

**PGS TS TRẦN NGỌC HẢI – TS LÊ QUỐC VIỆT
TS LÝ VĂN KHÁNH – GS TS NGUYỄN THANH PHƯƠNG**

GIÁO TRÌNH

**KỸ THUẬT SẢN XUẤT GIỐNG VÀ
NUÔI CÁ BIỂN**
(Seed production and farming of marine fish)

NHÀ XUẤT BẢN ĐẠI HỌC CẦN THƠ

2017

LỜI MỞ ĐẦU

Nuôi cá biển nói riêng trên thế giới đang phát triển nhanh chóng theo hướng ngày càng đa dạng hóa, hiện đại hóa, thân thiện môi trường và bền vững. Ở nước ta, cá biển là một trong nhóm đối tượng quan trọng nuôi trồng thủy sản. Với thế mạnh về diện tích mặt nước lợ ven biển và đặc biệt là bờ biển dài trên 3.260 km cùng với nhiều đảo, đây là tiềm năng rất lớn cho phát triển nuôi biển đặc biệt trong bối cảnh biến đổi khí hậu và xâm nhập mặn, và trong điều kiện diện tích nuôi thủy sản nội địa có giới hạn. Tăng cường đào tạo, nghiên cứu, phát triển và ứng dụng công nghệ nuôi cá biển vì thế là rất quan trọng.

Trong chương trình đào tạo Đại học và Sau đại học ngành Nuôi trồng thủy sản và các ngành liên quan, môn học “Kỹ thuật sản xuất giống và nuôi cá biển” là môn học chuyên ngành, nhằm cung cấp cho sinh viên, học viên các kiến thức và kỹ năng cơ bản về nguyên lý và kỹ thuật trong sản xuất giống và nuôi cá biển. Giáo trình “Kỹ thuật sản xuất giống và nuôi cá biển” này được biên soạn để phục vụ mục đích quan trọng trên.

Giáo trình được kết cấu thành 4 chương, gồm (i) Tổng quan về sản xuất giống và nuôi cá biển, (ii) Đặc điểm sinh học của một số loài cá biển, (iii) Kỹ thuật sản xuất giống cá biển và (iv) Kỹ thuật nuôi cá biển thương phẩm. Giáo trình được biên soạn dựa vào các nguyên lý chung, các thành tựu mới trong nghiên cứu trong nước và thế giới, trên cơ sở kết quả thực tế trong nghiên cứu và ứng dụng về sản xuất giống và nuôi cá biển của các tác giả.

Với nhiều thông tin về nguyên lý, kỹ thuật và ứng dụng thực tế, giáo trình này là tài liệu cần thiết cho sinh viên, học viên ngành nuôi trồng thủy sản và các ngành liên quan. Đồng thời, giáo trình cũng sẽ là tài liệu thiết thực cho người nuôi thủy sản, cán bộ kỹ thuật và cán bộ quản lý ngành.

Các tác giả chân thành cảm ơn sự cộng tác, hỗ trợ và góp ý của đồng nghiệp và độc giả.

Các tác giả

MỤC LỤC

Trang

LỜI MỞ ĐẦU.....	i
MỤC LỤC.....	ii
Chương 1.....	1
TỔNG QUAN VỀ SẢN XUẤT GIỐNG VÀ NUÔI CÁ BIỂN.....	1
1.1 Phát triển sản xuất giống và nuôi cá biển trên thế giới	1
1.2 Phát triển sản xuất giống và nuôi cá biển ở Việt Nam.....	6
1.3 Triển vọng và định hướng phát triển của nghề sản xuất giống và nuôi cá biển	9
CÂU HỎI ÔN TẬP	13
Chương 2.....	14
ĐẶC ĐIỂM SINH HỌC CỦA MỘT SỐ LOÀI CÁ BIỂN.....	14
2.1 Đặc điểm sinh học cá chêm.....	14
2.1.1 Đặc điểm phân loại và hình thái cá chêm	14
2.1.2 Đặc điểm phân bố và môi trường sống của cá chêm	15
2.1.3 Đặc điểm dinh dưỡng của cá chêm.....	15
2.1.4 Đặc điểm sinh trưởng của cá chêm.....	16
2.1.5 Đặc điểm sinh sản của cá chêm	16
2.2 Đặc điểm sinh học cá mú.....	19
2.2.1 Đặc điểm phân loại và hình thái của cá mú	19
2.2.2 Đặc điểm phân bố và môi trường sống của cá mú.....	21
2.2.3 Đặc điểm sinh trưởng của cá mú	22
2.2.4 Đặc điểm dinh dưỡng của cá mú	23
2.2.5 Đặc điểm sinh sản của cá mú.....	23
2.3 Đặc điểm sinh học cá bớp	24
2.3.1 Đặc điểm phân loại và hình thái của cá bớp	24
2.3.2 Đặc điểm phân bố và môi trường sống của cá bớp.....	25
2.3.3 Đặc điểm sinh trưởng của cá bớp	25

2.3.4	Đặc điểm dinh dưỡng của cá bớp	25
2.3.5	Đặc điểm sinh sản của cá bớp.....	26
2.4	Đặc điểm sinh học cá chình	28
2.4.1.	Đặc điểm phân loại và hình thái của cá chình	28
2.4.2	Đặc điểm phân bố và môi trường sống của cá chình.....	29
2.4.3	Đặc điểm sinh trưởng của cá chình	29
2.4.4	Đặc điểm dinh dưỡng của cá chình	30
2.4.5	Đặc điểm sinh sản của cá chình.....	30
2.5	Đặc điểm sinh học cá chim vây vàng	30
2.5.1	Đặc điểm phân loại hình thái của cá chim vây vàng	30
2.5.2	Đặc điểm phân bố và môi trường sống của cá chim vây vàng	31
2.5.3	Đặc điểm sinh trưởng của cá chim vây vàng	32
2.5.4	Đặc điểm sinh dinh dưỡng của cá chim vây vàng	32
2.5.5	Đặc điểm sinh sản của cá chim vây vàng	32
2.6	Đặc điểm sinh học cá đối	33
2.6.1	Đặc điểm phân loại và hình thái của cá đối	33
2.6.2	Đặc điểm phân bố và sinh trưởng của cá đối.....	34
2.6.3	Đặc điểm dinh dưỡng của cá đối	35
2.6.4	Đặc điểm sinh sản của cá đối.....	35
2.7	Đặc điểm sinh học cá nâu	38
2.7.1	Đặc điểm phân loại và hình thái của cá nâu	38
2.7.2	Đặc điểm phân bố và môi trường sống của cá nâu.....	40
2.7.3	Đặc điểm sinh trưởng của cá nâu.....	40
2.7.4	Đặc điểm dinh dưỡng của cá nâu.....	40
2.7.5	Đặc điểm sinh sản của cá nâu	41
2.8	Đặc điểm sinh học cá măng	42
2.8.1	Đặc điểm phân loại và hình thái của cá măng	42
2.8.2	Đặc điểm phân bố và môi trường sống của cá măng.....	43

2.8.3	Đặc điểm sinh trưởng của cá măng	43
2.8.4	Đặc điểm dinh dưỡng của cá măng	43
2.8.5	Đặc điểm sinh sản của cá măng	44
2.9	Đặc điểm sinh học của cá kèo.....	47
2.9.1	Đặc điểm phân loại và hình thái của cá kèo	47
2.9.2	Đặc điểm phân bố và môi trường sống của cá kèo	48
2.9.3	Đặc điểm sinh trưởng của cá kèo.....	48
2.9.4	Đặc điểm dinh dưỡng và sinh sản của cá kèo	49
	CÂU HỎI ÔN TẬP	49
	Chương 3.....	50
	KỸ THUẬT SẢN XUẤT GIỐNG CÁ BIỂN.....	50
3.1	Cơ sở khoa học trong sản xuất giống cá biển	50
3.1.1	Các yếu tố bên ngoài ảnh hưởng đến sự thành thực của cá ...	50
3.1.2	Sự phát triển của tuyến sinh dục cá	52
3.1.3	Một số chất kích thích sinh sản thường dùng để kích thích cá sinh sản	54
3.2	Kỹ thuật sản xuất giống một số loài cá biển có giá trị kinh tế	58
3.2.1	Chọn vị trí xây dựng trại sản xuất giống cá biển	58
3.2.2	Thiết kế và xây dựng trại sản xuất giống cá biển	59
3.2.3	Chuẩn bị thức ăn tươi sống cho ấu trùng	61
3.2.4	Nuôi vỗ cá bố mẹ.....	67
3.2.5	Kích thích cá sinh sản.....	70
3.2.6	Ương ấu trùng và cá giống	81
	CÂU HỎI ÔN TẬP	92
	Chương 4.....	93
	KỸ THUẬT NUÔI CÁ BIỂN THƯƠNG PHẨM.....	93
4.1	Các mô hình nuôi cá biển thương phẩm	93
4.2	Kỹ thuật nuôi một số loài cá biển có giá trị kinh tế	97
4.2.1	Nuôi cá chẽm.....	97

4.2.2 Nuôi cá mú.....	103
4.2.3 Nuôi cá bớp thương phẩm	108
4.2.4 Nuôi cá chình thương phẩm.....	110
4.2.5 Nuôi cá đối thương phẩm	114
4.2.6 Nuôi cá măng thương phẩm.....	115
4.2.7 Nuôi cá kèo thương phẩm.....	118
CÂU HỎI ÔN TẬP	120
TÀI LIỆU THAM KHẢO	121

Chương 1

TỔNG QUAN VỀ SẢN XUẤT GIỐNG VÀ NUÔI CÁ BIỂN

1.1 Phát triển sản xuất giống và nuôi cá biển trên thế giới

Cá nước lợ và cá biển là nhóm đối tượng quan trọng trong nuôi trồng thủy sản bên cạnh các nhóm cá nước ngọt, giáp xác, động vật thân mềm và rong biển. Nghề nuôi cá nước lợ và cá biển trên thế giới đã bắt đầu từ hàng trăm năm trước với các mô hình quảng canh truyền thống ở vùng ven biển, đặc biệt là trên các đối tượng cá măng, cá đối... Đến nay, nghề nuôi cá nước lợ và cá biển đã và đang phát triển nhanh và đa dạng về đối tượng nuôi, mô hình nuôi và mức độ thâm canh với nhiều tiến bộ mới công nghệ sản xuất giống và nuôi thương phẩm (Lee and Donaldson, 2001; Lee and Ostrowski, 2001; Liao *et al.*, 2001; Shields, 2001; Takeuchi, 2001; Hong and Zhang, 2003; Marte, 2003; Halwart *et al.*, 2007; Soto, 2009; FAO, 2017).

Trên thế giới, tùy từng vùng, từng nước khác nhau, có những đối tượng nuôi đặc thù. Châu Á có rất đa dạng về giống loài nuôi với trên 54 loài cá nước lợ và cá biển được nuôi. Các nhóm giống loài nuôi chủ yếu là cá mú (*Epiplatys coioides*), cá chẽm (*Lates calcarifer*), cá bớp (*Rachycentron canadum*), cá cam (*Seriola sp.*), cá chim vây vàng (*Trachinotus blochii*), cá măng (*Chanos chanos*), cá đối (*Mugil cephalus*). Ở Châu Âu, giống loài nuôi ít phong phú hơn, nhưng nuôi tập trung và có sản lượng lớn là nhóm cá hồi (*Salmo salar*), cá chẽm Châu Âu (*Dicentrarchus labrax*)... Ở Hoa Kỳ, cá hồi (*Oncorhynchus spp*) và cá hồng (*Sciaenops ocellatus*) là phổ biến (FAO, 2016).

Trước đây, nghề nuôi cá biển chủ yếu dựa vào nguồn cá giống đánh bắt từ tự nhiên. Hiện nay, sản xuất giống cá nước lợ và cá biển đã có nhiều bước phát triển quan trọng, cung cấp giống chủ động cho nghề nuôi, đặc biệt là nuôi bán thâm canh và thâm canh trong ao, lồng hiện đại. Tuy nhiên, lịch sử phát triển sản xuất giống cá nước lợ và cá biển cũng còn khá mới và được ghi nhận chủ yếu từ thập niên 1970

đến nay, trong đó, đa số các loài được sản xuất giống nhân tạo thành công đầu tiên từ cuối thập niên 1980 đến thập niên 1990 (Lee, 2003).

Đối với cá măng (*Chanos chanos*), nghề nuôi đã bắt đầu từ hơn 400 năm trước, chủ yếu ở Indonesia, Philippin và Đài Loan. Từ giữa thập niên 1970, các nước này đầu tư nhiều kỹ thuật và qui mô trong nuôi và sản xuất giống cá măng, và đến nay giống nhân tạo đã cung cấp chủ lực cho nghề nuôi. Đối với nhóm cá đoi, cá đoi mực (*Mugil cephalus*) là đối tượng được nuôi rộng rãi từ thập niên 1930, đặc biệt giai đoạn 1940-1960 ở các nước Đông Nam Á, Đài Loan, Nhật Bản, Ấn Độ, Nga, Biển Đen, Ai Cập, Texas và Hawaii - Hoa Kỳ. Sản xuất giống nhân tạo cá đoi được bắt đầu và thành công chủ yếu từ cuối thập niên 1960 đến đầu thập niên 1970, đặc biệt là ở Đài Loan, Ấn Độ, Texas,... Cá chêm Châu Á (*Lates calcarifer*) được phát triển nuôi và sản xuất giống đầu tiên từ Thái Lan trong thập niên 1970, và nhanh chóng phát triển sang các nước Đông Nam Á. Đến nay, nuôi cá chêm còn được phổ biến ở Úc và các nước Trung Đông, với nhiều hình thức khác nhau. Nhóm cá mú (*Epiplatys sp.*) là đối tượng nuôi rất quan trọng hiện nay, nhưng việc sản xuất giống nhân tạo chỉ được thành công đầu tiên từ giữa thập niên 1980 đến đầu thập niên 1990, đặc biệt là ở Đài Loan. Cá bớp (*Rachycentron canadum*) được bắt đầu nghiên cứu từ những năm 1970, tuy nhiên, nghiên cứu sản xuất giống và thành công đầu tiên từ 1994 ở Đài Loan và trong suốt thập niên 1990 ở các nước. Hiện cá bớp được phát triển sản xuất giống và nuôi nhiều ở Đông nam Á, Hoa Kỳ và Nam Mỹ. Nhóm cá hồng Mỹ (*Sciaenops ocellatus*) được nuôi từ thập niên 1970 ở Hoa Kỳ. Các nghiên cứu và thành công trong sản xuất giống bắt đầu từ đầu thập niên 1990 ở Đài Loan, Hoa Kỳ và hiện nay đang được di nhập và phát triển ở các nước Đông Nam Á. Nhóm cá cam (*Seriola sp.*) được nuôi từ thập niên 1940, đặc biệt là ở Nhật Bản và một số nước vùng Địa Trung Hải, Hàn Quốc, Đài Loan, Nam Mỹ. Sản xuất giống nhân tạo thành công từ giữa thập niên 1990 ở Nhật Bản, Đài Loan các nước. Cá chim vây vàng (*Trachinotus blochii*) là đối tượng nuôi quan trọng ở các nước Châu Á Thái Bình Dương. Cá được sinh sản nhân tạo thành công từ 1989 – 1990 ở Đài Loan và gần đây ở một số nước như Ấn Độ và

Đông Nam Á. Cá tráp (*Lutjanus* sp.) được sản xuất thành công ở Đài Loan từ cuối thập niên 1990. Cá hồi đại dương (*Salmo salar*) được bắt đầu nuôi ở Anh từ đầu thế kỷ 19, và phát triển sản xuất giống và nuôi lồng biển ở Na Uy từ thập niên 1960, sau đó phát triển rộng ở Châu Âu, Bắc Mỹ, Chi Lê và Úc từ thập niên 1980. Cá bơn (*Psetta maxima*) cũng là đối tượng nuôi quan trọng ở các nước Châu Âu từ thập niên 1970, như Anh, Na Uy, Đức, Đan Mạch, Tây Ban Nha, Hà Lan... Gần đây, cá được di nhập và nuôi nhiều ở Trung Quốc, Hàn Quốc, Nhật Bản, Chi Lê. Gần đây, cá ngừ vây xanh (*Thunnus thynnus*) đang là đối tượng quan trọng trong nuôi biển hiện đại. Nuôi cá ngừ trong lồng được bắt đầu từ giữa thập niên 1990 bằng giống đánh bắt từ tự nhiên, đặc biệt vùng Địa Trung Hải, Nhật Bản. Hiện nay, sản xuất giống nhân tạo cá ngừ đã thành công ở Nhật Bản, làm cơ sở quan trọng cho phát triển nghề nuôi.

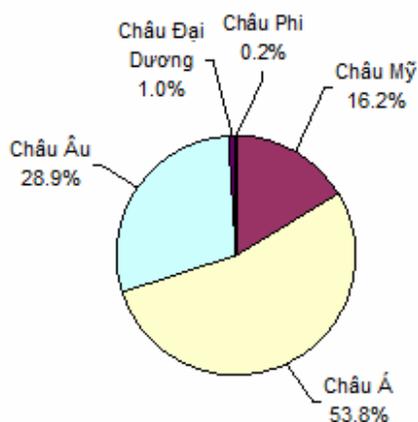
Trong công nghệ sản xuất giống đã có nhiều tiến bộ quan trọng thời gian qua. Đối với cá bố mẹ, mặc dù một số đối tượng còn dựa vào nguồn cá thành thực đánh bắt từ tự nhiên, đa số được nuôi vỗ thành thực trong điều kiện nuôi với nhiều mô hình khác nhau như nuôi trong ao, trên bề nước chảy hay tuần hoàn, hay nuôi trong lồng biển. Kỹ thuật kích thích sinh sản theo hình thức tự nhiên, bán nhân tạo hay nhân tạo. Đã có nhiều tiến bộ trong nghiên cứu và cải tiến thức ăn nhân tạo nuôi vỗ cá bố mẹ, cũng như trong gia hóa, chọn lọc và điều khiển sự chuyển đổi giới tính ở cá (Dutney *et al.*, 2017).

Trong ương nuôi ấu trùng và cá con, tùy từng loài và từng nơi, có thể áp dụng hình thức ương nuôi ấu trùng quảng canh trong ao, bán thâm canh trong ao hay bề ngoài trời, hay thâm canh trong bể theo hình thức hở hay tuần hoàn trong nhà kín. Mỗi mô hình có thuận lợi và trở ngại riêng. Trong quản lý chăm sóc và cho ăn, thức ăn tươi sống gồm tảo, luân trùng, *Artemia*, ấu trùng Copepod là chủ lực, trong đó, có nhiều tiến bộ quan trọng trong kỹ thuật nuôi thức ăn tươi sống với năng suất cao, kiểm soát an toàn sinh học, nâng cao chất lượng của thức ăn. Bên cạnh đó, nghiên cứu và phát triển thức ăn nhân tạo cho ấu trùng cá biển đang ngày càng phổ biến, góp phần đơn giản hóa,

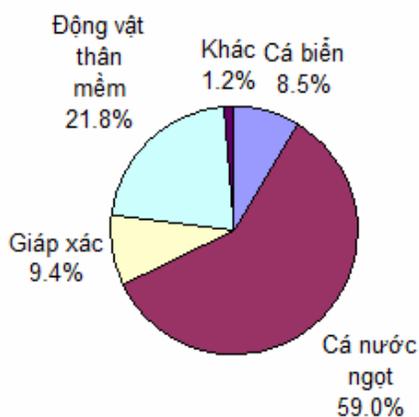
công nghiệp hóa, đảm bảo kiểm soát và quản lý tốt hơn trong ương nuôi ấu trùng và nâng cao chất lượng ấu trùng. Chế phẩm sinh học ngày càng được nghiên cứu và ứng dụng hiệu quả trong sản xuất giống và ương nuôi ấu trùng (Tran Ngoc Hai *et al.*, 2013; Le Quoc Viet *et al.*, 2013).

Trong kỹ thuật nuôi cá nước lợ và cá biển, từ hình thức quảng canh truyền thống ban đầu, đến nay nghề nuôi đã phát triển nhanh chóng với nhiều hệ thống nuôi như bán thâm canh hay thâm canh trong ao, nuôi thâm canh hay siêu thâm canh trong bể áp dụng hệ thống hở hay tuần hoàn, nuôi lồng đơn giản trong đầm phá, lồng bán hiện đại trong vịnh vùng ven biển, hay lồng hiện đại ở biển khơi. Bên cạnh đó, các mô hình nuôi cá kết hợp với các đối tượng thủy sản khác theo hình thức khác nhau cũng đang là xu hướng quan trọng, để đảm bảo thân thiện môi trường, tận dụng đối đa mặt nước và thức ăn, nâng cao năng suất, chất lượng sản phẩm và thu nhập. Nghề nuôi cá biển ngày càng được chú động với nguồn giống nhân tạo đảm bảo chất lượng và số lượng. Mặc dù nhiều đối tượng nuôi, mô hình nuôi và tùy nơi vẫn còn sử dụng dựa chủ yếu nguồn cá tạp làm thức ăn. Tuy nhiên, nghiên cứu và phát triển thức ăn công nghiệp cho nuôi cá biển đang ngày càng được phổ biến. Vấn đề bệnh cá biển cũng như biện pháp phòng trị, đặc biệt là sử dụng vaccine phòng bệnh cho cá nuôi đang ngày càng được nghiên cứu chuyên sâu ứng dụng hiệu quả.

Với những tiến bộ quan trọng trong công nghệ cũng như nhu cầu sản phẩm cá biển ngày càng tăng, trong 10 năm qua, tổng sản lượng cá biển nuôi tăng lên nhanh chóng, đạt khoảng 6,3 triệu tấn năm 2014. Trong số này, Châu Á chiếm 53,8% tổng sản lượng cá nuôi và so với tổng sản lượng thủy sản nuôi (73,78 triệu tấn) năm 2014, sản lượng cá biển nuôi đạt tỷ lệ 8,5% (Hình 1.1 và 1.2). Sản lượng của các loài cá nuôi chủ lực được thể hiện ở Bảng 1.1, cho thấy cá hồi Đại Tây Dương có sản lượng cao nhất, trên 2,3 triệu tấn, chiếm 36,93% tổng sản lượng cá biển nuôi; tiếp theo là cá măng, với trên 1 triệu tấn, chiếm 16,49% (FAO, 2016).



Hình 1.1: Tỷ lệ sản lượng cá biển và cá nước lợ nuôi ở các Châu lục trên thế giới năm 2014 (FAO, 2016)



Hình 1.2: Tỷ lệ sản lượng cá biển và các loài thủy sản nuôi trồng trên thế giới năm 2014 (FAO, 2016)

Bảng 1.1 Sản lượng một số loài cá biển nuôi phổ biến trên thế giới (FAO, 2017)

Tên Tiếng Việt	Tên Tiếng Anh	Tên Khoa học	Sản lượng năm 2014 (tấn)
Cá Hồi Đại Tây dương	Atlantic salmon	<i>Salmo salar</i>	2.326.288
Cá măng	Milkfish	<i>Chanos chanos</i> <i>Seriola</i>	1.039.183
Cá cam	Yellow tail Snubnose	<i>quinqeradata</i>	135.998
Cá chim vây vàng	pompano	<i>Trachinotus blochii</i>	110.194
Cá hồng Mỹ	Red drum	<i>Sciaenops ocellatus</i>	72.819
Cá Chẽm	Asian seabass	<i>Lates calcarifer</i> <i>Rachycentron</i>	71.581
Cá bớp	Cobia	<i>canadum</i>	40.329
Cá đối mực	Grey mullet	<i>Mugil cephalus</i>	12.360
Cá bon	Turbot	<i>Psetta maxima</i>	7.185
Cá ngừ vây xanh	Bluefin tuna	<i>Thunnus thynnus</i>	4.253
Cá mú chấm	Grouper	<i>Epiphelus coioides</i>	596

1.2 Phát triển sản xuất giống và nuôi cá biển ở Việt Nam

Nuôi trồng thủy sản ở nước ta có lịch sử hơn 50 năm hình thành và phát triển, qua các thời kỳ 1960-1975, thời kỳ 1976-1980 và thời kỳ từ 1981 đến nay, với những điều kiện, đặc điểm và thành tựu đặc thù (Ngô Anh Tuấn, 2014). Phát triển nghề nuôi thủy sản bắt đầu với các mô hình nuôi kết hợp trên ruộng, ao nước ngọt, qui mô nhỏ lẻ hộ gia đình, với nguồn giống được thu vớt từ tự nhiên. Sản xuất giống một số loài cá nước ngọt như cá chép, cá diếc, cá mè, cá trôi, cá trắm... được bắt đầu từ những năm 1963-1965 nhằm đáp ứng nhu cầu phát triển nghề nuôi. Đến nay, nghề nuôi trồng thủy sản nước ta đang ngày càng phát triển nhanh chóng, đa dạng hóa đối tượng nuôi, mô hình nuôi, thâm canh hóa và hiện đại hóa, ở cả vùng nước ngọt, nước lợ và nuôi biển.

Trong các nhóm đối tượng nuôi thủy sản chính như cá nước ngọt, giáp xác, động vật thân mềm, rong biển, với các đối tượng chủ lực cho xuất khẩu là cá tra và tôm biển, thì nghề sản xuất giống và

nuôi cá nước lợ và cá biển ở nước ta còn khá mới mẻ. Nuôi cá nước lợ và cá biển giai đoạn đầu chủ yếu dựa vào cá tự nhiên thu được từ cá ao đầm nuôi tôm, rong biển quảng canh nước lợ. Các mô hình nuôi cá biển trong lồng và nuôi ao bán thâm canh qui mô nhỏ lẻ bắt đầu từ những năm thập niên 1990, đặc biệt từ 1995 bằng giống đánh bắt từ tự nhiên hay nhập nội (Lê Phi Long và *ctv.*, 1998, Lê Xuân, 2005; Ngô Anh Tuấn, 2014). Đến nay, mô hình cá biển phát triển đa dạng như nuôi cá kết hợp với tôm trong các mô hình quảng canh (cá địa, cá nâu, cá rô phi, cá đối, cá măng...), nuôi bán thâm canh và thâm canh chuyên canh trong ao nước lợ (cá chẽm, cá kèo, cá mú, cá bớp, cá chình), nuôi cá trong lồng qui mô nhỏ hay công nghiệp trên biển (cá mú, cá chẽm, cá bớp, cá hồng, cá chim vây vàng...). Năm 2003, cả nước có trên 6.800 lồng nuôi cá biển, với sản lượng 2.327 tấn, chủ yếu ở Quảng Ninh, Hải Phòng, Vũng Tàu và Khánh Hòa (Nguyễn Hữu Khánh, 2006). Trong những năm gần đây, nghề nuôi cá nước lợ và cá biển bắt đầu được đẩy mạnh phát triển ở vùng ĐBSCL, đặc biệt là các mô hình nuôi cá bớp và cá mú trong lồng biển ở Kiên Giang. Ngoài ra, các mô hình nuôi cá nước lợ trong ao cũng đang phát triển, như cá kèo, cá chình, nuôi cá chẽm, cá mú.... Năm 2014, cả nước có trên 29.781 ha ao nuôi cá nước lợ với sản lượng 30.289 tấn, và 28.273 lồng với 33.171 tấn (Viện kinh tế qui hoạch Thủy sản, 2015). Ngoài ra, với diện tích rộng lớn của các mô hình nuôi tôm quảng canh cải tiến (330.000 ha), tôm – rùng (trên 50.000 ha), tôm – lúa (170.000 ha) và năng suất cá tự nhiên (như cá đối, cá rô phi, cá nâu, cá kèo,...) 100-150kg/ha/năm, thì sản lượng cá tự nhiên hàng năm là khá lớn, góp phần quan trọng cho tiêu thụ gia đình và thị trường nội địa (Lê Quốc Việt và *ctv.*, 2015; Tran Ngoc Hai *et al.*, 2016).

Trong sản xuất giống cá nước lợ và cá biển, các công trình nghiên cứu và sản xuất giống đầu tiên được triển khai từ 1993-1994 tại Viện Nghiên Cứu Nuôi Trồng Thủy Sản I (Viện NC NTTS I) và thành công quan trọng đầu tiên được ghi nhận từ năm 2000. Đến năm 2004, cơ bản đã làm chủ được công nghệ sản xuất giống các loài cá mú chấm nâu (*Epiplatys coicodes*), cá giò-cá bớp (*Rachycentron canadum*), cá hồng Mỹ (*Scyaenops ocellatus*), cá chẽm (*Lates*

calcarifer) và cá chêm mõm nhọn (*Psamorpeca waigensis*) với tổng sản lượng đạt trên 2 triệu con cá giống năm 2004 (Lê Xuân, 2005, 2006; Ngô Anh Tuấn, 2014). Trong những năm 1995-2004, Viện Nghiên cứu Hải Sản cũng đã nghiên cứu và thành công trong sản xuất giống nhân tạo cá bóng bớp (*Bostrischthys sinensis*) và đã ứng dụng sản xuất ở nhiều nơi (Trần Văn Đan và Đặng Minh Dũng, 2008). Viện NCNNTS II cũng đã có nhiều công trình nghiên cứu sản xuất giống cá biển, đặc biệt là sản xuất giống thành công cá mú chấm nâu (*Epiaphelus coicodes*) từ 2002; cá măng (*Chanos chanos*), cá chêm (*Lates calcarifer*) từ 2009 (Nguyễn Tuần và ctv., 2004; Nguyễn Thị Kim Vân và ctv., 2009; Nguyễn Hữu Thanh, 2009). Từ 2005, Viện NC NTTS I tiếp tục đẩy mạnh nghiên cứu sản xuất giống các loài cá biển như cá mú chuột (*Crommleptes altivelis*), cá chim vây vàng (*Trachinotus blochii*), cá mú cộp (*P. leopardus*), cá hồng vân bạc (*Lutjanus argentimaculatus*), cá song vua (*Epiaphelus lanceolatus*), cá nhụ (*Eleutheronema tetradatylum*) (Phan Thị Vân, 2013). Phát triển kỹ thuật và ứng dụng sản xuất đại trà cá chim vây vàng cũng đã được thực hiện ở Trường Đại học Nha Trang từ 2014 (Ngô Văn Mạnh, 2015). Ở Đồng bằng Sông Cửu Long, các công trình nghiên cứu sản xuất giống cá nước lợ và cá biển đã được thực hiện thành công tại Trường Đại học Cần Thơ và được ứng dụng sản xuất tại các địa phương từ 2006 đến nay, như sản xuất giống cá nâu (*Scatophagus argus*), cá đối (*Liza subviridis*) từ, cá ngát (*Plotosus canius*), cá chột trắng (*Mystus planicep*), cá bớp (*Rachycenrton canadum*) (Trần Ngọc Hải và ctv., 2013; Tran Ngoc Hai et al., 2013; Le Quoc Viet et al., 2013, Ly Van Khanh et al., 2013). Số liệu báo cáo cho thấy, đến năm 2012, có 8 loài cá biển được sản xuất đại trà trong đó 5 loài sản xuất giống với qui mô lớn, gồm cá chêm (60-70 triệu con cá giống), cá giò – cá bớp (300.000-400.000 con), cá hồng Mỹ (500.000-600.000 con), cá chim vây vàng vây dài (200.000-300.000 con) và nhập khẩu cá chim vây vàng vây ngắn (1-2 triệu con), cá mú chấm nâu 1 triệu con) (Trần Thế Mưu, 2013).

1.3 Triển vọng và định hướng phát triển của nghề sản xuất giống và nuôi cá biển

Cùng với sự phát triển của nuôi trồng thủy sản, nghề nuôi cá nước lợ và cá biển với những thuận lợi đặc thù đang phát triển nhanh chóng trên thế giới. Trước hết, với tiềm năng to lớn về biển và các vùng nước lợ ven biển, đây là thuận lợi rất lớn về diện tích và môi trường cho phát triển nuôi cá biển với nhiều hệ thống nuôi đặc thù. Đẩy mạnh nuôi biển là một trong giải pháp quan trọng cho nuôi thủy sản sạch và thân thiện môi trường trên thế giới (NACA/FAO, 2001).

Cá nước lợ và cá biển rất phong phú và tiềm năng về loài có giá trị, với đặc điểm đa dạng về dinh dưỡng, sinh trưởng, sinh sản và môi trường nên rất thuận lợi cho phát triển nuôi trong các điều kiện và hệ thống đặc thù. Bên cạnh các loài cá chủ lực, nhiều loài cá bản địa đang được chú trọng phát triển.

Sự phát triển nhanh chóng trong công nghệ sản xuất giống và nuôi cá nước lợ và cá biển cùng với các ngành phụ trợ là cơ sở quan trọng cho đẩy mạnh phát triển của ngành trong thời gian tới. Bên cạnh nuôi thâm canh chuyên các loài cá biển, xu hướng nuôi kết hợp đa loài thủy sản là cơ sở khoa học và thuận lợi lớn cho nghề nuôi cá phát triển.

Cùng với nhu cầu về sản phẩm thủy sản nói chung, nhu cầu ngày càng cao về sản phẩm cá biển đa dạng và giàu dinh dưỡng là động lực rất lớn cho phát triển ngành. Bên cạnh đó, các chủ trương và qui hoạch của các quốc gia trong phát triển kinh tế biển bao gồm nuôi cá biển cũng là cơ sở hỗ trợ quan trọng cho phát triển bền vững ngành nuôi cá biển trong thời gian tới. Tuy nhiên, bên cạnh những thuận lợi lớn đó, cũng có một số trở ngại cần nhiều giải pháp thích hợp.

Đối với sản xuất giống cá biển, dù đạt nhiều tiến bộ, nhưng vẫn còn nhiều trở ngại cần tiếp tục đẩy mạnh nghiên cứu phát triển như: nhiều cá loài có giá trị cao (như cá mú, cá chình, cá ngừ...) vẫn còn khó khăn trong nuôi vỗ cá bố mẹ, kích thích sinh sản cũng như ương nuôi ấu trùng nên tỷ lệ sống của cá con còn hạn chế. Vấn đề thức ăn

cho công nghiệp chuyên dùng cho cá bố mẹ và ấu trùng đặc thù cho từng loài chưa được phổ biến. Nuôi và sử dụng thức ăn tự nhiên cho ấu trùng là đòi hỏi kỹ thuật, kinh phí và lao động cao. Nghiên cứu về bệnh và phòng trị bệnh trên cá biển dù đạt nhiều thành tựu, song vẫn còn nhiều trở ngại.

Đối với nuôi cá thương phẩm, mô hình nuôi lồng cá biển dù rất nhiều tiềm năng, nhưng cần đầu tư đúng mức về vốn và kỹ thuật để đảm bảo an toàn và phát huy được lợi thế, hạn chế rủi ro do ô nhiễm môi trường, dịch bệnh do tập trung quá mức ven bờ hay sóng gió. Nuôi cá biển thương phẩm dù được chủ động với nguồn cá giống nhân tạo, nhưng nhiều đối tượng vẫn lệ thuộc vào nguồn cá giống bắt từ tự nhiên. Nhiều loài cá được nuôi bằng thức ăn công nghiệp, nhiều loài và từng nơi khác nhau vẫn lệ thuộc vào thức ăn là cá tạp. Phòng và trị bệnh cá trong điều kiện nuôi lồng trên biển cũng là vấn đề khó khăn đáng quan tâm.

Đối với nước ta, với bờ biển dài hơn 3.260km, hàng ngàn đảo lớn nhỏ và vùng đặc quyền kinh tế rộng lớn, phát triển nuôi biển là chủ trương quan trọng nhằm phát huy tiềm năng và lợi thế biển đảo của đất nước. Đồng thời, trong bối cảnh biến đổi khí hậu, xâm nhập mặn và nước biển dâng, thì phát triển nuôi cá nước lợ và cá biển được xem là giải pháp thích ứng quan trọng. Mặc khác, do nghề nuôi thủy sản nội địa hiện đạt gần 1,2 triệu ha, đã khai thác gần như tối đa diện tích tiềm năng cho nuôi trồng thủy sản, cùng với đó là các nguy cơ rủi ro do tập trung quá mức một số loài chủ lực hiện nay đang đòi hỏi phải đẩy mạnh đa dạng hóa đối tượng nuôi, đặc biệt là hướng đến nuôi biển để đảm bảo phát triển bền vững.

Theo qui hoạch qui hoạch đến năm 2020 (Viện Kinh tế Qui Hoạch Thủy Sản, 2012; 2015), nuôi cá biển sẽ đạt khoảng 200.000 tấn trong đó, sản lượng qui lồng qui mô nhỏ là 60.000 tấn và nuôi qui mô công nghiệp là 140.000 tấn. Nhu cầu con giống là 300 triệu con. Các đối tượng nuôi ưu tiên phát triển là cá mú, cá bớp, cá chẽm, cá hồng Mỹ, cá hồng bạc, cá chim vây vàng, cá ngừ, cá măng biển. Nuôi cá biển được qui hoạch tập trung ở 5 vùng trọng điểm là (i) Vùng biển

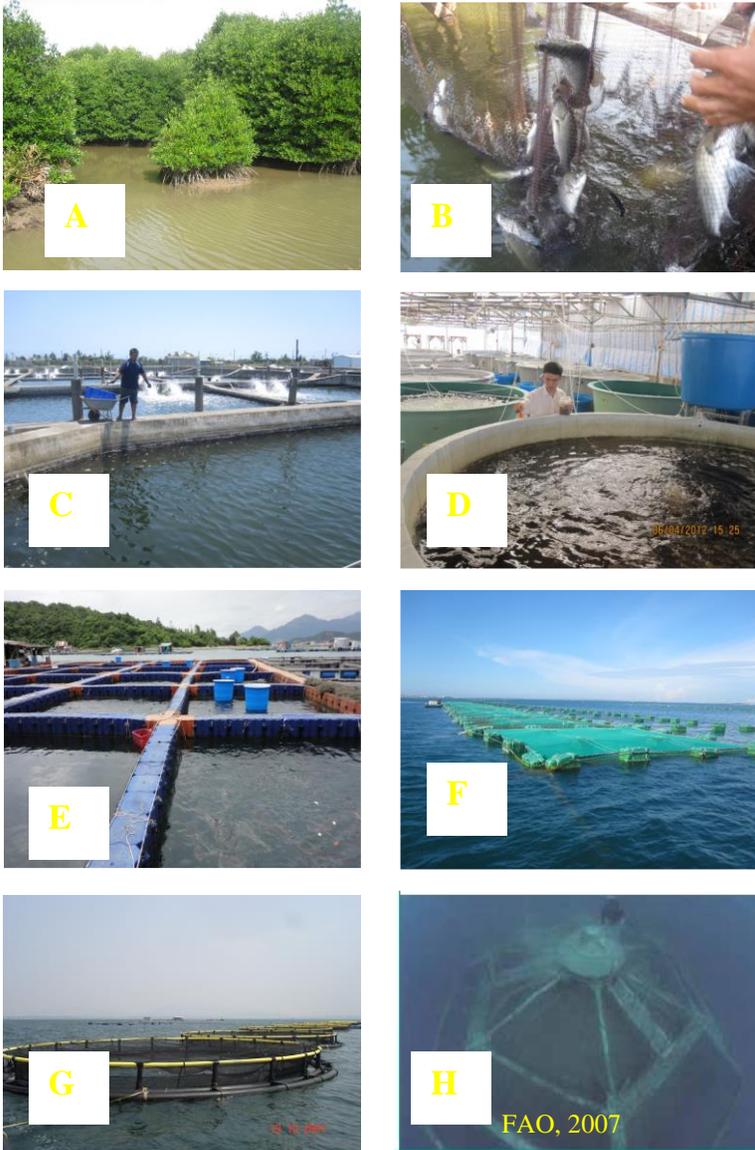
Vịnh Bắc bộ, (ii) Vùng biển miền trung, (iii) Vùng biển Đông Nam bộ, (iii) Vùng biển Tây Nam bộ, và (v) Vùng giữa Biển Đông – khu quần đảo Trường Sa. Tùy từng vùng với điều kiện đặc thù sẽ phát triển mô hình nuôi lồng nhỏ (3x3x3m hoặc 3x6x3m, 3x4x3m) hay lồng qui mô công nghiệp (trên 1.000 m³/lồng). Bên cạnh đó, các mô hình nuôi cá trên ao nước lợ vùng ven biển cũng sẽ được chú trọng phát triển. Để đạt được mục tiêu trên, nhiều giải pháp đồng bộ đã được đưa ra và thực hiện trong thời gian tới.



Hình 1.3: Một số mô hình trại sản xuất giống cá biển

A-Sản xuất giống cá bớp tại Khoa Thủy sản – Trường Đại học Cần Thơ; B-Sản xuất giống cá mú tại Đà Loan; C-Trại sản xuất giống cá biển ở Nhật Bản và D-Trại sản xuất giống cá hồng Mỹ ở Texas- Hoa Kỳ

(Nguồn: Trần Ngọc Hải)



Hình 1.4: Một số mô hình nuôi cá nước lợ và cá biển thương phẩm

A-Nuôi cá kết hợp trong mô hình tôm - rừng; B- Nuôi cá chêm bán thâm canh trong ao; C-Nuôi cá mú thâm canh trong ao xi măng; D-Nuôi cá bớp thâm canh trong bể tuần hoàn; E-Nuôi cá bớp trong lồng bán hiện đại; F-Nuôi cá mú trong lồng bán hiện đại; G-Nuôi cá chim vây vàng trong lồng bán hiện đại kiểu Na Uy và H- Nuôi cá ngừ trong lồng ngầm hiện đại.

(Nguồn: Trần Ngọc Hải)

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Trình bày tổng quát về những tiến bộ mới và tiềm năng phát triển nuôi cá biển trên thế giới?
2. Trình bày và đánh giá những thành tựu, thuận lợi và trở ngại trong phát triển nuôi cá biển ở nước ta và Đồng bằng sông Cửu Long?

