

NGUYÊN LÝ VÀ KỸ THUẬT NUÔI CUA BIỂN

PGS. TS. TRẦN NGỌC HẢI

**NGUYÊN LÝ VÀ KỸ THUẬT
NUÔI CUA BIỂN**

NHÀ XUẤT BẢN NÔNG NGHIỆP

Lời mở đầu

Nuôi trồng thủy sản là một trong những ngành kinh tế mũi nhọn của nước ta, đặc biệt là Đồng bằng Sông Cửu Long. Nghề nuôi thủy sản đang phát triển ngày càng đa dạng về đối tượng nuôi, hình thức nuôi và mức độ thâm canh. Bên cạnh một số loài nuôi thủy sản chủ lực như cá tra và tôm biển thì nhiều đối tượng khác, tiêu biểu là cua biển là đối tượng nuôi quan trọng trong vùng và cả nước, đặc biệt là vùng nước lợ ven biển.

Nhằm góp phần cung cấp thông tin và kỹ thuật mới trong sản xuất giống và nuôi cua biển, tài liệu “**Nguyên lý và kỹ thuật nuôi cua biển**” này được biên soạn. Nội dung tài liệu gồm các chương (i) Tổng quan về sản xuất giống và nuôi cua biển, (ii) Điểm sinh học cua biển, (iii) Kỹ thuật sản xuất giống cua biển, (iv) Kỹ thuật nuôi cua biển thương phẩm, và (v) Một số vấn đề về bệnh cua biển. Tài liệu này được biên soạn trên cơ sở tổng hợp và cập nhật các nguyên lý chung, các thành tựu quan trọng trong nghiên cứu và phát triển nuôi cua biển trong nước và trên thế giới, và trên cơ sở kết quả trong nghiên cứu và thực nghiệm thực tế của tác giả.

Với nội dung vừa mang tính nguyên lý chuyên sâu vừa mang tính ứng dụng, hy vọng đây là tài liệu cần thiết phục vụ cho công tác giảng dạy và nghiên cứu của cán bộ, và học tập của sinh viên, học viên; đồng thời là tài liệu tham khảo hữu ích cho các bộ cán bộ kỹ thuật và người sản xuất.

Tác giả chân thành cảm ơn Khoa Thủy sản – Trường Đại học Cần Thơ đã tạo điều kiện thuận lợi và các đồng nghiệp đã phối hợp tích cực trong nghiên cứu cũng như góp ý quý báu trong quá trình biên soạn tài liệu này. Tác giả rất mong nhận được sự góp ý của độc giả để tài liệu tiếp tục được cải tiến và hoàn chỉnh hơn.

Tác giả

MỤC LỤC

Lời mở đầu.....	v
MỤC LỤC	vii
DANH SÁCH BẢNG.....	xi
DANH SÁCH HÌNH	xiii
CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN VỀ SẢN XUẤT GIỐNG VÀ NUÔI CUA BIỂN.....	1
1.1. Sản xuất giống và nuôi cua biển trên thế giới	1
1.2. Sản xuất giống và nuôi cua biển ở Việt Nam	2
1.3. Những vấn đề về quản lý và phát triển bền vững sản xuất giống và nuôi cua biển.....	4
CHƯƠNG 2. ĐẶC ĐIỂM SINH HỌC CỦA BIỂN.....	6
2.1. Hệ thống phân loại.....	6
2.2. Đặc điểm phân bố	8
2.3. Hình thái cấu tạo.....	9
2.3.1. Hình thái bên ngoài	10
2.3.2. Các cơ quan bên trong.....	11
2.4. Vòng đời của biển.....	16
2.5. Đặc điểm sinh trưởng	18
2.5.1. Lột xác và tái sinh	18
2.5.2. Các giai đoạn của quá trình lột xác	20
2.5.3. Các yếu tố điều khiển quá trình lột xác.....	22
2.5.4. Tuổi thọ và kích thước tối đa của cua	22
2.6. Đặc điểm dinh dưỡng	23
2.7. Đặc điểm sinh sản.....	25
2.7.1. Phân biệt cua đực và cua cái	25

