111	
	NT3	6151,2857	6151,2857
	NT4	7205,3333	7205,3333
	NT1		9586,6667
	Sig.	,314	,054

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

TBRFE

	NT	Subset for alpha = 0.05	
		1	
Duncan ^a	NT2	167149,2937	
	NT3	183396,1429	
	NT4	200566,6970	
	NT1	238736,7692	
	Sig.		,063

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

Thí nghiệm 3: Kích thích sinh sản cá trên bầu từ tự nhiên

ONEWAY SSSTT TLTTT TLCN TLSCB TLCDH BY NT
/STATISTICS DESCRIPTIVES
/MISSING ANALYSIS
/POSTHOC=DUNCAN LSD ALPHA(0.05) .

Descriptives

		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
						Lower Bound	Upper Bound		
SSSTT	NT 1A (100)	4	114.0000	25.32456	12.66228	73.7030	154.2970	85.00	143.00
	NT 1B (150)	4	132.5000	48.09366	24.04683	55.9723	209.0277	65.00	179.00
	NT 1C (200)	4	159.0000	10.73934	5.36967	141.9113	176.0887	152.00	175.00
	Total	12	135.1667	34.77416	10.03844	113.0722	157.2611	65.00	179.00
TLTTT	NT 1A (100)	4	84.4750	11.33589	5.66795	66.4371	102.5129	67.50	90.60
	NT 1B (150)	4	81.3750	12.99958	6.49979	60.6898	102.0602	62.20	90.90
	NT 1C (200)	4	70.7750	4.17483	2.08741	64.1319	77.4181	65.60	75.80
	Total	12	78.8750	11.10955	3.20705	71.8163	85.9337	62.20	90.90
TLCN	NT 1A (100)	4	87.6250	2.63739	1.31870	83.4283	91.8217	84.30	90.50
	NT 1B (150)	4	84.1500	6.42002	3.21001	73.9343	94.3657	76.50	89.80
	NT 1C (200)	4	81.2000	3.48234	1.74117	75.6588	86.7412	78.50	85.80
	Total	12	84.3250	4.89566	1.41326	81.2144	87.4356	76.50	90.50
TLSCB	NT 1A (100)	4	83.0500	5.89039	2.94519	73.6771	92.4229	75.00	88.90
	NT 1B (150)	4	79.4750	5.41256	2.70628	70.8624	88.0876	74.80	86.70
	NT 1C (200)	4	73.2000	2.45357	1.22678	69.2958	77.1042	71.30	76.80
	Total	12	78.5750	6.09726	1.76013	74.7010	82.4490	71.30	88.90
TLCDH	NT 1A (100)	4	10.3000	1.31909	.65955	8.2010	12.3990	9.20	12.20
	NT 1B (150)	4	11.9500	.77244	.38622	10.7209	13.1791	11.20	13.00
	NT 1C (200)	4	13.0500	.58023	.29011	12.1267	13.9733	12.30	13.70
	Total	12	11.7667	1.45685	.42056	10.8410	12.6923	9.20	13.70

SSSTT

			Subset for alpha = 0.05
			1
Duncan ^a	NT 1A (100)	4	114.0000
	NT 1B (150)	4	132.5000
	NT 1C (200)	4	159.0000
	Sig.		.089

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

TLTTT

			Subset for alpha = 0.05
	NT	N	1
Duncan ^a	NT 1C (200)	4	70.7750
	NT 1B (150)	4	81.3750
	NT 1A (100)	4	84.4750
	Sig.		.104

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

TLCN

			Subset for alpha = 0.05
	NT	N	1
Duncan ^a	NT 1C (200)	4	81.2000
	NT 1B (150)	4	84.1500
	NT 1A (100)	4	87.6250
	Sig.		.084

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

TLSCB

			Subset for alpha = 0.05	
	NT	N	1	2
Duncan ^a	NT 1C (200)	4	73.2000	
	NT 1B (150)	4	79.4750	79.4750
	NT 1A (100)	4		83.0500
	Sig.		.099	.323

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

TLCDH

			Subset for alpha = 0.05	
	NT	N	1	2
Duncan ^a	NT 1A (100)	4	10.3000	
	NT 1B (150)	4		11.9500
	NT 1C (200)	4		13.0500
	Sig.		1.000	.134

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

Thí nghiệm 4: Kích thích sinh sản cá trên bầu từ nuôi vỗ thành thực

ONEWAY SSSTT TLTTT TLCN TLSCB TLCDH BY NT
/STATISTICS DESCRIPTIVES
/MISSING ANALYSIS
/POSTHOC=DUNCAN LSD ALPHA(0.05) .