Chương 2

ĐẶC ĐIỂM SINH HỌC CỦA MỘT SỐ LOÀI CÁ BIỂN

2.1 Đặc điểm sinh học cá chẽm

2.1.1 Đặc điểm phân loại và hình thái cá chẽm

Theo hệ thống phân loại ITIS (the Integrated Taxonomic Information System) Cá chẽm còn gọi là cá vược, có tên tiếng Anh là Seabass và có vị trí phân loại như sau:

Lớp:	Osteichthyes
Bộ:	Perciformes
Họ:	Serranidae
Giống:	<i>Lates</i>
Loài:	<i>Lates calcarifer</i> (Bloch, 1790)



Hình 2.1: Cá chẽm (*Lates calcarifer*, Bloch 1970)

(Nguồn: <http://www.fistenet.gov.vn/DMSF/images/cabien/anhgioithieu/nhomcaran/image018.jpg>)

Cá chẽm có thân hình thon dài và dẹp bên, cuống đuôi khuyết sâu. Đầu nhọn, nhìn bên cho thấy phía trên hơi lõm xuống ở giữa và hơi lồi ở lưng. Miệng rộng, hàm trên kéo dài đến phía dưới sau hốc mắt. Răng dạng nhung, không có răng nanh, trên nắp mang có gai cứng. Khi cá còn nhỏ, trên mặt lưng có màu nâu, mặt bên và bụng có màu bạc khi sống trong môi trường nước biển, màu nâu vàng khi sống trong môi trường nước ngọt. Khi cá đạt giai đoạn trưởng thành sẽ có màu xanh lục hay vàng nhạt trên lưng và màu vàng bạc ở mặt bụng.

2.1.2 Đặc điểm phân bố và môi trường sống của cá chẽm

Cá chẽm là loài phân bố rộng từ vùng nhiệt đới đến cận nhiệt đới thuộc Tây Thái Bình Dương và Ấn Độ Dương, giữa kinh tuyến 50° Đông và 160° Tây, vĩ tuyến 26° Bắc và 25° Nam. Cá chẽm rất rộng muối và có tính di cư xuôi dòng, cá lớn lên chủ yếu ở vùng nước ngọt như sông, hồ. Khi thành thục (3-4 năm tuổi), chúng sẽ di cư ra vùng cửa sông, ven biển có độ mặn thích hợp từ 30-32‰ để sinh sản. Ấu trùng sau khi nở ra sẽ theo dòng nước vào vùng cửa sông, ven bờ và lớn lên. Cá con sẽ dần dần di cư vào các thủy vực nước lợ sinh sống và phát triển thành cá thể trưởng thành.

Cá chẽm có thể sống trong các độ mặn khác nhau, độ mặn phù hợp để ương nuôi ấu trùng của cá chẽm (1-30 ngày tuổi) là 30‰, tuy nhiên có thể tìm thấy cá chẽm lớn ở độ mặn 0‰. Độ mặn thích hợp cho nuôi cá chẽm khoảng 10 – 30‰ (Madrones and Catacutan, 2012). Khi thay đổi độ mặn, cá có thể thích nghi bằng cách điều hòa áp suất thẩm thấu (Saillant *et al.*, 2003).

2.1.3 Đặc điểm dinh dưỡng của cá chẽm

Cá chẽm là loài cá rất dữ, khi còn nhỏ cá có ăn các loài phiêu sinh thực vật (20% trọng lượng thức ăn) mà phần lớn là tảo khuê, nhưng thức ăn chủ yếu vẫn là cá, tôm nhỏ (80%). Khi cá lớn hơn 20cm, 100% thức ăn là động vật bao gồm giáp xác khoảng 70% và cá nhỏ 30%. Cá chẽm bắt mồi sống, di động và có thể bắt cả mồi có kích cỡ bằng cơ thể của chúng.

Nhu cầu dinh dưỡng của cá chẽm: Phần lớn các loài cá biển đều có nhu cầu về 10 loại acid amin thiết yếu (Arginine, Histidine, Isoleucine, Leucine, Lysine, Methionine, Phenylalanine, Threonine, Tryptophan, Tyrosine hoặc Valine), trong đó nhu cầu về Tryptophan khoảng 0,5%, Methionine 2,2%, Lysine 4,9% và Arginine 3,8% protein. Nhu cầu dinh dưỡng của cá chẽm trong nuôi thương phẩm được thể hiện trong Bảng 2.2 (Glencross *et al.*, 2014).

Bảng 2.2: Nhu cầu dinh dưỡng của cá chêm trong nuôi thương phẩm (Glencross *et al.*, 2014)

Chất dinh dưỡng	Nhu cầu trong khẩu phần ăn
Protein	45-50%
Lipid	15-18%
Acid béo không no (n-3 HUFA)	1,72%
Carbohydrate	10-20%
Tỷ lệ Protein/Năng lượng	128 mg protein/kcal
Vitamin C	700 mg/kg

2.1.4 Đặc điểm sinh trưởng của cá chêm

Cá chêm có sự phân hóa sinh trưởng nhanh và có tính ăn nhau nên trong kỹ thuật nuôi thường xuyên phân cỡ cá và cho ăn đầy đủ. Cá chêm sau khoảng 90 ngày tuổi, tăng trưởng nhanh cho đến khi trưởng thành và khi thành thục cá tăng trưởng chậm lại. Trong tự nhiên, cá chêm có thể sống trên 20 năm và đạt trọng lượng trên 50 kg (Shaklee *et al.*, 1993).

2.1.5 Đặc điểm sinh sản của cá chêm

Cá chêm có sự chuyển đổi giới tính từ cá đực thành cá cái sau khi tham gia lần sinh sản đầu tiên và đây được gọi là cá chêm thứ cấp. Tuy nhiên, cũng có những cá cái được phát triển trực tiếp từ trứng và được gọi là cá cái sơ cấp. Chính vì thế trong thời gian đầu khai cá đạt kích cỡ 1,5-2 kg phần lớn là cá đực và khi cá đạt 4-6 kg thì phần lớn là cá cái. Thông thường, rất khó phân biệt giới tính ngoại trừ vào mùa sinh sản, có thể dựa vào đặc điểm sau:

- Cá đực có mõm hơi cong, cá cái thì thẳng
- Cá đực có thân thon dài hơn cá cái
- Cùng tuổi, cá cái sẽ có kích cỡ lớn hơn cá đực
- Trong mùa sinh sản, những vảy gần lỗ huyết của cá đực sẽ dày hơn cá cái
- Bụng của cá cái to hơn cá đực vào mùa sinh sản.

Cá chêm thành thực (3-4 năm tuổi) có tập tính di cư và sinh sản vào chu kỳ trăng, lúc trăng tròn hay trăng non vào buổi tối khi triều lên. Cá đẻ quanh năm nhưng tập trung vào tháng 4-8. Trước khi đẻ, cá có tập tính tách đàn và ngừng ăn 1 tuần, cá đực và cá cái bơi lội gần nhau thường xuyên trên tầng mặt khi cá sắp đẻ, cá đẻ nhiều đợt trong vòng 7 ngày, cá có khối lượng 5,5-11 kg có thể đẻ 2,1-7,1 triệu trứng. Trong điều kiện nhiệt độ 28-32°C và độ mặn 30-32‰, trứng nở trong vòng 17-18 giờ sau thụ tinh, ấu trùng mới nở có chiều dài khoảng 1,5 mm, có túi noãn hoàng 0,86 mm và giọt dầu nằm ở phía trước. Khi nước đứng im, cá dựng đứng thân trong nước, đầu hướng lên khi lội, tạo thành góc 45-90° so với mặt phẳng ngang. Cơ thể thon, đẹp, sắc tố hình thành từng điểm rải rác không đều trên thân, mắt, hệ thống tiêu hóa có thể nhìn thấy rõ ràng. Khi cá đạt 3 ngày tuổi, miệng bắt đầu xuất hiện. Ấu trùng tiêu hết noãn hoàng vào ngày thứ 4.

Bảng 2.3: Sự phát triển của ấu trùng cá chêm (Kungvankij *et al.*, 1986)

Ngày	Chiều dài (mm)	Đặc điểm
1	2,20±0,08	Phần lớn noãn hoàng đã bị hấp thu, miệng chưa mở. Hậu môn có thể nhìn thấy, mắt chưa có sắc tố, mầm vây ngực xuất hiện. Ấu trùng phân bố đều trong bể ương.
3	2,61±0,08	Bóng hơi xuất hiện, túi noãn hoàng đã bị tiêu biến hết nhưng giọt dầu vẫn còn.
4	2,78±0,15	Miệng mở, hàm trên và hàm dưới phát triển, lỗ mũi xuất hiện, vây ngực phát triển dạng tròn, ống tiêu hóa phát triển dày hơn, sắc tố đen xuất hiện trên phía lưng bụng, đường giữa cơ thể và bụng, giọt dầu biến mất.
5	3,08±0,09	Răng xuất hiện ở hàm trên
6	3,10±0,13	Phần dưới chót đuôi có màu hơi trắng
7	3,44±0,01	Mầm vi lưng và hậu môn xuất hiện, gai cứng xuất hiện trên trước xương nắp mang, sắc tố đen xuất hiện toàn thân, ấu trùng có màu đen.

Ngày	Chiều dài (mm)	Đặc điểm
8	3,58±0,13	Răng xuất hiện trên hàm dưới
9	3,49±0,26	Cột sống cuối đuôi bị cong, tia mềm của vây đuôi phát triển
10	3,81±0,27	Ba gai cứng phát triển ở viềng sau của xương nắp mang, đầu hơi tròn, chiều cao thân rộng, gốc vây lưng và vây đuôi phát triển, các tia mềm có phân đốt xuất hiện.
11	3,87±0,24	Viềng sau của vây lưng và vây hậu môn khuyết sâu, có gai cứng ở viềng sau của xương nắp mang tăng từ 3 lên 4, Màng trước vây hậu môn nhỏ
12	4,41±0,09	Vây lưng xuất hiện những tia mềm phân đốt
13	4,58±0,17	Màng trước vây hậu môn biến mất
14	4,75±0,32	Vây lưng và vây hậu môn tách biệt với vây đuôi, sụn phát triển và đốt sống có thể đếm được (14-15 đốt). Sắc tố đen xuất hiện khắp bụng, vây đuôi và vây hậu môn, một dãy màu trắng xuất hiện từ giữa vây lưng tới vây hậu môn với mắt lộ ra
15	5,41±0,50	1-2 gai cứng xuất hiện trên phần trên viềng sau xương nắp mang
16	6,56±0,56	Các vây biệt lập nhau, số gai cứng và tia mềm của vi lưng và vi hậu môn không đổi, 11 và 19 tương ứng, các gai dạng răng cưa của viềng trước xương nắp mang biềng mất.
18	5,50±0,40	Lỗ mũi phát triển, hàm trên mở rộng đến giữa mắt, chiều cao cơ thể tăng, vây ngực khá phát triển, cơ thể có 2 đường màu trắng ngang thân.
21	8,90±1,19	Vây xuất hiện ở giữa mắt bên phía trên vây hậu môn, màu sắc cơ thể chuyển từ đen thành nâu.

2.2 Đặc điểm sinh học cá mú

2.2.1 Đặc điểm phân loại và hình thái của cá mú

Cá mú còn gọi là cá song, có tên tiếng Anh là Grouper và có vị trí phân loại như sau:

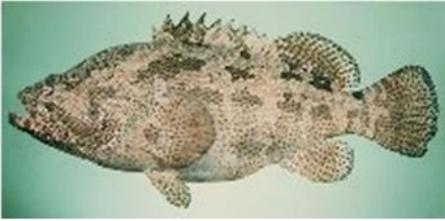
Lớp:	Actinopterygii
Bộ:	Perciformes
Họ:	Serranidae
Giống:	<i>Epinephelus</i>
Loài:	<i>Epinephelus coioides</i> <i>Epinephelus akaara</i> <i>Epinephelus merra</i> <i>Epinephelus tauvina</i> <i>Epinephelus bleekeri</i>
Giống:	<i>Cromileptes</i>
Loài:	<i>Cromileptes altivelis</i>

Hiện nay trên thế giới đã phát hiện được trên 400 loài cá mú. Ở Việt Nam, có 30 loài cá mú phân bố khắp nơi và các loài có giá trị kinh tế cao được nuôi như: cá mú hoa nâu (*Epinephelus coioides*), cá mú chấm đỏ (*Epinephelus akaara*), cá mú chấm tổ ong (*Epinephelus merra*), cá mú mỡ (*Epinephelus tauvina*), cá mú Bleekeri (*Epinephelus bleekeri*), cá mú dẹt (*Cromileptes altivelis*).

Cá mú có màu sắc rất sặc sỡ, tùy từng loài khác nhau mà màu sắc cũng khác biệt và đây cũng là một trong những đặc điểm phân biệt giữa các loài. Cá mú có thân hình dẹp hai bên, miệng lớn và có thể co duỗi, hàm lồi ra. Răng trong của hai hàm tương đối lớn và có thể ẩn xuống, cá mú có răng chó với số lượng không nhiều và ở phía trước hai hàm. Viên sau xương nắp mang trước có răng cưa, viên dưới hàm trơn láng, xương nắp mang có hai gai to. Lược mang ngắn và số lượng không nhiều. Vây lược bé và có một số ẩn dưới da. Vây lưng có 11 gai cứng và 14-18 tia vi mềm. Vây hậu môn có 3 gai cứng và 7-9 tia vi mềm. Vi đuôi mềm hoặc bằng phẳng, đôi khi lõm vào trong. Vây bụng có 1 gai cứng và 5 tia vi mềm.

Cá mú chấm hoa nâu (*Epinephelus coioides*) lúc nhỏ bình thường có 5-6 sọc đen dọc vây lưng. Trên lưng có nhiều đốm đen nhỏ. Cá lớn có các sọc lớn ra, phân bố khắp thân làm mình cá có màu đen. Mồm nhọn, miệng rộng, sắc nhọn, có răng hàm dưới từ 3 hàm trở lên.

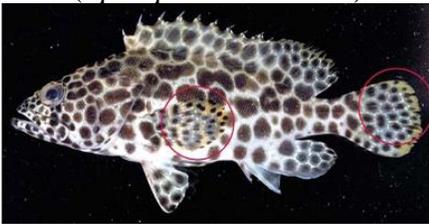
Cá mú chấm đỏ (*Epinephelus akaara*) có dạng hình thoi, dẹt bên, chiều dài bằng 2,7-3,2 lần chiều cao. Mồm nhọn, miệng rộng, sắc nhọn. Vây đuôi lõm, màu hồng xám, có nhiều chấm nhỏ. Chiều dài thông thường 30 cm và tối đa là 60 cm.



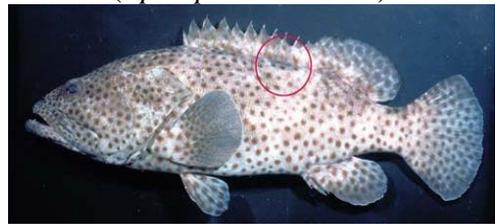
Cá mú chấm hoa nâu
(*Epinephelus coioides*)



Cá mú chấm đỏ
(*Epinephelus akaara*)



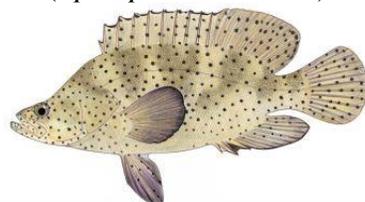
Cá mú chấm tổ ong
(*Epinephelus merra*)



Cá mú mỡ
(*Epinephelus tauvina*)



Cá mú Bleekeri
(*Epinephelus bleekeri*)



Cá mú dẹt
(*Cromileptes altivelis*)

Hình 2.2: Một số loài cá mú nuôi phổ biến

(Nguồn: Arreguln et al., 1996)

Cá mú chấm tổ ong (*Epinephelus merra*) toàn thân hình có rất nhiều chấm đen hạt dẻ, có lúc hình thành 6 cạnh được giới hạn bằng những đường vàng nhạt như tổ ong. Đôi khi cũng có một số chấm

trắng. Trên gốc vây lưng và sóng cuống đuôi, các đốm này thường có màu hơi đỏ.

Cá mú mỡ (*Epinephelus tauvina*) có thân hình thuôn dài, mình hơi dẹt. Miệng rộng, răng nhọn sắc và chắc. Lược mang sắc, dạ dày lớn, ruột ngắn. Đầu và thân cá có màu xanh nhạt hay màu nâu với các chấm tròn có màu đỏ, gạch hay nâu tối thay đổi theo môi trường sống. Các chấm này có rìa nhạt, trung tâm màu đậm hơn. Có một vết đen trên lưng, dưới gốc gai 4 đến gai cuối của vây lưng.

Cá mú Bleekeri (*Epinephelus bleekeri*) có thân hình thon dài, dẹt bên. Chiều dài bằng 3-3,5 lần chiều cao. Thân có màu nâu sáng, phần bụng nhạt hơn phần lưng. Phía dưới vây đuôi và rìa vây hậu môn có màu rất đặc trưng, nâu hay nâu đậm.

Cá mú dẹt (*Cromileptes altivelis*) có hình thoi, dẹt bên. Mồm nhọn, đỉnh trán lõm xuống. Vây đuôi lõm và tròn. Toàn thân màu nâu xám với nhiều chấm đen nâu.

2.2.2 Đặc điểm phân bố và môi trường sống của cá mú

Cá mú phân bố rộng rãi ở các rạn san hô và đóng vai trò quan trọng trong nghề nuôi thủy sản ở khu vực châu Á-Thái Bình Dương.

Cá mú chấm hoa nâu (*Epinephelus coioides*) trong tự nhiên có thể bắt gặp cá trong rạn san hô ở độ sâu 60 m, cá nhỏ có thể sống nơi cạn hơn. Cá phân bố từ Tây Ấn Độ Dương đến Biển Đỏ, và từ Đông đến Tây Thái Bình Dương. Loài cá này có thể sống ở vùng san hô, nước tương đối đục, đến cả những vùng nước lợ, đáy bùn, bụi. Môi trường sống tự nhiên của chúng là rừng sú vẹt nhiệt đới hoặc cận nhiệt đới, vùng biển mở, vùng biển nông, đáy nước cạn triều, vùng nước cửa sông, bãi giữa triều, và phá nước mặn ven biển. Ở Việt Nam, cá phân bố nhiều ở Bình Thuận, Khánh Hòa, Qui Nhơn.

Cá mú chấm đỏ (*Epinephelus akaara*) sống chủ yếu ở các rạn san hô, có độ sâu 20-50 m và phân bố ở vùng biển Ấn Độ, Indonesia, Nhật bản, Trung Quốc. Ở Việt Nam, cá phân bố từ Bắc vào Nam.

Cá mú chấm tổ ong (*Epinephelus merra*) thường sống ở các vùng nước ven bờ, cửa sông, quanh các đảo, các rạn đá san hô nơi có độ sâu 1-300 m, thường khoảng 50-80 m, độ mặn 15-32‰, nhiệt độ 20-30°C. Ở Việt Nam, cá phân bố ở vùng cửa sông và xuất hiện nhiều ở khu vực miền Trung vào tháng 2-7.

Cá mú mỡ (*Epinephelus tauvina*) hay còn gọi là cá mú ruồi. Cá phân bố ở vùng Ấn Độ-Thái Bình Dương từ biển Đỏ đến Nam Phi về phía đông tới các đảo giữa Thái Bình Dương, từ Nhật Bản đến New South Wales (Australia) và đảo Lord Howe. Ở Việt Nam, cá phân bố dọc theo bờ biển từ Bắc vào Nam. Cá thường sống ở các vùng nước ven bờ, cửa sông, quanh các đảo, các rạn đá san hô.

Cá mú Bleekeri (*Epinephelus bleekeri*) phân bố vùng Ấn Độ-thái Bình Dương. Ở nước ta, cá phân bố từ vịnh Bắc Bộ đến Khánh Hòa.

Cá mú dẹt (*Cromileptes altivelis*), sống nơi có độ sâu 2-40 m, ven các rạn san hô hay còn gọi là cá mú chuột. Cá phân bố ở khu vực Tây Thái Bình Dương và Đông Ấn Độ Dương. Ở nước ta, cá phân bố chủ yếu từ Bắc vào Nam, ở các hòn đảo và nơi có các rạn san hô.

2.2.3 Đặc điểm sinh trưởng của cá mú

Cá mú là loài có tốc độ tăng trưởng nhanh, khỏe thích hợp cho nuôi thâm canh. Ở Đông Nam Á và Việt Nam, cá mú được nuôi phổ biến ở trong lồng bè và ao đất. Kích thước của các loài cá mú đa dạng, có loài chỉ dài 20 cm và khối lượng 100 g, cũng có loài có thể đạt đến 1,5 m và khối lượng trên 300 kg.

Cá mú chấm hoa nâu (*Epinephelus coioides*) là loài cá rất rộng muối và rộng nhiệt, có tốc độ lớn nhanh, với kích cỡ 30-50 g, tốc độ tăng trưởng của cá sau 1 năm nuôi có thể đạt 0,8-1 kg/con. Cỡ khai thác trung bình 40-70 cm và tối đa 120 cm.

Cá mú chấm tổ ong (*Epinephelus merra*) là loài có kích cỡ trung bình. Kích cỡ khai thác thông thường từ 20-30 cm, cá lớn nhất có thể đạt đến 50 cm.

Cá mú mỡ (*Epinephelus tauvina*) có chiều dài thông thường 50 cm, lớn nhất là 75 cm, khối lượng 12 kg. Tốc độ tăng trưởng của cá sau 1 năm nuôi có thể đạt 1-1,2 kg/con.

Cá mú Bleekeri (*Epinephelus bleekeri*) có kích cỡ lớn nhất là 76 cm, thông thường bắt gặp ở kích cỡ 30-50 cm.

Cá mú đẹt (*Cromileptes altivelis*) có chiều dài thân gấp 2,6-3 lần chiều cao. Chiều dài thông thường 40-50 cm và lớn nhất 70 cm.

2.2.4 Đặc điểm dinh dưỡng của cá mú

Một đặc điểm điển hình của nhóm cá mú là loài cá rất dữ, có tính ăn thịt và bắt mồi theo phương thức rình mồi. Trong giai đoạn ấu trùng chủ yếu ăn động vật phù du cỡ nhỏ như ấu trùng hàu, ấu trùng cầu gai, luân trùng, copepoda. Khi lớn chúng ăn động vật giáp xác, cá, nhuyễn thể bơi lội. Mồi của chúng thường là những động vật sống đáy như tôm, cua, cá, mực. Cá bắt mồi suốt ngày, mạnh nhất vào lúc chạng vạng tối và rạng đông. Cá có tính hoạt động về đêm, ban ngày ít hoạt động mà ẩn nấp trong các hang đá, rạn san hô, thỉnh thoảng mới đi tìm mồi. Tuy nhiên, khi được thuần dưỡng trong điều kiện nuôi, cá có thể ăn được cả vào ban ngày.

2.2.5 Đặc điểm sinh sản của cá mú

Các loài cá mú có sự chuyển đổi giới tính. Khi còn nhỏ chúng là cá cái, nhưng khi đạt đến kích cỡ và tuổi nhất định thì chuyển thành cá đực. Cá mú có chiều dài nhỏ hơn 45-50 cm thường là những cá cái, trong khi chiều dài trên 74 cm và khối lượng trên 11 kg trở thành cá đực. Hiện tượng lưỡng tính thường tìm thấy ở cá kích cỡ 66-72 cm (Arreguln *et al.*, 1996).

Cá mú có thể đẻ quanh năm, nhưng tập trung vào những tháng lạnh, nhiệt độ thấp, vì thế tùy từng vùng khác nhau mùa vụ xuất hiện cá giống cũng khác nhau. Sức sinh sản của cá khá cao, mỗi con cái có thể đẻ từ vài trăm ngàn đến vài triệu trứng.

Cá mú chấm hoa nâu (*Epinephelus coioides*) sinh sản chủ yếu từ tháng 3 đến tháng 6. Cá cái thành thục có chiều dài 25-30 cm sau 2-3

năm tuổi. Cá chuyển đổi giới tính con đực khi đạt 55-75 cm. Sức sinh sản đạt 0,8-3 triệu trứng, trứng cá nổi. Tỷ lệ sống khi ương ấu trùng có thể đạt 30% ở độ mặn 30‰.

Cá mú chấm đỏ (*Epinephelus akaara*) có sự chuyển giới tính từ năm thứ 4, với kích cỡ 28-34 cm và khối lượng 0,5-1 kg.

Cá mú chấm tổ ong (*Epinephelus merra*) lớn nhanh trong 3 năm đầu. Cá bắt đầu chuyển đổi giới tính khi đạt chiều dài 65-75 cm.

2.3 Đặc điểm sinh học cá bớp

2.3.1 Đặc điểm phân loại và hình thái của cá bớp

Cá bớp hay còn gọi là cá giò, có tên khoa học là *Rachycentron canadum*, là đại diện duy nhất thuộc họ Rachycentridae, tiếng Anh là Cobia. Có vị trí phân loại như sau:

Lớp: Actinopterygii

Bộ: Carangiformes

Họ: Rachycentridae

Giống: *Rachycentron*

Loài: *Rachycentron canadum* Linnaeus, 1766



Hình 2.3: Cá bớp *Rachycentron canadum*

(Nguồn: Lê Quốc Việt)

Cá có thân hình thon dài, chiều dài bằng 5,5-7,5 lần chiều cao. Đầu xẹp, mõm nhọn và có hàm dưới dài hơn hàm trên. Lưng và hai bên lưng có màu nâu sẫm, có 2 sọc hẹp màu trắng bạc hai bên thân, phía bụng màu sáng bạc. Đường màu đen thể hiện rất rõ ở giai đoạn cá

giống, nhưng có xu hướng mờ ở cá trưởng thành. Cá bớp có 7-9 gai lưng và 28-33 tia vi, vây hậu môn có từ 1-3 gai cứng và 23-27 tia vi, có khoảng 11-14 đốt sống, lược mang cá ngắn. Vây cá nhỏ, sát vào da và phủ kín. Vây lưng phía trước có các gai ngắn riêng rẽ. Cá bớp không có bóng hơi (Shaffer and Nakamura, 1989).

2.3.2 Đặc điểm phân bố và môi trường sống của cá bớp

Cá bớp phân bố rộng ở vùng biển nhiệt đới và cận nhiệt đới Ấn Độ-Tây Thái Bình Dương và phân bố theo mùa trong vùng nước ôn đới. Ở Việt Nam, cá bớp phân bố ở Vịnh Bắc Bộ, Trung Bộ và Nam Bộ. Cá bớp sống ở vùng nước mặn hoặc nước lợ ven biển, ở các rạn san hô cho đến vùng biển khơi thuộc khí hậu nhiệt đới hoặc cận nhiệt đới. Cá sống ở nhiều nơi khác nhau như nơi đáy bùn, cát sỏi, san hô hay vùng rừng ngập mặn. Cá sống đơn lẻ hay từng đàn nhỏ. Cá chịu được độ mặn 22-45‰ và nhiệt độ thích hợp 20-32°C (Shaffer and Nakamura, 1989).

2.3.3 Đặc điểm sinh trưởng của cá bớp

Cá có tốc độ tăng trưởng nhanh, thích nghi cao, khả năng kháng bệnh tốt, thích nghi tốt trong nuôi trên bể, lồng lưới và khả năng sử dụng tốt thức ăn công nghiệp. Trong quần đàn cá cái thường lớn nhanh hơn cá đực, có thể đạt 4-6 kg sau một năm nuôi. Cá bớp có thể đạt chiều dài đến 2 m và khối lượng 61 kg. Cá có thể sống 15 năm trong tự nhiên.

Cá bớp bột sau 21 ngày ương có chiều dài từ 18,85-27,48 mm và có thể đạt 4 đến 5 cm sau 30 ngày ương (Holt *et al.*, 2007). Cá bớp thả nuôi trong bể với mật độ 2-3 kg/m³ ở nhiệt độ 20-32°C đạt được khối lượng 2 kg sau 12 tháng nuôi và 3-6 kg sau 24 tháng nuôi (Benetti *et al.*, 2008).

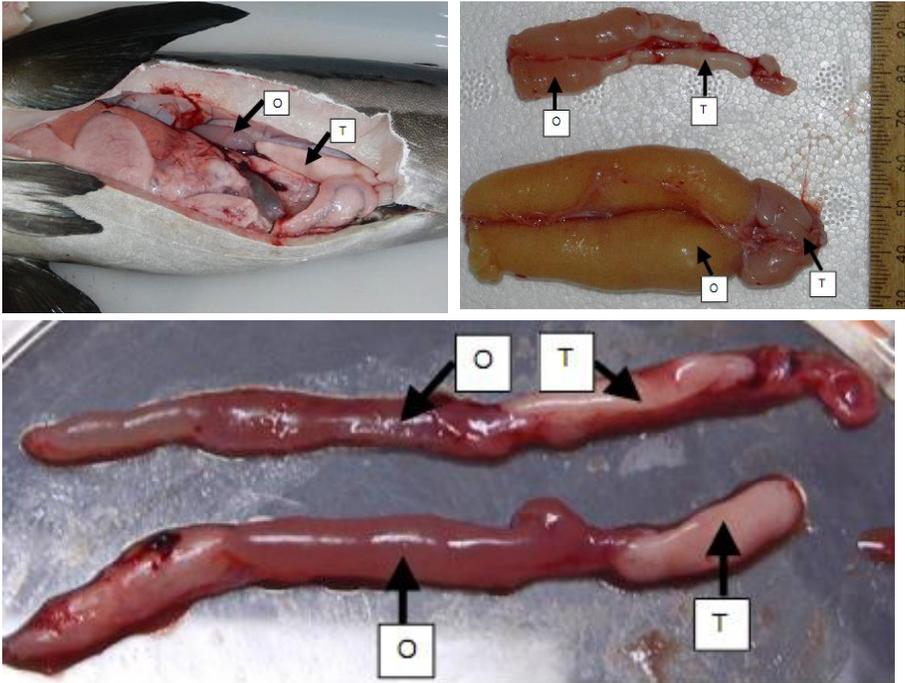
2.3.4 Đặc điểm dinh dưỡng của cá bớp

Cá bớp là một loài cá dữ, chủ động bắt mồi, vồ mồi và nuốt chửng, là loài cá ăn thịt, thức ăn là cá tạp, giáp xác; thức ăn ưa thích của chúng là các loài cá, tôm và cua nhỏ.

Cá bớp sống đơn lẻ hay từng đàn nhỏ. Thức ăn chủ yếu của cá bớp là cá (90%), giáp xác (7%) và thân mềm (3%) (Ganga *et al.*, 2012). Cá bớp là loài ăn động vật, tuy nhiên sử dụng thức ăn công nghiệp trong ương nuôi cá giống đạt kết quả tốt hơn so với thức ăn cá tạp (Nguyễn Anh Tuấn và *ctv.*, 2014a).

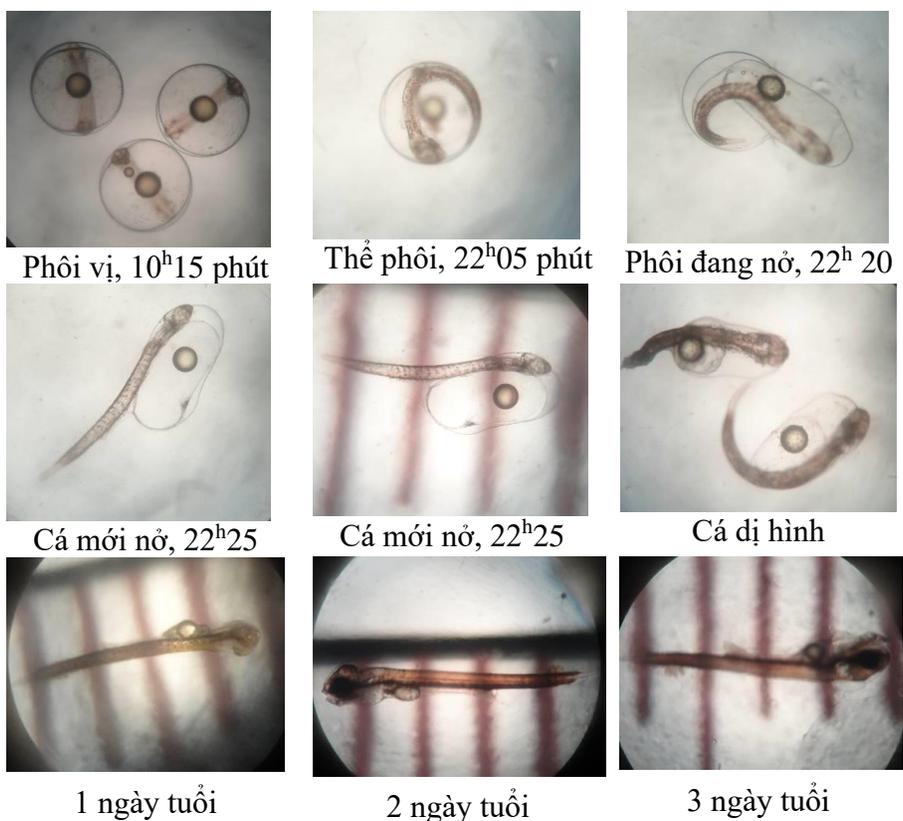
2.3.5 Đặc điểm sinh sản của cá bớp

Kích cỡ và tuổi thành thực sinh dục của cá bớp rất khác nhau tùy theo vùng. Cá bớp thành thực sau 2-3 tuổi, với kích cỡ con đực dài 60-65 cm và con cái dài 80 cm, khối lượng 6-10 kg, cá cái thường thành thực muộn hơn cá đực. Con đực thường thành thực từ 1 đến 2 năm tuổi và con cái thành thực từ 2 đến 3 năm. Cá bớp thành thực hoàn toàn sau 4 năm. Cá cái có thể đẻ nhiều lần trong năm. Cá bớp có cá đực và cá cái phân biệt rõ ràng, tuy nhiên vẫn có những trường hợp cá lưỡng tính, trong tuyến sinh dục có cả trứng và tinh (Dutney *et al.*, 2017).



Hình 2.4: Tuyến sinh dục của cá bớp (O-Trứng; T-tinh) (Dutney *et al.*, 2017).

Khi thành thực, cá bớp sống theo từng nhóm nhỏ. Cá sinh sản quanh năm, nhưng sinh sản tập trung vào khoảng tháng 9 đến tháng 3 năm sau và mỗi cá cái có thể tham gia sinh sản nhiều lần trong năm (Vander *et al.*, 2010). Vào mùa sinh sản cá tụ tập thành đàn, màu sắc nổi 2 sọc sáng dọc thân rõ hơn, nơi sinh sản là các vùng cửa sông, vũng, vịnh ven biển hoặc ngoài khơi. Cá thường đẻ vào lúc hoàng hôn và có thể đẻ 15-20 lần trong mỗi mùa sinh sản. Sức sinh sản cá cái từ vài trăm nghìn đến hàng triệu trứng mỗi con, trứng cá bớp thuộc dạng trôi nổi; ở độ mặn 30-32‰ và nhiệt độ 28 – 30°C trứng cá bớp nở sau 22 giờ thụ tinh và cá bột mới nở có kích cỡ từ 2,2-2,7 mm (Ganga *et al.*, 2012; Nguyễn Anh Tuấn và *ctv.*, 2014b).



Hình 2.5: Sự phát triển phôi của cá bớp

(Nguồn: Lê Quốc Việt)

2.4 Đặc điểm sinh học cá chình

2.4.1. Đặc điểm phân loại và hình thái của cá chình

Cá chình hoa còn được gọi là chình Bông, chình Cẩm Thạch, tên tiếng Anh: Giant mottled eel và có vị trí phân loại như sau:

Lớp : Osteichthyes

Bộ : Anguilliformes

Họ : Anguillidae

Giống : *Anguilla*

Loài: *Anguilla marmorata* (Quoy & Gaimard, 1824)

Ở nước ta có 5 loài cá chình thuộc họ Anguillidae gồm cá chình Nhật bản (*Anguilla japonica*), cá chình hoa (*Anguilla marmorata*), cá chình mun (*Anguilla bicolor pacifica*), cá chình phi (*Anguilla nebulosa*) và cá chình xêlêbet (*Anguilla celebensis*). Tuy nhiên, hai loài có sản lượng lớn và giá trị kinh tế cao và được nuôi chủ yếu là cá chình hoa và cá chình mun. Đối với cá chình hoa, đây là loài có kích cỡ rất lớn, tối đa có thể đạt 2 m (Nguyễn Hữu Phụng, 1995).



Hình 2.6: Cá chình hoa (*Anguilla marmorata*)

(Nguồn: https://phuthinh.en.ec21.com/Marbled_Eel_Anguilla_Marmorata--7274294.html)

Cá chình có thân hình trụ hơi tròn, dạng rắn, có phủ vảy rất nhỏ vùi dưới da. Miệng to, khe miệng kéo dài đến ngang rìa sau mắt. Khe

mang thẳng góc với trục thân. Có đường bên. Các vây lưng, vây hậu môn và vây đuôi dính liền nhau. Cá có màu xám tro ở mặt lưng có vân chấm hoa, vàng nhạt ở mặt bụng, vây lưng màu sẫm. Rìa vây lưng, vây hậu môn cùng với vây đuôi có màu.

2.4.2 Đặc điểm phân bố và môi trường sống của cá chình

Trên thế giới, cá chình giống *Anguilla* có khoảng 20 loài, phân bố khá rộng, trừ Nam, Bắc cực ra, các châu lục khác đều có. Khu vực Trung Tây Thái Bình Dương có 11 loài thuộc giống *Anguilla*. Các loài cá chình thuộc giống *Anguilla* ở nước ta phân bố chủ yếu ở vùng ven biển, cửa sông, các đầm, hồ, sông suối nước ngọt từ Hà Tĩnh đến Bình Thuận, Bà Rịa-Vũng Tàu, Tây Nguyên và đảo Phú Quốc. Tuy nhiên, vùng có số lượng nhiều là các tỉnh Thừa Thiên Huế đến Phú Yên gồm các loài cá chình hoa, cá chình mun và cá chình nhon.

Cá chình là loài cá có tính thích ứng rộng với độ mặn, cá có thể sống được ở nước mặn, nước lợ và nước ngọt nhờ có khả năng điều hòa áp suất thẩm thấu của cơ thể. Cá thích bóng tối, sợ ánh sáng nên ban ngày chui rúc trong hang, dưới đáy ao, nơi có ánh sáng yếu, ban đêm bơi ra kiếm mồi (Matsui, 1980). Nhiệt độ thích hợp từ 28 – 30°C, pH từ 7-9 và hàm lượng oxy hòa tan thích hợp là > 5 mg/L (Atsushi, 1991).

2.4.3 Đặc điểm sinh trưởng của cá chình

Giai đoạn trưởng thành cá chình sống chủ yếu trong nước ngọt, khi thành thục di cư ra biển sâu đẻ trứng. Giai đoạn ấu trùng và tiền ấu trùng chúng sống trong nước mặn và nước lợ. Đến giai đoạn cá chình con, chúng di cư dần vào các thủy vực nước ngọt. Suốt giai đoạn trưởng thành chúng sống trong nước ngọt (Atsushi, 1991).

Cá chình sinh trưởng tốt trong môi trường nước ấm, cá chình phân cỡ rất nhanh do lớn không đều do đó có hiện tượng ăn lẫn nhau khi nuôi với mật độ cao hoặc cho ăn không đủ (FAO, 2002). Ở kích cỡ 40 g con đực tăng trưởng về khối lượng nhanh hơn con cái (Holmgren and Mosegaard, 1996). Khi còn nhỏ tốc độ sinh trưởng của

cá chình trong đàn tương đương nhau, nhưng khi đạt chiều dài hơn 40 cm con cái lớn hơn con đực gấp 4 lần.

2.4.4 Đặc điểm dinh dưỡng của cá chình

Cá chình là loài cá dữ ăn động vật. Cá sống trong sông, suối, ao, hồ ăn cá, côn trùng, giáp xác là chính. Cá chình sống trong vùng nhiệt đới và biển thành phần thức ăn chủ yếu là giun đốt và cua. Ở giai đoạn con nhỏ thức ăn chủ yếu là động vật phù du như *Neomysis*; *Alona*, *Moina*... Ở giai đoạn trưởng thành thức ăn là cá, tôm và các động vật đáy. Cá có tập tính ăn thịt lẫn nhau, rình bắt những con có kích thước nhỏ hơn.

2.4.5 Đặc điểm sinh sản của cá chình

Cá lớn chủ yếu sống ở vùng nước ngọt và đạt giai đoạn thành thục 3-4 năm tuổi đối với cá đực, 4-6 tuổi đối với cá cái. Sau đó chúng rời sông hồ nước ngọt để ra biển sâu sinh sản. Tuyến sinh dục của cá chình bố mẹ chỉ phát triển chín mùi dần dần trong suốt quá trình di cư trở lại biển (Knights, 1998). Cá đẻ và trứng nở ra đều ở vùng biển có độ sâu 400-500 m nước, nhiệt độ nước khoảng 16-17°C, độ mặn 35‰. Cá chình chỉ đẻ 1 lần trong năm, cá mẹ chết sau khi đẻ xong (Atsushi, 1991). Mùa vụ đẻ trứng của cá chình bắt đầu mùa xuân và kết thúc vào giữa mùa hè. Một năm cá cái có thể đẻ 7-13 triệu trứng (Matsui, 1980).