Descriptives									
		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval		Minimum	Maximum
						for Mean			
						Lower Bound	Upper Bound		
SSSTT	NT_1A (100 µg)	4	128,7500	23,35773	11,67886	91,5826	165,9174	105,00	157,00
	NT_2A (150 µg)	4	150,0000	24,26245	12,13123	111,3930	188,6070	118,00	177,00
	NT_3A (200 µg)	4	174,5000	11,73314	5,86657	155,8299	193,1701	167,00	192,00
	Total	12	151,0833	26,98302	7,78933	133,9391	168,2275	105,00	192,00
TLTTT	NT_1A (100 µg)	4	85,7000	5,55398	2,77699	76,8624	94,5376	77,50	89,60
	NT_2A (150 µg)	4	78,7250	9,17147	4,58573	64,1311	93,3189	65,20	85,60
	NT_3A (200 µg)	4	70,0750	2,35991	1,17995	66,3199	73,8301	66,60	71,80
	Total	12	78,1667	8,79952	2,54020	72,5757	83,7576	65,20	89,60
TLCN	NT_1A (100 µg)	4	84,1250	2,24852	1,12426	80,5471	87,7029	81,30	86,50
	NT_2A (150 µg)	4	83,1250	3,98026	1,99013	76,7915	89,4585	78,50	87,10
	NT_3A (200 µg)	4	80,3250	2,57860	1,28930	76,2219	84,4281	77,50	82,80
	Total	12	82,5250	3,21477	,92803	80,4824	84,5676	77,50	87,10
TLSCB	NT_1A (100 µg)	4	82,9250	3,73843	1,86921	76,9763	88,8737	77,80	85,90
	NT_2A (150 µg)	4	78,4750	5,38168	2,69084	69,9115	87,0385	72,80	85,70
	NT_3A (200 µg)	4	71,5000	3,11876	1,55938	66,5374	76,4626	68,50	75,80
	Total	12	77,6333	6,20342	1,79077	73,6919	81,5748	68,50	85,90
TLCDH	NT_1A (100 µg)	4	9,3000	,63770	,31885	8,2853	10,3147	8,70	10,20
	NT_2A (150 µg)	4	11,2000	,58878	,29439	10,2631	12,1369	10,60	12,00
	NT_3A (200 µg)	4	12,2500	,91833	,45917	10,7887	13,7113	11,30	13,50
	Total	12	10,9167	1,43580	,41448	10,0044	11,8289	8,70	13,50

SSSTT				
	NT	N	Subset for alpha = 0.05	
			1	2
Duncan ^a	NT_1A (100 µg)	4	128,7500	
	NT_2A (150 µg)	4	150,0000	150,0000
	NT_3A (200 µg)	4		174,5000
	Sig.		,178	,127

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4,000.

TLTTT

	NT	N	Subset for alpha = 0.05	
			1	2
Duncan ^a	NT_3A (200 µg)	4	70,0750	
	NT_2A (150 µg)	4	78,7250	78,7250
	NT_1A (100 µg)	4		85,7000
	Sig.		,086	,154

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4,000.

TLCN

	NT	N	Subset for alpha = 0.05
			1
Duncan ^a	NT_3A (200 µg)	4	80,3250
	NT_2A (150 µg)	4	83,1250
	NT_1A (100 µg)	4	84,1250
	Sig.		,124

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4,000.

TLSCB

	NT	N	Subset for alpha = 0.05	
			1	2
Duncan ^a	NT_3A (200 µg)	4	71,5000	
	NT_2A (150 µg)	4		78,4750
	NT_1A (100 µg)	4		82,9250
	Sig.		1,000	,167

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4,000.

TLCDH

	NT	N	Subset for alpha = 0.05	
			1	2

Duncan ^a	NT_1A (100 µg)	4	9,3000	
	NT_2A (150 µg)	4		11,2000
	NT_3A (200 µg)	4		12,2500
	Sig.		1,000	,072

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4,000.

Thí nghiệm 7: Ảnh hưởng của các tổ hợp thức ăn đến tăng trưởng và tỷ lệ sống cá trên bầu

Descriptives									
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum	
					Lower Bound	Upper Bound			
W1	NT1	3	,000500	0E-7	0E-7	,000500	,000500	,0005	,0005
	NT2	3	,000500	0E-7	0E-7	,000500	,000500	,0005	,0005
	NT3	3	,000500	0E-7	0E-7	,000500	,000500	,0005	,0005
	NT4	3	,000500	0E-7	0E-7	,000500	,000500	,0005	,0005
	Total	12	,000500	0E-7	0E-7	,000500	,000500	,0005	,0005
L1	NT1	3	2,2833	,05774	,03333	2,1399	2,4268	2,25	2,35
	NT2	3	2,2500	,08660	,05000	2,0349	2,4651	2,20	2,35
	NT3	3	2,2833	,07638	,04410	2,0936	2,4731	2,20	2,35
	NT4	3	2,2667	,02887	,01667	2,1950	2,3384	2,25	2,30
	Total	12	2,2708	,05823	,01681	2,2338	2,3078	2,20	2,35

L1

	NT	N	Subset for alpha = 0.05
			1
Duncan ^a	NT2	3	2,2500
	NT4	3	2,2667
	NT1	3	2,2833
	NT3	3	2,2833
	Sig.		,576

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

Thí nghiệm 8: Ảnh hưởng của mật độ đến tăng trưởng và tỷ lệ sống cá trên bầu

Descriptives

		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for		Minimum	Maximum
						Mean			
						Lower Bound	Upper Bound		
W1	NT1	3	.000433	.0000577	.0000333	.000290	.000577	.0004	.0005
	NT2	3	.000467	.0000577	.0000333	.000323	.000610	.0004	.0005
	NT3	3	.000400	0E-7	0E-7	.000400	.000400	.0004	.0004
	NT4	3	.000400	0E-7	0E-7	.000400	.000400	.0004	.0004
	Total	12	.000425	.0000452	.0000131	.000396	.000454	.0004	.0005
L1	NT1	3	2.433333	.0288675	.0166667	2.361622	2.505044	2.4000	2.4500
	NT2	3	2.360000	.0173205	.0100000	2.316973	2.403027	2.3500	2.3800
	NT3	3	2.400000	.0500000	.0288675	2.275793	2.524207	2.3500	2.4500
	NT4	3	2.366667	.0763763	.0440959	2.176938	2.556396	2.3000	2.4500
	Total	12	2.390000	.0515223	.0148732	2.357264	2.422736	2.3000	2.4500

W1

	NT	N	Subset for alpha = 0.05
			1
Duncan ^a	NT3	3	.000400
	NT4	3	.000400
	NT1	3	.000433
	NT2	3	.000467
	Sig.		.097

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

L1

	NT	N	Subset for alpha = 0.05
			1
Duncan ^a	NT2	3	2.360000
	NT4	3	2.366667
	NT3	3	2.400000
	NT1	3	2.433333
	Sig.		.121

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

Thí nghiệm 9: Ảnh hưởng của thức ăn chế biến có hàm lượng protein khác nhau đến tăng trưởng và tỷ lệ sống cá trên bầu

Descriptives

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum	
					Mean				
					Lower Bound	Upper Bound			
W1	1,00	3	,3033	,02082	,01202	,2516	,3550	,28	,32
	2,00	3	,3067	,01528	,00882	,2687	,3446	,29	,32
	3,00	3	,3200	,01732	,01000	,2770	,3630	,30	,33
	4,00	3	,3233	,02517	,01453	,2608	,3858	,30	,35
	Total	12	,3133	,01923	,00555	,3011	,3255	,28	,35
L1	1,00	3	35,2833	,52520	,30322	33,9787	36,5880	34,75	35,80
	2,00	3	35,4067	,74272	,42881	33,5616	37,2517	34,85	36,25
	3,00	3	35,3333	1,45115	,83782	31,7285	38,9382	34,35	37,00
	4,00	3	35,1167	,67515	,38980	33,4395	36,7938	34,45	35,80
	Total	12	35,2850	,79285	,22888	34,7812	35,7888	34,35	37,00

W1

	NT	N	Subset for alpha = 0.05
			1
Duncan ^a	1,00	3	,3033
	2,00	3	,3067
	3,00	3	,3200
	4,00	3	,3233
	Sig.		,282

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

L1

	NT	N	Subset for alpha = 0.05
			1
Duncan ^a	4,00	3	35,1167
	1,00	3	35,2833
	3,00	3	35,3333
	2,00	3	35,4067
	Sig.		,725

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

Thí nghiệm 10: Ảnh hưởng của mật độ khác nhau đến tăng trưởng và tỷ lệ sống cá trên bầu giai đoạn 31 – 90 ngày tuổi