2.5 Đặc điểm sinh học cá chim vây vàng

2.5.1 Đặc điểm phân loại hình thái của cá chim vây vàng

Cá chim vây vàng còn gọi là cá nục mũi hếch, có tên tiếng Anh là Snubnose pompano và thuộc vị trí phân loại như sau:

Họ: Carrangidae
Bộ: Perciformes
Lớp: Actinopterygii
Giống: *Trachinotus*
Loài: *Trachinotus blochii* (Lacepede, 1801)

Cá có thân hình dẹp, màu ánh bạc và vây vàng. Vây lưng thứ 2 và vây hậu môn có vây, phía trước đường bên hình cung cong tròn tương đối lớn, trên đường bên vây không có gờ, vây lưng thứ 1 hướng về phía trước, gai bằng và có 5-6 gai ngắn.

Vây ngực ngắn hơn chiều dài của đầu, vây đuôi hình trăng lưỡi liềm. Ruột ngắn và gấp khúc 3 lần (chiều dài ruột/chiều dài của cá là 0,8).



Hình 2.7: Cá chim vây vàng (Ngô Văn Mạnh, 2015)

2.5.2 Đặc điểm phân bố và môi trường sống của cá chim vây vàng

Cá chim vây vàng phân bố rộng ở vùng biển Ấn Độ Dương, từ biển đỏ, Nam phi đến miền Nam Australia, vùng biển nhiệt đới và Á nhiệt đới. Cá phân bố tự nhiên ở 69 nước trên thế giới, ở Việt Nam cá phân bố tập ở hầu hết ở các tỉnh ven biển, nhưng tập chung chủ yếu ở những nơi có độ mặn cao như quanh các đảo và có các rạn san hô.

Cá chim vây vàng là loài cá sống nổi ở tầng giữa và tầng trên, sống chủ yếu ở vùng nước ấm. Cá giống sống thành đàn quanh các vịnh và cửa sông có đáy cát hoặc cát bùn, khi trưởng thành cá di cư ra ngoài khơi xa bờ quanh các rạn san hô, đá ngầm hay các khu vực rừng ngập mặn, các vùng biển có độ mặn thấp. Đây là loài cá rộng muối, có

thể sống ở độ mặn 3-33‰, nhiệt độ thích hợp từ 18-30°C, oxy hòa tan trên 2,5 mg/L (Juniyanto *et al.*, 2008; Ngô Văn Mạnh, 2015).

2.5.3 Đặc điểm sinh trưởng của cá chim vây vàng

Cá chim vây vàng có thể đạt kích cỡ cỡ 45-60 cm. Cá sinh trưởng nhanh, trong điều kiện nuôi bình thường sau 6-8 tháng cá có thể đạt kích thước thương phẩm cỡ 0,6-0,7 kg/con. Từ năm thứ hai trở đi mỗi năm khối lượng cá tăng là 1 kg.

Cá sinh trưởng chậm ở giai đoạn đầu và tăng trưởng nhanh sau khi đạt cỡ 50 g trở lên. Cá con 1 ngày tuổi có chiều dài 2,4 mm, sau 35 ngày nuôi đạt cỡ 34 mm. Cỡ cá 4,9-6,7 g nuôi bằng thức ăn công nghiệp sau 1 tháng đạt 14,4-16,5 g. Trong nuôi thương phẩm lồng biển với cỡ giống 19-26 g bằng thức ăn công nghiệp sau 5 tháng nuôi đạt 608-610 g (Lan *et al.*, 2007)

2.5.4 Đặc điểm sinh dinh dưỡng của cá chim vây vàng

Cá chim vây vàng ăn tạp thiên về động vật, cường độ bắt mồi mạnh. Ngoài tự nhiên, giai đoạn cá bột thức ăn là các loài sinh vật phù du và các động vật đáy, chủ yếu là luân trùng, copepoda. Cá con ăn các loài tôm, cá nhỏ, các loại đa mao, các loài hai mảnh vỏ nhỏ và các mảnh vụn hữu cơ. Cá trưởng thành thức ăn chính là các loài tôm, cá nhỏ. Trong điều kiện nuôi, thức ăn cá con là tảo, luân trùng, ấu trùng *Artemia*, sau giai đoạn này thức ăn là cá tạp xay nhỏ, tôm tép xay nhỏ hay tập ăn thức ăn tổng hợp, giai đoạn nuôi thương phẩm cá sử dụng tốt thức ăn công nghiệp hoặc cá tạp (Juniyanto *et al.*, 2008; Ngô Văn Mạnh, 2015).

2.5.5 Đặc điểm sinh sản của cá chim vây vàng

Mùa vụ sinh sản ngoài tự nhiên của cá chim vây vàng khác nhau tùy theo từng vùng địa lý. Quá trình sinh sản của cá không tuân theo quy luật chu kỳ trăng hàng tháng như nhiều loài cá biển khác. Cá chim vây vàng ngoài tự nhiên thành thực tương đối chậm (7-8 tuổi). Tuy nhiên, trong điều kiện nuôi vỗ cá có thể thành thực sớm hơn, sau 2 – 3 năm nuôi cá có thể thành thực với khối lượng đạt 1,5-2,5 kg. Sức sinh

sản của cá chim vây vàng dao động từ 38.000-122.000 trứng/kg cá cái. Cá chim vây vàng là loài đẻ trứng nổi, trứng sau khi đẻ trứng sẽ nổi trong môi trường nước nhờ giọt dầu, đường kính trứng sau khi trương nước từ 0,95-1,05 mm (Juniyanto *et al.*, 2008).

2.6 Đặc điểm sinh học cá đối

2.6.1 Đặc điểm phân loại và hình thái của cá đối

Theo hệ thống phân loại ITIS, cá đối đất (*Liza subviridis*) có vị trí phân loại như sau:

Ngành: Chordata

Lớp: Actinopterygii

Bộ: Mugiliformes

Họ: Mugilidae

Giống: *Liza*

Loài: *Liza subviridis* (Valenciennes, 1836)



Hình 2.8: Cá đối đất *Liza subviridis* (Nguồn: Lê Quốc Việt)

Họ cá Mugilidae có tổng cộng 17 giống, 81 loài. Trong đó giống *Liza* chiếm số lượng loài lớn nhất (25 loài, chiếm tỷ lệ 30,9%), kế đến là giống *Mugil* (18 loài, chiếm 22,2%), giống *Valamugil* (9 loài, chiếm 11,1%) và các giống loài còn lại chiếm số lượng không đáng kể. Ở Việt Nam, thành phần loài cá thuộc họ Mugilidae có 2 giống là *Mugil* và *Liza* với 13 loài (Nguyễn Khắc Hùng, 1993).

Cá đối có thân hình trụ dài, phần đầu hơi dẹp bằng, phần đuôi dẹp bên. Đầu tương đối dài. Mồm ngắn và tù. Mắt rất to ở bên đầu, lỗ mũi 2 đôi, ở phía trước viền mắt. Miệng tương đối hẹp, nhìn từ phía trước đầu có dạng hình chữ "V" ngược. Môi trên rất dày, ở giữa có một rãnh khuyết. Môi dưới mỏng, có một gờ dọc nhô lên áp khít vào rãnh khuyết của môi trên. Mút cùng của xương hàm trên hơi lộ ra ngoài và viền có răng cưa nhỏ. Hai hàm không có răng. Khe mang rất rộng. Viền nắp sau mang trơn liền. Màng nắp mang tách rời nhau và không liền với ức. Lược mang phát triển nhỏ và dài dạng hình kim, có mang giả.

Vây tròn, viền sau vây không trơn liền, có hơi gợn sóng. Không có vây đường bên. Ở góc vây bụng có vây nách còn ở góc vây ngực không có. Góc các vây lưng, vây hậu môn và vây đuôi đều có vây bẹ bao phủ.

Vây đường bên có 26-37 cái. Khoảng cách mắt chưa đến hai lần đường kính mắt. Bên thân không có nhiều sọc dọc to màu sẫm và nếu có sọc nhỏ thì không rõ ràng. Vây ngực cách xa khởi điểm vây lưng thứ nhất. Chiều dài vây ngực ngắn hơn chiều dài đầu. Vây hậu môn có 8 tia, vây lưng 2 cái ở cách xa nhau, khởi điểm của vây lưng thứ nhất ở sau điểm cuối của góc vây bụng và khởi điểm của vây lưng thứ 2 ở ngay sau khởi điểm của vây hậu môn. Vây ngực không rộng lắm. Vây bụng ở phía trước bụng. Vây đuôi dạng đuôi chẻ nhưng viền sau lõm vào không sâu. Hậu môn ở phía trước vây hậu môn và cách nó 2 hàng vây.

Vây lưng có 4-5 gai và 8-9 tia mềm. Vây hậu môn có 3 gai và 9 tia mềm. Vây đuôi màu hơi xanh có viền đen. Vây ngực có màu hơi vàng.

Màu sắc: Cá có màu xanh đen ở lưng, nâu xám ở đầu và màu trắng ở bụng. Cá có 3-6 sọc dọc thân.

2.6.2 Đặc điểm phân bố và sinh trưởng của cá đối

Cá đối *Liza subviridis*, cá phân bố chủ yếu vùng nhiệt đới (30° vĩ Bắc-28° vĩ Nam) của vùng Ấn Độ-Thái Bình Dương. Phân bố ở

vịnh Persian đến Srilanka, Bangladesh, Ấn Độ, Mã Lai, Trung Quốc, Úc... Ở Việt Nam, cá đối đất phân bố vùng nước lợ ven biển Đồng bằng sông Cửu Long. Cá đối chủ yếu ở tầng giữa và tầng mặt, rất hoạt bát và hay nhảy, cá sống ở vùng biển khơi hay các thủy vực nước cạn ven biển như đầm phá, rừng ngập mặn và có thể vào sâu trong ruộng nước ngọt. Cá có khả năng chịu được sự thay đổi rộng về độ mặn, oxy và nhiệt độ, là loài rất rộng muối.

Cá đối có kích cỡ trung bình, tốc độ lớn nhanh. Cá thường sống theo đàn, sinh trưởng sau 1 năm cá đối có thể đạt khối lượng từ 300-500 g.

2.6.3 Đặc điểm dinh dưỡng của cá đối

Cá đối là loài ăn tạp thiên về thực vật, tính ăn của cá đối còn phụ thuộc vào giai đoạn phát triển, ở giai đoạn (<12 mm) cá giống chỉ ăn động vật phù du, cá chuyển sang ăn đáy khi đạt chiều dài 16-20 mm, thức ăn bao gồm động vật phù du, tảo khuê, chất vẩn và vật chất lơ lửng. Sự chuyển đổi tính ăn hoàn toàn diễn ra khi cá đạt đến chiều dài 24 mm, thức ăn bao gồm tảo khuê, tảo sợi, chất vẩn và vật chất lơ lửng (Nguyễn Hương Thùy và *ctv.*, 2006). Cá đối thường bắt mồi vào ban ngày, ở tầng mặt và ấu trùng của chúng cũng bắt mồi chủ động ở tầng mặt và thức ăn là phiêu sinh động thực vật.

Trong 3 ngày đầu ấu trùng cá đối dinh dưỡng bằng noãn hoàng, sau khi hết noãn hoàng cá có thể sử dụng phiêu sinh động vật có kích cỡ nhỏ hơn 70 μm (Liao, 1975). Đến ngày thứ 5 thì ấu trùng cá có thể sử dụng được phiêu sinh động vật có kích cỡ nhỏ hơn 150 μm , ngày thứ 15 thì sử dụng được ấu trùng *Artemia* và đến ngày thứ 42 kiểm tra thấy tảo đáy trong dạ dày của cá (Kuo *et al.*, 1973).

2.6.4 Đặc điểm sinh sản của cá đối

Cá đối ngoài tự nhiên thành thực từ 2-3 năm tuổi, có thể phân biệt cá đực và cá cái dựa vào lỗ sinh dục của chúng. Ở cá đực, lỗ sinh dục và lỗ hậu môn chung và nằm phía trước lỗ niệu, kích cỡ thành thực trung bình dài 12,5 cm và khối lượng 16,9 g, cá cái có lỗ sinh dục

nằm giữa lỗ hậu môn và lỗ niệu, kích cỡ thành thực trung bình dài 14,5 cm và khối lượng 19,32 g.

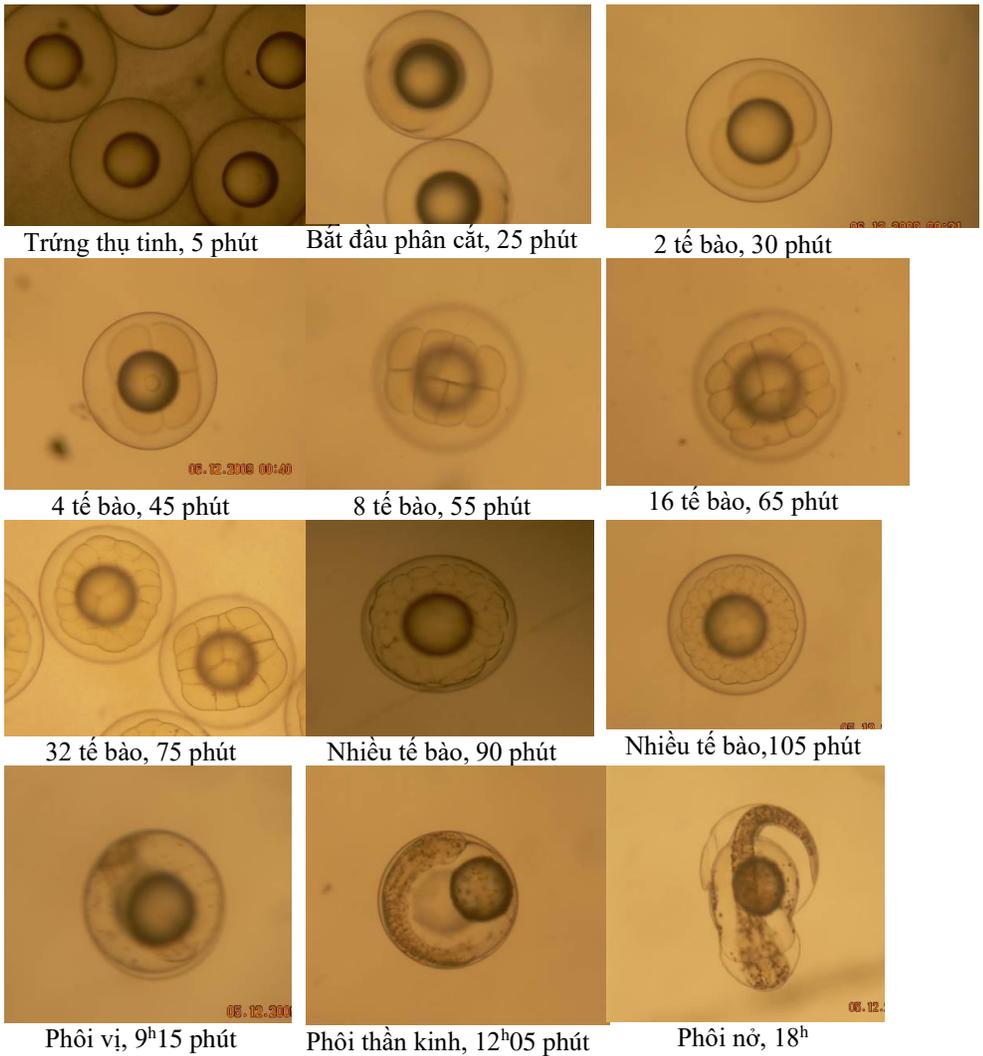
Ở nước ta, mùa vụ cá sinh sản bắt đầu từ tháng 9-12 và kéo dài đến tháng 1-3. Đến mùa sinh sản, cá bố mẹ thành thực và tập trung thành từng đàn, mỗi đàn gồm nhiều nhóm nhỏ với một con cái lớn và nhiều con đực nhỏ hơn nhưng hoạt động năng động hơn. Trước khi đẻ, cá đực bơi song song với cá cái và chạm nhẹ vào lỗ sinh dục, lượng trứng nhỏ được phóng thích ra làm cá đực phóng tinh, sau đó cá cái đẻ trứng với lượng lớn, cá đẻ vào ban đêm với điều kiện sinh sản ngoài tự nhiên ở độ mặn 32-35‰ (Lê Quốc Việt và *ctv.*, 2010).

Cá đối đất có sức sinh sản tuyệt đối trung bình là 210.069 trứng/cá cái (dao động từ 91.507-402.019 trứng/cá cái) và sức sinh sản tương đối trung bình là 1.727.409 trứng/kg cá cái (dao động từ 992.217-2.714.795 trứng/kg cá cái) (Phạm Trần Nguyên Thảo và *ctv.*, 2006).

Bảng 2.4: Sự phát phát triển của ấu trùng cá đối (Liao, 1975)

Ngày sau khi nở	Chiều dài (mm)	Đặc điểm của ấu trùng cá đối
1	2,85-3,52	Ấu trùng mới nở, có noãn hoàn và giọt dầu lớn, ấu trùng hoạt động yếu, phần sau bụng hướng lên, phần đầu hướng xuống, thỉnh thoảng nhảy giật lên xuống, có sắc tố thân, chưa có sắc tố mắt, miệng và ống tiêu hóa chưa phát triển.
2	2,64-3,28	Có sắc tố ở mắt và thân, chiều dài ấu trùng ngắn hơn lúc đầu, miệng phát triển, màng vây ngực xuất hiện, có lỗ mũi.
3-4	3,11-3,53	Miệng mở hàm trên, dưới phát triển, có thể bắt mồi, noãn hoàn chỉ bằng 1/4 cỡ ban đầu, giọt dầu cũng giảm bớt, đây là giai đoạn nguy kịch của ấu trùng và gây chết, khe mang xuất hiện, dễ bị kích thích và có tính hướng quang.

Ngày sau khi nở	Chiều dài (mm)	Đặc điểm của ấu trùng cá đối
5-7	3,06-3,4	Ống tiêu hoá phát triển tốt, nhảy lên xuống cả ngày lẫn đêm, hình thành dạ dày, ruột, mật, bóng hơi, gan, túi dầu nhỏ dần.
8	3,35-3,8	Tiêu hết noãn hoàn, hình thành tám mang bắt đầu tăng trưởng nhanh.
10-13	3,45-5,1	Tám mang phát triển, cơ thể có màu đen tối, hướng quang mạnh, đây là giai đoạn nguy kịch thứ 2.
14-15	3,85-5,7	Bắt đầu bơi lội thành đàn, hình thành xương cuối đuôi, vi hậu môn có 7-9 tia, có vây lưng thứ 2, tia mang hình thành trên tám mang.
16-19	5,4-6,6	Vây đuôi có 17 tia mềm, có những tấm màu đen rải rác trên thân.
20-21	6-7,65	Hướng quang suốt ngày, tối nổi lên, 1 số con xuất hiện màu nâu hay xanh bạc
25-28	8,8-15	Tất cả vây và vây phát triển tốt, có màu sáng bạc, xuất hiện răng, có 2 lỗ mũi riêng
29-32	16,6-20,7	Rất nhạy cảm, tập trung thành đàn nhỏ, ban ngày ở tầng giữa hay đáy, ban đêm nổi lên mặt nước, nhưng dễ bị sốc do tiếng động.
34-35	22,2-26,2	Ban ngày bơi thành từng đàn lớn, ở quanh thành bể ương, tầng giữa và đáy, đêm nổi lên mặt riêng lẻ, có màu xanh cỏ, đôi khi có màu trắng bạc ở lưng, có thể xuất hiện bệnh ở mắt
37-40	23,1-29,3	Có thể thay đổi về tính ăn, ăn buổi chiều, nhạy cảm với ánh sáng và không có tính hướng quang.
45	27,5-32,8	Chịu đựng tốt với môi trường



Hình 2.9: Sự phát triển phôi của cá đối đất

(Nguồn: Lê Quốc Việt và ctv., 2010)

2.7 Đặc điểm sinh học cá nâu

2.7.1 Đặc điểm phân loại và hình thái của cá nâu

Cá nâu (*Scatophagus argus*) có tên tiếng Anh là spotted scat và có vị trí phân loại như sau:

Lớp: Osteichthyes
 Bộ: Perciformes

Họ: Scatophagidae

Giống: *Scatophagus* (Cuvier và Valenoiennes, 1831)

Loài: *Scatophagus argus* Linnaeus, 1766



Hình 2.10: Hình thái bên ngoài của cá nâu (*Scatophagus argus*)

(Nguồn: Lý Văn Khánh)

Cá nâu có 2 giống là *Scatophagus* và *Selenotoca* (Barry and Fast, 1992). Tuy nhiên, Ở Việt Nam chỉ xuất hiện một giống và một loài cá nâu duy nhất là *Scatophagus argus* Linnaeus, 1766 (Trương Thủ Khoa và Trần Thị Thu Hương, 1993).

Cá nâu có thân cá dẹp bên, cao thân, lưng hình vòm, nhìn ngang gần như tròn. Cá có đầu nhỏ, ngắn, mõm tù, miệng nhỏ, rạch miệng nằm ngang và ngắn, trên hàm có răng mịn. Mắt cá lớn vừa, nằm phía trên đường ngang kể từ góc miệng và gần như cách đều chót mõm và điểm cuối nắp mang. Lỗ mũi trước tròn, lỗ mũi sau là vạch, màng mang hẹp và liền với eo mang. Phần trán giữa hai mắt cong lồi và tương đương 1,5 lần đường kính mắt. Cạnh trước xương lệ có răng cưa, xương nắp mang có một gai. Vây lược, nhỏ, phủ khắp thân, đầu, gốc vi hậu môn, vi lưng và đuôi, rìa tia vây lưng và vây hậu môn gần như thẳng đứng, viền sau vây đuôi thẳng (Trương Thủ Khoa và Trần Thị Thu Hương, 1993).

Đường bên hoàn toàn phía trước cong lên theo viền lưng. Phần trước có gai của vây lưng tương đối ít phát triển, ngoại trừ tia thứ ba và tia thứ tư. Ngược lại, phần của vây lưng cấu tạo bởi các tia mềm cũng như vây hậu môn khá phát triển và tách rời với vây đuôi chỉ có một khoảng ngắn, cuộn đuôi ngắn vây đuôi không chia thùy. Không

có dấu hiệu hình thái phân biệt rõ đực hay cái. Rìa phần gai, vây lưng đen thẫm và màng vây nhạt, phần tia phân nhánh vây lưng, vây đuôi và vây hậu môn đen nhạt. Lưng có màu nâu nhạt, trên thân có các đốm tròn màu nâu đen lớn nhỏ xếp xen kẽ không đều nhau, các đốm này nhạt dần về phía bụng.

2.7.2 Đặc điểm phân bố và môi trường sống của cá nâu

Cá nâu là loài cá phân bố rộng, từ Nhật Bản đến Ấn Độ-Thái Bình Dương bao gồm cả vùng biển phía Nam Trung Quốc Cá nâu sống ở biển, nước lợ và nước ngọt (sông và hồ), phân bố từ Ấn Độ, Úc, Srilanka, Indonesia, Malaysia, New Caledonia, Philipphines, Thái Lan, Trung Quốc và Việt Nam. Ở Việt Nam, cá nâu phân bố trong đầm phá, kênh rạch nước lợ và cửa sông và có ở cả ba vùng gồm Vịnh Bắc Bộ, Miền Trung và Nam Bộ (Nguyễn Hữu Phụng, 1995). Cá thường phân bố nhiều ở những nơi có chế độ triều dao động thường xuyên, có giá thể và sống theo bầy đàn. Cá nâu cũng có thể sống được những nơi có đá ngầm, cửa sông, đầm, phá ven biển (Võ Thành Tiêm, 2004).

2.7.3 Đặc điểm sinh trưởng của cá nâu

Cá nâu có kích thước tương đối lớn. Cá nâu lớn nhất được tìm thấy có chiều dài 33 cm (Allen, 2000). Trong một số đầm nuôi ven biển cá nâu có sản lượng khai thác đáng kể, chiều dài cá đánh bắt đạt đến 143-175 mm với khối lượng tương ứng 105-140 g. Cá nâu có chiều dài cực đại là 30 cm, cá cái có chiều dài tối đa là 28 cm và cá đực là 27 cm (Barry and Fast, 1992).

2.7.4 Đặc điểm dinh dưỡng của cá nâu

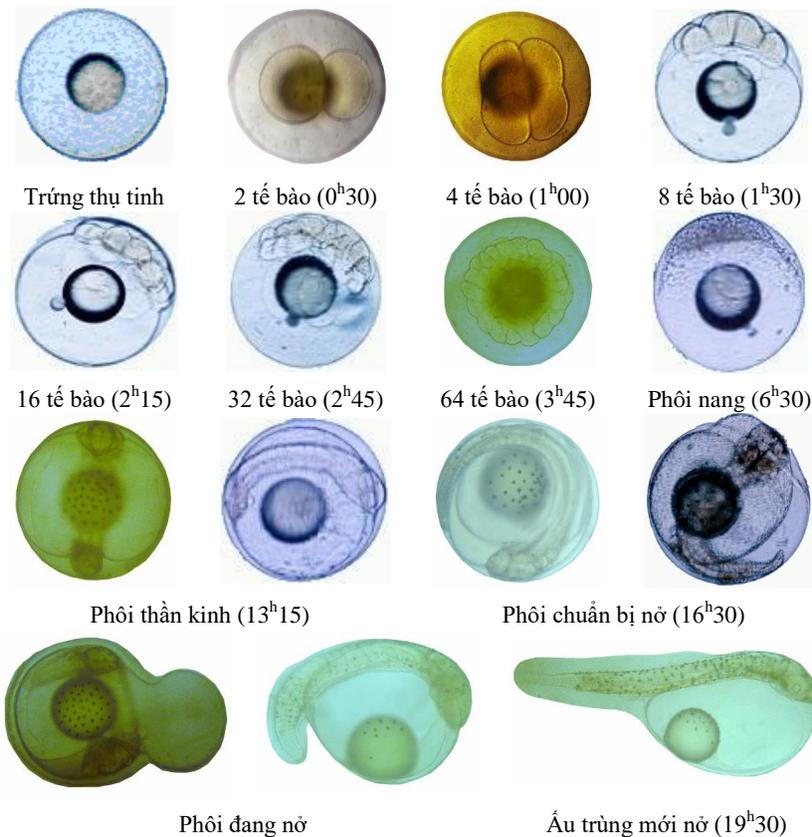
Cá nâu thuộc loài ăn tạp thiên về thực vật, cá nâu ăn được nhiều loại thức ăn khác nhau như giun, giáp xác, côn trùng, các vật chất có nguồn gốc thực vật, mùn bã hữu cơ, rong bùn *Enteromorpha*, rong mền *Chaetomorpha* và một số loài tảo như *Coscinodiscus*, *Lyngbya*, *Nitzschia*, *Closterium* và *Navicula*. Thành phần thức ăn trong dạ dày và ruột cá nâu trưởng thành bao gồm: mùn bã hữu cơ 97,8% và các loài tảo chiếm 2,25% (Võ Thành Tiêm, 2004). Thức ăn cho ấu trùng

trong những ngày đầu mới nở là rotifer *Brachionus*; sau 9 ngày cá có thể ăn được ấu trùng *Artemia* và sau 19 ngày cá có thể sử dụng giáp xác chân chèo (copepoda) (Chang, 1997).

2.7.5 Đặc điểm sinh sản của cá nâu

Sự thành thực sinh dục lần đầu tiên ở cá cái khoảng 150 g, tương ứng với cá khoảng 7-9 tháng tuổi và cá đực thường thành thực sớm hơn cá cái (Barry and Fast, 1992).

Cá nâu có thể phân biệt đực đực và cái dựa vào hai đặc điểm là cá có đầu nhỏ, xương trán ở con đực phát triển và nhô cao hơn xương trán con cái, con đực thường nhỏ hơn và thon dài hơn con cái (Võ Thành Tiếm, 2004).



Hình 2.11: Sự phát triển phôi của cá nâu (Lý Văn Khánh, 2013)

Trứng cá nâu có đường kính trung bình 0,71 mm (trước khi trương nước) và sau khi trương nước thì đường kính trứng trung bình là 0,80 mm. Trứng cá nâu có giọt dầu và khi thụ tinh trứng trôi nổi hoàn toàn. Thời gian phát triển phôi của cá nâu dao động trong khoảng 18 đến 22 giờ, trung bình 19 giờ ở nhiệt độ nước 26,2 °C đến 27,7°C và pH từ 8,4 đến 8,6 (Lý Văn Khánh, 2013).

2.8 Đặc điểm sinh học cá măng

2.8.1 Đặc điểm phân loại và hình thái của cá măng

Cá măng còn gọi là cá măng sữa, tên tiếng Anh là Milkfish, thuộc vị trí phân loại như sau:

Bộ:	Gonorhynchiformes
Họ:	Chanidae
Giống:	<i>Chanos</i>
Loài:	<i>Chanos chanos</i>



Hình 2.12: Cá măng (*Chanos chanos*)

(Nguồn: <http://fishdb.sinica.edu.tw/2001new/images/import/large/ZA37.jpg>)

Cá măng có thân dài và dẹp bên, đầu to, vờ, mõm tù và tròn, màng mỡ mắt dày, che kính mắt. Lỗ mũi cách xa nhau, miệng nhỏ ở phía trước, không có răng, không có râu. Hàm trên hơi thô. Khe mang rộng vừa phải. Màng nắp mang rời nhau và tách rời ức, lược mang nhiều, nhỏ.

Cá có vây tròn, khó rụng, gốc vi lưng và vi hậu môn có vây bẹ, gốc vi ngực và vi bụng có vây nách, gốc vây đuôi có 2 vây đuôi dài,

vây đường bên phát triển. Cá có 1 vây lưng, vây ngực thấp, vây bụng nhỏ, vây đuôi rộng chia 2 thùy sâu. Lưng có màu xanh lục, lưng và bụng có màu trắng, mép vây lưng vây hậu môn và vây đuôi đều có viền đen, vây ngực và vây bụng đen ở gốc. Chiều dài thân cá không kể đuôi gấp 3,5 lần chiều cao thân.

2.8.2 Đặc điểm phân bố và môi trường sống của cá măng

Cá măng là loài cá rộng nhiệt, phân bố khắp vùng biển nhiệt đới, và á nhiệt đới, từ Ấn Độ Dương đến Thái Bình Dương. Ở nước ta, cá phân bố ở phía đông vịnh bắc bộ và vùng biển trung bộ.

Cá măng rất rộng muối, cá trưởng thành và sống ngoài khơi, ấu trùng sau khi nở sẽ di chuyển vào bờ và lớn lên ở vùng đầm, cửa sông nước lợ hay có thể vào sâu trong sông hồ nước ngọt. Cá lớn nhanh ở nhiệt độ 28-30°C, nhiệt độ dưới 15°C cá phải được trú đông. Cá có thể chịu được độ mặn đến 158‰, tuy nhiên trên 45‰ cá sẽ chậm lớn, độ mặn tốt nhất cho sự tăng trưởng là 27-28‰ (Lin *et al.*, 2001).

2.8.3 Đặc điểm sinh trưởng của cá măng

Cá măng là loài có kích cỡ trung bình, cỡ khai thác thông thường 2-3 kg, cỡ tối đa bắt gặp có thể 13 kg, cá có tốc độ lớn khá nhanh, trong điều kiện tự nhiên, 10-14 ngày sau khi nở cá đạt 2,5-3 cm, khi có nhiều lab-lab cá có thể đạt 0,3-0,4 kg sau 4 tháng nuôi.

2.8.4 Đặc điểm dinh dưỡng của cá măng

Trong tự nhiên, cá măng chủ yếu là ăn phiêu sinh thực vật. Vì thế cá cũng có cấu trúc mang với rất nhiều lược mang có tác dụng lọc và tập trung thức ăn. Tuy nhiên, cá con rất ít ăn phiêu sinh thực vật, phần lớn là mùn bã hữu cơ và các chất vẫn trong nước hay đáy thủy vực. Cá có tập tính ăn ban ngày và cao điểm vào lúc 7 giờ và 13 giờ. Trong phòng thí nghiệm, cá con không ăn vào ban đêm, nhưng dần dần ăn được vào ban đêm khi thành cá giống. Tuy nhiên cá lớn chủ yếu vẫn ăn vào ban ngày. Cá bắt đầu ăn ngoài từ ngày thứ 3 sau khi nở, khi đã hết noãn hoàn và giai đoạn 4-7 ngày tuổi là giai đoạn nguy kịch cho ấu trùng (Juarío and Duray, 1983).

Sau 3 tuần tuổi, cá măng có đặc tính ăn lab-lab (các loại tảo lam, tảo lục, tảo khuê, giáp xác, ấu trùng côn trùng, giun đất và các chất vẩn, chủ yếu là: *Spirulina*, *Microcoleus*, *Anthrospira*, *Lynbia*, *Anabaena*, *Oscillatoria*, *Nitzschia*, *Navicula*, *Amphiprora*). Lumut chủ yếu là rong lục dạng sợi như: *Chaetomorpha*, *Cladophora*, *Enteromorpha* cũng là thức ăn cho cá trong giai đoạn cá lớn, tuy nhiên không nhiều dinh dưỡng như lab-lab. Ngoài ra, trong điều kiện nuôi cá măng, cá cũng có thể thích nghi và sử dụng tốt các thức ăn nhân tạo (Chang *et al.*, 1993).

2.8.5 Đặc điểm sinh sản của cá măng

Tùy từng vùng với điều kiện tự nhiên khác nhau, tuổi thành thực của cá măng cũng khác nhau. Cá cái thông thường thành thực ở 5-6 năm tuổi, cá đực ở 4 năm tuổi. Kích cỡ cá đực khi thành thực dài khoảng 0,9 m, cá cái khoảng 1 m, trọng lượng 2-3 kg. Trong điều kiện thí nghiệm, cá nuôi vỗ trong lồng bè ngoài biển sẽ thành thực sớm hơn cá nuôi trong ao hay bể. Khi còn nhỏ rất khó phân biệt cá đực và cá cái. Khi thành thực, phân biệt dựa vào các lỗ niệu sinh dục và hậu môn: cá cái có 3 lỗ, cá đực có 2 lỗ (Corre *et al.*, 2001).

Mùa vụ sinh sản của cá măng bắt đầu từ khoảng tháng 4-5. Mùa vụ sinh sản có thể kéo dài và có thể đẻ nhiều lần trong năm. Đến mùa sinh sản, cá di cư ra vùng biển để bắt cặp và đẻ trứng. Bãi đẻ của cá là những rạn san hô, có độ sâu 20-40 m, xa bờ 20 hải lý. Bãi đẻ có nhiệt độ và độ mặn ổn định ở 28°C và 34‰. Cá thường di cư sinh sản vào những kỳ trăng non, lúc nước cường. Cá đẻ vào ban đêm. Trước khi đẻ, chúng ghép đôi với tỷ lệ 1 cá cái và 2 cá đực. Sự kích thích của 2 cá đực làm cá cái đẻ hoàn toàn (Emata *et al.*, 1992).

Sức sinh sản của cá rất lớn. Cá cái có kích cỡ 1 m có thể đẻ 3-4 triệu trứng. Trứng cá măng thuộc dạng bán trôi nổi do không có giọt dầu. Kích thước trứng khoảng 1,2 mm. Sau khi đẻ khoảng 24 giờ, trứng bắt đầu nở. Ấu trùng có chiều dài 4-4,5 mm với hạt noãn hoàng to. Trong 3 ngày đầu, ấu trùng dinh dưỡng bằng noãn hoàng, sau đó,

chuyển sang dinh dưỡng ngoài. Sự phát triển của phôi, phát triển và tập tính sống của ấu trùng qua các giai đoạn như sau:

Bảng 2.5: Sự phát triển phôi của cá măng

(Nguồn: <http://www.fao.org/docrep/field/003/AC282E/AC282E04.htm>)

Thời gian sau khi thụ tinh (giờ:phút)	Giai đoạn phát triển
0:00	Trứng thụ tinh, hình cầu, không dính, trong suốt. Có hạt noãn hoàng nhỏ, màu vàng, không có giọt dầu
1:10	2 tế bào
1:16	4 tế bào
5:40	Phôi vị
8:00	Sau phôi vị, hình thành 50% noãn hoàn
10:45	Sau phôi vị, nút noãn hoàng và vệt phôi rõ ràng
14:45	Phân biệt được phôi hình chữ C với đốt thân. Túi mắt và túi tai hình thành
21:40	Phân biệt được phôi, phôi bắt đầu cử động
25:45	Nở, phôi hoàn chỉnh lộ đầu ra vỏ trứng

Bảng 2.6: Đặc điểm các giai đoạn ấu trùng cá măng

(Nguồn: <http://www.fao.org/docrep/field/003/AC282E/AC282E04.htm>)

Ngày sau khi nở	Chiều dài (mm)	Đặc điểm ấu trùng
0	4,27±0,11	Ấu trùng mới nở, mắt chưa có sắc tố. Chưa mở miệng. Hậu môn chưa mở và nằm sau khối noãn hoàng. Noãn hoàng lớn và nở đến gần đầu. Sắc tố xuất hiện rải rác trong túi noãn hoàn và trên chót đầu. Ấu trùng lơ lửng trong nước, đầu chúi xuống, bụng hướng lên và từ từ chìm xuống, sau đó bung ngược 360° lên trên và bơi trên mặt nước.

Ngày sau khi nở	Chiều dài (mm)	Đặc điểm ấu trùng
1	5,14±0,11	Mắt vẫn chưa có sắc tố, noãn hoàng giảm. Vây ngực bắt đầu phát triển, miệng và hậu môn vẫn chưa mở.
2	5,18±0,12	Mắt bắt đầu có sắc tố. Miệng và hậu môn mở. Noãn hoàng giảm mạnh
3	5,22±0,12	Sắc tố mắt phát triển mạnh, noãn hoàng hoàn toàn bị tiêu biến. Tính ăn rõ ràng. Ấu trùng hướng quang vào ban ngày nhưng trôi nổi vào ban đêm
4-5	5,29±0,26 đến 5,31±0,24	Buồng tim phát triển. Ấu trùng khỏe và bắt mỗi chủ động. Giai đoạn nguy kịch bắt đầu từ ngày thứ tư.
6-7	5,51±0,24 đến 5,62±0,48	Vây ngực phát triển tốt. Vây đuôi chia đôi rõ ràng. Kết thúc giai đoạn nguy kịch vào ngày thứ 7
8-9	6,33±0,42 đến 6,38±0,14	Nấp mang bắt đầu hình thành. Bắt đầu sinh trưởng nhanh.
10	6,72±0,42	Vây lưng và vây hậu môn phân biệt. Vây đuôi phân biệt. Cơ thể rất trong. Ấu trùng bơi lội thành đàn.
11	7,52±0,41	Gốc vây lưng và vây hậu môn phân biệt với gốc vây đuôi. Cơ thể trong và có những dạng sắc tố của cá con tự nhiên.
12-13	7,00±0,57 đến 7,96±0,85	Gốc vây đuôi tách biệt hoàn toàn với vây lưng và vây hậu môn. Sắc tố trên phần lưng của thân tăng nhưng sắc tố trong màng bụng ở phía lưng giảm trừ ở vùng trên bóng hơi và phần sau của hậu môn. Cá phân cỡ mạnh.
14-15	8,26±1,15	Ấu trùng bơi lội vòng quanh rất nhanh

Ngày sau khi nở	Chiều dài (mm)	Đặc điểm ấu trùng
	đến 10,5±0,73	nhẹn suốt ngày. Hướng quang mạnh vào ban đêm.
16-17	đến 10,7±0,66	Sắc tố trên vùng đầu tăng. Ruột gấp khúc nhiều hơn. Ấu trùng rất hoạt động và phóng nhảy thành linh.
	11,9±0,68	
18-19	đến 12,4±0,63	Ruột gấp khúc nhiều. Ấu trùng không nhạy cảm với ánh sáng nữa. Ấu trùng ăn tảo bám trên thành bể.
	13,4±0,53	
20-21	đến 13,6±0,27	Sắc tố rải rác khắp nửa trên của cơ thể và dày đặc trên màng bụng. Ấu trùng chịu đựng tốt với các thao tác và có thể vận chuyển để thả vào ao ương.
	14,1±0,60	

2.9 Đặc điểm sinh học của cá kèo

2.9.1 Đặc điểm phân loại và hình thái của cá kèo

Cá kèo *Pseudapocryptes elongatus* (Cuvier, 1816) có vị trí phân loại như sau:

Ngành: Chordata

Lớp: Actinopterygii

Bộ: Perciformes

Họ: Gobiidae

Giống: *Pseudapocryptes*

Loài: *Pseudapocryptes elongatus*

Cá kèo là loài có cơ quan hô hấp phụ, có đầu nhỏ, hình chóp, mõm tù hướng xuống phía dưới. Miệng hẹp có nhiều răng, không có râu. Dưới mõm có hai mép râu nhỏ phủ lên môi trên. Mắt nhỏ và tròn nằm gần phía đỉnh của đầu. Hai vây lưng rời nhau. Hai vây bụng dính với nhau. Vây đuôi dài và nhọn. Thân cá hình trụ dài, dẹp dần về phía đuôi, có màu ửng vàng, nửa trên của thân có chừng 7-8 sọc đen hướng

hơi xéo về phía trước, các sọc này rõ dần về phía đuôi.



Hình 2.13: Cá kèo *Pseudapocrytes elongatus* (Cuvier, 1816)

(Nguồn: Trần Thị Bé, 2016)

2.9.2 Đặc điểm phân bố và môi trường sống của cá kèo

Cá kèo phân bố chủ yếu ở khu vực châu Á, đặc biệt ở vùng cửa sông, bãi bồi và vùng triều ở các nước như Ấn Độ, Trung Quốc, Indonesia, Malaysia, Nhật Bản, Singapore, Thái Lan và Việt Nam (Rainboth, 1996). Ở Việt Nam, cá kèo phân bố phổ biến ở các thủy vực nước lợ Đồng bằng sông Cửu Long như Sóc Trăng, Bạc Liêu, Cà Mau, Kiên Giang, thích hợp với các ao hồ kênh, mương nước lợ.

Cá kèo là loài rộng muối, có cơ quan hô hấp phụ, sống ở các bãi bùn và có khả năng chịu đựng được điều kiện môi trường khắc nghiệt (Ishimatsu *et al.*, 2007). Cá kèo giống phân bố ở khu vực có rừng ngập mặn nhiều hơn so với những nơi không có rừng, mật độ cá kèo giống tăng từ các vị trí ngoài khơi đi vào cửa sông và giảm dần trong nội địa. Cá kèo sống chui rúc trong bùn và đào hang để trú, cá di chuyển theo con nước, khi tìm được nơi thích hợp sẽ đào hang để ở lại (Trần Đắc Định và *ctv.*, 2011). Trong tự nhiên, cá kèo giống xuất hiện ở vùng bãi bồi ven biển Đồng Bằng sông Cửu Long (Bạc Liêu, Sóc Trăng, Cà Mau,...) hầu như quanh năm nhưng nhiều nhất từ tháng 6-9 hàng năm.

2.9.3 Đặc điểm sinh trưởng của cá kèo

Sự tăng trưởng của cá kèo được xác định thông qua việc phân tích mối quan hệ giữa chiều dài toàn thân và khối lượng cá với phương trình hồi quy là $W=0,2468L^{1,5567}$ ($R^2=0,9008$), chiều dài tối

đa cá kèo đạt được là $L=25,88$ cm và tuổi thọ trung bình của cá cũng được xác định là 4,2 năm (Trần Đắc Định và *ctv.*, 2002). Sau 4-5 tháng nuôi trong ao thâm canh với mật độ $95,7$ con/ m^2 có thể thu được cá đạt kích cỡ thương phẩm 40-50 con/kg (Trương Hoàng Minh và Nguyễn Thanh Phương, 2011). Ngoài ra, cá kèo còn được nuôi tại các ruộng muối luân canh vào mùa mưa.

2.9.4 Đặc điểm dinh dưỡng và sinh sản của cá kèo

Cá kèo là loài có tập tính ăn thiên về thực vật, trong đó tảo khuê chiếm 83,1%, bùn bã hữu cơ 14,9%, tảo lam 1,9% và ngoài ra một số ít động vật phù du cũng được tìm thấy trong chuỗi thức ăn của cá kèo, bao gồm *Copepoda* (0,06%), *Cladocera* (0,03%) (Trần Đắc Định và *ctv.*, 2002; Yang *et al.*, 2003). Cá kèo là loài ăn thực vật và thức ăn chính là tảo đáy với 93% trong khẩu phần ăn của cá (Bucholtz *et al.*, 2009). Bên cạnh đó, trong nuôi thương phẩm khi sử dụng nguồn giống cá kèo từ tự nhiên cá vẫn sử dụng tốt thức ăn viên (Trần Ngọc Hải và Nguyễn Tấn Nhơn, 2009; Trần Thị Bé, 2016).

Trong thời gian gần đây đã có nhiều nghiên cứu về mùa vụ sinh sản và sinh sản nhân tạo của cá kèo, tuy nhiên vẫn chưa xác định được mùa vụ sinh sản (Trần Đắc Định và *ctv.*, 2002; Phạm Văn Khánh, 2008). Theo kết quả khảo sát về hệ số thành thực sinh dục của cá kèo từ tháng 1-2/2009, khi cá kèo di cư đều chưa phát triển đến giai đoạn thành thực (tất cả đều ở giai đoạn I và II), hệ số thành thực của cá kèo nhỏ nhất vào tháng 12 (0,1%) và lớn nhất vào tháng 4 là 0,36% (Trần Đắc định và *ctv.*, 2011).

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. So sánh đặc điểm dinh dưỡng, sinh sản của cá chêm, cá bớp, cá chim vây vàng và cá bớp? Trình bày ứng dụng các đặc điểm này trong sản xuất giống và nuôi thương phẩm?
2. So sánh đặc điểm dinh dưỡng, sinh sản của cá đối, cá nâu và cá măng? Ứng dụng các đặc điểm này vào trong sản xuất giống và nuôi thương phẩm như thế nào?

Chương 3

KỸ THUẬT SẢN XUẤT GIỐNG CÁ BIỂN

3.1 Cơ sở khoa học trong sản xuất giống cá biển

3.1.1 Các yếu tố bên ngoài ảnh hưởng đến sự thành thực của cá

Các yếu tố bên ngoài tạo nên môi trường thuận lợi hoặc bất lợi cho sự phát triển của tuyến sinh dục cá. Khi gặp điều kiện môi trường thuận lợi như độ mặn, chất lượng nước,... một số loài cá nước lợ/mặn có thể đẻ tự nhiên trong ao như cá nâu, cá đối, cá rô phi, cá ngát, cá chột,... Tuy nhiên, có nhiều loài cá không thể đẻ được trong ao như cá bớp, cá mú, cá chẽm,... Đối với những loài cá này, trong quá trình thành thực cá di cư ra biển (di cư xuôi dòng) để sinh sản. Do đó, mức độ can thiệp của con người vào quá trình này tùy thuộc vào đặc tính sinh học từng loài vì môi trường cho sự thành thực sinh dục và sự sinh sản của cá là sự tổng hợp tác động của nhiều yếu tố vật lý, hoá học và sinh học. Một số yếu tố chủ yếu ảnh hưởng đến sự thành thực sinh dục của các loài cá nước lợ/mặn gồm dinh dưỡng, nhiệt độ, chu kỳ chiếu sáng, độ mặn và dòng chảy (Lam, 1983; Lambert *et al.*, 2003).

(i) **Dinh dưỡng:** Sự thành thực của cá có quan hệ chặt chẽ với thức ăn, vì thức ăn không những là nguồn vật chất cung cấp cho sự sinh trưởng mà nó còn là nguyên liệu cho sự tạo thành sản phẩm sinh dục. Thức ăn cung cấp cho cá phải phù hợp với đặc tính dinh dưỡng của loài, đối với những loài sử dụng động vật làm thức ăn thì hàm lượng protein trong thức ăn phải cao, ví dụ trong ương nuôi vỗ cá mú, cá chẽm hay cá bớp thì hàm lượng protein trong thức ăn tối thiểu là 45%. Ngược lại, đối với những loài cá ăn thực vật như cá đối, cá nâu, cá măng thì cần thức ăn có hàm lượng protein thấp hơn. Bên cạnh đó, nếu trong quá trình nuôi vỗ cho ăn thừa hoặc thiếu đều ảnh hưởng đến sự thành thực của cá, nếu thừa thức ăn thì cá sẽ tập trung tăng trưởng, tuyến sinh dục chậm phát triển và ngược lại nếu cho ăn thiếu dẫn đến cá không tích lũy đủ chất dinh dưỡng để chuyển hóa thành những chất đặc trưng cho trứng. Như vậy vấn đề mấu chốt của nuôi vỗ là

cung cấp thức ăn đủ thành phần dinh dưỡng, đúng tỷ lệ và đúng nhu cầu dinh dưỡng đặc biệt là các acid béo thiết yếu mạch cao không no (HUFA) trong khẩu phần ăn của cá bố mẹ như ARA (Arachidonic acid), Docosahexaenoic acid (DHA) và EPA (Eicosapentaenoic acid). Ngoài ra, các nguyên tố vi lượng và một số loại vitamin A, E cũng góp phần làm tăng tỷ lệ thành thực của cá (Izquierdo, *et al.*, 2001).

(ii) Nhiệt độ: Nhiệt độ là yếu tố ảnh hưởng trực tiếp đến quá trình trao đổi chất, khi nhiệt độ tăng thì cường độ trao đổi chất tăng và đồng thời ảnh hưởng đến quá trình thành thực của cá. Tuy nhiên, nhiệt độ không phải là yếu tố duy nhất tác động đến quá trình thành thực của cá mà có sự tương tác với các yếu tố môi trường khác. Ở từng loài cá có giá trị biên độ nhiệt thích hợp khác nhau và nếu nhiệt độ thấp thì quá trình thành thực của cá chậm hơn so với nhiệt độ cao (Nguyễn Tường Anh, 1999).

(iii) Chu kỳ chiếu sáng: Khi thời gian chiếu sáng dài, với cường độ ánh sáng cao có tác dụng kích thích và rút ngắn chu kỳ sinh dục của cá. Nguyên nhân là do ánh sáng kích thích sự hoạt động của tuyến giáp trạng, đồng thời ảnh hưởng đến hệ nội tiết sinh sản thông qua trục điều hòa não bộ, tuyến yên và tuyến sinh dục (Bromage *et al.*, 2001). Tuy nhiên, ánh sáng cũng có tác dụng thúc đẩy sự thoái hoá sản phẩm sinh dục một cách gián tiếp thông qua tác dụng của nhiệt độ (Kelly *et al.*, 1991).

(iv) Độ mặn: là yếu tố sinh thái quan trọng ảnh hưởng trực tiếp đến nhiều chức năng sinh lý sinh sản của cá xương nói chung, đặc biệt là đối với các loài cá di cư sinh sản và cá biển (Alderdice, 1998). Khi nuôi cá đối, cá măng, cá bớp, cá mú hay cá bớp trong độ mặn thấp thì quá trình phát triển của buồng trứng chậm hơn so với độ mặn cao và độ mặn thích hợp cho sự thành thực sinh dục của các loài cá trên từ 28-32°C (Tamaru *et al.*, 1994; Bromage *et al.*, 2001; Corre *et al.*, 2001).

(v) Dòng chảy: là một trong những yếu tố tác động rất lớn đến sự sinh sản của một số loài cá biển, khi có dòng chảy và sóng gió càng

lớn thì cá có khả năng thành thực và tham gia sinh sản càng sớm (Lam, 1983).

3.1.2 Sự phát triển của tuyến sinh dục cá

Về mặt giới tính: một số loài cá nước lợ/mặn có thể phân biệt được giới tính rõ ràng khi cá chưa thành thực sinh dục như cá ngát, cá chột, cá rô phi,... Bên cạnh đó, đa số các loài cá biển khi chưa thành thực sinh dục thì rất khó xác định giới tính khi quan sát các đặc điểm hình thái bên ngoài: cá bớp, cá chēm, cá mú,... Trong đó, có những loài cá chuyển đổi giới tính như cá bớp, cá chēm, cá chim và cá mú (Dutney *et al.*, 2017; Jesus and Ayson, 2014; Grandcourt *et al.*, 2009; Gaspere and Bryceson, 2013).

Tuyến sinh dục (TSD) của cá của đực có 2 dạng: (i) tinh sào không phân thùy (cá măng, cá đối,...), trong sinh sản nhân tạo có thể sử dụng phương pháp vuốt sẹ để thụ tinh cho trứng cá; (ii) tinh sào dạng phân thùy (cá ngát, cá chột trắng,...), trong sinh sản bán nhân tạo có thể cho cá thụ tinh tự nhiên hay trong sinh sản nhân tạo thì phải mổ lấy sẹ cá cá đực để thụ tinh cho trứng.

Tương tự, buồng trứng của cá cái cũng có 2 dạng: (i) các tế bào trứng trong buồng trứng phát triển đồng đều và khi sinh sản thường để hết số trứng có trong buồng trứng (để róc): cá ngát, cá cá chột, cá đối, cá nâu, cá măng... và (ii) đối với cá đẻ không róc (cá bớp, cá mú,...), buồng trứng của cá có nhiều giai đoạn khác nhau và có thể sinh sản nhiều đợt trong năm.

Phương pháp thông thường để đánh giá giai đoạn thành thực của cá cái là có thể nhận biết được bằng mắt thường dựa vào các điểm khác biệt theo bậc thang thành thực của. Có 3 quan điểm khác nhau về thang thành thực sinh dục: (i) Bậc thang thành thực 7 giai đoạn (Kesteven, 2003); (ii) Bậc thang thành thực 6 giai đoạn (Nikolsky, 1963) và (iii) Bậc thang thành thực 5 giai đoạn (Qasim, 1957). Tuy nhiên, hiện nay ở Việt Nam cũng như trên thế giới được sử dụng phổ biến nhất để đánh giá mức độ thành thực của cá dựa trên bậc thang thành thực 6 giai đoạn (Bảng 3.1). Khi áp dụng bậc thang thành thực 6

giai đoạn của Nikolsky (1963) để phân biệt đặc điểm hình thái các giai đoạn phát triển của buồng trứng của cá đối đất (*Liza subviridis*) được thể hiện trong Bảng 3.2 (Lê Quốc Việt, 2012)

Bảng 3.1: Bậc thang thành thực sinh dục 6 giai đoạn (Nikolsky, 1963)

Giai đoạn	Mô tả
I	Cá thể non, chưa thành thực sinh dục và chưa xác định được đực và cái
II	Tuyến sinh dục có kích thước rất nhỏ, mắt thường không nhìn thấy hạt trứng.
III	Giai đoạn thành thực. Bằng mắt thường nhìn thấy những hạt trứng, khối lượng tuyến sinh dục tăng lên rất nhanh, tinh sào có màu trắng trong, chuyển sang màu hồng nhạt.
IV	Giai đoạn chín muồi. Tuyến sinh dục có kích thước lớn nhất, nhưng khi ấn nhẹ các sản phẩm sinh dục chưa chảy ra.
V	Giai đoạn đẻ trứng. Các sản phẩm sinh dục chảy ra khi ấn nhẹ vào bụng cá. Khối lượng tuyến sinh dục từ đầu đến cuối giai đoạn đẻ trứng giảm đi rất nhanh.
VI	Giai đoạn sau khi đẻ. Các sản phẩm sinh dục được phóng thích hết, lỗ sinh dục phồng lên, tuyến sinh dục trong dạng túi mềm nhão. Ở con cái thường có những trứng nhỏ còn sót lại, ở con đực còn sót lại một ít tinh trùng.

Bảng 3.2: Đặc điểm hình thái các giai đoạn phát triển của buồng trứng cá đối đất (Lê Quốc Việt, 2012)

GD	Hình thái buồng trứng	Đặc điểm
I		<ul style="list-style-type: none"> - Noãn sào chỉ là 2 sợi mảnh, trong suốt và nằm sát sống lưng. - Khó phân biệt tinh sào hay noãn sào bằng mắt thường
II		<ul style="list-style-type: none"> - Noãn sào có màu hơi hồng và có mạch máu. - Chưa thấy hạt trứng bằng mắt thường
III		<ul style="list-style-type: none"> - Noãn sào có màu vàng nhạt, nhiều mạch máu phân bố. - Có thể thấy hạt trứng bằng mắt thường nhưng khó tách từng trứng riêng biệt.
IV		<ul style="list-style-type: none"> - Noãn sào có màu vàng tươi. - Các hạt trứng có thể được tách rời dễ dàng.
V		- Trứng chín và rụng
VI		- Sau khi đẻ, noãn sào nhăn nheo, bên trong có dịch màu đỏ bầm.

3.1.3 Một số chất kích thích sinh sản thường dùng để kích thích cá sinh sản

Việc sử dụng chất kích thích sinh sản nhân tạo đóng vai trò vô cùng quan trọng trong sản xuất giống các loài cá nuôi. Chất kích thích sinh sản là những glycoprotein kích thích sự phát triển tuyến sinh dục (tinh sào và buồng trứng) một cách trực tiếp, giúp chủ động về thời gian, thời điểm bố trí sinh sản, kích thích cá đẻ đồng loạt, cho tỷ lệ đẻ,

tỷ lệ trứng thụ tinh, tỷ lệ nở, sức sinh sản tuyệt đối rất cao và hiệu quả hơn nhiều so với việc không dùng chất kích thích sinh sản đối với nhiều loài cá. Do đó, cần hiểu rõ về chất kích thích sinh sản và cách sử dụng là rất cần thiết giúp sinh sản nhân tạo cá đạt hiệu quả cao (Mylonas et al., 2010; Mehdi and Ehsan, 2011).

1.1.3.1 Não thùy thể (*Hypophysis*- tuyến yên)

Vào những năm đầu thập niên 30 của thế kỷ XX, các nhà nghiên cứu đã chứng minh rằng việc tiêm dịch chiết từ tuyến yên cá có thể làm cho cá sinh sản. Hiện nay não thùy cá được sử dụng dưới hai dạng là não tươi và não khô. Bất cứ loài cá nào khi TSD thành thực thì hoạt tính của não thùy cao nhất, tức là khả năng gây chín và rụng trứng cao nhất. Bởi vì hai loại kích thích tố trong não thùy là FSH và LH được sản sinh ra nhiều nhất khi TSD thành thực. Khi nghiên cứu tác dụng của não thùy đối với buồng trứng, Zondec (1936) đã chia ra hai phản ứng cơ bản: phản ứng thứ nhất là có tác dụng đến sự lớn lên và thành thực của trứng; phản ứng thứ hai là gây ra sự rụng trứng.

Não thùy thể tuyến yên thường được lấy ra từ những loài cá thuộc nhóm cá chép, trắm, mè, trê... đã thành thực còn tươi sống, nhưng khi cá chết vài giờ thì hoạt tính kích dục chỉ còn khoảng 50% (Nguyễn Tường Anh, 1999). Não thùy thể cá chép được xem là kích dục tố mạnh cho nhiều loài cá kể cả các đối tượng khác họ và các loài cá biển. Liều lượng não thùy được tiêm cho cá bố mẹ các loài tham gia sinh sản khác nhau tùy thuộc vào nhiều yếu tố như: chất lượng hoạt tính của não thùy, đặc tính nhạy cảm của loài, tình trạng thành thực của cá bố mẹ (mức độ thành thực, hệ số thành thực), nhiệt độ nước và các yếu tố khác của môi trường.

Trong một vài trường hợp, não thùy của cá chưa thành thực cũng có thể được sử dụng tuy nhiên với liều lượng cao hơn (Harvey and Hoar, 1979). Đối với cá đực, liều lượng tiêm bằng hay chỉ khoảng ½ liều của cá cái và thường được tiêm cùng thời điểm với liều thứ hai hay liều quyết định của cá cái. Liều tiêm được tính dựa trên tỷ lệ của lượng thuốc trên khối lượng cá hay của đơn vị thuốc trên khối lượng

cá. Liều lượng liều tiêm chỉ tính được ở mức tương đối do hoạt tính dịch chiết xuất não thùy tuyến yên tùy thuộc vào tuổi, giới tính, và mức độ thành thực sinh dục của cá thể cho não. Phương pháp chiết xuất não thùy tuyến yên và bảo quản cũng có nhiều biến động, không ổn định về chất lượng và các loài cá khác nhau thì khác nhau về kích thích tố sinh dục (Fontaine *et al.*, 1972).

3.1.3.2 HCG (*Human Chorionictropin Hormone*)

HCG (kích dục tố màng đệm hoặc kích dục tố nhau thai) được Zondec và Aschheim phát hiện từ năm 1927 trong nước tiểu của người phụ nữ có thai từ 2-4 tháng. Đó là một polypeptide có khối lượng phân tử 36.000 kDa, nó được tiết ra từ màng đệm của nhau thai (Nguyễn Tường Anh, 1999). HCG có chức năng như LH và FSH. HCG kích thích sự rụng trứng, phát triển buồng trứng và tiết ra hormone sinh dục. HCG có tác dụng duy trì thể vàng sau khi rụng trứng do LH sản phẩm nội tiết của thể vàng hoạt tính là Progesterone - hormone có tác dụng chuẩn bị nội mạc dạ con cho sự làm tổ của phôi và những thay đổi khác về sinh lý trong thời gian mang thai và nuôi con bằng sữa. HCG được sử dụng kích thích sinh sản cá thành công lần đầu tiên 1936 bởi Morozora, sau đó 1958 Trung Quốc đã sử dụng hormone này để kích thích sinh sản cá mè trắng, cũng từ đó đến nay HCG được sử dụng phổ biến trong sinh sản nhân tạo cá (Phạm Minh Thành và Nguyễn Văn Kiêm, 2009).

3.1.3.3 GnRH-A (*Gonadotropine Releasing Hormone Analog*)

Các GnRH-A chính là các chất tổng hợp, có thành phần các acid amin (amino acid) trên cơ bản giống với GnRH tự nhiên (GnRH-n), có một số mắt xích amino acid trên chuỗi peptid được thay đổi. Vì thế người ta gọi chúng là chất tương tự. Ngoài ra, các chất tổng hợp này thường chỉ có 9 amino acid. Chính nhờ sự thay thế các amino acid tại một số vị trí phân tử GnRH-A ít bị phân giải bởi các enzym và do đó mà hoạt tính được tăng hàng chục đến hàng trăm lần so với các hợp chất tự nhiên. Theo Nguyễn Tường Anh (1999), hiện nay trong nghề cá người ta thường dùng 3 loại GnRH-A. Đó là 2 loại mGnRH (chất

tương tự GnRH của động vật có vú; m = mammalian) là LHRH-a (Luteinizing Hormone Releasing Hormone Analog) hoặc [D-Ala⁶, Pro⁹ Net]-mGnRH-a (Trung Quốc) và Buserelin (Đức) hoặc [D-Ser(t-Bu)⁶, Pro⁹ Net] với tên biệt dược Suprefact có hoạt chất acetat buserelin dùng để trị bệnh ung thư tuyến tiền liệt thông qua sự ức chế các hormone từ tinh hoàn. Suprefact được các nhà nghiên cứu và sản xuất ở Thái lan dùng để kích thích cá sinh sản. Loại thứ 3 là sGnRH-a (chất tương tự GnRH cá hồi; s = salmon) còn được gọi là [D-Arg⁶, Pro⁹ Net]-sGnRH. Đối với cá, trong 3 loại GnRH-a này thì mạnh nhất là sGnRH-A vì chúng có ái lực thụ thể cao nhất (Peter *et al.*, 1986).

Ovaprim (ché phẩm của Syndel, Laboratories, Vancouver, BC, V6P 6R5, Canada) là hỗn hợp của 2 chất có thành phần là 20 µg sGnRH và 10 mg domperidon trong 1 mL propylen glycol dành riêng để kích thích cá sinh sản (Nguyễn Tường Anh, 1999).

Ngoài ra, GnRHa còn được sử dụng để kích thích cá sinh sản dưới dạng viên nén. Tùy thuộc vào thành phần của viên nén mà thời gian gây hiệu ứng cho cá sinh sản sẽ khác nhau. Sự thay đổi tỷ lệ của cholesterol và cellulose trong việc bào chế GnRHa sẽ gây nên hiệu ứng nhanh hay chậm (Marte *et al.*, 1988). GnRHa làm cho lượng GtH có thể duy trì trong huyết tương nhanh nhất là 8 ngày và chậm nhất là 8 tuần (Crim *et al.*, 1987). GnRHa dạng viên có đường kính khoảng 3 mm. GnRHa còn được bào chế theo dạng hình cầu với đường kính 5-200 mm, chúng là hợp chất cao phân tử gồm acid lactic và acid glycolic (LGA). Tác dụng của GnRHa dạng hình cầu có thể gây hiệu ứng với cá nhanh hoặc kéo dài vài tháng, chúng tùy thuộc vào tỷ lệ hai loại acid này (Chang *et al.*, 1993).

Ở nước ta LHRH-a kết hợp với Domperidone được sử dụng trong khoảng 20 năm gần đây, hiện nay được dùng phổ biến trên nhiều loài cá. Tuy nhiên, khi sử dụng LHRH-a kết hợp với Domperidone đã làm cho cá sử dụng cạn kiệt FSH và LH từ não thùy cho quá trình chín và rụng trứng nên kéo dài thời gian tái thành thực của cá so với sử dụng HCG hoặc não thùy (Nguyễn Tường Anh, 1999).

3.2 Kỹ thuật sản xuất giống một số loài cá biển có giá trị kinh tế

3.2.1 Chọn vị trí xây dựng trại sản xuất giống cá biển

Cũng như các đối tượng thủy sản khác, trước khi xây dựng trại giống cá biển cần chọn vị trí thích hợp như: chất lượng nguồn nước mặn, nước ngọt, giao thông thuận lợi, có lưới điện quốc gia, độ cao mực nước biển trung bình, nguồn cá bố mẹ có tại địa phương và nhu cầu thị trường về con giống,... Ngoài ra, cần tránh xa khu công nghiệp hay khu dân cư nhằm hạn chế ô nhiễm môi trường nước. Yêu cầu về chất lượng nguồn nước mặn và nước ngọt cho trại được thể hiện ở Bảng 3.3.

Đối với trại sản xuất giống cá biển thì nhu cầu về nước mặn là rất lớn, tốt nhất nên chọn gần biển. Chọn những nơi nước trong, ít phù sa, chất lượng nước tốt và ít dao động về độ mặn trong năm (tránh vùng cửa sông). Các nơi thích hợp thường là gần bờ biển cát hay sỏi đá (Hình 3.1).

Bảng 3.3: Yêu cầu về chất lượng nguồn nước trong trại sản xuất giống (Jayakumar and Nazar, 2013; Sim *et al.*, 2005; Moretti *et al.*, 2005)

Đặc điểm nguồn nước	Nước mặn	Nước ngọt
Nhiệt độ nước (°C)	28 – 31	28 – 31
Độ mặn (‰)	28-34	0
pH	7,5 – 8,5	7,5 – 8,0
Độ kiềm (mg CaCO ₃ /L)	80 – 120	> 60
Oxy hòa tan (mg/L)	> 4	> 4
Tổng đạm amon (mg/L)	<0,1	<0,1
Amonia (mg/L)	<0,1	<0,1
Nitrite (mg/L)	<0,1	<0,1
Nitrate (mg/L)	<10	<10
Sắt (mg/L)	<0,1	<0,1
Kim loại nặng (mg/L)	<0,01	<0,01



Hình 3.1: Chọn vị trí để xây dựng trại sản xuất giống cá biển

A-nguồn nước tốt và B-nguồn nước không tốt (Sim et al., 2005)

3.2.2 Thiết kế và xây dựng trại sản xuất giống cá biển

Khi thiết kế và xây dựng trại sản xuất giống cá biển, trước hết cần phải xác định được các mục tiêu: (1) Đối tượng sản xuất; (2) Chỉ tiêu về sản lượng (số lượng cá hương hay cá giống/năm) và (3) Khả năng đầu tư. Bên cạnh đó, các phương tiện cần thiết trong trại tùy thuộc vào tính chất tổ chức trong vận hành trại. Đối với trại thực nghiệm thì cần các trang thiết bị cho thí nghiệm, ngược lại đối với sản xuất giống thương mại có thể không cần. Tuy nhiên, nhằm hạn chế lây nhiễm từ các khâu trong quá trình sản xuất thì yêu cầu chung của trại sản xuất giống cá biển thì phải xây dựng các khu độc lập như sau:

- (1) Khu nuôi vỗ cá bố mẹ (tùy thuộc vào đối tượng sản xuất có thể nuôi trong bể, ao đất hoặc trong lồng).
- (2) Khu xử lý nước.
- (3) Khu nuôi sinh khối tảo.

(4) Khu nuôi sinh khối luân trùng (*Rotifer*).

(5) Khu ương cá bột và cá giống.

(6) Khu ấp trứng *Artemia*.

Nhìn chung, một trại sản xuất giống cá nước lợ cần có: bể trữ cá bố mẹ hay bể nuôi vỗ, bể đẻ, bể ấp trứng, bể ương, bể nuôi tảo, bể nuôi luân trùng, hệ thống cấp nước và oxy hoàn chỉnh.

Bảng 3.4: Các loại bể trong trại sản xuất giống cá nước lợ

Loại bể	Thể tích bể (m ³)	Dạng bể
Lồng nuôi cá bố mẹ	100-200	Giàn lồng hình vuông, chữ nhật; hay lồng tròn kiểu Na-Uy
Bể nuôi vỗ cá bố mẹ	50-200	Bểximăng, hình chữ nhật hay vuông, tròn
Bể đẻ	6-10	Bểximăng hay composite, hình chữ nhật đáy phẳng hay bể tròn đáy chóp hoặc phẳng
Bể ấp trứng	0,5-1	Bể composite hay nhựa, tròn, đáy chóp hay phẳng
Bể ương ấu trùng	1-10	Bểximăng hay composite, tròn hay hình chữ nhật, đáy phẳng hay chóp
Bể ương cá hương và ương cá giống	5-10	Ximăng hay composite hình tròn hoặc hình chữ nhật, đáy phẳng
Bể nuôi tảo	0,5-10	Ximăng hay composite, tròn hay vuông, đáy phẳng.
Bể nuôi luân trùng	0,5-10	Ximăng hay composite, tròn hay vuông, đáy phẳng.

Đối với các trại sản xuất giống ở gần biển và thuận lợi trong việc đặt lồng nuôi thì có thể nuôi vỗ cá trong lồng (cá mú, cá chêm, cá bớp, cá chim vây vàng, cá măng...). Lồng nuôi vỗ cá bố mẹ có kích cỡ nhỏ nhất là 4 x 4 x 4 m hoặc lớn hơn và kích cỡ mắt lưới thích hợp

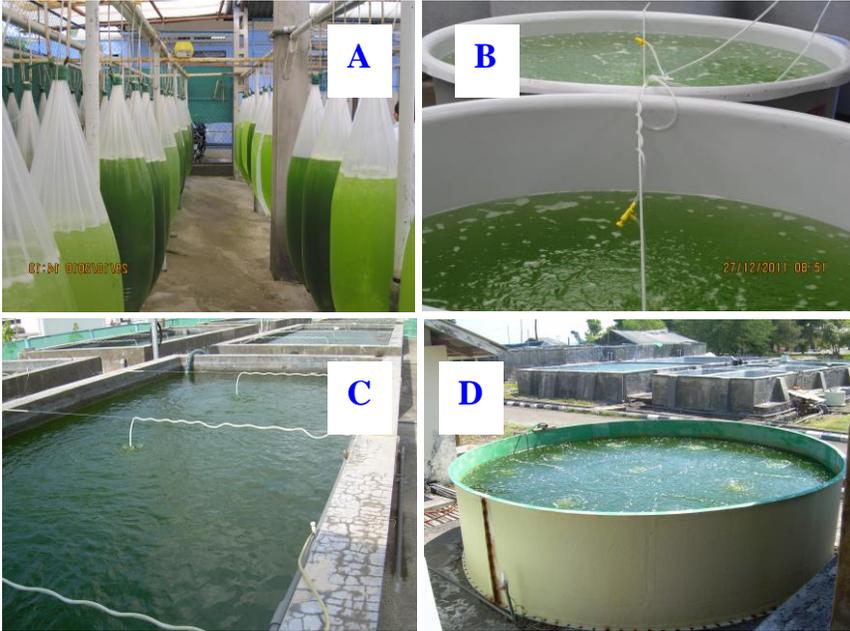
là $2a = 10$ cm. Khi thiết kế lồng nhỏ sẽ thuận lợi cho việc kiểm tra mức độ thành thực của cá bố mẹ để tiêm chất kích thích sinh sản.

3.2.3 Chuẩn bị thức ăn tươi sống cho ấu trùng

Trong sản xuất giống các loài cá biển, thức ăn tươi sống (vi tảo, luân trùng, *Artemia*...) đóng vai trò rất quan trọng và quyết định sự thành công trong ương ấu trùng (Sim *et al.*, 2005; Moretti *et al.*, 2005). Trong những ngày đầu (sau khi hết noãn hoàng), ấu trùng của đa số các loài cá biển (cá bớp, cá mú, cá chẽm, cá măng, cá đối, cá nâu,...) có kích cỡ miệng rất nhỏ, chưa phát triển đầy đủ các cơ quan và đặc biệt là hệ tiêu hóa chưa hoàn chỉnh. Do đó, thức ăn cho ấu trùng phải có kích cỡ nhỏ, phải dễ tiêu (có nhiều amino acid tự do và các chuỗi peptide đơn thay vì các phân tử protein phức tạp), có chứa các hệ enzyme để tự phân hóa và cung cấp các chất dinh dưỡng thiết yếu cho ấu trùng (Oconnor and Heasman, 1997; Lê Quốc Việt và *ctv.*, 2010b; Tran Ngoc Hai *et al.*, 2013), nên việc chuẩn bị nuôi vi tảo và luân trùng để cung cấp cho ấu trùng cá biển trong những ngày đầu là rất cần thiết.

3.2.3.1 Nuôi vi tảo

Các giống loài vi tảo thường được sử dụng trong trại sản xuất giống cá biển bao gồm: *Chlorella*, *Nannochloropsis*, *Isochrysis*, *Tetraselmis*... Tùy thuộc vào điều kiện thực tế của trại sản xuất giống, tảo có thể được nuôi cấy trong phòng thí nghiệm, trong trại với mái che trong suốt hay ngoài trời. Các dụng cụ và bể nuôi tảo có thể có nhiều dạng, kích cỡ và vật liệu khác nhau như ống nghiệm, bình tam giác, túi nylon và bể bằng xi măng hoặc composite (Hình 3.2). Khi nuôi sinh khối tảo *Chlorella* trong túi nylon thì mật độ đạt cao ($38,85 \times 10^6$ tb/mL) và có thể duy trì lâu hơn (17 ngày) so với nuôi trong bể composite hay bể xi măng (đạt mật độ cao nhất là $20,7 \times 10^6$ tb/mL vào ngày thứ 9) (Trần Suong Ngọc và Phạm Thị Tuyết Ngân, 2014).



Hình 3.2: Các hình thức nuôi tảo: A-Nuôi tảo trong túi nylon; B-Nuôi trong bể đặt trong trại và C, D-Nuôi trong bể đặt ngoài trời
 Nguồn (Lê Quốc Việt)

Chuẩn bị nước: Nước có độ mặn 25 – 30‰, được xử lý bằng chlorine 20 ppm trong 12 – 24 giờ, sau đó sử dụng natri thiosunphat sodium ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) để trung hòa chlorine tỷ lệ 1/1 và nước trước khi cấp vào bể nuôi được lọc qua túi lọc kích cỡ mắt lưới 1 – 5 μm .

Môi trường dinh dưỡng nuôi cấy tảo: gồm có chất đa lượng và hỗn hợp chất vi lượng, thành phần các chất đa lượng chủ yếu là các chất vô cơ như nitrate, phosphate và silicate. Các chất vi lượng bao gồm chất vô cơ như hỗn hợp các chất kim loại hay chất hữu cơ như hỗn hợp các loại vitamin. Môi trường dinh dưỡng để nuôi tảo *Chlorella*, *Nanochloropsis*, *Isochrysis* và *Tetraselmis* được sử dụng phổ biến nhất là môi trường Walne (Bảng 3.5). Ngoài ra có thể sử dụng môi trường đơn giản hơn trong nuôi sinh khối tảo. Để nuôi 1m^3 tảo thì cần 50 – 80 g NaNO_3 ; 4,4 g NaH_2PO_4 ; 10 – 15 g $\text{Co}(\text{NH}_2)_2$ và 0,5 g FeCl_3 (Richmond, 1986).

Bảng 3.5: Thành phần các chất trong môi trường Walne (Backer, 1994)

Thành phần các chất	Lượng
<i>Dung dịch A (1-2ml cho mỗi lít nước nuôi tảo)</i>	
FeCl ₃ .6H ₂ O	1,3 g
MnCl ₂ .4H ₂ O	0,36 g
H ₃ BO ₃	33,6 g
EDTA	45 g
NaH ₂ PO ₄ .2H ₂ O	20 g
Na ₂ NO ₃	100 g
Dung dịch B	1 mL
Nước cất đến	1.000 mL
<i>Dung dịch B</i>	
ZnCl ₂	2,1 g
CoCl ₂ .6H ₂ O	2,0 g
(NH ₄) ₆ .Mo ₇ O ₂₄ .4H ₂ O	0,9 g
CuSO ₄ .5H ₂ O	2,0 g
HCL đậm đặc	10 mL
Nước cất đến	100 mL
<i>Dung dịch C (0,1ml cho mỗi lít nước nuôi tảo)</i>	
Vitamin B12	10 mg
Vitamin B1	200 mg
Nước cất đến	100 mL

Các yếu tố môi trường: Trong nuôi cấy tảo, ánh sáng có vai trò quyết định đến quá trình quang hợp và tốc độ phát triển của tảo nuôi. Cường độ ánh sáng cần thiết cho nuôi cấy tảo dao động 3.000-5.000 lux, cường độ quang hợp sẽ tăng theo cường độ ánh sáng và chu kỳ chiếu sáng tốt nhất cho nuôi cấy tảo ít nhất là 18 giờ mỗi ngày (Trần Thị Lê Trang, 2016). Nhiệt độ thích cho sự phát triển của tảo 28-30°C, pH thích hợp cho đa số các loài tảo là 7 – 9 và tối ưu 8,2 – 8,7 (Nabris, 2012). Bên cạnh đó, khi nuôi tảo cần sục khí giúp tảo lơ lửng trong nước, tránh lắng xuống đáy, làm tảo có cơ hội tiếp xúc đều với ánh

sáng và chất dinh dưỡng. Ngoài ra, sục khí cũng giúp nhiệt độ nước đều trong bể và tránh phân tầng.

Mật độ và thời gian nuôi: Có rất nhiều yếu tố ảnh hưởng đến thời gian đạt mật độ cực đại của tảo như loài tảo, môi trường dinh dưỡng, chiếu sáng, nhiệt độ và mật độ tảo cấy ban đầu. Khi nuôi tảo với mật độ ban đầu $2-3 \times 10^6$ tb/mL thì có thể thu hoạch sau 5 – 7 ngày (Trần Thương Ngọc và Phạm Thị Tuyết Ngân, 2014). Khi tảo phát triển đến giai đoạn gần cuối pha tăng trưởng thì có thể thu hoạch, nếu thu tảo quá non sẽ cho mật độ thấp, nhưng nếu tảo thu quá già sẽ có mật độ giảm và chất lượng dinh dưỡng giảm (Lê Thị Hương và Võ Hành, 2012).

3.2.3.2 Nuôi luân trùng

Có 2 loài luân trùng được sử dụng phổ biến trong ương ấu trùng cá biển là *Brachionus plicatilis* với kích cỡ 130 – 340 μm (trung bình 239 μm) và *Brachionus rotundiformis* có kích cỡ 100 – 210 μm (trung bình 160 μm). Chúng có thể chịu đựng độ mặn trong khoảng 1 – 67‰, độ mặn thích hợp nhất khoảng 10 – 35‰. Tuy nhiên, khi nuôi cần phải chú ý đến độ mặn nước ương ấu trùng cá để nuôi luân trùng với độ mặn thích hợp, tránh có sự chênh lệch độ mặn quá lớn (trên 5‰) giữa nước nuôi luân trùng và nước ương ấu trùng cá vì nó có thể gây sốc luân trùng và làm giảm bơi lội hay hoạt động. Bên cạnh đó, nguồn thức ăn cung cấp cho luân trùng cũng quyết định đến chất lượng dinh dưỡng của luân trùng. Hiện có nhiều loại thức ăn nhân tạo đặc chế cho luân trùng như “culture selco” và “S. parkle”, thành phần dinh dưỡng gồm 45% protein, 30% carbohydrate và 15% lipid (có 33% HUFA n-3). Các loại thức ăn này thành phần chủ yếu là men bánh mì được bổ sung dinh dưỡng như các amino acid, các acid béo thiết yếu, vitamin và kháng nhằm cân bằng dinh dưỡng và nâng cao sinh trưởng của luân trùng (Trần Thương Ngọc, 2017).

Luân trùng có thể nuôi trong bể có thể tích nuôi 1 – 4 m^3 , độ mặn 25 – 30‰, nhiệt độ 28 – 30°C, sục khí liên tục và thả giống luân trùng với mật độ 100 – 200 cá thể/mL (Nguyễn Thị Kim Liên và *ctv.*,

2008). Thức ăn cho luân trùng bao gồm các loại tảo (*Chlorella*, *Tetraselmis*, *Nannochloropsis*, *Isochrysis*...). Những loài tảo chứa nhiều HUFA như *Chlorella*, *Nannochloropsis* là rất quan trọng để làm thức ăn cho luân trùng mà điều đó sẽ tác dụng tốt cho ấu trùng của cá biển (Fukusho, 1983). Ngoài ra, men bánh mì là loại thức ăn rất tiện lợi cho nuôi sinh khối luân trùng, nhất là khi nuôi tảo gặp nhiều khó khăn. Tuy nhiên, trở ngại lớn khi cho luân trùng ăn bằng men bánh mì là sẽ làm nước rất dễ ô nhiễm, do đó trong quá trình nuôi cần kiểm tra yếu tố môi trường nước thường xuyên và điều chỉnh trong phạm vi thích hợp (Bảng 3.6).

Bảng 3.6: Đặc điểm tổng quát về nuôi luân trùng (Fulks and Main, 1991)

Các thông số	Khoảng thích hợp
Nhiệt độ (°C)	28 – 30
pH	7,5 – 8,5
Oxy (mg/L)	2-7
NH ₃ (mg/L)	<1
Cường độ ánh sáng (lux)	2.000 – 3.000
Chu kỳ chiếu sáng	18 sáng:6 tối
Cho ăn	
- <i>Nannochloropsis</i> (tb/mL)	1.00.000-1.500.000
- <i>Chlorella</i> (tb/mL)	1.500.000
- <i>Tetraselmis</i> (tb/mL)	500.000
- Men bánh mì	1g/triệu con/ngày

Hiện nay, có nhiều hệ thống nuôi luân trùng khác nhau như: hệ thống nuôi mẻ, hệ thống nuôi bán liên tục, hệ thống nuôi liên tục, hệ thống nuôi thâm canh tuần hoàn và hệ thống tuần hoàn kết hợp với tảo và cá rô phi. Tuy nhiên, hệ thống nuôi luân trùng bán liên tục và liên tục được áp dụng phổ biến trong các trại sản xuất giống cá biển hiện nay trên thế giới, do hệ thống có ưu điểm là luân trùng có thể thu hoạch hằng ngày và duy trì được trong thời gian dài.