Descriptives									
		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
						Lower Bound	Upper Bound		
W1	NT1	3	.3233	.00577	.00333	.3090	.3377	.32	.33
	NT2	3	.3167	.01528	.00882	.2787	.3546	.30	.33
	NT3	3	.3167	.00577	.00333	.3023	.3310	.31	.32
	NT4	3	.3267	.00577	.00333	.3123	.3410	.32	.33
	Total	12	.3208	.00900	.00260	.3151	.3266	.30	.33
L1	NT1	3	35.2333	.71822	.41466	33.4492	37.0175	34.70	36.05
	NT2	3	35.1833	.46458	.26822	34.0293	36.3374	34.80	35.70
	NT3	3	35.2500	.26458	.15275	34.5928	35.9072	35.05	35.55
	NT4	3	35.1833	.95699	.55252	32.8060	37.5606	34.30	36.20
	Total	12	35.2125	.55968	.16156	34.8569	35.5681	34.30	36.20

W1

	NT	N	Subset for alpha = 0.05
			1
Duncan ^a	NT2	3	.3167
	NT3	3	.3167
	NT1	3	.3233
	NT4	3	.3267
	Sig.		.242

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

L1

	NT	N	Subset for alpha = 0.05
			1
Duncan ^a	NT2	3	35.1833
	NT4	3	35.1833
	NT1	3	35.2333
	NT3	3	35.2500

	Sig.		.909
--	------	--	------

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

Thí nghiệm 11: Ảnh hưởng của thức ăn chế biến có hàm lượng protein khác nhau đến tăng trưởng và tỷ lệ sống cá trên bầu trong hệ thống tuần hoàn

Descriptives									
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum	
					Lower Bound	Upper Bound			
W1	NT1	3	,2733	,00577	,00333	,2590	,2877	,27	,28
	NT2	3	,2767	,00577	,00333	,2623	,2910	,27	,28
	NT3	3	,2767	,01528	,00882	,2387	,3146	,26	,29
	NT4	3	,2800	,02000	,01155	,2303	,3297	,26	,30
	Total	12	,2767	,01155	,00333	,2693	,2840	,26	,30
L1	NT1	3	35,5667	1,89495	1,09405	30,8594	40,2740	34,35	37,75
	NT2	3	34,8667	1,03722	,59884	32,2901	37,4433	33,75	35,80
	NT3	3	34,9667	,71822	,41466	33,1825	36,7508	34,15	35,50
	NT4	3	35,0133	,51433	,29695	33,7357	36,2910	34,64	35,60
	Total	12	35,1033	1,03513	,29882	34,4456	35,7610	33,75	37,75

W1

	NT	N	Subset for alpha = 0.05
			1
Duncan ^a	NT1	3	,2733
	NT2	3	,2767
	NT3	3	,2767
	NT4	3	,2800
	Sig.		,576

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

L1

	NT	N	Subset for alpha = 0.05
			1
Duncan ^a	NT2	3	34,8667

NT3	3	34,9667
NT4	3	35,0133
NT1	3	35,5667
Sig.		,508

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

Thí nghiệm 12: Ảnh hưởng của mật độ khác nhau đến tăng trưởng và tỷ lệ sống cá trên bầu trong hệ thống tuần hoàn

Descriptives									
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum	
					Lower Bound	Upper Bound			
W1	NT1	3	.2767	.00577	.00333	.2623	.2910	.27	.28
	NT2	3	.2833	.00577	.00333	.2690	.2977	.28	.29
	NT3	3	.2767	.00577	.00333	.2623	.2910	.27	.28
	NT4	3	.2800	.00000	.00000	.2800	.2800	.28	.28
	Total	12	.2792	.00515	.00149	.2759	.2824	.27	.29
L1	NT1	3	35.9633	.12662	.07311	35.6488	36.2779	35.85	36.10
	NT2	3	36.1633	.12662	.07311	35.8488	36.4779	36.05	36.30
	NT3	3	35.9833	.12583	.07265	35.6708	36.2959	35.85	36.10
	NT4	3	35.9500	.18028	.10408	35.5022	36.3978	35.75	36.10
	Total	12	36.0150	.15091	.04356	35.9191	36.1109	35.75	36.30

W1

	NT	N	Subset for alpha = 0.05
			1
Duncan ^a	NT1	3	.2767
	NT3	3	.2767
	NT4	3	.2800
	NT2	3	.2833
	Sig.		.163

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

L1

	NT	N	Subset for alpha = 0.05
			1
Duncan ^a	NT4	3	35.9500
	NT1	3	35.9633
	NT3	3	35.9833
	NT2	3	36.1633
	Sig.		.122

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.