- (i) *Hệ thống nuôi bán liên tục*: hệ thống nuôi được thực hiện hiện trên cơ sở thu hoạch luân trùng hằng ngày thông qua đó có thể thay thế nước nuôi bằng một phần nước mới nhằm nâng cao chất lượng nước trong hệ thống nuôi. Với hệ thống nuôi này, thể tích bể nuôi có thể dao động từ 3-300 m³, mật độ luân trùng ban đầu 100-300 cá thể/mL, thức ăn chủ yếu là men bánh mì, với tỷ lệ thu hoạch 6-7%/ngày hoặc khi mật độ luân trùng vượt quá 5.000 cá thể/mL sẽ tiến hành thu hoạch một phần nhằm duy trì ổn định mật độ 5.000 cá thể/mL và chu kỳ nuôi có thể kéo dài đến 38 ngày (Fu *et al.*, 1997).
- (ii) *Hệ thống nuôi liên tục*: có qui mô nhỏ hơn so với hệ thống nuôi bán liên tục, phương pháp này cần quản lý môi trường nghiêm ngặt. Ưu điểm của phương pháp là khống chế nhiễm tạp vào hệ thống nuôi, kiểm soát được năng suất, tiết kiệm nguồn tảo và công lao động. Tuy nhiên, mô hình nuôi luôn khép kín và thực hiện trong phòng với thể tích nhỏ và chi phí đầu tư trang thiết bị cao. Khi nuôi luân trùng trong bể 1m³, sử dụng tảo *Nannachloropsis* với tỷ lệ 20 triệu tế bào/mL kết hợp với 0,3 – 0,4 g men bánh mì/10⁶ luân trùng/ngày thì bình quân năng suất luân trùng đạt 187 triệu cá thể/ngày và hệ thống này có thể được vận hành vài tháng, có thể đáp ứng nhu cầu sản xuất cho trại giống với nhu cầu 1 tỷ luân trùng/ngày. Ngoài ra, hệ thống nuôi này kiểm soát được thành phần dinh dưỡng của luân trùng, hàm lượng HUFA đầy đủ, vì vậy luân trùng được nuôi trong hệ thống này không cần phải giàu hóa trước khi cho ấu trùng cá biển ăn (Jame and Abu, 1989).

3.2.3.3 Phương pháp giàu hóa luân trùng và *Artemia*

Đối với luân trùng, thu luân trùng và cho vào bể làm giàu, mật độ luân trùng không quá 5.000 cá thể/mL. DHA Selco được làm nhuyễn bằng máy quay sinh tố và cho vào bể giàu hóa với tỷ lệ 5 – 6 g/100L nước và bổ sung tảo *Chlorella* sp., *Nannochloropsis*,

Tetraselmis sp., *Isochrysis*... với mật độ 0,5 – 1 triệu tế bào/mL. Sau 8 – 12 giờ, thu hoạch và được rửa sạch trước khi cho cá ăn.

Đối với giàu hóa *Artemia*, sau khi *Artemia* nở 8 – 12 giờ thì tiến hành thu *Artemia*, loại bỏ vỏ và rửa sạch trước khi giàu hóa. Mật độ *Artemia* trong bể giàu hóa không quá 300 con/mL và sử dụng DHA Selco với lượng 0,4 – 0,6 g/L nước. Sau 10 – 12 giờ làm giàu, thu hoạch và rửa sạch cho cá ăn.

3.2.4 Nuôi vỗ cá bố mẹ

3.2.4.1 Các hình thức nuôi vỗ cá bố mẹ

Cá bố mẹ có thể chọn từ nguồn cá đánh bắt ngoài tự nhiên (cá chẽm, cá mú, cá bớp, cá chim vây vàng, cá măng, cá đối và cá nâu) hay nguồn cá được nuôi thương phẩm trong ao hoặc lồng (cá chẽm, cá mú, cá bớp, cá chim vây vàng, cá măng).



Hình 3.3: Các hình thức nuôi vỗ cá bố mẹ: A- Nuôi vỗ cá bớp trong lồng; B- Nuôi vỗ cá nâu; C- Nuôi vỗ cá mú và cá bớp trong bể ngoài trời ở Indonesia và D- Nuôi vỗ cá chẽm và cá mú trong bể tuần hoàn ở Nha Trang (Nguồn: Lê Quốc Việt)

Hiện nay, cá bố mẹ được nuôi phổ biến với các hình thức như: nuôi trong lồng (cá chêm, cá mú, cá bớp, cá chim vây vàng và cá măng); nuôi trong bể đặt ngoài trời hoặc nuôi trong nhà (cá chêm, cá mú, cá bớp, cá chim vây vàng, cá măng và cá nâu) và nuôi trong ao đất (cá nâu và cá đối).

3.2.4.2 Kỹ thuật nuôi vỗ bố mẹ của một số loài cá biển phổ biến

Một trong những vấn đề quan trọng trong sản xuất giống là nuôi vỗ nguồn cá bố mẹ nhằm nâng cao chất lượng trứng, ấu trùng và chủ động trong khâu sản xuất. Cá được chọn nuôi vỗ cần đạt các tiêu chuẩn sau: cá khỏe mạnh, bơi lội linh hoạt, không bị thương tích, không bị nhiễm bệnh (virus, vi khuẩn và ký sinh trùng). Ngoài ra, cá phải đến tuổi thành thục (kích cỡ thành thục), đảm bảo tỷ lệ cá đực, cái và mật độ nuôi phù hợp (Bảng 3.7).

Bảng 3.7: Một số chỉ tiêu về kỹ thuật trong nuôi vỗ cá bố mẹ

Loài cá	Cỡ cá (kg)	Hình thức nuôi/ mật độ (kg/m ³)	Đực: cái	Thức ăn: %/KL thân/ngày
Cá chêm ^{1;2}	> 3,5	- Lồng: <10kg/m ³ - Bể: 1 kg/m ³	1:1	Cá tạp: 3-5
Cá mú ^{3;4}	>3,7	- Lồng: <5kg/m ³ - Bể: <1 kg/m ³	1:2	Cá tạp: 2-3
Cá bớp ^{5;6}	>12	- Lồng: <10kg/m ³	1:1	Cá tạp: 3-5
Cá chim vây vàng ⁷	> 1,7	- Lồng: <5kg/m ³	1:2	(Cá tạp+tôm+mực = 70:15:15): 3-5
Cá măng ^{8;9}	>2	- Lồng: <2kg/m ³ - Bể: <1 kg/m ³	1:1	TACN (36-42% protein):1,5-2
Cá đối ^{5;10;11}	>0,5	- Ao: <1kg/m ² - Bể: <1 kg/m ³	1:1	TACN (36-42% protein):1,5-2
Cá nâu ^{5;12;13}	>0,15	- Ao: <1kg/m ² - Bể: <1 kg/m ³	1:1	TACN (36-42% protein):1,5-2

¹Parazo *et al.* (1991); ²Parazo *et al.* (1998); ³Sim *et al.* (2005); ⁴Pears *et al.* (2007); ⁵Tran Ngoc Hai *et al.* (2013); ⁶Nguyễn Anh Tuấn và *ctv.* (2014b); ⁷Ngô Văn Mạnh (2014); ⁸Emata *et al.* (1992); ⁹Corre *et al.* (2001); ¹⁰Aizen *et al.* (2005); ¹¹Lê Quốc Việt và *ctv.* (2010); ¹²Alro (1998); ¹³Lý Văn Khánh và *ctv.* (2010).

Chăm sóc và quản lý

Trong thời gian nuôi, thường xuyên kiểm tra và duy trì các yếu tố môi trường nước trong bể và ao nuôi như sau:

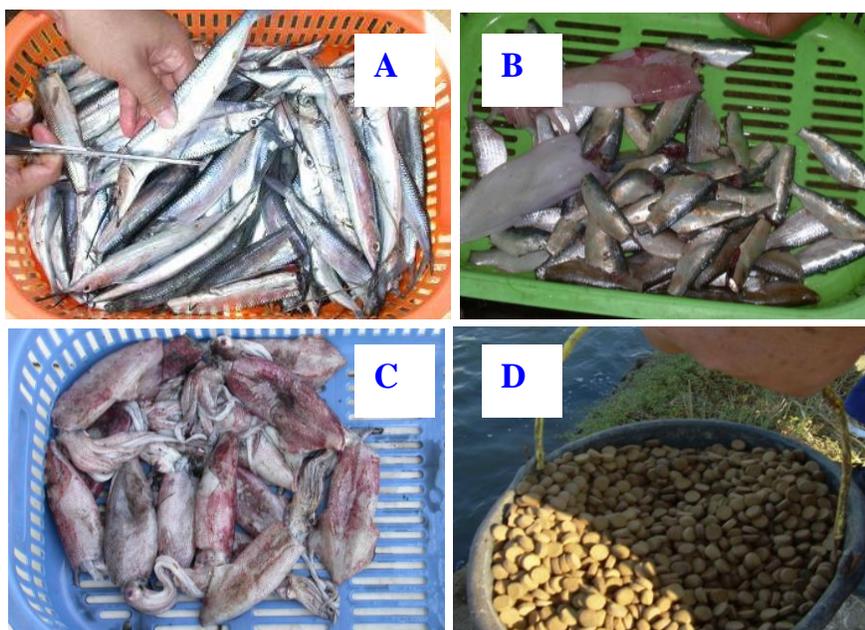
- Nhiệt độ 28 – 32°C
- Độ mặn 30 – 32‰
- pH 6,8 – 8
- Oxy hòa tan > 6 mg/L
- Nitrite < 1 mg/L.
- Tốc độ dòng chảy 1 – 2 m/s (đối với nuôi lồng)

Cho ăn: Thức ăn được sử dụng trong suốt quá trình nuôi phải có chất lượng tốt (đối với ăn cá tạp thì cá phải tươi sống, không ướp các loại hóa chất bảo quản,... và làm sạch trước khi cho ăn; đối với thức ăn công nghiệp thì phải đảm bảo thành phần dinh dưỡng). Cho cá ăn 1 ngày/lần, với khẩu phần ăn của từng loài cá được thể hiện trong Bảng 3.5 Ngoài ra, định kỳ hàng tuần bổ sung các loại vitamine như: A, D, E, B1; dầu mực và khoáng để kích thích trứng phát triển tốt. Đối với cá có sự chuyển đổi giới tính (cá chêm và cá mú), thì cần dùng hormon 17 α -Methyltestosterone để cấy vào cơ thể cá với liều lượng 1-2 mg/kg/tháng hoặc bằng cách trộn vào thức ăn để duy trì cá đực (cá chêm) hay chuyển thành cá đực (đối với cá mú).

Vệ sinh bể và lồng nuôi: Định kỳ 1 – 2 lần/tháng vệ sinh bể và thay lưới lồng nuôi, nhằm hạn chế những sinh vật bám gây ảnh hưởng sức khỏe của cá nuôi. Khi vệ sinh bể nuôi cần tránh vào thời kỳ trứng non (thời gian cá tham gia sinh sản), tốt nhất nên vệ sinh trước khi cá đẻ 1 tuần.

Theo dõi sức khỏe của cá nuôi: trong quá trình chăm sóc cá hàng ngày, nếu cá có dấu hiệu bất thường (ăn yếu, cá tập trung nơi sục khí, cá cọ sát vào thành bể, lưới lồng hay xung quanh mé ao) thì cần phải kiểm tra cá. Thông thường, cá nuôi vỗ thường bị các loài giáp xác ký sinh (thường gặp ở cá mú, cá chêm, cá nâu, cá đối...). Đối với các loài giáp xác ký sinh, dùng nước ngọt để tắm cá trong khoảng thời gian 5 phút và tắm liên tục 2 – 3 ngày.

Nuôi tái phát dục: vào những tháng cá ít tham gia sinh sản (đôi với cá đẻ nhiều lần trong năm: cá chẽm, cá mú, cá bớp...) hoặc hết mùa vụ sinh sản (cá đồi, cá nâu...) thì tiến hành nuôi tái phát dục. Trong giai đoạn này, cần cho cá ăn với lượng thức ăn tăng gấp 1,5 – 2 lần lượng thức ăn trong thời gian nuôi vỗ và cho ăn 2 lần/ngày (hoặc có thể cho ăn theo nhu cầu của cá). Đến mùa vụ sinh sản tiếp theo, trước đó khoảng 30 ngày tiến hành chăm sóc đàn cá theo tiêu chuẩn nuôi vỗ thành thực. Khi cá đã thành thực sinh dục thì tiến hành lựa chọn cá bố mẹ để kích thích sinh sản với chu kỳ kế tiếp.



Hình 3.4: Các loại thức ăn dùng trong nuôi vỗ cá bố mẹ: A- Chuẩn bị cá tạp; B-Cá tạp được làm sạch; C-Mực và D-Thức ăn viên (Nguồn: Lê Quốc Việt)

3.2.5 Kích thích cá sinh sản

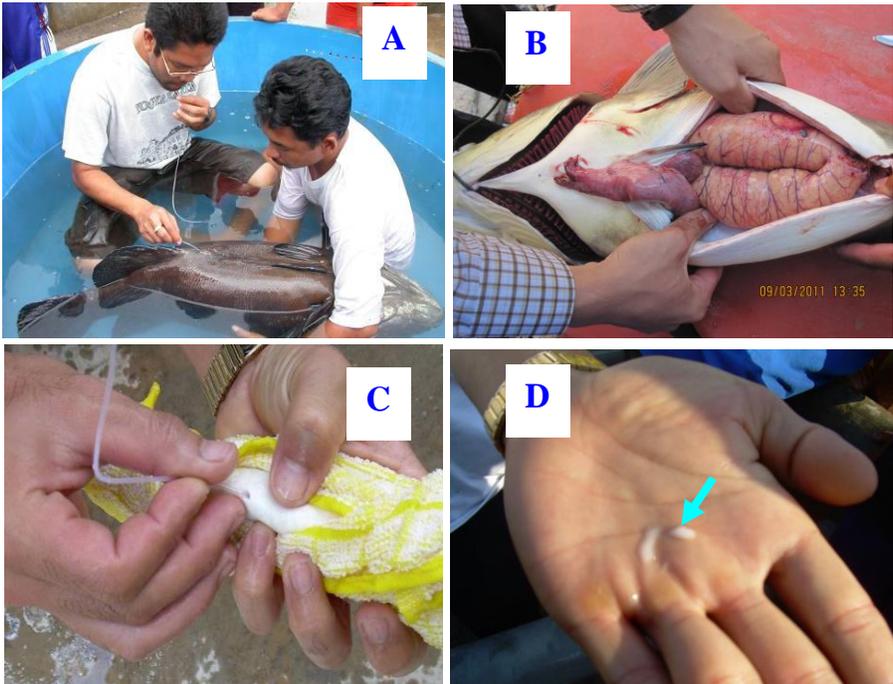
3.2.5.1 Phương pháp và kỹ thuật thích cá sinh sản

a) Chọn cá bố mẹ để kích thích sinh sản

Cá bố mẹ có thể được chọn từ nguồn từ nhiên, nuôi thương phẩm hay nguồn đã được nuôi vỗ. Khi chọn cá bố mẹ có nguồn gốc từ

tự nhiên, cá phải được trữ lại trong bể hay trong lồng 3 – 5 ngày trước khi kiểm tra tuyến sinh dục và tiêm chất kích thích sinh sản.

Khi kiểm tra cá bố mẹ cần sử dụng thuốc gây mê, nhằm hạn chế gây sốc cá trong quá trình kiểm tra. Các loại thuốc thường được sử dụng phổ biến như: Ethylene glycol monophenyl ether với liều 100 – 200 mL/m³ nước hoặc dùng Tricaine methane-sulfonate (MS-222), 10 – 20 g/m³ (Popovic *et al.*, 2012).



Hình 3.5: Chọn cá bố mẹ cho sinh sản: A-Thăm trứng cá mú; B- Trứng cá bóp giai đoạn IV; C-Thăm trứng cá đối và D-sẹ của cá có màu trắng đục (Nguồn: Lê Quốc Việt)

Chọn những cá đã thành thực sinh dục (tuyến sinh dục giai đoạn IV) để tiêm chất kích thích sinh sản: cá cái thành thực sinh dục có biểu hiện bụng căng tròn đều, lỗ sinh dục hơi ửng hồng hay có thể dùng que thăm trứng có đường kính 1,2 mm. Khi trứng cá có màu vàng sậm, đường kính trứng đạt từ 0,4 – 0,8 mm (tùy từng loài, cụ thể ở Bảng 3.9) và khi quan sát trứng bằng dung dịch sera nếu thấy nhân lệch hơn 50% trên tổng số trứng quan sát thì ta chọn cá để cho sinh

sản. Đối với cá đực, cũng tiến hành lấy sẹ tương tự như lấy trứng (hoặc ấn nhẹ vào bụng thì sẹ chảy ra), khi sẹ có màu trắng đục và có khả năng hòa tan nhanh trong môi trường nước là biểu hiện cá thành thực tốt. Nếu sẹ có màu trắng ngà (hơi vàng) là biểu hiện không tốt (đã có dấu hiệu thoái hóa).

b) Các phương pháp kích thích cá sinh sản

Có 3 phương pháp kích thích cho cá sinh sản: (1) Kích thích bằng cách điều chỉnh môi trường; (2) Kích thích sinh sản bán nhân tạo và (3) Kích thích sinh sản nhân tạo. Mỗi phương pháp kích thích cá sinh sản đều có ưu và nhược điểm riêng, cụ thể được thể hiện ở Bảng 3.8.

(1) Kích thích cá sinh sản bằng cách điều chỉnh môi trường

Phương pháp này có thể ứng dụng đối với cá chêm, cá mú, cá bớp, cá măng và cá chim vây vàng. Dựa vào đặc điểm tự nhiên cũng như các nhu cầu sinh thái cho sự sinh sản của cá, có thể áp dụng biện pháp điều chỉnh môi trường để kích thích cá đẻ trên các cơ sở sau:

- Thay đổi độ mặn của nước tương tự như lúc cá di cư sinh sản.
- Giảm nhiệt độ nước tương tự như sau cơn mưa. Hạ mức nước và sau đó nâng cao mức nước như thủy triều lên cao trong kỳ trăng tròn.

Khi thả cá vào bể đẻ, nước có độ mặn bằng với độ mặn của cá được nuôi vỗ (nhằm tránh cá bị sốc). Sau 2 – 3 ngày, cá đã thích nghi thì bắt đầu giảm dần độ mặn xuống còn 20 – 25‰, giữ cá với độ mặn này trong vòng 7 ngày, sau đó hàng ngày thay từ 60 – 70% nước để nâng cao dần độ mặn lên 30 – 32‰ giống như lúc cá mới di cư đi sinh sản. Đến những ngày trăng non, hay trăng tròn, lúc giữa trưa hạ mức nước xuống còn 30 cm và phơi nắng 3-4 giờ để tăng nhiệt độ lên đến 30 – 32°C, sau đó cho nước biển mới vào để giảm nhiệt độ xuống còn 27 – 28°C giống như triều lên. Nếu cá chín muối sinh dục tốt thì

chúng sẽ đẻ ngay đêm đó, nếu cá không đẻ thì lập lại quá trình kích thích này 2 – 3 ngày cho đến khi cá đẻ.

Phương pháp kích thích sinh sản bằng cách điều chỉnh môi trường được áp dụng thành công khi cá chín muồi sinh dục. Nên khi áp dụng phương pháp này, có thể không chủ động được nguồn ấu trùng trong trại sản xuất giống.

(2) Kích thích cá sinh sản bán nhân tạo

Hiện nay, phương pháp này được áp dụng phổ biến đối với các loài cá tham gia sinh sản nhiều lần trong năm, cá đẻ róc hoặc không đẻ róc không hoàn toàn (buồng trứng có nhiều giai đoạn) như cá chẽm, cá mú, cá bớp, cá măng, cá chim vây vàng,... Khi áp dụng phương pháp này, có thể cho cá đẻ trong bể hoặc ngay cả đẻ trong lồng nuôi vỗ trên biển (Hình 3.7).

Khi chọn được cá bố mẹ đã thành thực đạt yêu cầu, sau đó tiến hành tiêm chất kích thích sinh sản. Tiêm chất kích thích sinh sản vào cơ lưng hoặc gốc vây lưng, đặt mũi kim vào đúng vị trí đã định, nghiêng 45⁰ so với thân cá, ấn nhẹ cho mũi kim vào cơ hay gốc vây từ 0,4 – 0,5 cm, bơm thuốc nhanh và rút kim ra từ từ để tránh thuốc chảy ra ngoài (Hình 3.6).

Cá sau khi tiêm được thả trở lại bể hoặc lồng nuôi, thời gian hiệu ứng của cá khác nhau tùy theo loài (Bảng 3.9). Do cá bắt cặp và đẻ tự nhiên nên khi tiêm cần chú ý đến thời gian hiệu ứng của cá. Từ đó, xác định thời gian tiêm thích hợp với cá khác nhau. Nên cho cá đẻ vào ban đêm phù hợp với đặc điểm sinh học của cá nhằm nâng cao tỷ lệ trứng thụ tinh (Nguyễn Anh Tuấn và *ctv.*, 2014b; Sim *et al.*, 2005). Trước khi cá đẻ 5 – 6 giờ, cá thường bắt cặp, bơi lội gần mặt nước, cá cái có bụng to và tròn đều thì tiến hành đặt giai lưới để thu trứng (trường hợp cho cá đẻ trong lồng) và cá sẽ đẻ ngay trong đêm. Giai lưới thu trứng được đặt bên trong của lưới lồng (giai lưới có kích cỡ mắt lưới từ 0,2 – 0,3 mm). Sau khi cá đẻ xong tiến hành thu và ấp trứng.

(3) Kích thích cá sinh sản nhân tạo

Phương pháp kích thích cá sinh sản nhân tạo cũng sử dụng chất kích thích sinh sản để tiêm cho cá rụng trứng tương tự như kích thích cá sinh sản bán nhân tạo. Tuy nhiên, phương pháp này đòi hỏi nhiều khâu kỹ thuật cao hơn (vuốt trứng, vuốt sẹ hoặc mổ cá đực lấy sẹ để thụ tinh cho trứng). Phương pháp này có ưu điểm là có thể chủ động được nguồn trứng hay ấu trùng trong trại sản xuất. Trong thực tế, phương pháp kích thích sinh nhân tạo không được áp dụng cho các loài cá đẻ không róc mà chỉ được ứng dụng cho các loài cá đẻ róc (cá đối, cá nâu,...).

Số lần tiêm, liều lượng, chất kích thích sinh sản được sử dụng khác nhau tùy theo từng loài cá và cụ thể được thể hiện ở Bảng 3.9. Sau khi tiêm, cá được thả trong bể và theo dõi cá rụng trứng để tiến hành thụ tinh nhân tạo. Bể chứa cá có độ mặn 28 – 32‰, pH=7,8-8,2 và nhiệt độ từ 29 – 31°C (Lê Quốc Việt và *ctv.*, 2010; Lý Văn Khánh và *ctv.*, 2010). Biểu hiện của cá khi rụng trứng tốt: bụng cá trương lên rất to, tròn đều, khi sờ nhẹ vào thì trứng chảy ra và khi vuốt thì trứng chảy thành dòng. Các bước thụ tinh nhân tạo cho cá:

Chuẩn bị dụng cụ chứa trứng hay chứa tinh (nếu phải giải phẫu cá đực và sẹ phải được nghiền nhuyễn trước khi vuốt trứng)

- Vuốt trứng cá cái.
- Vuốt tinh cá đực vào trứng cá hay cho sẹ đã nghiền vào trứng.
- Dùng lông gà trộn đều trứng và tinh của cá trong 2 – 3 phút
- Cho một ít nước mặn 28 – 30‰ vào và trộn đều 3 – 5 phút
- Tiếp tục rửa lại bằng nước mặn, định lượng số trứng và đem đi ấp.

Bảng 3.8: Ưu và nhược điểm của các phương pháp kích thích sinh sản

Phương pháp sinh sản	Điều chỉnh môi trường	Bán nhân tạo	Nhân tạo
Ưu điểm			
	<ul style="list-style-type: none"> - Dễ thực hiện - Cá tái phát dục nhanh - Không tiêm chất kích thích sinh sản 	<ul style="list-style-type: none"> - Dễ thực hiện - Cá tái phát dục nhanh 	<ul style="list-style-type: none"> - Ít tốn thời gian - Chủ động trứng và ấu trùng - Kiểm soát được chất lượng trứng
Nhược điểm			
	<ul style="list-style-type: none"> - Không chủ động được thời gian cá sinh sản - Cần nhiều thời gian - Không kiểm soát được chất lượng trứng 	<ul style="list-style-type: none"> - Không kiểm soát được chất lượng trứng 	<ul style="list-style-type: none"> - Thời gian tái phát dục chậm

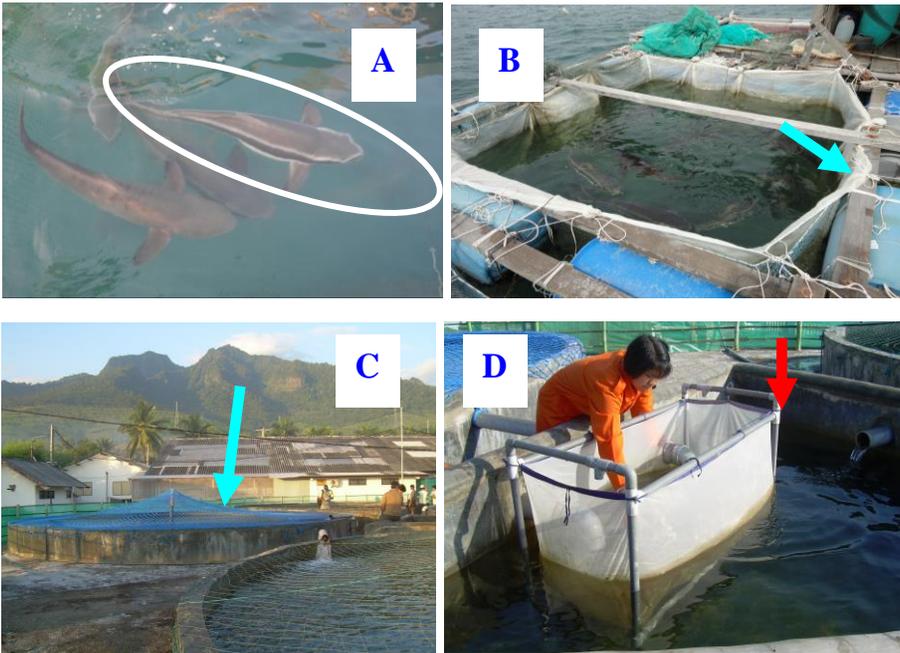
Bảng 3.9: Một số đặc điểm kỹ thuật kích thích sinh sản của một số loài cá biển

Loài cá	Đường kính trứng (mm)	Chất kích thích sinh sản	Liều lượng/kg	Hình thức sinh sản	Số lần tiêm	Thời gian hiệu ứng (giờ)	Tỷ lệ cá đẻ (%)	Nguồn
Cá chẽm	0,5 – 0,6	LHRH-a (µg)	70-100	Bán nhân tạo	1	32-35	70-85	Garcia (1989); Kailasam <i>et al.</i> (2006)
Cá bớp	>0,7	LHRH-a (µg)	20-30	Bán nhân tạo	1	36-48	80,0	Nguyễn Anh Tuấn và <i>ctv.</i> (2014b)
Cá chim vây vàng	0,7-0,8	HCG (UI)+LHRH-a (µg)	500+40	Bán nhân tạo	1	24-48	65-72	Ngô Văn Mạnh (2014)
Cá măng	>0,6	Não (mg)+HCG(UI)	20+3.000	Bán nhân tạo/nhân tạo	2	9-12	60-70	Juario and Duray (1983)
Cá đối mực	0,5-0,6	LHRH-a (µg)+Dom (mg)	30+5	Bán nhân tạo	2	20-22	85,7	Aizen <i>et al.</i> (2005)
	0,5-0,6	LHRH-a (µg)	200	Nhân tạo	2	20-24	82,7	Meseda <i>et al.</i> (2006)
Cá đối đất	0,5-0,6	LHRH-a (µg)+Dom (mg)	(250-300)+5	Nhân tạo	2	13-20	83,3	Lê Quốc Việt và <i>ctv.</i> (2010)
Cá nâu	0,5-0,6	LHRH-a (µg)	50-100	Nhân tạo	2	17-19	80-93	Lý Văn Khánh và <i>ctv.</i> (2010)
		Ovaprim (µg)	0,5-1,5			22-23	67-87	

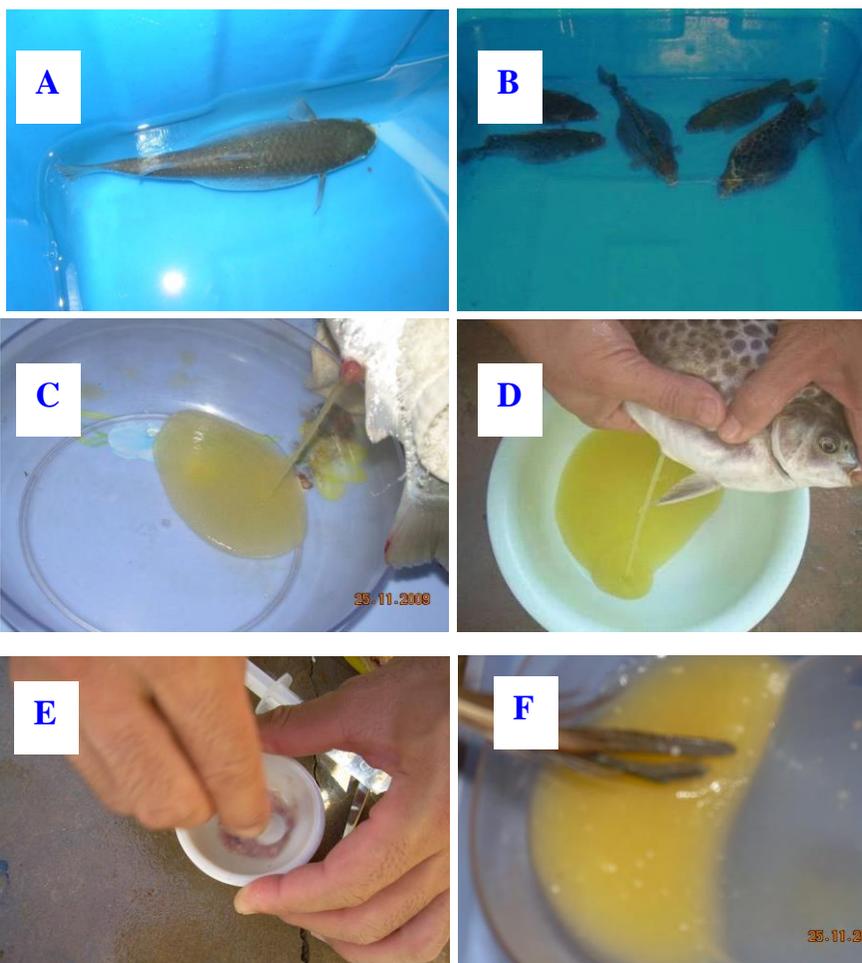
Ghi chú: Đối với cá tiêm 2 lần: lần thứ 1 tiêm 1/3 liều và liều quyết định tiêm 2/3 lượng còn lại; thời gian giữa 2 lần tiêm là 12 giờ.



Hình 3.6: Tiêm chất kích thích sinh sản cho cá: A-Tiêm cá mú; B- Tiêm cá đối (Nguồn: Lê Quốc Việt)



Hình 3.7: Cho cá đẻ trong lồng: A – Cá cái có dấu hiệu rụng trứng; B – Đặt giai lưới để thu trứng; Cho cá đẻ trong bể: C – Cá sau khi tiêm được thả vào bể đẻ và D – Nơi thu trứng cá (Nguồn: Lê Quốc Việt)



Hình 3.8: Sinh sản nhân tạo: A-Cá đối rụng trứng; B-Cá nâu rụng trứng; C-Vuốt trứng cá đối; D-Vuốt trứng cá nâu; E-Nghiền tinh cá và F-Thụ tinh cho cá

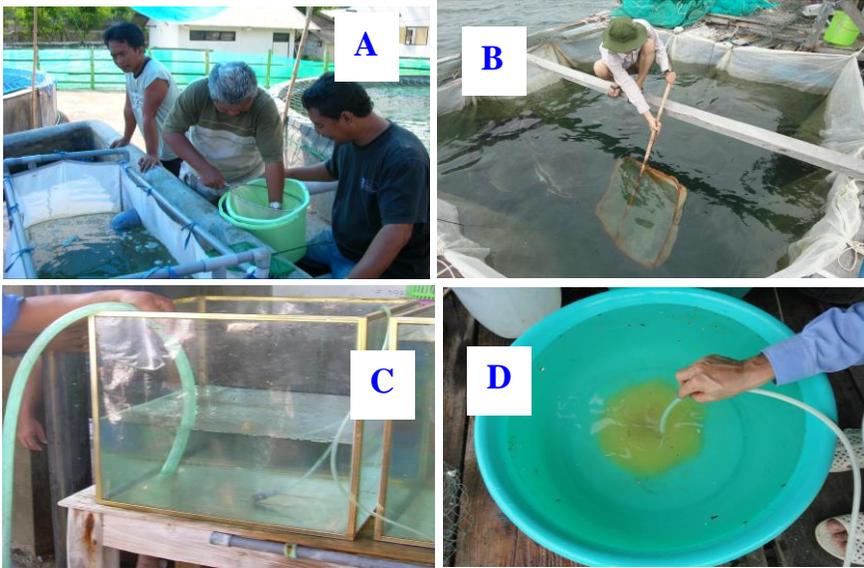
3.2.5.2 Thu trứng và ấp trứng

Khi cho cá đẻ trong bể, có thể thu trứng từ bể đẻ bằng cách dùng lưới có mắt lưới mịn 300 μm để kéo vào sáng buổi hôm sau, tuy nhiên bằng động tác này phải ngừng sục khí, và động tác kéo lưới sẽ gây sốc cho cá bố mẹ, đặc biệt khi nuôi cá với mật độ cao. Do đó nên cho cá đẻ theo phương pháp bể vòng để tháo nước chảy tràn ra bể thu có đặt lưới và sau đó dùng vợt thu trứng (Hình 3.9). Tương tự, khi cho cá sinh sản trong lồng thì sau khi cá đẻ xong khoảng 90 – 120 phút, tiến

hành dùng vợt lưới mịn (kích cỡ mắt lưới 0,2 – 0,3 mm) vợt toàn bộ trứng chuyển vào thùng hoặc thau có chứa nước cùng độ mặn với nước cá đẻ trong môi trường biển và sục khí liên tục.

Sau khi thu trứng xong, tiến hành loại bỏ chất cặn bã và các trứng hư (không thụ tinh) bằng cách tắt sục khí, và dùng tay khuấy nhẹ cho nước chảy thành vòng tròn, sau đó siphon các chất cặn bã và trứng hư lắng dưới đáy thùng/thau. Tiếp theo, dùng vợt thu các trứng nổi (trứng đã thụ tinh) và định lượng số lượng trứng để cho vào bể ấp.

Đa số các loài cá biển trứng có giọt dầu (trứng nổi) như cá bớp, cá mú, cá chẽm, cá măng, cá đối, cá nâu... Do đó, trứng cá có thể được ấp trong bể composite đáy hình chóp (0,5 – 1 m³), độ mặn 30 – 32‰, mật độ 100 – 500 trứng/L, sục khí nhẹ, liên tục và phải đảm bảo hàm lượng oxy hòa tan trong nước > 5mg/L. Trong quá trình ấp trứng, thường xuyên theo dõi chất lượng nước và thay nước (30 – 50%/lần). Ngoài ra còn theo dõi quá trình phát triển phôi của trứng cá, phát hiện thấy trứng hư màu trắng đục thì tiến hành xi phông, nhằm hạn chế ô nhiễm môi trường nước và tránh được sự phát triển của vi khuẩn hay nấm ký sinh trên trứng cá. Số lần và tỷ lệ thay nước tùy thuộc vào chất lượng của trứng. Tùy thuộc vào loài cá khác nhau, trứng cá sẽ nở sau 17-24 giờ sau khi cá đẻ, với nhiệt độ từ 28 – 30°C và pH dao động từ 7,5 – 8,5 (Bảng 3.10).



Hình 3.9: Thu trứng cá: A-Thu trứng cá trong bể; B-Thu trứng cá trong lồng; C và D-Loại trứng không thụ tinh (Nguồn Lê Quốc Việt)

Bảng 3.10: Một số chỉ tiêu kỹ thuật trong ấp trứng cá

Loài cá	Độ mặn (%)	Mật độ (trứng/L)	Thời gian nở (giờ)	Tỷ lệ nở (%)	Nguồn tham khảo
Cá chẽm	28-32	100-300	17-18	80-83	Moretti <i>et al.</i> (2005)
Cá mú	32-35	100-200	18-22	83-85	Vũ Văn sáng và <i>ctv.</i> (2013); Sugama <i>et al.</i> (2012)
Cá bớp	30-35	400-500	21-24	80-84	Nguyễn Anh Tuấn và <i>ctv.</i> (2014b)
Cá măng	29-34	200-300	20-24	75-85	Juario and Duray (1983)
Cá đối đất	25-35	200-300	18-20	82-86	Le Quoc Viet <i>et al.</i> (2013)
Cá nâu	25-30	100	19-21	43,3	Lý Văn Khánh và <i>ctv.</i> (2010)

3.2.6 Ương ấu trùng và cá giống

3.2.6.1 Các hình thức ương ấu trùng và cá giống

Các mô hình ương cá nước lợ trên thế giới hiện nay có các hình thức khác nhau như: (1) ương trong nhà; (2) ương trong bể ngoài trời; (3) ương trong ao đất; (4) ương trong mương nổi đặt trong ao và (5) ương trong lồng đặt ngoài biển (Nguyễn Văn Sửu, 2005; Burke *et al.*, 2007). Mỗi hình thức ương có những thuận lợi, trở ngại riêng riêng và phù hợp với từng điều kiện đặc thù hay các giai đoạn cá ương khác nhau.

- (1) *Ương trong nhà*: được ứng dụng ương từ ấu trùng lên cá giống ở các loài cá nước lợ và được áp dụng phổ biến ở các nước trên thế giới. Ương trong nhà có thể thực hiện được các mô hình khác nhau như: (i) mô hình tuần hoàn và (ii) mô hình nước xanh (có bổ sung tảo). Hình thức ương này có ưu điểm dễ kiểm soát các yếu tố môi trường bên ngoài hơn so với hình thức ương khác. Tuy nhiên, chi phí sản xuất lớn hơn so với ương ngoài trời, trong ao đất hay trong lồng.
- (2) *Ương trong bể ngoài trời*: được ứng dụng ương từ cá hương lên cá giống và được áp dụng phổ biến các nước Đông Nam Á (Thái Lan, Indonesia, Đài Loan, Philipphine, Việt Nam...). Khi ương ngoài trời cá tăng trưởng nhanh, cá giống có chất lượng tốt và chi phí sản xuất thấp hơn so với cá ương trong nhà (Liao *et al.*, 2001). Tuy nhiên, khi ương ngoài trời khó kiểm soát được các yếu tố môi trường như nhiệt độ, pH và đặc biệt là sự phát triển của tảo làm ảnh hưởng đến pH rất lớn, nên phải thường xuyên thay nước để hạn chế sự phát triển của tảo và ổn định pH.
- (3) *Ương trong ao đất*: có thể ứng dụng ương các loài cá nước lợ từ giai đoạn ấu trùng lên cá giống và được áp dụng một số nước như: Việt Nam, Philipphine, Đài Loan... Ương ấu trùng cá trong ao đất có ưu điểm là nguồn thức ăn tự nhiên

trong ao dòi dào nên chi phí thức ăn và công chăm sóc giảm so với các hình thức ương khác. Hình thức ương này được áp dụng phổ biến với các loài cá có kích cỡ miệng nhỏ như: cá dổi, cá măng, cá nâu, cá mú... Bên cạnh đó, ương ao trong ao đất có những hạn chế nhất định như: khó kiểm soát các yếu tố môi trường nước, mật độ ương thấp và năng suất thu được thấp hơn so với hình thức ương trong nhà.

- (4) *Uương trong mương nổi đặt trong ao đất*: Mương nổi (floating raceway) được thiết kế với nhiều kiểu dáng khác nhau, nhưng cơ bản mương nổi giống như một cái bể dài và hẹp, có thể tự nổi hoặc nhờ dàn phao nâng (Hình 3.10); toàn bộ hệ thống được đặt trong ao, nước được luân chuyển liên tục nhờ hệ thống ống nâng nước dạng air-lift (Burke *et al.*, 2007). Mương nổi có thể dùng để ương cá từ giai đoạn ấu trùng lên cá giống, hiện nay ở Việt Nam cũng đã áp dụng mương nổi trong ương giống cá chêm (Hoàng Tùng và *ctv.*, 2007). Với hệ thống ương này có nhiều ưu điểm như: tận dụng được các ao sẵn có, không phải thay đổi kết cấu của ao; sử dụng được nguồn thức ăn tự nhiên trong ao; có thể ương được mật độ cao; chất lượng nước được cải thiện; dễ dàng cho ăn, phân cỡ và thu hoạch. Tuy nhiên, ương cá trong mương nổi cũng có những hạn chế như: ao phải có diện tích lớn để có nguồn thức ăn tự nhiên dòi dào và do mương nổi đặt ngoài trời nên khó kiểm soát được những yếu tố môi trường bị ảnh hưởng bởi thời tiết.
- (5) *Uương trong lồng đặt ngoài biển*: hình thức ương này chủ yếu được áp dụng từ cá hương lên cá giống hoặc cá giống có kích cỡ nhỏ thành kích cỡ lớn. Hình thức ương trong lồng được áp dụng rất phổ biến ở các nước trên thế giới, hình thức ương lồng dễ dàng ứng dụng đối với các trại sản xuất giống cá nước lợ gần biển hay các hộ nuôi áp dụng để ương từ cá giống nhỏ lên cá giống lớn phục vụ nuôi thương phẩm (Hình 3.11). Ương cá giống trong lồng có những thuận lợi như: ương được mật độ cao, cá lớn nhanh, chi phí thấp và

vận chuyển giống rất thuận lợi. Tuy nhiên, khi nguồn nước bị ô nhiễm thì rất khó kiểm soát.



Hình 3.10: Các dạng mương nổi khác nhau

(Nguồn: *Burke et al., 2007*)

3.2.6.2 Kỹ thuật ương ấu trùng

Ở giai đoạn ương ấu trùng, hình thức ương phổ biến nhất là ương trong nhà. Bể ương cá ấu trùng có các dạng khác nhau như: hình tròn, hình chữ nhật hoặc hình vuông, thể tích bể ương dao động từ 1 – 10 m³ và độ sâu mức nước từ 50 – 70 cm. Nước ương có độ mặn từ 25 – 35‰ (tùy thuộc vào từng loài cá khác nhau được thể hiện ở Bảng 3.10 mục 3.2.5.2), được sục khí liên tục và hàm lượng ôxy hòa tan từ 4 – 8 mg/L. Mật độ ương 10 – 20 con/L.

Loại thức ăn và chế độ cho ăn (Bảng 3.11 đến 3.14)

Tùy thuộc vào từng loài cá khác nhau, sau khi cá nở 2 – 3 ngày thì bắt đầu cho cá ăn bằng luân trùng (*Rotifer*) đã được giàu hóa bằng DHA Selco đến ngày thứ từ 10 – 20, với mật độ luân trùng 3 – 20 cá thể/mL/lần và cho ăn 3 lần/ngày (6^h00, 12^h00 và 18^h00).

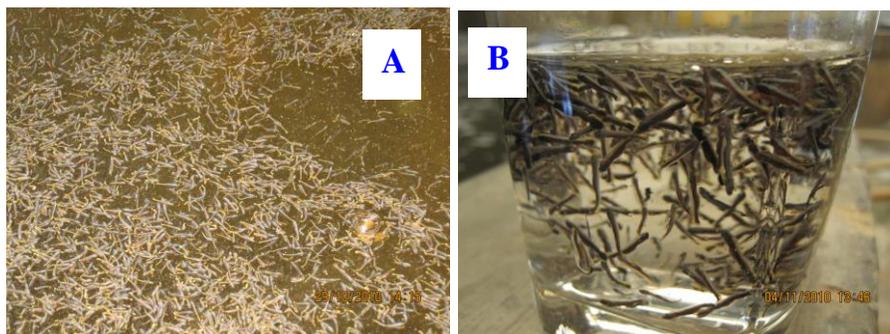
Bắt đầu cho cá ăn *Artemia* lần đầu tiên từ ngày 7 – 16 với lượng 0,2 – 2 *Artemia*/mL nước ương/lần và cho ăn 2 lần/ngày (9^h00 và 15^h00).

Từ ngày thứ 20 trở đi có thể tập cho cá ăn thức ăn nhân tạo với thức ăn có kích cỡ từ 200 - 800 μ m).



Hình 3.11: Các dạng bể ương ấu trùng cá nước lợ

A-bể ương bằng xi măng có màu vàng và màu xanh ở Indonesia; B-bể ương hình chữ nhật bằng xi măng và hình tròn bằng composite Việt Nam (Nguồn: Lê Quốc Việt)



Hình 3.12: Ấu trùng cá bóp: 10 ngày tuổi (A) và 15 ngày tuổi (B)
(Nguồn: Lê Quốc Việt)

Bảng 3.11: Chế độ cho ăn và thay nước trong ương ấu trùng cá chêm (*Marte and Toledo, 2015*)

Ngày sau khi nở	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Cho ăn																														
- Tảo: <i>Chlorella sp</i> hoặc <i>Nanochloropsis sp</i>																														
- S-rotifer (3-5 cá thể/mL)																														
- S-rotifer (5-10 cá thể/mL)																														
- S-rotifer (10-20 cá thể/mL)																														
- Artemia (0,5-2 cá thể/mL)																														
- Thức ăn nhân tạo (200-800µm)																														
Thay nước (%/ngày)	20-30																													
	30-50																													

Bảng 3.12: Chế độ cho ăn và thay nước trong ương ấu trùng cá mú (*Sugama et al., 2012*)

Ngày sau khi nở	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Cho ăn																														
- Tảo: <i>Chlorella sp</i> hoặc <i>Nanochloropsis sp</i>																														
- SS-rotifer (5-7 cá thể/mL)																														
- S-rotifer (8-10 cá thể/mL)																														
- S-rotifer (10-15 cá thể/mL)																														
- Artemia (0,2-0,5 cá thể/mL)																														
- Thức ăn nhân tạo (200-800µm)																														
Thay nước (%/ngày)	10																													
	20																													
	50																													

Bảng 3.13: Chế độ cho ăn và thay nước trong ương ấu trùng cá bớp (Trần Ngọc Hải và ctv, 2013)

Ngày sau khi nở	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Cho ăn																														
- Tảo: <i>Chlorella sp</i> hoặc <i>Nanochloropsis sp</i>																														
- S-rotifer (5-10 cá thể/mL)																														
- Artemia (0,5-1 cá thể/mL)																														
- Artemia (1-2 cá thể/mL)																														
- Thức ăn nhân tạo (200-800µm)																														
Thay nước (%/ngày)	10-20																													
	20-40																													
	30-50																													

Bảng 3.14: Chế độ cho ăn và thay nước trong ương ấu trùng cá măng, cá đối và cá nâu (Sugama et al., 2012; Le Quoc Viet et al., 2013; Lý Văn Khánh, 2013)

Ngày sau khi nở	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Cho ăn																														
- Tảo: <i>Chlorella sp</i> hoặc <i>Nanochloropsis sp</i>																														
- S-rotifer (3-5 cá thể/mL)																														
- S-rotifer (5-10 cá thể/mL)																														
- S-rotifer (10-20 cá thể/mL)																														
- Artemia (0,5-1 cá thể/mL)																														
- Thức ăn nhân tạo (200-800µm)																														
Thay nước (%/ngày)	10-20																													
	20-40																													
	30-50																													

Chăm sóc và quản lý:

Bổ sung tảo *Nannochloropsis* hoặc *Chlorella* sp. vào bể ương hằng ngày để duy trì mật độ tảo trong bể ương từ $1-3 \times 10^5$ tb/mL để vừa làm thức ăn cho ấu trùng, luân trùng, đồng thời ổn định chất lượng nước. Trong thời gian đầu không thay nước, từ ngày thứ 8 trở đi có thể thay nước 10 – 50%/lần và định kỳ thay nước 5 – 7 ngày/lần.

Hàng ngày, trước khi cho cá ăn nên kiểm tra hoặc định lượng mật độ luân trùng và *Artemia* còn lại trong bể để điều chỉnh lượng thức ăn cho thích hợp, tùy theo kích cỡ của ấu trùng và điều kiện môi trường mà khả năng bắt mồi của cá sẽ thay đổi.

Trong quá trình ương cá hương cần giữ cho nhiệt độ ổn định và nằm trong khoảng 28 – 30°C (nếu nhiệt độ tăng cao có thể mở cửa trại thông thoáng và ngược lại). Bên cạnh đó, cần kiểm tra các yếu tố môi trường nước (pH, ammonia và nitrite) định kỳ 3 – 5 ngày và điều chỉnh nằm trong khoảng thích hợp như: pH = 7,5 – 8,3; Ammonia <0,1 mg/L và Nitrite <1,0 mg/L (Lee, 2003; Sugama *et al.*, 2012).

Đa phần các loài cá nước lợ (cá bớp, cá chẽm, cá mú,...) khi ương có đặc tính phân cỡ rất nhiều, nên sau khi ương khoảng 15 – 20 ngày cần tiến hành phân cỡ cá và những lần phân cỡ tiếp theo cách nhau khoảng 5 – 7 ngày. Việc phân cỡ cá có những lợi ích như: dễ dàng cho cá ăn, cá lớn nhanh hơn và tỷ lệ sống sẽ tăng do cá ít ăn nhau (Liao and Chang, 2001; Marte and Toledo, 2012; Tran Ngoc Hai *et al.*, 2013).

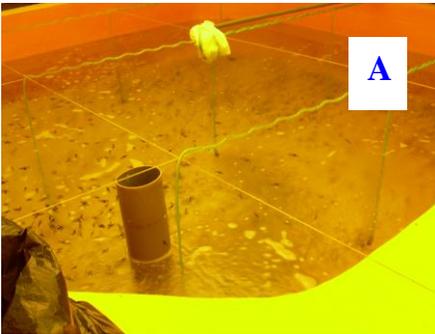
Sau 25 – 30 ngày, tiến hành thu hoạch cá hương và chuyển sang giai đoạn ương từ cá hương lên cá giống.



Tập cho cá bớp ăn thức ăn



Tập cho cá chẽm ăn thức ăn



Ương cá mú (A) và phân cỡ cá mú (B)

Hình 3.13: Một số hình ảnh về ương ấu trùng cá nước lợ

(Nguồn: Lê Quốc Việt)

3.2.6.2 Kỹ thuật ương cá giống

Hiện nay trên thế giới, kỹ thuật ương từ cá hương lên cá giống được ứng dụng với nhiều hình thức ương khác nhau như: ương trên bể, ương trong ao đất hay ương trong giai lưới đặt trong ao và ương trong lồng.

Bể ương cá giống có dạng hình tròn hoặc hình chữ nhật và thể tích bể ương dao động từ 4 – 10 m³. Cá giống có thể ương trong hệ thống tuần hoàn hoặc thay nước.

Nếu ương trong lồng, kích cỡ lồng thích hợp từ 2 x 2 x 1 m đến 5 x 2 x 1 m, mắt lưới 1 mm.

Ương cá trong ao đất, ao dùng để ương cá có diện tích 100 – 500 m², sâu 0,8-1 m.

Các thông số kỹ thuật ương giống của một số loài cá được thể hiện trong Bảng 3.15.

Bảng 3.15: Một số thông số kỹ thuật ương giống một số loài cá

Loài cá	Độ mặn (‰)	Hình thức ương	Mật độ (con/m ³)	Nguồn tham khảo
Cá chẽm	25-30	- Bể	- 1.000-1.500	Sakaras (1986); Moretti <i>et al.</i> (2005)
		- Lồng	- 1.500-2.000	
		- Giai lưới	- 100-200	
Cá mú	30-32	- Bể	- 1.000-1.500	Ismi <i>et al.</i> (2012); Sugama (2012)
		- Lồng	- 1.500-2.000	
		- Giai lưới	- 100-200	
Cá bớp	30-32	- Bể	- 60-80	Lê Quốc Việt và <i>ctv.</i> (2014)
		- Lồng	- 500-1.000	
Cá măng	29-34	- Bể	- 1.000-2.000	Smith and Chong (1983)
		- Lồng	- 1.000-1.500	
		- Ao đất	- 20-40	
Cá đối	20-30	- Bể	- 1.000-2.000	Le Quoc Viet <i>et al.</i> (2010a, b)
		- Giai lưới	- 50-100	
Cá nâu	20-30	- Bể	- 1.000-2.000	Lý Văn Khánh (2013)
		- Giai lưới	- 50-100	



Hình 3.11: Các hình thức ương cá giống

A-ương ngoài trời; B-ương trong nhà; C-ương tuần hoàn; D-luyện cá trước khi vận chuyển; E và F-ương trong ao; G-ương trong lồng và H-giống cá bớp (Nguồn: Lê Quốc Việt và Trần Ngọc Hải)

Chăm sóc và quản lý:

Cá được cho ăn bằng thức ăn công nghiệp dạng viên nổi hay cá tạp (đối với cá mú, cá bớp, cá chẽm) và được cho ăn 3 – 4 lần/ngày

(lượng thức ăn cho cá ăn theo nhu cầu). Riêng đối với cá đồi, cá măng và cá nâu thì chỉ sử dụng thức ăn công nghiệp. Khi cho cá ăn bằng cá tạp, cần chọn cá còn tươi và sạch nhằm hạn chế gây bệnh cho cá nuôi. Bên cạnh đó, nên loại bỏ các ký sinh trên cá tạp bằng cách ngâm trong nước ngọt từ 10-15 phút trước khi cho ăn. Tùy vào kích cỡ cá ương mà cho ăn với cá xay nhuyễn hay cắt nhỏ.

Đối với ương trong ao hay trong bể nên thường xuyên theo dõi các yếu tố môi trường nước như nitrite, TAN để có biện pháp xử lý kịp thời và si phông thức ăn dư thừa (đối với bể ương). Định kỳ 3 – 5 ngày thay nước 30 – 40% lượng nước trong ao hoặc trong bể (nếu ương trong hệ thống tuần hoàn thì không cần thay nước). Riêng đối với ương trong lồng hay trong giai lưới cần phải thường xuyên theo dõi lồng/giai lưới, đề phòng lồng bị hư hỏng do cá hay sinh vật khác như cua phá rách lưới hoặc do sóng gió. Ngoài ra lồng/giai lưới cũng dễ bị các sinh vật khác bám vào làm nước không lưu thông. Vì vậy cần cọ rửa hay thay lồng/lưới định kỳ.

Trong thời gian ương, nên định kỳ phân cỡ cá 10-15 ngày/lần (đối với ương trong bể, trong lồng hay trong giai lưới) để hạn chế cá lớn ăn cá nhỏ (cá chêm, cá bớp và cá mú).

Thu hoạch và vận chuyển:

Tùy theo nhu cầu người nuôi, có thể thu hoạch cá giống sau 30 – 60 ngày ương.

Trước khi vận chuyển, cần luyện cá nhằm giảm tỷ lệ hao hụt (cá được cho vào giai lưới để quen dần với mật độ cao) và nên ngừng cho ăn trong khoảng thời gian 8 – 12 giờ để hạn chế chất thải phát sinh, gây stress đối với cá do bị sức ép. Có 2 phương pháp vận chuyển cá: (1) vận chuyển kín và (2) vận chuyển hở.

(1) *Vận chuyển kín*: thông thường được tiến hành với cá giống có kích cỡ nhỏ hơn 5 cm. Tùy thuộc vào từng loài và kích cỡ, cá được cho vào túi nylon chứa từ 2 – 10 lít nước với mật độ cá 20 – 60 con/L, bơm căng khí oxy nguyên chất và sau đó đặt vào thùng xốp hoặc carton xếp lên phương tiện vận chuyển. Thời gian vận chuyển cho

phép tối đa 15 giờ, với nhiệt độ từ 23 – 25°C. Nếu thời gian vận chuyển lâu hơn cần thay nước mới hoặc thay oxy trong túi vận chuyển.

2) *Vận chuyển hở*: được áp dụng đối với cá lớn hơn 5 cm, có thể vận chuyển bằng xe hoặc tàu đục. Tuy nhiên, vận chuyển bằng tàu sẽ an toàn hơn, mật độ cao hơn và cá sẽ khỏe hơn so với vận chuyển bằng xe.

- Vận chuyển bằng tàu đục: mật độ cá 1.000 – 1.300 con/m³ (cỡ cá 15 – 20 cm); mật độ 1.400 – 1.500 con/m³ (cá 10 – 15 cm) và mật độ 1.500 – 2.000 con/m³ (cá 5 – 10 cm).
- Vận chuyển bằng xe: mật độ cá 500 – 800 con/m³ (cỡ cá 15 – 20 cm); mật độ 800 – 1.000 con/m³ (cá 10 – 15 cm) và mật độ 1.000 – 1.500 con/m³ (cá 5 – 10 cm). Nhiệt độ vận chuyển cá từ 22 – 24°C và sau mỗi 8 – 10 giờ thay nước 70 – 80%.

3.2.6.3 **Đánh giá chất lượng cá bột và cá giống**

Tập tính bơi lội: Cá bơi lội chủ động, nhanh nhẹn, bơi lội vòng quanh bể, ít nổi lên mặt và bám thành bể hay đáy bể. Ngoài ra cá khỏe mạnh thì không tập trung sát đá bọt sục khí, chúng giữ 1 khoảng cách với đá bọt.

Hình dạng và tính phân cỡ: Khi được quản lý tốt, cá sẽ đồng cỡ. Cá phát triển cân đối, không dị tật, uốn vẹo thân. Nếu cá lớn không đồng cỡ chúng sẽ cạnh tranh thức ăn, không gian sống. Cá yếu sẽ có thân hình phát triển không đồng đều, đầu lớn và đuôi nhỏ.

Sắc tố: Cá khỏe có màu sáng, đầu, thân, đuôi phát triển tốt, vây cá nguyên vẹn.

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Đánh giá vai trò, thuận lợi và trở ngại trong nuôi và sử dụng thức ăn tự nhiên trong ương nuôi ấu trùng cá biển?
2. So sánh ưu và nhược điểm của các hình thức nuôi vỗ cá bố mẹ?
3. Phân tích ưu và nhược điểm của các hình thức ương cá bột lên cá giống?

Chương 4

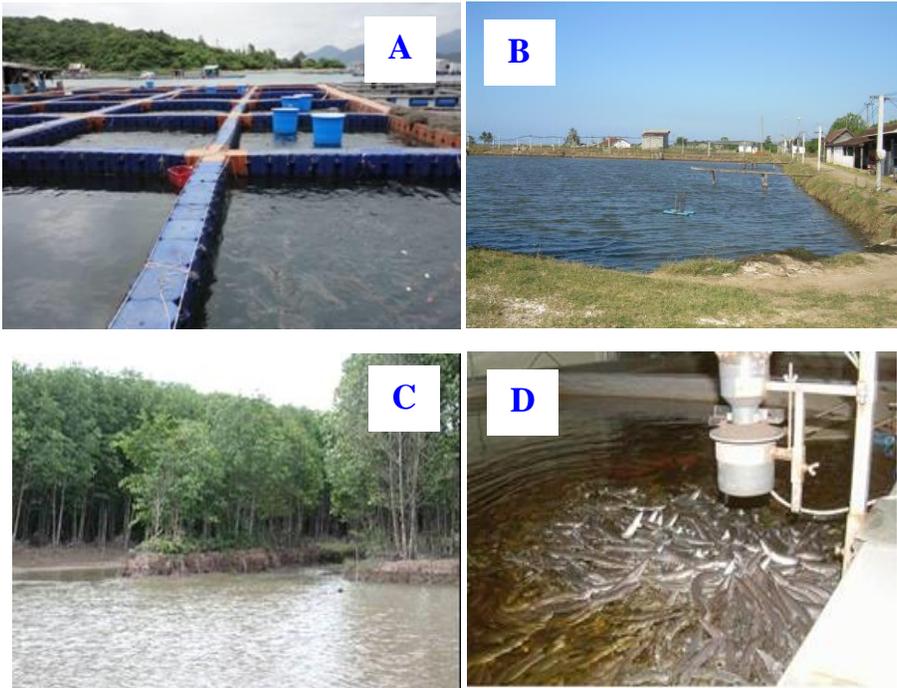
KỸ THUẬT NUÔI CÁ BIỂN THƯƠNG PHẨM

4.1 Các mô hình nuôi cá biển thương phẩm

Nuôi cá nước lợ và cá biển thương phẩm trên thế giới hiện nay có các hình thức quan trọng như: (i) nuôi cá lồng trên biển, (ii) nuôi cá trong ao thâm canh và bán thâm canh, (iii) nuôi cá kết hợp với các đối tượng thủy sản khác, và (iii) nuôi cá thâm canh và siêu thâm canh trên bể. Mỗi mô hình có thuận lợi và trở ngại riêng và phù hợp với từng điều kiện đặc thù. Một số đặc điểm chính của các hình thức nuôi được trình bày ở Bảng 4.1.

- (i) *Nuôi cá lồng trên biển*: vùng nuôi biển là vùng đất ngập triều thường xuyên, lồng nuôi cá có thể đặt ở những eo vịnh gần bờ, gần các đảo ít sóng gió hay ngoài khơi xa bờ (Cowardin, 1979). Nuôi lồng là hình thức nuôi cá biển trong các lồng làm bằng lưới có thể tích khác nhau từ 2 – 1.000 m³/lồng, với các loài cá được nuôi phổ biến như cá bớp, cá mú, cá chẽm, cá chim, cá măng, cá ngừ...
- (ii) *Nuôi cá bán thâm canh và thâm canh trong ao*: Nuôi ao là hình thức nuôi các loài cá trong ao đất (ao nằm trên đất liền), vị trí các ao nuôi thường ở những nơi có nguồn nước lợ, vùng cửa sông hay ven bờ biển với diện tích dao động từ 0,1 – 0,5 ha. Các đối tượng được nuôi phổ biến trong ao như: cá chẽm, cá mú, cá kèo, cá chình,...
- (iii) *Nuôi cá kết hợp với các loài thủy sản khác*: Nuôi kết hợp là hình thức nuôi phối hợp để tận dụng điều kiện sống, hay tập tính dinh dưỡng của nhau được chia sẻ tài nguyên nước, thức ăn, chăm sóc và quản lý,... Với hình thức nuôi kết hợp, ao nuôi thường có diện tích lớn hơn 1 – 10 ha. Các loài cá thường được nuôi kết hợp với tôm sú, cua như: cá đối, cá nâu, cá dìa, cá kèo, cá rô phi,...

(iv) *Nuôi cá trên bể*: Bể nuôi có thể được xây dựng ở những nơi gần hoặc xa biển, kể cả khu nội địa hay vùng đô thị và diện tích bể nuôi dao động từ 100 – 1.000 m³. Bể nuôi có thể đặt trong nhà hoặc ngoài trời và nuôi với hệ thống tuần hoàn (không thay nước) hay hệ thống hở (thay nước). Nuôi cá trên bể được áp dụng phổ biến trong nuôi vỗ cá bố mẹ (cá bớp, cá mú, cá chêm, cá măng,...) và nuôi thương phẩm (cá chình, cá bơn,...).



Hình 4.1: Các mô hình nuôi cá thương phẩm

A-Nuôi cá trong lồng; B-Nuôi cá trong ao; C-Nuôi cá kết hợp với thủy sản khác và D-Nuôi cá trong bể (Nguồn: Lê Quốc Việt và Trần Ngọc Hải)

Bảng 4.1: Đặc điểm chính của các mô hình nuôi cá biển thương phẩm

Đặc điểm	Nuôi lồng ⁽¹⁾			Nuôi ao ⁽²⁾		Nuôi trên bể
	Lồng đơn giản	Lồng bán hiện đại	Lồng hiện đại	Bán thâm canh và thâm canh, đơn loài	Kết hợp	
Nơi nuôi	Các đầm, phá cạn	Ở các eo, vịnh gần bờ hay quần đảo, kín gió, ít sóng	Ngoài khơi xa bờ, sâu	Ven bờ biển, ven cửa sông, kênh ven biển	Các ao, đầm nuôi thủy sản quảng canh	Khu nội địa, nhất là ven đô thị
Phương tiện nuôi	Lồng là giai lưới đơn giản, cố định bằng cọc, thể tích 2-6m ³	Lồng nổi bằng gỗ và lưới chữ nhật hay vuông, (10-100m ³) kết thành giàn; hay lồng tròn kiểu Na-Uy (100-1.000m ³). Có khả năng điều chỉnh nổi hay chìm.	Lồng ngầm, hình thoi, hình chóp, hình trụ; hệ thống quản lý, chăm sóc, giám sát hiện đại	Ao đất hay kiên cố bằng tường xi măng.	Ao, đầm cạn, rộng 1-5 ha hay hơn. Có nhiều loài thủy sản nuôi và thực vật, rừng ngập mặn.	Bể bằng xi măng, composite, nhựa; 100-1000m ³ ; nước chảy tràn, hồ hay tuần hoàn, trong nhà hay ngoài trời
Loài cá nuôi phổ biến	Cá rô phi, chẽm, cá mú,...	Cá mú, cá bớp, cá cam, cá hồng, cá tráp, cá chim,...	Cá ngừ	Cá mú, cá chẽm, cá bớp, cá kèo, cá chình,...	Cá măng, cá đối, cá rô phi, cá đĩa, cá nâu...	Cá chình, cá bơn...
Thức ăn	Thức ăn nhân tạo, cá tạp	Thức ăn nhân tạo, cá tạp	Thức ăn nhân tạo	Thức ăn nhân tạo, cá tạp	Chỉ bổ sung thức ăn hoặc sử dụng thức ăn tự nhiên	Thức ăn nhân tạo
Năng suất	2-5 kg/m ³	10-30 kg/m ³	10-50 kg/m ³	2-5 kg/m ²	0,2-0,5 kg/m ²	2-5 kg/m ³

Thuận lợi	Kỹ thuật đơn giản, chi phí thấp, dễ quản lý	Nhiều vùng ven biển thuận lợi cho nuôi, đầu tư và quản lý tập trung, cho năng suất và sản lượng cao	Môi trường trong sạch và ít gây ô nhiễm. Năng suất và sản lượng lớn.	Dễ quản lý, kiểm soát trong kỹ thuật; hạn chế rủi ro do sóng gió	Kỹ thuật đơn giản, nuôi đa loài, thân thiện môi trường, đa dạng sản phẩm và hạn chế rủi ro về kinh tế.	Diện tích nhỏ, năng suất cao; quản lý chăm sóc có thể được hiện đại hóa; thân thiện môi trường và an toàn sinh học.
Trở ngại	Qui mô nhỏ lẻ, năng suất và sản lượng thấp, vùng nuôi kín, trao đổi nước ít nên nguy cơ gây ô nhiễm và bị ô nhiễm môi trường và dịch bệnh	Cần có vị trí eo vịnh ít sóng gió, dòng chảy phù hợp; cần đầu tư tốt về phương tiện, kỹ thuật, chi phí.	Đối tượng cá nuôi hạn chế; cần phương tiện và công nghệ hiện đại, đồng bộ về công nghệ và các dịch vụ hậu cần, chi phí cao, chi phí phù hợp với qui mô lớn của quốc gia hay công ty.	Mô hình nuôi cá thâm canh trong ao có thể bị cạnh tranh với các mô hình nuôi khác, nhất là nuôi tôm do tính chất hấp dẫn về giá cả, thị trường. Loài nuôi cần có giá trị cao. Cần đồng bộ trong dịch vụ cung cấp giống, thức ăn, chế biến, tiêu thụ...	Mật độ và năng suất thấp; cần diện tích nuôi lớn; loài cá nuôi kết hợp là loài ăn tạp hay thực vật; sản phẩm chủ yếu cho tiêu thụ nội địa.	Ít loài cá nuôi phải có giá trị kinh tế cao, ăn thức ăn nhân tạo; chịu được mật độ cao, lớn tốt trong điều kiện nuôi bể. Đầu tư phương tiện, kỹ thuật và kinh phí cao.
Nơi áp dụng phổ biến	Các nước Đông Nam Á	Trên thế giới	Phát triển ở một số quốc gia Châu Âu	Trên thế giới	Các nước Đông Nam Á	Phổ biến ở một số quốc gia

Nguồn: ⁽¹⁾ Liao and Lin (2000); ⁽²⁾Troell (2009)

4.2 Kỹ thuật nuôi một số loài cá biển có giá trị kinh tế

4.2.1 Nuôi cá chẽm

4.2.1.1 Nuôi cá chẽm trong lồng

Chọn vị trí nuôi lồng

Vị trí tốt cho nuôi lồng cá chẽm, cần đủ độ sâu và bảo đảm đáy lồng cách đáy biển lúc triều thấp ít nhất 2-3 m; tốc độ chảy thích hợp từ 0,2-0,6 m/giây; nền đáy là đáy cát hay sỏi; đảm bảo hàm lượng oxy từ 4-6 mg/lít, nhiệt độ 25-30°C và độ mặn từ 27-33‰.

Tránh những nơi có sóng to, gió lớn như sóng cao trên 2 m và tốc độ dòng chảy 1 m/giây vì có thể làm hư hỏng lồng, trôi thức ăn, làm cho cá hoạt động yếu gây chậm lớn và sinh bệnh; nơi có nhiều rong biển, cỏ biển hay san hô; nơi nước chảy quá yếu hay nước đứng vì có thể dẫn đến cá chết do thiếu oxy, thức ăn thừa, mùn bã cũng tích lũy ở đáy lồng gây ô nhiễm; đặc biệt cần tránh xa những nơi gây ô nhiễm dầu, ô nhiễm chất thải công nghiệp, nước thải sinh hoạt và tàu bè.

Thiết kế và xây dựng lồng

Thông thường một giàn lồng có kích cỡ 6 x 6 x 3 m và được thiết kế thành 4 ô để làm thành 4 lồng riêng biệt, mỗi lồng có kích cỡ 3 x 3 x 3 m. Như thế sẽ thuận lợi cho việc thả giống được đồng loạt cho từng lồng, đồng thời với một lồng không nuôi cá sẽ dành để thay lồng khi xử lý bệnh cá hay xử lý rong tảo bám quanh lồng.

Mặc dù có thể sử dụng các vật liệu rẻ tiền như tre, gỗ... để làm lồng, song các loại vật liệu này sẽ dễ dàng bị hư hỏng. Vì thế, chỉ nên làm khung trên lồng bằng gỗ với kích cỡ thông thường loại 8 x 15 cm. Khung đáy lồng dùng bằng ống nước đường kính 15/21. Lưới lồng tốt nhất nên là PE không gút. Kích thước mắt lưới có thể thay đổi tùy vào kích cỡ cá nuôi. Ví dụ cỡ cá 1-2 cm dùng mắt lưới 0,5 cm, cỡ cá 5-10 cm dùng mắt lưới 1 cm; cỡ cá 20-30 cm dùng mắt lưới 2 cm và cỡ cá >25 cm dùng mắt lưới 4 cm.

Phao có thể là thùng nhựa (1x0,6m), thùng phuy để nâng khung gỗ của lồng. Số lượng phao có thể thay đổi tùy theo lồng, có nhà trên bè nuôi hoặc không có. Lồng được cố định bằng neo ở 4 góc để tránh bị nước cuốn trôi.

Ngoài ra ở các vùng cạn ven bờ có thể phát triển kiểu lồng cố định bằng cách dùng lưới và cọc gỗ bao quanh khu nuôi.

Kỹ thuật nuôi và quản lý lồng

Trước khi thả cá giống vào lồng, cần phải thuần hóa để cá thích nghi với nhiệt độ và độ mặn nước nơi nuôi. Cá giống nên phân cỡ theo nhóm và nuôi trong những lồng riêng biệt. Thả cá vào lúc sáng sớm (6-8 giờ) hoặc buổi tối (8-10 giờ) khi nhiệt độ thấp.

Mật độ thả cá thường từ 30-50 con/m³. Sau 2-3 tháng nuôi cá đạt khối lượng 150-200g, lúc này giảm mật độ còn 10-20 con/m³. Nên dành một số lồng trống, để sử dụng khi cần thiết như chuyển cá giống hay đổi lưới cho lồng nuôi khi bị tắc nước do vi sinh vật bám. Thông qua việc chuyển đổi lồng giúp phân cỡ và điều chỉnh mật độ nuôi.

Cá tạp là nguồn thức ăn được dùng chủ yếu cho cá chẽm. Cá tạp được băm nhỏ cho ăn hai lần mỗi ngày vào buổi sáng (8 giờ), buổi chiều (5 giờ) với tỷ lệ 10% khối lượng cá trong 2 tháng đầu. Sau 2 tháng chỉ cho ăn một lần/ngày vào buổi chiều với tỷ lệ 5% khối lượng cá. Chỉ cho cá ăn khi cá bơi lội gần mặt nước.

Do nguồn cá tạp ở một số nước hiếm và đắt, cám gạo và tấm được dùng trộn thêm để giảm lượng cá tạp sử dụng. Phối hợp nguyên liệu làm thức ăn có thể là cá tạp 70% và cám hoặc tấm 30%. Thức ăn ảm cũng có thể được dùng cho cá ăn với thành phần như ở Bảng 4.2. Bên cạnh đó, hiện nay việc nuôi cá chẽm có thể sử dụng thức ăn viên hoàn toàn hoặc thức ăn viên (40-43% protein) kết hợp với cá tạp (nếu ở những nơi nguồn cá tạp nhiều và rẻ tiền). Khi sử dụng thức ăn viên cho cá ăn có rất nhiều ưu điểm như: chất lượng thức ăn đáp ứng nhu cầu dinh dưỡng của cá nuôi (bổ sung đầy đủ các loại vitamin, khoáng...), mùi vị hấp dẫn và hạn chế sự thất thoát thức ăn. Hiệu quả của việc sử dụng thức ăn viên so với cá tạp được thể hiện Bảng 4.3.

Bảng 4.2: Thành phần thức ăn ảm (Kungvankij *et al.*, 1986)

Thành phần	Tỷ lệ (%) nguyên liệu
Bột cá	35
Cám gạo	20
Bột đậu nành	15
Bột bắp	10
Bột gạo	8
Dầu mực (hoặc dầu cá)	7
Chất kết dính	3
Hỗn hợp Vitamin	2

Bảng 4.3: So sánh hiệu quả thức ăn viên với cá tạp

Chỉ tiêu	Thức ăn viên	Cá tạp
Bảo quản	Dễ	Khó
Tính chủ động	Chủ động	Không
Dinh dưỡng phù hợp từng giai đoạn cá	Phù hợp	Không
Ảnh hưởng ô nhiễm môi trường	Ít	Nhiều



Hình 4.2: Nuôi cá chẽm trong lồng bán hiện đại
A- Ở Thái Lan và B-Ở Indonesia (Nguồn: Lê Quốc Việt)

4.2.1.2 Nuôi cá chêm trong ao

Nuôi đơn là hình thức nuôi một đối tượng cá chêm. Hệ thống nuôi này có điểm bất lợi là nó hoàn toàn phụ thuộc vào việc cung cấp thức ăn cho cá.

Nuôi ghép là phương thức nuôi triển vọng nhất do làm giảm sự lệ thuộc của người nuôi vào nguồn thức ăn cá tạp, nếu không thể hoàn toàn chủ động. Phương pháp này là sự kết hợp đơn giản giữa nuôi một loài làm thức ăn (như cá rô phi) cho đối tượng nuôi chính trong ao là cá chêm.

Chọn địa điểm nuôi cá chêm

Địa điểm cần có nguồn nước tốt và đầy đủ quanh năm. Chất lượng nước nuôi cá chêm được thể hiện ở Bảng 4.4. Vùng tốt nhất cho nuôi cá chêm nên có biên độ triều vừa phải từ 2-3 m. Đất có thành phần sét đầy đủ để đảm bảo giữ được nước cho ao. Cần tránh những vùng bị nhiễm phèn. Giao thông là vấn đề quan trọng cần xem xét trong việc chọn địa điểm nuôi. Ngoài ra, một số yếu tố khác như khả năng về lao động, trợ giúp kỹ thuật, khả năng về thị trường và điều kiện xã hội thích hợp cũng cần được xem xét khi chọn lựa vị trí.

Bảng 4.4: Các yếu tố môi trường nước cho ao nuôi cá chêm (Madrones and Catacutan, 2012)

Thông số	Phạm vi cho phép
pH	7,5-8,5
Oxy hòa tan	4-9 mg/L
Nồng độ muối	10-30‰
Nhiệt độ	26-32°C
NH ₃	< 1 mg/L
H ₂ S	0,3 mg/L

Thiết kế và xây dựng ao

Ao nuôi cá chêm thường có hình chữ nhật với kích cỡ 1.000 – 5.000 m² đối với ao nuôi đơn; từ 0,2 – 2 ha đối với ao nuôi ghép và độ sâu dao động từ 1,2-1,5 m. Mỗi ao cần có cống cấp và tiêu nước riêng

để thuận tiện cho việc thay đổi nước. Đáy ao bằng phẳng và dốc về cống thoát nước.

Chuẩn bị ao nuôi thịt bao gồm các bước như chuẩn bị hệ thống nuôi thông thường. Trong nuôi đơn sau khi bón vôi trung hòa môi trường thì tiến hành lấy nước đầy ao và thả cá nuôi ngay.

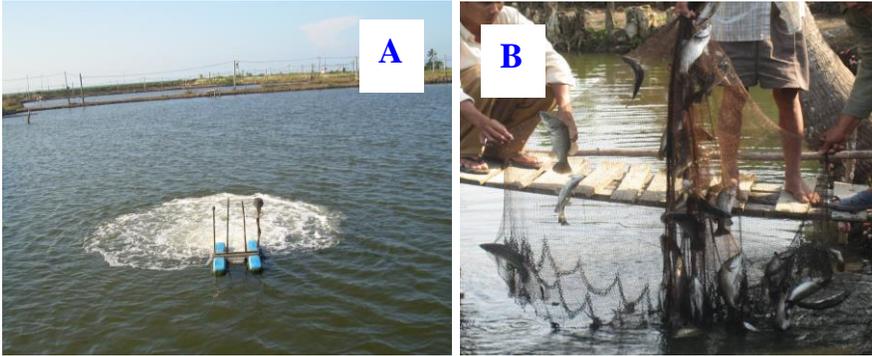
Đối với nuôi ghép, sau khi bón vôi trung hòa môi trường thì bón phân hữu cơ (phân gà) với lượng 1 tấn/ha. Tiếp đó, tăng mức nước dần lên để thức ăn tự nhiên phát triển. Khi thức ăn tự nhiên phát triển nhiều thì thả cá rô phi bố mẹ vào với mật độ 5.000-10.000 con/ha. Tỷ lệ cá rô phi đực:cái = 1:3. Cá rô phi nuôi trong ao từ 1-2 tháng hoặc đến khi cá con xuất hiện nhiều thì thả cá chēm giống vào ao nuôi.

Cá chēm giống nuôi với kích cỡ 8-10 cm thả vào ao nuôi thịt với mật độ 10.000-20.000 con/ha trong ao nuôi đơn và 3.000-5.000 con/ha cho ao nuôi ghép. Trước khi thả cá giống phải thuần hóa chúng dần với nồng độ muối và điều kiện ao nuôi. Cá thả nuôi tốt nhất nên có kích thước đồng đều và thả cá vào lúc trời mát.

Quản lý ao, chăm sóc và cho ăn

Do phải duy trì thức ăn tự nhiên trong ao nên cần hạn chế sự thay đổi nước cho ao nuôi theo dạng kết hợp. Định kỳ 3 ngày thay một lần khoảng 50% lượng nước trong ao. Tuy nhiên, trong ao nuôi đơn do có cung cấp thức ăn hàng ngày, thức ăn dư thừa sẽ gây nhiễm bẩn nước ao, vì vậy cần phải cung cấp nước thêm hàng ngày.

Trong ao nuôi ghép không cần phải bổ sung thức ăn, nhưng ao nuôi đơn thì phải cho ăn hàng ngày. Phương pháp cho ăn trong ao nuôi cũng giống như trong nuôi lồng.



Hình 4.3: Ao nuôi cá chêm (A) và chài kiểm tra cá (B)

(Nguồn: Lê Quốc Việt và Lý Văn Khánh)

4.2.1.3 Mô hình nuôi cá chêm ở một số nước

Cá chêm nuôi trong lồng ở Thái Lan với mật độ 25 con/m³, sau 4 tháng nuôi cá đạt khoảng 450 – 500g và năng suất đạt 20 – 22 kg/m³ (Narin and Abdel, 2014). Ở Ấn Độ, nuôi cá chêm trong lồng với mật độ 20 con/m³ (chiều dài cá giống 9±0,6 cm), cho ăn bằng cá tạp thì sau 150 ngày nuôi cá đạt 1,02 kg/con và tỷ lệ sống là 68,8%, tương ứng với năng suất 14kg/m³ (Philipose *et al.*, 2013). Mô hình nuôi cá chêm trong lồng ghép với cá rô phi dòng GIFT ở Sri Lanka, sau 158 ngày nuôi đạt được kết quả như sau:

Bảng 4.5: Nuôi cá chêm trong lồng ghép với cá rô phi ở Sri Lanka (Gammanpila and Singappuli, 2012)

Các chỉ tiêu	Cá chêm	Cá rô phi (GIFT)
Thể tích lồng nuôi (m ³)	13,5	13,5
Mật độ thả (con/m ³)	30	37
Cỡ cá giống (g)	25	40
Thời gian nuôi (ngày)	158	158
Cỡ cá thu hoạch (g)	716	640
Tỷ lệ sống (%)	83,4	95
Sản lượng (kg/m ³)	22,1	22,5
Tỷ suất lợi nhuận (%)	11,7	40,7

Bảng 4.6: Các chỉ tiêu kỹ thuật của mô hình nuôi cá chêm trong ao đất (Lý Văn Khánh và *ctv.*, 2016).

Chỉ tiêu	Giá trị (TB±std)
Diện tích ao nuôi (ha/ao)	1,3±0,7
Độ sâu mức nước ao nuôi	1,0-1,3
Mật độ thả giống (con/m ²)	0,06±0,04
Kích cỡ cá giống (cm)	5,0-6,0
Thời gian nuôi (tháng)	7,0±1,3
Tỉ lệ sống (%)	48±16
Kích cỡ cá thu hoạch (kg)	0,6±0,2
Năng suất (kg/ha/vụ)	197±153
Giá thành sản xuất (ngàn đồng/kg cá)	27,9±15,1

Ghi chú: TB±std: Trung bình± độ lệch chuẩn

Hiện nay ở Việt Nam cá chêm cũng được nuôi lồng chủ yếu ở Miền Trung, cá được nuôi với mật độ 20 con/m³ (cỡ giống 10-12 cm), cá được cho ăn bằng cá tạp và sau 8 tháng nuôi cá đạt khối lượng bình quân 1,07 kg, đạt tỷ lệ sống 76,5% và năng suất trung bình 16,4 kg/m³. Riêng đối với các tỉnh ven biển vùng Đồng Bằng Sông Cửu Long, cá chêm chủ yếu được nuôi trong ao đất, cụ thể các chỉ tiêu về kỹ thuật và hiệu quả của mô hình được thể hiện trong Bảng 4.6.

4.2.2 Nuôi cá mú

4.2.2.1 Nuôi cá mú trong lồng

Chọn vị trí nuôi lồng

Khâu chọn vị trí nuôi lồng ở cá mú tương tự như chọn vị trí nuôi lồng ở cá chêm.

Thiết kế và xây dựng lồng

Tương tự như nuôi cá chêm, thông thường một giàn lồng được thiết kế gồm nhiều ô lồng nhỏ, mỗi ô lồng có kích cỡ 3 x 3 x 3 m hay 5 x 5 x 4m. Như thế sẽ thuận lợi cho việc phân cỡ và thả giống được đồng loạt cho từng lồng riêng, đồng thời để trống một lồng không nuôi

cá dành để thay lồng khi xử lý bệnh cá hay xử lý rong tảo bám quanh lồng.

Mặc dù có thể sử dụng các vật liệu rẻ tiền như tre, gỗ,... để làm lồng như nhiều nơi trước đây, song sẽ dễ bị hư hỏng. Vì thế, chỉ nên làm khung trên lồng bằng gỗ với kích cỡ thông thường loại 8 x 15 cm. Khung đáy lồng dùng bằng ống nước đường kính 15/21 và được mạ kẽm để tăng tuổi thọ lồng. Lưới lồng tốt nhất nên là Polyetylen không gút, hay cũng có thể thay thế bằng Polyamide. Kích thước mắt lưới có thể thay đổi tùy vào kích cỡ cá nuôi. Cỡ cá 1-2 cm dùng mắt lưới 0,5 cm, cỡ cá 5-10 cm dùng mắt lưới 1 cm; cỡ cá 20-30 cm dùng mắt lưới 2 cm và cỡ cá trên 25 cm dùng mắt lưới 4 cm.

Để giữ bè nổi, dùng phao bằng thùng nhựa (1x 0,6 m) hay thùng phuy được sơn kỹ và bố trí nâng khung gỗ. Số lượng phao có thể thay đổi tùy theo lồng, bè nuôi có thể có nhà hoặc không. Cố định hay lồng dây treo để tránh bị nước cuốn trôi. Số lượng neo thường 4 cái và dây neo lớn $\Phi = 24$ mm với chiều dài khoảng 30-50 m.

Ngoài ra ở các vùng cận ven bờ có thể phát triển kiểu lồng cố định bằng cách dùng lưới và cọc gỗ bao quanh khu nuôi.

Nguồn giống nuôi

Mặc dù hiện nay có nhiều công trình nghiên cứu và cho sinh sản nhân tạo thành công các loài cá mú, cá chẽm, nguồn giống cho nuôi cá lồng vẫn chủ yếu là đánh bắt cá con tự nhiên. Mùa vụ đánh bắt cá con vào những tháng đầu mùa mưa. Phương pháp đánh bắt có thể nhiều hình thức như bẫy, nò kéo lưới,... Đối với giống nhân tạo, cần phải ương để đạt kích cỡ thích hợp cho nuôi lồng. Kích cỡ cá giống thông thường từ 10-20 cm.

Cá giống thu từ tự nhiên hay nhân tạo có thể được vận chuyển theo nhiều phương pháp như bằng thùng, bao nylon bơm oxy,... Mật độ vận chuyển cá trong bao nylon bơm oxy trung bình 25-30 con/ lít (cỡ cá 30-50 g/con) hay trong thùng phuy có sục khí là 4-6 con/lít. Cá có thể xử lý trước khi vận chuyển bằng Acrflavine 10 ppm hay trong quá trình vận chuyển bằng Nitrofurazone 10 ppm hay Peniciline.

Streptomycine 20-25 ppm để diệt các vi khuẩn, tránh hao hụt trong quá trình vận chuyển. Bên cạnh đó, trước khi thả cá cần xử lý với formol 100 ppm trong một giờ hay nhốt cá trong nước ngọt 45-60 phút để diệt cá mầm bệnh ký sinh trên cá.

Tùy theo kích cỡ của cá giống, có thể thả với mật độ khác nhau, cá 10-20 cm thả 30-40 con/m³; và cá >20 cm thả 20-25 con/m³. Cá giống thả nuôi cần đều cỡ, với giàn lồng gồm 4 lồng chỉ nên thả cá nuôi trong 3 lồng, một lồng còn lại để xử lý cá khi bị bệnh hay đổi lồng để vệ sinh khi lồng nuôi bị nhiều sinh vật bám vào lưới lồng.



Hình 4.4: Nuôi cá mú trong lồng bán hiện đại

A- ở Vịnh Hạ Long; B- ở Indonesia (Nguồn: Trần Ngọc Hải và Lê Quốc Việt)

Chăm sóc - quản lý

Thức ăn cho cá nuôi chủ yếu là các loại cá tạp và thức ăn viên có hàm lượng protein từ 38-47% và lipid là 9% (Giri *et al.*, 2004; Giri *et al.*, 2007). Khi cho cá ăn bằng cá tạp, nên chọn cá tươi, sạch để tránh gây bệnh cho cá nuôi. Trước khi cho cá ăn cần loại bỏ các sinh vật ký sinh trên cá tạp bằng cách ngâm trong nước ngọt. Tùy vào kích cỡ cá có thể cho ăn cá tạp xay nhuyễn hay cắt khúc, cá mú cỡ 10-20

cm thì cắt khúc khoảng 2 cm và cỡ trên 20 cm thì cắt khúc 5 cm. Lượng thức ăn được sử dụng cho cá ăn hằng ngày được thể hiện trong Bảng 4.5. Cá được cho ăn 1-2 lần/ngày, định kỳ bổ sung vitamin C cho cá ăn 2 – 3 lần/tuần và lượng vitamin C dao động từ 3 – 5 g/kg thức ăn (thức ăn trộn với vitamin C và áo dầu mực bên ngoài).

Bảng 4.7: Khẩu phần của cá mú (Rimmer and Mcbride, 2008)

Loại thức ăn	Cỡ cá (gram/con)		
	15 – 50	50 – 100	> 100
Cá tạp (%)	10 – 15	7,5 – 10	5 – 7,5
Thức ăn viên (%)	7,5 – 10	5 – 7,5	3 – 5

Theo dõi hoạt động của cá hằng ngày, nếu cá có dấu hiệu cọ vào lưới hoặc nổi lờ đờ trên mặt và tập trung vào những nơi có nhiều oxy thì cần bắt cá để kiểm tra các loài giáp xác ký sinh hay ký sinh trùng. Tốt nhất nên định kỳ tắm cá 15 – 20 ngày/lần nhằm ngăn ngừa bệnh ký sinh trên cá nuôi. Các loại hóa chất có thể tắm cá như: formalin 30 ppm trong 30 phút; hydrogen hydroxide (H₂O₂) 30 ppm trong 30 phút hoặc có thể tắm bằng nước ngọt 3 – 5 phút. Việc xử lý cá phải được thực hiện cẩn thận để hạn chế gây sốc cá.

Ngoài ra, trong quá trình nuôi cần phải thường xuyên theo dõi lồng, đề phòng lồng bị hư hỏng do cá hay sinh vật khác như cua cắn phá lưới hoặc do sóng gió. Ngoài ra lồng cũng dễ bị các sinh vật khác bám vào làm nước không lưu thông. Vì vậy cần cọ rửa hay thay lồng định kỳ. Phân cỡ và điều chỉnh mật độ cá nuôi định kỳ mỗi tháng một lần.

Tùy theo kích cỡ cá giống nuôi, sau 3 tháng có thể thu tỉa những con lớn. Sau 6-12 tháng, hầu hết cá đạt khối lượng 0,5-0,8 kg thì thu hoạch đồng loạt.

4.2.2.2 Nuôi cá mú trong ao

Chọn vị trí và thiết kế, chuẩn bị ao

Vị trí ao nuôi cần đảm bảo được nguồn nước tốt và đầy đủ. Nơi có biên độ triều 2-3m để dễ dàng thay nước. Nước có độ mặn 20-

32%. Ngoài ra cũng cần có nguồn nước ngọt tốt để sử dụng khi cần thiết như xử lý cá giống và cá bệnh, ổn định độ mặn ao nuôi. Ao có chất đất là sét hay sét pha cát. Ao nuôi tiện lợi giao thông và an ninh tốt. Cần tránh nơi sóng gió mạnh, hay nơi dễ xói lở. Tránh nơi ô nhiễm nước thải nông nghiệp hay công nghiệp.

Ao nuôi có qui cách khác nhau tùy theo nuôi quảng canh hay bán thâm canh và thâm canh. Điều kiện ao nuôi cá quảng canh cải tiến, ao nuôi cá bán thâm canh hoặc thâm canh cũng tương tự như ao nuôi tôm quảng canh cải tiến vào nuôi tôm thâm canh. Bên cạnh đó, những ao không nuôi tôm có thể cải tạo lại để nuôi cá. Nhìn chung, ao nuôi cá bán thâm canh và thâm canh có kích cỡ 100 m² đến 1 ha. Tốt nhất nên từ 0,1-0,5 ha, sâu 1-2 m, có bờ đất hay kè bê tông. Ngoài ra, cần có ao chứa nước để chủ động xử lý và cấp cho ao nuôi.

Cần chuẩn bị ao kỹ trước khi nuôi. Các công tác bao gồm tháo cạn nước ao, phơi ao, sên vét ao, diệt tạp, bón vôi và bón phân gây màu. Diệt cá tạp bằng dây thuốc cá với lượng 2-4 kg/1000 m². Bón vôi CaCO₃ với lượng 1-2 tấn/ha hay vôi CaO với lượng 200-300 kg/ha. Sau khi cho nước vào 30-40 cm thông qua lưới lọc có kích thước mắt lưới 0,5 mm, cần bón phân gây màu bằng phân gà 1-2 tấn/ha hay phân vô cơ (DAP, NPK) với lượng 20-50 kg/ha. Sau 5-7 ngày, nước sẽ có màu xanh thì tiến hành thả giống.

Thả giống và chăm sóc

Tương tự như nuôi cá chẽm, có thể nuôi cá kết hợp cá mú với cá rô phi hay nuôi cá mú đơn trong ao bán thâm canh và thâm canh.

Nếu nuôi kết hợp với rô phi, sau khi gây màu nước, thả cá rô phi bố mẹ với mật độ 5.000-10.000 con/ha. Sau 1 tháng, cá rô phi con xuất hiện thì thả cá mú giống. Cá mú giống 6 cm được thả với mật độ là 5.000-10.000 con/ha. Đối với nuôi cá bán thâm canh và thâm canh, mật độ thả là 2-7 con/m² tùy kích cỡ giống và điều kiện chăm sóc.

Khi nuôi cá mú ghép với rô phi, cho cá mú ăn bằng cá tạp băm nhỏ với tỷ lệ 5% khối lượng thân. Nếu nuôi đơn, cho cá ăn bằng cá tạp với tỷ lệ 10% khối lượng thân hay bằng thức ăn nhân tạo với tỷ lệ 3%

khối lượng thân. Cho ăn 2 lần mỗi ngày. Khi cá đạt 200g, giảm lượng cá tạp xuống còn 5% hay thức ăn nhân tạo xuống còn 2% khối lượng thân và cho ăn 1 lần mỗi ngày.

Cần thay nước cho ao 2 tuần một lần với tỷ lệ thay 20-50%. Duy trì mức nước ao trên 1,2 m. Ao nuôi tốt nước có màu xanh, pH 7,5-8,3; nhiệt độ 25-32°C; độ mặn 20-32‰; hàm lượng oxy hoà tan 4-8 ppm; Nitrite < 0,05 ppm; và NH₃ dưới 0,02 ppm.

Cần định kỳ kiểm tra kích cỡ cá và phân cỡ cá để nuôi trong những ao riêng hay thu những cá lớn. Khi cá đạt kích cỡ 500-800 g sau 10-12 tháng nuôi thì thu hoạch. Tỷ lệ sống thường đạt 50-80%.

4.2.3 Nuôi cá bớp thương phẩm

Cá bớp được nuôi phổ biến trong lồng. Lồng nuôi cá có kích cỡ 3 x 3 x 3 m, 6 x 6 x 6 m hoặc 10 x 10 x 8 m. Nhiều lồng kết lại thành giàn. Lồng tròn có khung bằng ống nhựa chất lượng cao cũng được sử dụng phổ biến, nhất là những nơi sóng gió lớn. Lồng tròn có đường kính có thể 12m, sâu 6m; đường kính 16m, sâu 8m; hay đường kính 20m, sâu 8m. Nuôi lồng ở vùng cửa sông hay vùng xa bờ biển, độ mặn 8-32‰.

Cá bớp giống có khối lượng 30 g có thể được nuôi trong lồng có kích cỡ nhỏ (3 x 3 x 3 m hay 6 x 6 x 6m). Khi cá đạt 600 g, cá được chuyển nuôi trong lồng 10 x 10 x 8 m hay lồng tròn 12 x 6m đến 20 x 8m. Mật độ cá nuôi ở lồng lớn là 4 – 6 con/m³. Cho cá ăn bằng cá tạp tươi, thức ăn hỗn hợp dạng ẩm, hay thức ăn viên. Khi cho ăn bằng thức ăn cá tạp, lượng thức ăn là 5-10% khối lượng thân. Thông thường hệ số thức ăn đối với cá tạp dao động từ 7 – 10 (Lý Văn Khánh và *ctv.*, 2015). Thức ăn viên lâu tan trong nước hơn so với thức ăn hỗn hợp, ít ô nhiễm, dễ bảo quản và ít hao hụt hơn. Thức ăn viên có hàm lượng protein dao động từ 42 – 25%, kích cỡ viên thức ăn từ 1,5 – 18 mm tùy theo kích cỡ cá nuôi, tỷ lệ cho ăn 7,8% sau đó giảm còn 4,3% khối lượng cơ thể (Bảng 4.8). Hệ số thức ăn 1,02-1,8 (Liao *et al.*, 2004). Trong giai đoạn cá giống, khi sử dụng thức ăn viên cho ăn cá bớp sẽ

tăng trưởng nhanh hơn và tỷ lệ sống cao hơn so với sử dụng cá tạp (Nguyễn Anh Tuấn *ctv.*, 2014a).

Bảng 4.8: Chế độ cho cá ăn bằng thức ăn viên

Cỡ cá (g)	Cỡ viên thức ăn (mm)	Tỷ lệ cho ăn (% TL cá)
30	1,5	7,8
100	2,5	6,4
200	5,0	6,1
500	8,0	5,0
1.000	12,0	5,0
3.000	18,0	4,8
5.000	18,0	4,3

Bảng 4.9: Tăng trưởng và tỷ lệ sống của cá bớp sau 30 ngày ương với thức ăn khác nhau (Nguyễn Anh Tuấn *ctv.*, 2014a)

Nghiệm thức	W_d (g/con)	W_C (g/con)	DWG (g/ngày)	Tỷ lệ sống (%)
TĂCN	0,35±0,09	11,54±1,97 ^b	0,38±0,07 ^b	86,7±2,9 ^b
Cá tạp	0,35±0,09	4,60±1,04 ^a	0,14±0,03 ^a	72,2±6,8 ^a
TĂCN+cá tạp	0,35±0,09	7,04±2,16 ^{ab}	0,22±0,08 ^{ab}	83,0±6,8 ^{ab}

Các giá trị trong cùng một cột có ký tự giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$)



Hình 4.5: Nuôi cá bớp trong lồng (A) và cá ăn thức ăn viên (B)

(Nguồn: Lê Quốc Việt)

Sau thời gian nuôi 10 – 12 tháng, cá đạt kích cỡ thương mại 6 – 8 kg thì thu hoạch. Cần ngưng cho cá ăn để cá sạch ruột trước khi thu hoạch.

4.2.4 Nuôi cá chình thương phẩm

Cá chình được nuôi chủ yếu theo hình thức bán thâm canh trong ao hay thâm canh trên bể và nguồn giống từ tự nhiên. Hiện nay, ở ĐBSCL cá chình được nuôi phổ biến ở các tỉnh Cà Mau, Bạc Liêu, Sóc Trăng,... thức ăn sử dụng chủ yếu là cá tạp và hình thức nuôi phổ biến là trong ao đất. Ngoài ra, có thể ương nuôi trong bể tuần hoàn, bể lót bạt hoặc trong ao đất (Lý Văn Khánh và *ctv.*, 2013). Các yếu tố kỹ thuật và hiệu quả của mô hình nuôi cá chình trong thực tế được thể hiện trong Bảng 4.10.

Bảng 4.10: Yếu tố kỹ thuật và hiệu quả mô hình nuôi cá chình

Các yếu tố	Năm 2008*	Năm 2014**
Diện tích ao (m ²)	218±174	700±182
Độ sâu (m)	1,5±0,1	1,5±0,1
Độ mặn (‰)	2±3	-
Cỡ giống (g/con)	92±51	117±45
Mật độ thả (con/m ²)	0,9±0,4	0,3±0,1
Thời gian nuôi (tháng)	14±5	19,7±2,5
Cỡ thu hoạch (kg/con)	1,3±0,5	1,6±0,4
Tỉ lệ sống (%)	82,7±15,8	82±21
Năng suất (kg/100 m ²)	95±47	41,8±13,8
FCR	7,4±1,6	9,5±4,3
Lợi nhuận (triệu đ/100 m ²)	19,6±10,5	12,2±7,4

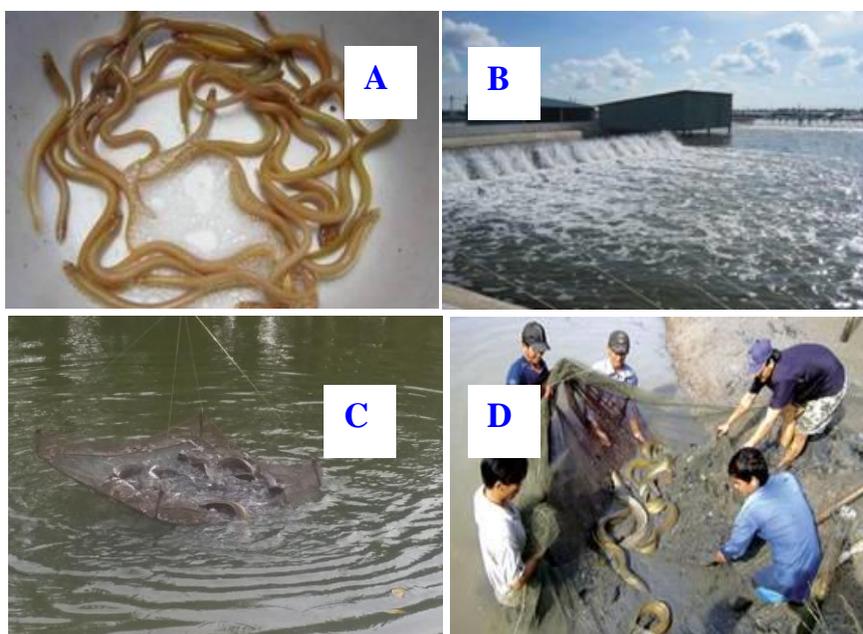
(* *Lê Quốc Việt và Trần Ngọc Hải (2008)*; (** *Nguyễn Thanh Long và Trần Ngọc Hải (2014)*).

Ao và bể nuôi cá chình thương phẩm

Trước đây với hình thức nuôi quảng canh, ao nuôi cá chình thương phẩm thường có kích cỡ lớn với diện tích khoảng 0,5-2 ha. Tuy nhiên xu hướng hiện nay, với việc thâm canh, diện tích ao nuôi

nhỏ hơn, phổ biến từ 200-500 m² hay có thể 500-1.000 m² và năng suất đạt từ 1 – 4 kg/m². Ngoài ra bể xi măng tròn có đường kính 15-18 m, sâu 1m với nước chảy tràn liên tục cũng được áp dụng cho nuôi thâm canh với năng suất có thể đạt được là 1,5-2 tấn/bể (10 kg/m²) (Lê Quốc Việt và Trần Hải, 2008; Nguyễn Thanh Long và Trần Ngọc Hải, 2014).

Để ngăn chặn cá thoát ra ngoài qua cống, cống cần có lưới chặn cẩn thận, ven bờ có làm những nơi cho cá ăn bằng cách làm những bãi ven bờ và dưới hướng gió để tăng cường oxy nơi cá tập trung. Nơi cho cá ăn cần có mái che tạo bóng tối cho cá. Cần trang bị máy đập nước để tăng cường oxy cho ao nuôi nếu nuôi mật độ cao.



Hình 4.6: Ương nuôi cá chình

A-Cá chình giống; B-Nuôi cá chình trong ao; C-Kiểm tra cá và F-Thu hoạch cá (Nguồn: Trần Ngọc Hải, Lý Văn Khánh, Lê Quốc Việt)

Giống và thả giống

Giống cá chình hiện nay chủ yếu là thu từ tự nhiên và được ương nuôi qua một số giai đoạn trước khi nuôi thương phẩm.

Ở nước ta vào khoảng tháng 3- 4 thì bắt đầu xuất hiện cá con, chúng thường phân bố nhiều ở các cửa sông, rạch, đầm ven biển nước sạch, những nơi nước nhiễm bần chúng ít phân bố.

Cá đẻ ngoài biển, khi vào đến bờ kích thước cá con thường đạt từ 2-3 cm. Do đó, sau khi thu cá chình con cần ương một thời gian để đạt kích cỡ lớn hơn trước khi nuôi thương phẩm.

Dụng cụ dùng để bắt là lưới kéo, đặt đáy hay các phương tiện khác với mắt lưới mịn để tránh cá xay sát làm chết cá. Đánh cá thường vào lúc nước lớn, cá con được chứa trong thùng. Thùng 18 lít có thể chứa 0,5 kg cá con. Cần thay nước thường xuyên cho cá, tốt nhất nên có cấp khí oxy cho cá, nếu không cẩn thận trong quá trình đánh bắt và vận chuyển cá tỷ lệ chết có thể lên đến 30%.

Ao ương cá có diện tích khác nhau từ vài chục đến vài trăm m² hay lớn hơn, tùy điều kiện. Trước khi ương cần chuẩn bị ao kỹ bằng cách bón vôi với lượng 7 – 10 kg 100 m², sau đó bón phân chuồng 20 kg/100m² để tạo mùn bã hữu cơ và thức ăn tự nhiên cho cá.

Mặc dù cá có khả năng sống trong môi trường nước ngọt cũng như nước lợ, nhưng dễ bị sốc khi thay đổi độ mặn và nhiệt độ đột ngột, do đó khi vận chuyển cá về cần cho nước ao vào dụng cụ chứa cá từ từ để cá quen dần với nhiệt độ và độ mặn đến khi nước ao và dụng cụ chứa cá ngang bằng nhau thì mới thả xuống ao. Mật độ cá ương từ 100- 200 con/m². Có thể ghép thêm cá chép lớn với mật độ 15 con/m² và một ít cá rô phi để chúng diệt rong cỏ trong ao.

Hàng tuần bón thêm phân chuồng (phân gia súc, gia cầm) đã ủ mục với lượng 10- 20 kg/100m² ao. Bổ sung thêm thức ăn như cám, bột cá, tỷ lệ 5- 10% khối lượng cá mỗi ngày. Khi cá đạt cỡ 10 g/con thì có thể thu hoạch và thả nuôi với mật độ 0,3-0,6 kg/m². Điều quan trọng là cá giống phải đồng cỡ để hạn chế ăn lẫn nhau.

Thức ăn và quản lý cho ăn

Thức ăn của cá chình bao gồm các loại cá tạp xay nhuyễn hay thức ăn tổng hợp. Thông thường, để cá dễ dàng ăn mồi và tránh gây

bệnh, cá tạp được cho vào nước sôi cho bong da trước khi cho cá chình ăn. Thức ăn cá tạp được cho vào sàn ăn và đặt cách đáy ao khoảng 20 cm. Thức ăn dư thừa cần phải được loại bỏ. Trong quá trình nuôi, không nên thay đổi thức ăn một cách đột ngột mà nên thay đổi từ từ cho cá quen dần khi chuyển đổi loại thức ăn mới.

Cho cá ăn chỉ 1 một lần trong ngày vào khoảng 5 – 6 giờ chiều. Thông thường những nơi ẩm, tỷ lệ cho ăn khoảng 10% khối lượng cơ thể đối với cá tạp, hay 1,0-3,5 % đối với thức ăn tổng hợp. Tuy nhiên tùy vào thời tiết, giai đoạn cụ thể mà điều chỉnh lượng thức ăn cho phù hợp. Cá ăn mạnh vào những ngày có nắng, có gió và giảm ăn vào những ngày có mây mưa hay yên tĩnh. Tùy từng loại thức ăn, hệ số thức ăn có thể là 1,4 đối với thức ăn tổng hợp hay 7 – 10 đối với cá tạp tươi.

Quản lý chất nước

Quản lý chất lượng nước tốt, đặc biệt đối những ao thâm canh là một trong những khâu quan trọng trong quá trình ương nuôi cá. Trong những ao ương nuôi, ngoài nhu cầu nước cấp dồi dào, không nhiễm phèn (pH=7,8-9,0), còn dùng thêm những máy đập nước để tăng cường oxy cho ao, đặc biệt là vào ban đêm. Cá sẽ ngừng ăn khi oxy dưới 1 ppm. Để giữ pH và oxy trong khoảng thích hợp, màu nước giữ vai trò quan trọng, tốt nhất là nước có màu xanh nhạt và độ trong từ 20-30 cm. Tốt nhất nên giữ hàm lượng Nitrite dưới 0,2 ppm và Amonia dưới 0,2 ppm.

Phân cỡ

Trong quá trình nuôi, cá sẽ lớn nhanh khi được ăn đầy đủ. Tuy nhiên, sự phân hóa sinh trưởng của cá chình diễn ra rất nhanh trong quá trình nuôi thương phẩm và điều này sẽ làm chúng ăn lẫn nhau. Chính vì thế cần phải định kỳ phân cỡ cá để nuôi trong ao riêng biệt. Lần phân cỡ đầu là 30 ngày sau khi ương. Khi nuôi từ cá con đến cá thương phẩm, cần phân cỡ 3-5 lần.

Để phân cỡ cá, có thể dùng vợt với kích cỡ mắt lưới thích hợp, không gút để vợt cá cỡ lớn khi chúng tập trung lại lúc cho ăn. Đối với

cá cỡ lớn, phương tiện chuyên dùng là khung gỗ với những thanh dọc cách nhau, khoảng cách thích hợp cho cá nhỏ lọt qua được. Khung được đặt nghiêng. Khi cho cá vào khung, những cá nhỏ sẽ lọt xuống qua lỗ lưới có dụng cụ chứa ở ngay dưới khung, trong khi những cá lớn tiếp tục đi xuống đầu thấp của khung để rơi vào dụng cụ chứa. Cần thật nhẹ nhàng trong thao tác, cũng như các dụng cụ sử dụng phải trơn nhẵn, tránh làm xây sát cá, dễ gây bệnh.

Thu hoạch

Sau thời gian nuôi 12– 24 tháng, cá có thể đạt kích cỡ thương phẩm (> 1 kg/con). Việc thu hoạch có thể thực hiện bằng cách tháo cạn nước trong ao và dùng vợt bắt cá.

4.2.5 Nuôi cá đối thương phẩm

Cá đối là loài rộng muối và có tập tính ăn tạp thiên về thực vật nên chúng có thể nuôi ghép với tôm trong mô hình quảng canh cải tiến. Bên cạnh đó, khi sử dụng nguồn giống nhân tạo để nuôi thì cá đối ăn được thức ăn viên nên cá có thể nuôi bán thâm canh hay thâm canh trong ao (Lê Quốc Việt và *ctv.*, 2010; Lê Quốc Việt và *ctv.*, 2012).

Ao nuôi

Cá đối có thể nuôi trong ao nhỏ 200 m², hay có thể trong đầm vài ha. Ao đầm nên có phần trảng với mức nước sâu 50 – 70 cm để kích thích thức ăn tự nhiên phát triển. Ngoài ra xung quanh ao đầm phải có mương sâu 1- 1,5 m để cá trú ẩn. Trong ao đầm cần thiết kế hệ thống cống cấp và thoát nước để dễ dàng thu hoạch cá.

Cũng như ương, trước khi nuôi cần chuẩn bị ao kỹ bằng cách bón vôi và phân chuồng như trên.

Thả giống và chăm sóc

Trước khi thả nuôi, cá đối giống cần được thuần hóa tương tự như khi ương, tốt nhất nên thả ghép các loài cá khác nhau như cá rô phi hay tôm biển. Mỗi ha ao, đầm thả 1.500 con rô phi và 1000- 2000 con cá đối. Ao nuôi tôm quảng canh cải tiến hay tôm – rừng rất phù

hợp để nuôi ghép với cá đối. Nếu chỉ nuôi đơn cá đối thì mật độ thả là 4.000- 10.000 con/ha.

Bón phân chuồng như phân gà, định kỳ hàng tuần 1.000 kg/ha. Có thể bổ sung thêm thức ăn viên hay cám, bột cá với tỷ lệ 5- 10% khối lượng cá nuôi. Nuôi 4- 5 tháng, cá đạt khối lượng khoảng 500 g thì thu hoạch.



Hình 4.7: Ao tôm quảng canh cải tiến, kết hợp với nuôi cá đối
(Nguồn: Trần Ngọc Hải)

Thu hoạch

Cá lớn khó thu hoạch bằng lưới kéo khi nước đầy do chúng có khả năng phóng rất cao, do đó cần tháo cạn nước để cá rút về vùng nước đọng và dùng lưới kéo. Sau đó tháo kiệt và bắt bằng tay.

Quản lý tốt, tỷ lệ sống có thể đạt 85% và năng suất cá đối đạt 700- 800 kg/ha/vụ, những cá nhỏ có thể thả lại nuôi tiếp.

4.2.6 Nuôi cá măng thương phẩm

Cá măng được nuôi phổ biến ở các nước Đông Nam Á (Philippines, Indonesia, Đài Loan, Trung Quốc và Việt Nam), cá được nuôi với các hình thức khác nhau như nuôi bán thâm canh hay thâm canh trong ao, quảng canh cải tiến hay nuôi kết hợp với nuôi tôm quảng canh và nuôi trong lồng (Lijauco *et al.*, 1979; Martinez *et al.*,

2006). Hình thức nuôi, mật độ thả và năng suất cá nuôi ở một số nước Đông Nam Á được thể hiện trong Bảng 4.11.

Bảng 4.11: Tình hình nuôi cá măng ở một số nước Đông Nam Á (FitzGerald, 2004)

Quốc gia	Hình thức nuôi	Mật độ (con/ha)	Năng suất (kg/ha/năm)
Indonesia	QCCT	6.000	300 – 1.000
Đài Loan	QCCT	6.000 – 7.000	1.800 – 2.500
	Thâm canh	> 25.000	8.000 – 12.000
Philippines	QCCT	1.500 – 6.000	800 – 4.000
	Đăng quăng	30.000-40.000	2.000 – 10.000
	Lồng	35 – 100 con/m ³	13 – 17 kg/m ³

Ghi chú: QCCT-Quảng canh cải tiến

4.2.6.1 Nuôi quảng canh trong ao

Ao nuôi cá măng có diện tích 3 – 8 ha và có hình chữ nhật. Ao có đáy bằng phẳng, và hơi dốc về một đầu có cống thoát nước. Ao được thiết kế có trảng và mương, mực nước trên trảng từ 0,4 – 0,5 m, mương rộng 2 – 5 m và sâu 0,7 – 0,8 m.

Chuẩn bị ao nuôi

Trước khi nuôi, chuẩn bị ao thật kỹ là khâu rất quan trọng quyết định đến tỷ lệ sống và năng suất. Trong việc chuẩn bị ao, vấn đề quan trọng là phải tạo được lớp lab-lab, lumut và phiêu sinh vật cho cá măng. Các bước như sau:

Tạo lab-lab: Rải phân chuồng khắp đáy ao, đầm với liều lượng 500-2.000 kg/ha tùy ao, đầm cũ hay mới. Cho nước vào 5 cm, phơi khô đáy ao và cho nước vào tiếp 7,5-10 cm. Bón phân vô cơ 16-20-0 với lượng 100 kg/ha hay 18-46-0 với lượng 50 kg/ha. Sau đó, mỗi ngày thêm 5 cm nước cho đến khi đạt mức như mong muốn (20-30 cm đối với ao ương; 30-40 cm đối với ao chuyển và 40-50 cm đối với ao thịt). Để duy trì sự phát triển liên tục của lab-lab trong ao đầm, sau

mỗi 7-10 ngày, bón 15 kg phân vô cơ (16-20-0)/ha. Trước khi thu hoạch 20 ngày nên ngừng bón phân.

Tạo phiêu sinh vật: Phương pháp gây màu nước tạo phiêu sinh vật không giống như phương pháp tạo lab-lab do yêu cầu mức nước sâu hơn và thường vào mùa mưa trong khi tạo lab-lab vào mùa nắng. Các bước như sau: Tháo cạn nước, phơi đáy ao và sau đó bơm đầy nước trong vòng 24 giờ. Bón phân vô cơ với lượng 22 kg (NPK 18-46-0)/ha; 50 kg (16-20-0)/ha; hay 25 kg (16-20-0) cùng với 25 kg (0-20-0)/ha. Sau khi bón phân 1 tuần thì tiến hành thả giống.

Thả giống và chăm sóc:

Cá măng giống có kích cỡ 60-70 g được thả nuôi với mật độ 1.000 – 1.500 con/ha. Trong quá trình nuôi cá, để tránh tảo và lab-lab bị tàn, cần cho ăn bổ sung thêm cám hay bột đậu nành với lượng 20-50 kg/ha/ngày. thỉnh thoảng cần bổ sung phân hữu cơ.

Độ mặn tốt nhất cho nuôi cá măng thịt là 10 – 15‰. Cần thay nước mỗi 2 tuần một lần để duy trì chất lượng nước tốt. Mức nước trên trảng nên duy trì không vượt quá 0,5 m. Cần tránh tảo sợi phát triển quá mức trong ao. Mật độ cá thích hợp sẽ giúp kiểm soát mật độ tảo trong ao nuôi.

Cá măng có kích cỡ thương phẩm từ 200-500 g. Năng suất cá đạt trung bình 0,5 – 1 tấn/ha và 1,5 – 2,5 tấn/ha (nếu thả mật độ 2.000 – 3.000 con/ha).

4.2.6.2 Nuôi thâm canh trong ao

Ao nuôi cá măng thâm canh có kích cỡ 0,5-2 ha, sâu 2 m. Nước ao có độ mặn 10 – 15‰ và nhiệt độ 25°C. Cá có kích cỡ 60-70 g được thả nuôi với mật độ trung bình 20.000-30.000 con/ha. Hình thức nuôi này dựa hoàn toàn vào thức ăn nhân tạo bổ sung với tỷ lệ trung bình 2-4% khối lượng thân. Thức ăn cho cá có hàm lượng đạm 23-27% và hệ số chuyển hoá thức ăn khoảng 1,2-1,8. Sau thời gian nuôi 8 tháng, có thể thu hoạch cá và năng suất có thể đạt 12 – 15 tấn/ha.



Hình 4.8: Ao nuôi cá măng

(<http://www.dfid.stir.ac.uk/Afgrp/projects/r8288/bangharv.jpg>)

4.2.7 Nuôi cá kèo thương phẩm

Cá kèo là một trong những đối tượng thủy sản có giá trị kinh tế được nuôi phổ biến trong những năm gần đây ở ĐBSCL. Cá kèo được nuôi chủ yếu ở các tỉnh ven biển như Bạc Liêu, Cà Mau, Sóc Trăng, Bến Tre và Trà Vinh. Hiện nay, nguồn giống nuôi chủ yếu được khai thác từ tự nhiên và mùa vụ cá giống từ tháng 6 – 9 hàng năm (Trương Hoàng Minh và *ctv.*, 2010). Hầu hết cá kèo được nuôi luân canh trong ao nuôi tôm theo hướng thâm canh hoặc chuyên canh và chủ yếu là sử dụng thức ăn công nghiệp (Trần Ngọc Hải và Nguyễn Tân Nhon, 2009).

Các yếu tố kỹ thuật và hiệu quả của mô hình nuôi cá kèo thâm canh ở ĐBSCL được thể hiện trong Bảng 4.12. Việc nuôi cá kèo trong ao đất ở ĐBSCL hiện nay năng suất đạt rất cao, năm 2009 đạt 4,9 tấn/ha/vụ, tăng lên 6,4 tấn/ha/vụ vào năm 2011 và 16 tấn/ha/vụ vào năm 2016.

Bảng 4.12: Yếu tố kỹ thuật và hiệu quả mô hình nuôi cá kèo

Các yếu tố	Năm		
	2009*	2011**	2016***
Diện tích ao (ha)	0,6±0,2	0,4 – 0,6	0,27±0,1
Độ sâu (m)	1,1±0,2	0,8 – 1,1	-
Độ mặn (‰)	-	5 – 18	-
Cỡ giống (cm/con)	1,9±0,9	1,8 – 2,1	1,9±0,2
Mật độ thả (con/m ²)	80,9±44,0	95,7±26,5	50 – 150
Thời gian nuôi (tháng)	4,2±0,4	-	4,3±0,6
Cỡ thu hoạch (g/con)	-	22 – 25	21,7±2,7
Tỉ lệ sống (%)	-	31,4±4,7	74,7±6,2
Năng suất (tấn/ha/vụ)	4,9±3,1	6,4±1,0	16,0±3,1
FCR	1,7±0,2	1,7±0,4	1,4±0,1
Lợi nhuận (triệu đ/ha/vụ)	90,3±95,8	210,9±34,8	-

(*)Trần Ngọc Hải và Nguyễn Tấn Nhơn (2009); (**)Trương Hoàng Minh và Nguyễn Thanh Phương (2011); (***) Trần Thị Bé (2016)

Nuôi cá kèo thâm canh trong ao đất

Vị trí ao nuôi: Ao nuôi cá kèo thông thường là những ao nuôi tôm sú/thẻ bán thâm canh hoặc thâm canh (nuôi luân canh với tôm sú/thẻ), có diện tích từ 0,1 – 0,5 ha, độ sâu từ 0,8 – 1,2 m và độ mặn dao động từ 5 – 20‰.

Chuẩn bị ao nuôi: Sau khi kết thúc vụ nuôi tôm, ao được tháo cạn nước và phơi khoảng 2 tuần. Bơm nước vào ao sâu khoảng 0,5 m giữ vài ngày và tháo cạn nước. Bón vôi bột (CaO) để xử lý đáy ao và bờ bao từ 10-15 kg/100 m². Sau 1 tuần tháo nước ra và bơm nước vào ao với độ sâu 0,4 m và tiến hành diệt tạp bằng dây thuốc cá với liều 1kg/100 m³ nước. Trước khi thả nuôi khoảng 1 tuần, tiến hành gây màu nước bằng cách bón phân vô cơ (urê và DAP với tỉ lệ 1:1) với lượng từ 5 – 10 g/m³ nước.

Thả giống, chăm sóc và quản lý

Cá kèo giống có nguồn gốc từ tự nhiên có kích cỡ 1,7 – 2,0 cm được thả nuôi với mật độ từ 80 – 120 con/m². Cá được cho ăn thức ăn viên có hàm lượng protein dao động từ 30 – 42%, với khẩu phần ăn dao động từ 3 – 10% khối lượng thân/ngày và cho ăn 2 lần/ngày vào lúc 7-8 h và 16-17 h. Tháng đầu tiên cho ăn thức ăn viên có hàm lượng đạm 42%, dạng chìm do giai đoạn này cá có tập tính phân bố chủ yếu ở đáy ao và từ tháng thứ 2 trở đi cho cá ăn thức ăn dạng nổi.

Định kỳ thay nước ao nuôi 15 ngày/lần và mỗi lần thay từ 30-50% lượng nước trong ao. Sau 4 – 5 tháng nuôi tiến hành thu hoạch.

Thu hoạch: Do cá kèo có tập tính sống chui rút trong hang, nên phải thu hoạch nhiều lần. Trước hết dùng lưới kéo, sau đó tháo nước tiếp tục kéo cá đến khi thu được 80-90% lượng cá trong ao và cuối cùng tháo cạn nước (còn khoảng 10cm), sử dụng dây thuốc cá với lượng 10 – 15 kg/ha để bắt lượng cá còn sót lại trong ao.



Hình 4.9: Ao nuôi cá kèo (A) và cá kèo thương phẩm (B)

(Nguồn: Lê Quốc Việt và Trần Ngọc Hải)

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. So sánh sự khác biệt của các mô hình nuôi cá biển thương phẩm?
2. So sánh những thuận lợi và khó khăn của mô hình nuôi cá biển trong lồng và trong ao đất?

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Aizen, J., Meri, I., Tzechori, I., Levavi, S.B and Rosenfeld, H., 2005. Enhancing spawning in the grey mullet (*Mugil cephalus*) by removal of dopaminergic inhibition. *General and Comparative Endocrinology* 142: 212–221.
- Allen, G., 2000. *Marine Fishes of South-East Asia: A Field Guide for Anglers and Divers*. Periplus Editions. 292 pp.
- Alro, W. F., 1988. Spawning induction and culture of the spot scat (*Scatophagus argus*) in Philippines. Hawaii Insitute of Marine Biology.
- Arreguln, S., Anchez, F., Munro, J.L., Balgos, M.C and Pauly, D. Editors. 1996. *Biology, fisheries and culture of tropical groupers and snappers*. ICLARM Conf. Proc. 48, 449 p.
- Barry, T. P. and A. W. Fast., 1992. Abstract: Biology of the spotted scat (*Scatophagus argus*) in the Philippines. *Asian fisheries science*.
- Becker, E. W., 1994. *Microalgae Biotechnology and microbiology*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Benetti., D. D., Orhun, M. R., Sardenberg, B., O’Hanlon, B., Welch, A., Hoenig, R., Zin, I., Rivera, J. A. A., Denlinge, B., Barcoat, D., Palmer, K and Cavalin, F., 2008. Advances in hatchery and grow – out technology of cobia *Rachycentron canadum* (Linnaeus). *Aquaculture. Res* 39:701 – 711.
- Bromage, N., Porter, M and Randall, C., 2001. The environmental regulation of maturation in farmed finfish with special reference to the role of photoperiod and melatonin, *Aquaculture*, Volume 197, Issues 1–4, 1 June 2001:63–98.
- Burke M., Russel B., Collins, A. and Hoang, T., 2007. Intensive in-pond floating raceway production of marine finfish. *In: Book of Abstracts, World Aquaculture Society Annual Meeting, 26 February – 2 March 2007, San Antonio, Texas, USA*.
- Chang, S. L., SenSu, M and Liao, I. C., 1993. Milkfish fry production in Taiwan. *TML Conference Proceedings No. 3: 157-171*.

- Chang, S.L., 1997. Abstract: Studies on the early development and larval rearing of spotted scat (*Scatophagus argus*). J. Taiwan Fish.
- Corre, V.L.J., Janeo, R.L., Dureza, V.A and Edra, R.B., 2001. Milkfish broodstock management and fry production in tanks. Philippine Council for Aquatic and Marine Research and Development, Los Baños, Laguna and University of the Philippines in the Visayas, Miag-ao, Iloilo, Philippines. 38 pp.
- Crim, L. W., Peter, R. E and Vander, G.V., 1987. The use of LHRH analogues in aquaculture. pp 489-498. In : B.H. Vickery and J.J. Nestor Jr, editors. LHRH and its analog: Contraceptive and therapeutic applications, part 2, MTP Press, Boston, MA.
- Dutney, L., Elizur, A and Lee, P., 2017. Analysis of sexually dimorphic growth in captive reared cobia (*Rachycentron canadum*) and the occurrence of intersex individuals. Aquaculture 468: 348–355.
- Emata, A.C., Marte, C.L and Garcia, B., 1992. Management of milkfish broodstock. Aquaculture extension manual No 20, Dec, 1992. 33pp.
- FAO – Department of Fisheries and Aquaculture (2017). Cultured Aquatic Species. <http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/search/en>
- FAO, 2002. *Anguilla anguilla* (http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Anguilla_anguilla/en)
- FAO, 2016. The State of World Fisheries and Aquaculture 2016 - Contributing to food security and nutrition for all. Rome. 200 pp.
- FitzGerald, W. J, 2004. Milkfish Aquaculture in the Pacific: Potential for the Tunal Longline Fishery Bait Market. Secretary of the Pacific Community, Aquaculture Section. Noumea, New Caledonia. 61p.
- Fontaine, Y. A., Salmon, C., Fontaine, B. E., Burzawa, G. E and Donaldson, E. M., 1972. Comparison of the activities of two

- purified fish gonadotropins on adenyl cyclase activity in the goldfish ovary. *Can. J. Zool.* 50:1673 - 1676.
- Fu, Y., Hada, A., Yamashita, T., Yoshida, Y and Hino, A., 1997. Development of a continuous culture system for table mass production of the marine rotifer *Brachionus*. *Hydrobiologia* 385: 145-151.
- Fukusho, K., 1983. Present status and problems in culture of the rotifer *Brachionus plicatilis* for fry production of marine fish. Japan Symposium Internacional de Acuaculture coquinbo, Chile, Sept, 1983, pp:361-374.
- Fulks, W and Main, K. L., 1991. Rotifer and microalgae culture systems: proceedings of a U.S.-Asia workshop, Honolulu, Hawaii, January 28-31, 1991. 364p.
- Gammanpila, M and Singappuli, M.S., 2012. Economic viability of Asian sea bass (*Lates calcarifer*) and tilapia (*Oreochromis niloticus*) small scale aquaculture systems in Sri Lanka. *Sri Lanka Journal of science*, No 17: 47-57.
- Ganga, U., Pillai, N. G. K., Akhilesh, C. P., Rajool, S.N. Beni, M., Manjebayakath, K. V and Prakasan, D., 2012. Population dynamics of cobia *Rachycentron canadum* (linnaeus, 1766) off Cochin coast, south – eastern Arabian Sea. *Indian J. Fish.* 59 (3): 15 – 20.
- Garcia, L.M.B., 1989. Dose-dependent spawning response of mature female sea bass, *Lates calcarifer* (Bloch), to pelleted luteinizing hormone-releasing hormone analogue (LHRHa). *Aquaculture* 77:85-96.
- Gaspare, L and Bryceson, I., 2013. Reproductive biology and fishery – related characteristics of the Malabar grouper (*Epinephelus malabaricus*) caught in the coastal waters of Mafia island, Tanzania. *Journal of marine biology*. Volume 2013, Article ID786589, 11pages. <http://dx.doi.org/10.1155/2013/786589>.
- Giri, N.A., Suwirya, K., Sutarmat, T. and Marzuqi, M., 2007. Effect of dietary protein and lipid level on growth performance of tiger

- grouper *Epinephelus fuscoguttatus* during latestage grow-out. *Aquaculture Asia* 12(4), 39.
- Glencross, B., Wade, N and Morton, K., 2014. *Lates calcarifer* Nutrition feeding practices. Biology and culture of Asian seabass *Lates calcarifer*. Jerry, D.R. (Edt). CRC press is an imprint of the Taylor & Francis group, an informa bussinee, A science publishers book. P178-228.
- Grandcourt, E.M., AlAbdessalaam, T.Z., Francis, F., Shamsi, A.T and Hartmann, S. A., 2009. Reproductive biology and implications for management of the orange-spotted grouper *Epinephelus coioides* in the southern Arabian Gulf, *Journal of Fish Biology*, vol. 74, no.4: 820–841.
- Halwart, M., Soto, D., Arthur, J.R. (eds.). 2007. Cage aquaculture – Regional reviews and global overview. FAO Fisheries Technical Paper. No. 498. Rome, FAO. 2007. 241 pp.
- Harvey, B and Hoar, W. S., 1979. The theory and practise of induced breeding in fish. IDRC-TS21 e. 48 pages.
- Hoàng Tùng, Lưu Thế Phương và Huỳnh Kim Khánh, 2007. Thử nghiệm ương cá chẽm (*Lates calcarifer*) hương lên giống bằng mương nổi đặt trong ao đất. *Tạp chí Khoa học Công nghệ Thủy sản*. Số 1: 12-18.
- Holmgren, K., Mosegaard, H., 1996. Implications of individual growth status on the future sex of the European eel. *J. Fish Biol.* 49,910–925.
- Holt, G. J., Faulk, C. K and Schwarz, M. H., 2007. A review of the larviculture of cobia, *Rachycentron canaum*, a warm water marine fish. *Aquaculture* 268: 181 – 187.
- Hong, W., Zhang, Q., 2003. Review of captive bred species and fry production of marine fish in China. *Aquaculture* 227 (2003) 305–318.
- Ishimatsu, A., Yoshida, Y., Itoki, N., Takeda, T., Lee, H.J. and Graham, J.B., 2007. Mudskippers brood their eggs in air but submerge them for hatching. *Journal of Experimental and Biology* 210: 3946-3954.

- Ismi, S., Sutarmat, T., Giri, N.A., Rimmer, M.A., Knuckey, R.M.J., Berding, A.C and Sugama, K., 2012. Nursery management of grouper: a best-practice manual. ACIAR Monograph No. 150. Australian Centre for International Agricultural Research: Canberra. 44 pp.
- Izquierdo, M.S., Fernández-Palacios, H. and Tacon, A.G.J., 2001. Effect of broodstock nutrition on reproductive performance of fish. *Aquaculture* 197 (1-4): 25-42.
- Jame, C.M and Abu, R., 1989., Intensive rotifer culture using chemostat. *Hydrobiologia* 186: 423-430.
- Jayakumar, R and Nazar, A. K. A., 2013. *Marine fish hatchery concept, design and construction*. Mandapam regional center of CMFRI, Mandapam camp – 623520, Tamil Nadu, India. 12p.
- Jesus, E.G.D and Ayson, F.G., 2014. Reproductive biology of Asian sea bass. *Biology and culture of Asian seabass *Lates calcarifer**. Jerry, D.R. (Edt). CRC press is an imprint of the Taylor & Francis group, an informa bussinee, A science publishers book. P67-77.
- Juario J.V and Duray M.N., 1983. A Guide to Induced Spawning and Larval Rearing of Milkfish (*Chanos chanos*) (Forsk.). SEAFDEC. 22 pp.
- Juniyanto N. M., Akbar S. and Zakimiin., 2008. Breeding and seed production of silver pompano (*Trachinotus blochii* Lacepede, 1801) at the Mariculture Development Center of Batam. *Aquaculture Asia Magazine*. Vol. XIII No.2 April-June 2008, 46-48.
- Kailasam, M., Thirunavukkarasu, A.R., Chandra, P.K., Pereira, S and Rajendran, K.V., 2006. Induction of maturity and spontaneous spawning of capity broodstock of *Lates calcarifer* through hormonal manipulation. In *Recent Advances in Hormonal Physiology of fish and shell fish Reproduction 2006* (Eds. B.N. Singh & A.K. Pandey, Ms. Narendra Publishing House, New Delhi 185 - 195).

- Kelly, C. D., Tamaru, C. S., Lee, C. S., Moriwake, A and Miyamota, G., 1991. Effects of photoperiod and temperature on the annual ovarian cycle of the striped mullet (*Mugil cephalus*), in: Reproductive physiology of fish, Scott, A.P., Sumner, J.P., Kime, D.E and Rolfe, M.S., Eds., Norwich, 142-144.
- Kesteven, G.L., 2003. Perspectives in Marine Biology. Limnology and Oceanography, 5, doi: 10.4319/lo.1960.5.2.0237.
- Khan, M. Z., 1984. A note on the occurrence of a large sized spotted butterflyfish *Scatophagus argus* (Linnaeus) at Rajpara (Gujarat). Journal of the Marine Biological Association of India (Abstract)
- Knights B. White E., 1998. An appraisal of stocking strategies for the European eel, *Anguilla anguilla* (in Chapter 11 of Stocking and introduction of. Fishing News book, Oxford. Pages 121 – 137.
- Kungvankij, P., Pudadera, B. J., Tiro, J.R and Potestas, I.O., 1986. Biology and culture of seabass (*Lates calcarifer* Bloch). Naca training manual series No. 3, 1986.
- Kuo, C. M., Z. H. Shehadeh and K. K. Milisen., 1973. A preliminary report on the development, growth and survival of laboratory reared larvae of the grey mullet, *Mugil cephalus* L. J. Fish Biol. 5: 459-470.
- Lam, T.J., 1983. Environmental influences on gonadal activity in fish. Fish Physiology 9, part B, 65-116.
- Lambert, Y., Yaragina, N.A., Kraus, G., Marteinsdottir, G. and Wright, P.J., 2003. Using environmental and biological indices as proxies for egg and larval production of marine fish. J. Northw. Atl. Fish. Sci. 33: 115-159.
- Lan P. H., Cremer. C.M., Chappell. J., O' Keefe. T., 2007. Growth performance of Pompano (*Trachinotus blochii*) fed fishmeal and soy based diets in offshore OCAT ocean cages. Result of the 2007 OCAT cage feeding trial in Hainan, China. U.S. Soybean Export Council, 12125 Woodcrest Executive Drive Suite 140, St. Louis, MO.
- Lê Phi Long, 1998. Nghiên cứu kỹ thuật nuôi cá măng *Chanos chanos* thương phẩm đạt năng suất cao. Các Công trình nghiên cứu khoa

- học và công nghệ thủy sản 1991-1995, Bộ Thủy sản. NXB Nông nghiệp, 1998, Trang 97-103.
- Lê Quốc Việt và Trần Ngọc Hải, 2008. Một số khía cạnh kỹ thuật và kinh tế mô hình nuôi cá chình (*Anguilla sp*) ở Cà Mau. Tạp chí khoa học Đại học Cần Thơ, Số chuyên đề thủy sản, Quyển 2 năm 2008. Trang 198 – 204.
- Lê Quốc Việt, 2012. Nghiên cứu một số đặc điểm sinh học và thử nghiệm sản xuất giống cá đối đất (*Liza subviridis*). Luận án tiến sĩ. Trường Đại học Cần Thơ. 137 trang.
- Lê Quốc Việt, Trần Ngọc Hải và Nguyễn Anh Tuấn, 2010. Ảnh hưởng mật độ ương và thức ăn có hàm lượng protein khác nhau lên sự tăng trưởng và tỷ lệ sống của cá đối (*Liza subviridis*) từ giai đoạn cá hương lên giống. Tạp chí khoa học Đại học Cần Thơ, quyển 15a, trang 189 – 197.
- 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 Đại học Cần Thơ, quyển 14b, trang 263 – 270.
- Lê Quốc Việt, Trần Ngọc Hải và Nguyễn Anh Tuấn, 2012. Ảnh hưởng độ mặn lên sự tăng trưởng và tỷ lệ sống của cá đối đất (*Liza subviridis*). Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn. Số 20, trang 42 – 46.
- Lê Quốc Việt, Trần Ngọc Hải, Nguyễn Anh Tuấn, 2010. Ảnh hưởng của mật độ lên tăng trưởng và tỷ lệ sống của cá đối (*Liza subviridis*) ương trong giai. Tạp chí Đại học Cần Thơ, số 14: 205 – 212.
- Lê Quốc Việt, Trần Ngọc Hải, Nguyễn Anh Tuấn, 2010. Ương ấu trùng cá đối (*Liza subviridis*) với các loại thức ăn và độ mặn khác nhau. Tạp chí khoa học Đại học Cần Thơ, số 14b: 295 – 306.
- Lê Quốc Việt, Trần Ngọc Hải, Trần Nguyễn Duy Khoa và Nguyễn Anh Tuấn, 2014. Ương cá giò (*Rachycentron canadun*) giống với các mật độ khác nhau trong hệ thống tuần hoàn. Tạp chí

Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn. Số 3+4/2014, trang 168 – 172.

Le Quoc Viet, Tran Ngoc Hai, Tran Thi Thanh Hien and Nguyen Anh Tuan. 2013. Advances in seed production of mullet (*Liza subviridis*) in the Mekong Delta of Viet Nam. Proceeding of the International Fisheries Symposium – IFS 2012 held at Can Tho – Viet Nam 6 – 8 December 2012. Sharing knowlegdge for sustainable aquaculture and fisheries in the South – East Asia. Agriculture publishing House, Ho Chi Minh City. 331p: 76 – 84p.

Lê Quốc Việt, Trần Ngọc Hải. 2015. Phân tích khía cạnh kỹ thuật và hiệu quả kinh tế của mô hình nuôi tôm rừng ở huyện Năm Căn tỉnh Cà Mau. Tạp chí NN-PTNT. Số 14: 103-109.

Lê Thị Hương và Võ Hành, 2012. Ảnh hưởng của môi trường dinh dưỡng, độ mặn lên sự sinh trưởng của *Isochrysis galbana* và thành phần hàm lượng acid béo của nó. Tạp chí Khoa học Đại học Huế, tập 75A, số 6, trang 67 – 73.

Lê Xuân, 2005. Kết quả nghiên cứu trong sản xuất giống và nuôi thương phẩm một số loài cá biển và cá nước lợ ở Việt Nam trong thời gian qua, định hướng nghiên cứu và sản xuất trong thời gian tới. Tuyển tập Hội thảo toàn quốc về nghiên cứu và ứng dụng khoa học công nghệ trong nuôi trồng thủy sản (22-23/12/2014 tại Vũng Tàu). Nhà xuất bản nông nghiệp. Trang 541-549.

Lê Xuân, 2006. Công nghệ sản xuất giống cá biển: Những giải pháp để nhanh chóng làm chủ, hoàn thiện và chuyển giao cho sản xuất. Hội nghị toàn quốc về nuôi biển – Viện Nghiên cứu Nuôi trồng thủy sản I. 9-10/10/2006. Trang 16-23.

Lee, C.S and Donaldson, E. M., 2001. General discussion on Reproductive biotechnology in finfish aquaculture. Aquaculture 197: 303–320

Lee, C.S and Ostrowski, A.C., 2001. Current status of marine finfish larviculture in the United States. Aquaculture 200: 89–109

Lee, C.S., 2003. Biotechnological advances in finfish hatchery production: a review. Aquaculture 227: 439-458.

- Liao, I. C., 1975. Experiments on induced breeding of the grey mullet in Taiwan from 1963 to 1973. *Aquaculture* 6: 31-58.
- Liao, I.C and Lin, C.K, editors. 2000. Cage aquaculture in Asia: Proceedings of the first International symposium on cage aquaculture in Asia, 318p. Asian society, Manila, and world aquaculture society – Southeast Asia chapter, Bangkok.
- Liao, I.C., Huang, T.S., Tsai, W.S., Hsueh, C.M., Chang, S.L and Leano, E.M., 2004. Cobia culture in Taiwan: current status and problems. *Aquaculture* 237: 55 – 165.
- Liao, I.C., Su, H.M and Chang, E.Y., 2001. Techniques in finfish larviculture in Taiwan. *Aquaculture* 200: 1-31.
- Lijauco, M., Juario, J. V., Baliao, D., Grino, E., and Qunitio, G., 1979. Milkfish culture in brackishwater ponds. Tigbauan, Iloilo, Philippines: Aquaculture Department, Southeast Asian Fisheries Development Center. 26p.
- Lin, H. Y., Kuo, T. Y., Chi, H. C., Huang, H. L., Yu, C. C., Liang, H. C and Yang, H. L., 2001. Physiology of salinity adaptation in the milkfish (*Chanos chanos*), *In Book of Abstracts*, 6 Asian Fisheries Forum, Asian Fisheries Society, Kaohsiung, Taiwan, p.151.
- Lý Văn Khánh, 2013. Nghiên cứu đặc điểm sinh học sinh sản và thử nghiệm sản xuất giống cá nâu (*Scatophagus argus* Linnaeus, 1766). Nhà xuất bản Nông nghiệp TP. HCM. 122 trang.
- Lý Văn Khánh, Lê Quốc Việt, Võ Nam Sơn, Trần Thanh Sơn, Nguyễn Văn Hiễn và Trần Ngọc Hải, 2015. Hiện trạng kỹ thuật của nghề nuôi cá lồng ở quần đảo Nam Du, huyện Kiên Hải, tỉnh Kiên Giang. *Tạp chí Khoa học, Trường đại học Cần Thơ*. Số 37: 97-104.
- Lý Văn Khánh, Lê Việt Hà và Trần Ngọc Hải, 2016. Đánh giá tiềm năng phát triển mô hình nuôi cá chẽm (*Lates calcarifer*) trong ao ở các tỉnh ven biển đồng bằng sông Cửu Long. *Tạp chí Khoa học, Trường Đại học An Giang*. Số 11: 60-71.
- Lý Văn Khánh, Trần Ngọc Hải và Nguyễn Thanh Phương, 2010.. Nghiên cứu biện pháp kích thích cá nâu (*Scatophagus argus*)

sinh sản nhân tạo bằng các loại hormon khác nhau. Tạp chí Khoa học – Trường Đại học Cần Thơ. Số 14b: 255-263.

- Ly Van Khanh, Tran Ngoc Hai, Do Thi Thanh Huong, and Nguyen Thanh Phuong, 2013. Advances in seed production of spotted (*Scatophagus argus*) in the Mekong Delta of Viet Nam. International Fisheries Symposium – IFS2012 “ Sharing knowlegdge for sustainable aquaculture and fisheries in the South – East Asia”. Can Tho, 6 – 8th December 2012. Agriculture Pubishing House, 2013, pp. 70-75.
- 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. Tạp chí khoa học Đại học Cần Thơ. Số 26b: 143-148.
- Madrones, L.J.A and Catacutan, M.R., 2012. Net cage rearing of the Asian seabass *Lates calcarifer* (Bloch) in brackishwater pond: the technical and economic efficiency of using high protein diets in fingerling production. Philipp Agric Sci 95:79–86.
- Marte, C. L., N. M. Sherwood, L. W. C and B. Harvey., 1988. Induced spawning of maturing milkfish (*Chanos chanos* Forskal) with gonadotropin-releasing hormone (GnRH) analogous administered in various ways. Aquaculture, 60: 303 - 310.
- Marte, C.L., 2003. Larviculture of marine species in Southeast Asia: current research and industry prospects. Aquaculture 227: 293–304
- Marte, C.L., and Toledo, J.D., 2015. Marine fish hatchery: developments and future trends. In M.R.R.Romana-Eggui., F.D. Parado-Estepa., N.D. Salayo and H.J.H. Leбата-Ramos (Eds.). Resource enhancement and sustainable aquaculture practices in Southeast Asia: challenges in responsible production of aquatic species: Proceeding of International Workshop on Resource enhancement and sustainable aquaculture practices in Southeast Asia 2014 (RESA). p189-200.

- Martinez, F. S., Tseng, M.C and Yeh, S.P., 2006. Milkfish (*Chanos chanos*) Culture: Situations and Trends. J. Fish. Soc. Taiwan, 33(3): 229-244.
- Masser, M.P and Lasur, A., 1997. In pond raceways. Southern regional aquaculture center, SRAC Publication No 170.
- Matsui, I., 1980. Theory and practice of eel culture. Verl. A. A. Balkava, Rotterdam, 133 pp.
- Mehdi, Y. and Ehsan, M.S., A review of the control of reproduction and hormonal manipulations in finfish species. African Journal of Agricultural Research 6 (7), 1643-1650
- Meseda, M., Gharabawy, E and Samira, S. A., 2006. Spawning induction in the Mediterranean grey mullet *Mugil cephalus* and larval developmental stages. African Journal of Biotechnology Vol. 5 (19): 1836-1845.
- Moretti A., Fernandex-Criado M.P., Vetillart R., 2005. Manual on Hatchery Production of Seabass and Gilthead Seabream Volume 2 FAO, Rome, 163pp.
- Mylonas, C.C., Fostier A. and Zanuy, S., 2010. Broodstock management and hormonal manipulations of fish reproduction. General and Comparative Endocrinology 165 (3), 516-534.
- Nabris, K.J.A.E., 2012. Development of cheap and simple culture medium for the microalgae *Nannochloropsis sp.* based on agricultural grade fertilizers available in the local market of Gaza Strip (Palestine). Journal of Al Azhar University-Gaza (Natural sciences). No 14: 61-76.
- NACA/FAO, 2001. Aquaculture in the Third Millenium. Subasinghe, R.P., Bueno, P.B., Phillips, M.J., Hough, C., McGladdery, S.E., and Arthu, J.R (Eds). Technical proceedings of the conference on Aquaculture in the Third Milleniu,, Bangkok, Thailand, 20-25 Feb 2000. NACA, Bangkok and FAO, ROME, 471 pp.
- Narin, S and Abdel, R.E.G., 2014. Cage culture of seabass (*Lates calcarifer*) in Phang-nga (Thailand). <http://fishconsult.org/?p=12031>.

- Nash, C. E and S. H. Shehadeh, 1980. Review of breeding and propagation techniques for grey mullet (*Mugil cephalus*) ICLARM studies and reviews 3. International Center for living aquatic resources management, Malina, Philippines. 87p.
- Ngô Anh Tuấn, 2014. 50 năm Thủy sản Việt Nam. Nhà xuất bản Nông Nghiệp, 396 trang.
- Ngô Văn Mạnh, 2015. Nghiên cứu ảnh hưởng của một số giải pháp kỹ thuật lên chất lượng trứng, ấu trùng và hiệu quả ương giống cá chim vây vàng (*Trachinotus blochii* Lacepede, 1801) tại Khánh Hòa. Luận án Tiến sĩ Nông nghiệp, Trường Đại học Nha Trang. 129 trang.
- Nguyễn Anh Tuấn, Lê Quốc Việt và Trần Ngọc Hải, 2014a. Ương cá bớp (*Rachycentron canadun*) giống với thức ăn khác nhau trong hệ thống tuần hoàn. Tạp chí khoa học Đại học Cần Thơ, Số chuyên đề Thủy sản, tập 1, trang 78 – 82.
- Nguyễn Anh Tuấn, Lê Quốc Việt và Trần Ngọc Hải, 2014b. Nghiên cứu kích thích cá bớp (*Rachycentron canadun*) sinh sản bằng hormon khác nhau. Tạp chí khoa học Đại học Cần Thơ, Số chuyên đề Thủy sản, tập 1, trang 132 – 137.
- Nguyễn Hương Thùy, Lê Quốc Việt, Lý Văn Khánh, Trần Thị Thanh Hiền và Phạm Trần Nguyên Thảo, 2006. Nghiên cứu đặc điểm sinh học dinh dưỡng cá đối (*Liza subviridis*). Tạp chí khoa học (số đặc biệt chuyên đề thủy sản), Quyển 1: 209-214.
- Nguyễn Hữu Khánh, 2006. Hiện trạng kỹ thuật nghề nuôi tôm hùm, ốc hương, cá biển trong các đặng, lồng trên biển ở Khánh Hòa. Hội nghị toàn quốc về nuôi biển – Viện Nghiên cứu Nuôi trồng thủy sản I. 9-10/10/2006. Trang 158-165.
- Nguyễn Hữu Phụng, 1995. Danh mục cá biển Việt Nam. Nhà xuất bản khoa học kỹ thuật. 606 trang.
- Nguyễn Hữu Thanh, 2009. Sản xuất giống cá chẽm (*Lates calcarifer*) qui mô thương mại ở Việt Nam, những thuận lợi và khó khăn. Tuyển tập Nghề cá Sông Cửu Long, Nhà xuất bản Nông nghiệp, 153-158.

- Nguyễn Khắc Hoàng, 1993. Cá biển Việt Nam tập II, quyển 3. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật. 133 trang.
- Nguyễn Thanh Long và Trần Ngọc Hải, 2014. Các khía cạnh kỹ thuật và tài chính của mô hình nuôi cá chình hoa (*Anguilla marmorata*) ở tỉnh Cà Mau. Tạp chí khoa học Đại học Cần Thơ. Số 31b: 93-97.
- Nguyễn Thị Kim Liên, Trần Tấn Huy và Nguyễn Thanh Phương, 2008. Nuôi luân trùng siêu nhỏ (*Brachionus rotundiformis*) bằng tảo *Chlorella* và men bánh mì. Tạp chí Khoa học Đại học Cần Thơ (1): 67-74.
- Nguyễn Thị Kim Vân, Đặng Tố Vân Cầm, Trần Kimh Đồng, Nguyễn Hữu Thanh, Nguyễn Xuân Toàn, Lâm Văn Đức, 2009. Công nghệ sinh sản nhân tạo và ương nuôi cá măng (*Chanos chanos*). Tuyển tập Nghề cá Sông Cửu Long, Nhà xuất bản Nông nghiệp, 133-144.
- Nguyễn Tuấn, Đặng Tố Vân Cầm, Võ Minh Sơn, Nguyễn Hữu Thanh, 2004. Sản xuất giống nhân tạo cá mú (*Epiplatys coicodes*) tại Vũng Tàu. Tuyển tập Nghề cá Sông Cửu Long, Nhà xuất bản Nông nghiệp, 129-142.
- Nguyễn Tường Anh, 1999. Một số vấn đề về nội tiết học sinh sản cá. Nhà xuất bản Nông nghiệp. Hà Nội. 238 trang.
- Nguyễn Văn Sử, 2005. Xu thế phát triển công nghệ sản xuất giống các loài cá biển. Tạp chí Thủy sản 3: 28 - 29.
- Nikolsky, G. V., 1963. Ecology of fishes. Academic press, London. 352p.
- Oconnor, W. A., Heasman, M. P., 1997. Diet and feeding regimens for larval doughboy scallops, *Mimachlamys asperrima*. Aquaculture 158: 289-303.
- Parazo M.M, Garcia L.M.B, Ayson F.G, Fermin A.C, Almendras J.M.E, Reyes DM Jr, Avila E.M, Toledo J.D. 1998. Seabass hatchery operations (2nd ed.). Aquaculture Extension Manual No. 18, SEAFDEC Aquaculture Department, Tigbauan, Iloilo. 42 p.

- Parazo MM, Avila EM, Reyes DM Jr.. 1991. Size-dependent and weight-dependent cannibalism in hatchery-bred sea bass (*Lates calcarifer* Bloch). *Journal of Applied Ichthyology* 7:1-7
- Pears, R.J., Choat, J.H., Mapstone, B.D. and Begg, G.A., 2007. Reproductive biology of a large, aggregation- spawning serranid, *Epinephelus fuscoguttatus* (Forsskål): management implications. *Journal of Fish Biology* 71: 795–817.
- Peter, R. E., Lin, H. R and Vander, G.V., 1988. Induced ovulation and spawning of cultured freshwater fish in China: advances in application of GnRH analogous and dompamine antagonists. *Aquaculture*, 74: 1 - 10.
- Phạm Trần Nguyên Thảo, Lê Quốc Việt, Trần Thị Thanh Hiền, Nguyễn Hương Thùy và Lý Văn Khánh, 2006. Nghiên cứu đặc điểm sinh học sinh sản cá đoi (*Liza subviridis*). Tạp chí Khoa học-Đại học Cần Thơ. Số đặc biệt chuyên đề Thủy sản. Quyển 1. Trang 215 – 222.
- Phạm Văn Khánh, 2008. Nghiên cứu sinh sản nhân tạo cá bông kèo (*Pseudapocryptes lanceolatus*). Báo cáo khoa học cấp Bộ. 83 trang.
- Phan Thị Vân, 2013. Thành tựu khoa học công nghệ của Viện nghiên cứu nuôi trồng thủy sản I từ năm 2000 đến nay. Tạp chí Nông Nghiệp và PTNT. Tháng 10-2013, trang 5-8.
- Philipose, K.K., Krupesha, S.S., Loka, J., Damodaran, D., Narsimhulu, S and Dube, P., 2013. Culture of Asian seabass (*Lates calcarifer*, Bloch) in open sea floating net cages off Karwar, South India. *Indian J Fish* 60: 67–70.
- Popovic, N. T., Coz-Rakovac, R., Barisic, J., Jadan, M., Berakovic, A. P and Klobucar, R. S., 2012. Review tricaine methane-sulfonate (MS-222) application in fish anaesthesia. *Journal of applied Ichthyology*. 28: 553 – 664p.
- Qasim, S. Z., 1957. The biology of blennius pholis L. *Proceedings of the Zoological Society of London*, 128: 161–208 . doi:10.1111/j.1096-3642.1957.tb00264.x.

- Rainboth, W.J., 1996. FAO species identification field guide for fishery purposes. *Fishes of the Cambodian Mekong*. Rome. 263 pp.
- Richmond, A., 1986. Outdoor mass cultures of microalgae. In: Richmond, A. (Ed.), *Handbook of Algal Mass Culture*. CRC Press, Boca Raton, FL, USA, pp. 285–330.
- Rimmer, M.A. and McBride, S., 2008. Grouper Aquaculture in Australia. pp. 177–188. In: ‘The Aquaculture of Groupers’. Liao, I.C. and Leño, E.M. (eds). Asian Fisheries Society, World Aquaculture Society, Fisheries Society of Taiwan, National Taiwan Ocean University. 241pp.
- Russell, D.J., 2014. *Lates calcarifer* wildstocks their biology, ecology and fishery. Biology and culture of Asian seabass *Lates calcarifer*. Jerry, D.R. (Edt). CRC press is an imprint of the Taylor & Francis group, an informa bussinee, A science publishers book. p77-101.
- Saillant, E., Fostier, A., Haffray, P., Menua, B., Chatain, B., 2003. Saline referendum for the European sea bass, *Dicentrarchus labrax*, larvae and juveniles: effect of salinity on early development and sex determination. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 287, 103–117.
- Sakaras, W., 1986. Optimum stocking density of seabass (*Lates calcarifer*) culture in cages. *ACIAR Proceedings No. 20*. 172–175pp. Canberra Printing Co. Melbourne.
- Shaffer R. V and Nakamura, E. L.L., 1989. Synopsis of Biological Data on the Cobia *Rachycentron canadum* (Pisces: Rachycentridae). NOAA Technical Report NMFS 82. FAO Fisheries Synopsis 153, 21 page.
- Shaklee, J.B., Salini, J and Garrett, R., 1993. Electrophoretic characterization of multiple genetic stocks of barramundi perch in Queensland, Australia.
- Shields, R.J., 2001. Larviculture of marine finfish in Europe. *Aquaculture* 200: 55–88

- Sim, S. Y., Rimmer, M. A., Toledo, J. D., Sugama, K., Rumengan, I., Williams, K and Phillips, M. J., 2005. A guide to small-scale marine finfish hatchery technology. NACA, Bangkok, Thailand, 17pp.
- Smith, I.R and Chong, K.C., 1984. Southeast Asian milkfish culture: Economic status and prospects. In Advances in milkfish biology and culture. Edited by AQDpp 1–20.
- Soto, D. (ed.). 2009. Integrated mariculture: a global review. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper. No. 529. Rome, FAO. 2009. 183p.
- Sugama K., Rimmer M.A., Ismi S., Koesharyani I., Suwirya K., Giri N.A. and Alava V.R., 2012. Hatchery management of tiger grouper (*Epinephelus fuscoguttatus*): a best-practice manual. ACIAR Monograph No. 149. Australian Centre for International Agricultural Research: Canberra. 66 pp.
- Takeuchi, T., 2001. A review of feed development for early life stages of marine finfish in Japan. Aquaculture 200: 203–222.
- Tamaru, C. S., Lee, C. S., Kelley, C. D., Miyamoto, G and Moriwake, A., 1994. Oocyte growth in the striped mullet *Mugil cephalus* L. maturing at different densities and salinities. J. World Aquacult. Soc. 25(1): 109-115.
- Trần Đắc Định, 2002. Nghiên cứu đặc điểm sinh học của cá kèo (*Pseudapocryptes elongatus*, (Cuvier, 1816) phân bố vùng Đồng bằng sông Cửu Long. Báo cáo đề tài nghiên cứu khoa học cấp trường. Trường Đại học Cần Thơ.
- Trần Đắc Định, Võ Thành Toàn và Trần Thị Thanh Lý, 2011. Tập tính di cư của cá kèo (*Pseudapocryptes elongatus*) phân bố ở khu vực ven biển Đồng Bằng sông Cửu Long. Tạp chí Khoa học, Trường Đại học Cần Thơ. 18a: 56-64.
- Trần Ngọc Hải và Nguyễn Tấn Nhơn, 2009. Phân tích kỹ thuật và hiệu quả kinh tế ương cá giống và nuôi thương phẩm cá kèo (*Pseudapocryptes lanceolatus*) ở Đồng bằng sông Cửu Long. Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ. Số 11: 380-389.

- Trần Ngọc Hải, Đặng Khánh Hồng, Trần Nguyễn Duy Khoa và Lê Quốc Việt, 2013. Ương Ấu trùng cá bớp (*Rachycentron canadum*) với các loại thức ăn khác nhau. Tạp chí khoa học Đại học Cần Thơ 25b: 43 – 50.
- Trần Ngọc Hải, Lê Quốc Việt, Lý Văn Khánh, Nguyễn Anh Tuấn, Nguyễn Thanh Phương, 2013. Nghiên cứu sản xuất giống các loài cá nước lợ mặn bản địa ở Đồng bằng Sông Cửu Long. Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn. Tháng 12/2013, trang 143-148.
- Tran Ngoc Hai, Le Quoc Viet, Nguyen Thanh Trung, Tran Nguyen Duy Khoa and Nguyen Anh Tuan. 2013. Advances in seed production of Cobia (*Rachycentron canadum*) in the Mekong Delta of Viet Nam. Proceeding of the International Fisheries Symposium – IFS 2012 held at Can Tho – Viet Nam 6 – 8 December 2012. Sharing knowlegdge for sustainable aquaculture and fisheries in the South – East Asia. Agriculture publishing House, Ho Chi Minh City. 331p: 84– 90p.
- Tran Ngoc Hai, Truong Hoang Minh, Truong Quoc Phu and Nguyen Thanh Phuong, 2016. Chapter 8 - Shrimp Industry in Vietnam – In I Chiu Liao, Nai-Hsien Chao and Leano (Editors) Progress of shrimp and Prawn Aquaculture in the World. National Taiwan Ocean University, Keelung, Taiwan, The Fisheries Society of Taiwan, Keelung, Taiwan, Asian Fisheries Society, Manila, Philippines, and World Aquaculture Society, Louisiana, USA. Pp. 181-204.
- Trần Sương Ngọc và Phạm Thị Tuyết Ngân, 2014. Khả năng nuôi sinh khối tảo *Nannochloropsis oculata* trong các hệ thống khác nhau. Tạp chí khoa học Đại học Cần Thơ. Số chuyên đề thủy sản, số 2, trang 63 – 69.
- Trần Sương Ngọc, 2017. Sinh học và kỹ thuật nuôi luân trùng. Giáo trình kỹ thuật nuôi thức ăn tự nhiên. 133 trang: 47-73.
- Trần Thế Mưu, 2013. Nghiên cứu và định hướng nghiên cứu về cá biển. Hội thảo Định hướng nghiên cứu khoa học và phát triển

- công nghệ thủy sản giai đoạn 2014-2018, Nha Trang ngày 22-23/3/2013. Trang 60-67
- Trần Thị Bé, 2016. Nghiên cứu nhu cầu dinh dưỡng và xây dựng công thức thức ăn nuôi cá kèo (*Pseudapocryptes elongatus*). Luận Án tiến sĩ. Trường Đại học Cần Thơ. 164 trang.
- Trần Thị Lê Trang, 2016. Ảnh hưởng cường độ ánh sáng lên sinh trưởng, hàm lượng protein và lipid của tảo nuôi trong nước mặn. Tạp chí Khoa học – Công nghệ Thủy sản. Số 2/2016. Trang 124-129.
- Trần Văn Đan, 1998. Nghiên cứu xây dựng qui trình kỹ thuật nuôi thương phẩm và thăm dò khả năng sản xuất giống tự nhiên cá bớp (*Bostrichthys sinensis*). Các Công trình nghiên cứu khoa học và công nghệ thủy sản 1991-1995, Bộ Thủy sản. NXB Nông nghiệp, 1998, Trang 191-202.
- Trần Văn Đan, Đặng Minh Dũng, 2008. Kết quả áp dụng công nghệ sinh sản nhân tạo cá bớp ở Thái Bình, Nam Định, Ninh Bình. Tuyển tập nghề cá biển, NXB Nông nghiệp, 2008: 388-395.
- Troell, M., 2009. Integrated marine and brackishwater aquaculture in tropical regions: research, implementation and prospects. In D. Soto (ed.). Integrated mariculture: a global review. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper. No. 529. Rome, FAO. pp. 47–131.
- Trương Hoàng Minh và Nguyễn Thanh Phương, 2011. Tổng quan nuôi cá kèo (*Pseudapocryptes elongatus*) ở tỉnh Sóc Trăng và Bạc Liêu. Tạp Chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ, Số 18b:219-227.
- Trương Hoàng Minh, Trương Quốc Phú và Wenresti G. Gallardo, 2010. Sự phân bố và cường lực khai thác cá kèo giống (*Pseudapocryptes elongatus*) ở vùng ven biển tỉnh Sóc Trăng và Bạc Liêu. Tạp Chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ, Số 16a: 71-80.
- Trương Thủ Khoa và Trần Thị Thu Hương, 1993. Định loại cá nước ngọt vùng Đồng Bằng Sông Cửu Long. Trường Đại học Cần Thơ. 361 trang.

- Vander, V.T.D., Fry, G.C and Griffiths, S.P., 2010. Reproductive biology of the commercially and recreationally important cobia *Rachycentron canadum* in northeastern Australia. *Fish Sci* (2010) 76:33–43.
- Viện Kinh tế Qui hoạch thủy sản – Bộ NN&PTNT, 2012. Quy hoạch tổng thể phát triển ngành thủy sản Việt Nam đến năm 2020, tầm nhìn 2030. 120 trang.
- Viện Kinh tế Qui hoạch thủy sản – Bộ NN&PTNT, 2015. Quy hoạch phát triển nuôi trồng hải sản trên biển và hải đảo Việt Nam đến 2020. 76 trang.
- Võ Thành Tiêm, 2004. Nghiên cứu đặc điểm sinh học cá nâu (*Scatophagus argus*) tại Cà Mau. Luận văn Thạc sĩ, Khoa Thủy sản – Đại học Cần Thơ. 48 trang.
- Vũ Văn Sáng, Trần Thế Mưu và Vũ Văn In, 2013. Ảnh hưởng của nhiệt độ và độ mặn đến sự phát triển phôi, tỷ lệ nở của cá song chuột (*Cromileptes altivelis*). *Tạp chí Khoa học và Phát triển*. Tập 11, số 5: 648-653.
- Wagenen, J. V., Miller, T.W., Hobbs, S., Hook, P., Crowe, B and Hueseman, M., 2012. Effects of light and temperature on fatty acid production in *Nannochloropsis salina*. *Energies*. Vo 1.5:73 1-740.
- Yang, K.Y., Lee, S.Y., Williams, G.A., 2003. Selective feeding by the mudskipper (*Boleophthalmus pectinirostris*) on the microalgal assemblage of a tropical mudflat. *Marine Biology* 143: 245–256.