2.7.2. Sự thành thục của cua biển.....	25
2.7.3. Vai trò của hormon điều khiển quá trình phát triển của buồng trứng.....	27
2.7.4. Vai trò của tuyến androgen trong điều khiển quá trình biệt hóa giới tính của cua biển.....	27
2.7.5. Di cư sinh sản.....	28
2.7.6. Tập tính bắt cặp, đẻ trứng và ấp trứng.....	29
2.7.7. Sự phát triển của các giai đoạn ấu trùng.....	30
2.8. Cảm giác, vận động và tự vệ.....	31
2.9. Khả năng chịu đựng các yếu tố môi trường của cua biển.....	31
CHƯƠNG III. KỸ THUẬT SẢN XUẤT GIỐNG CUA BIỂN.....	36
3.1. Trại sản xuất giống.....	36
3.1.1. Chọn vị trí xây dựng trại.....	36
3.1.2. Thiết kế, xây dựng và trang thiết bị trại sản xuất giống...	37
3.1.3. Xử lý nước.....	41
3.2. Nuôi vỗ cua bố mẹ.....	44
3.2.1. Chọn cua bố mẹ nuôi vỗ.....	44
3.2.2. Chăm sóc cua nuôi vỗ.....	46
3.2.3. Chăm sóc cua mang trứng.....	50
3.3. Ương ấu trùng cua biển.....	51
3.3.1. Chọn và bố trí ương ấu trùng.....	51
3.3.2. Thức ăn và quản lý cho ăn.....	52
3.3.3. Quản lý chất lượng nước.....	57
3.3.4. San thưa.....	63
3.3.5. Quan sát, theo dõi và quản lý sức khỏe ấu trùng.....	63
3.3.6. Thu hoạch và vận chuyển cua con.....	64
3.4. Ương cua giống.....	67
3.5. Thức ăn tự nhiên.....	73

3.5.1. Nuôi tảo	73
3.5.2. Nuôi luân trùng (rotifer).....	79
3.5.3. Sử dụng Artemia	83
CHƯƠNG IV. KỸ THUẬT NUÔI CUA BIỂN.....	90
4.1. Nuôi cua con thành cua thịt	90
4.1.1. Ao, ruộng nuôi.....	90
4.1.2. Cua giống và thả giống.....	93
4.1.3. Chăm sóc - cho ăn	94
4.1.4. Quản lý môi trường	97
4.1.5. Thu hoạch	97
4.2. Nuôi cua gạch	99
4.2.1. Ao, lồng và bể nuôi	99
4.2.2. Cua giống và thả giống.....	100
4.2.3. Chăm sóc và cho ăn.....	101
4.2.4. Quản lý môi trường	103
4.2.5. Thu hoạch	104
4.3. Nuôi cua lột	105
4.3.1. Ao, lồng, bể nuôi	105
4.3.2. Cua giống và thả giống.....	108
4.3.3. Chăm sóc - cho ăn	109
4.3.4. Quản lý môi trường	110
4.3.5. Thu hoạch.....	111
CHƯƠNG V. MỘT SỐ VẤN ĐỀ VỀ BỆNH CUA BIỂN	117
5.1. Bệnh nấm.....	117
5.2. Bệnh do nguyên sinh động vật và các sinh vật bám.....	117
5.3. Bệnh do động vật nguyên sinh <i>Hematodinium</i>	118
5.4. Bệnh do <i>Octolasmis</i> sp. bám	119

5.5. Bệnh do vi khuẩn.....	119
5.6. Bệnh đen mang.....	120
5.7. Bệnh do virus.....	120
5.8. Bệnh khác.....	123
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	125

DANH SÁCH BẢNG

Bảng 2.1. Đặc điểm chung của giống <i>Scylla</i>	8
Bảng 2.2: Tỷ lệ các loại thức ăn tự nhiên ở các giai đoạn của cua <i>Scylla serrata</i>	24
Bảng 2.3. Các giai đoạn thành thực của cua cái	26
Bảng 2.4: Các giai đoạn của ấu trùng cua biển (<i>Scylla</i> sp.).....	30
Bảng 2.5: Một số kết quả nghiên cứu về độ mặn và nhiệt độ thích hợp đối với ấu trùng và cua con	32
Bảng 3.1: Một số chỉ tiêu sinh sản của các nguồn cua biển khác.....	45
Bảng 3.2: Các chỉ tiêu sinh sản của cua mẹ có khối lượng khác nhau	46
Bảng 3.3: Các đặc điểm kỹ thuật nuôi vỗ cua mẹ ở ĐBSCL	49
Bảng 3.4: Tóm tắt phương pháp nuôi vỗ cua mẹ.....	51
Bảng 3.5: Phương pháp cho ấu trùng cua ăn	56
Bảng 3.6: Biến động các yếu tố môi trường nước trong ương ấu trùng cua biển tại Khoa Thủy Sản – Trường Đại học Cần Thơ.....	62
Bảng 3.7: Các đặc điểm của ấu trùng khỏe	65
Bảng 3.8: Tóm tắt kỹ thuật ương ấu trùng cua biển	66
Bảng 3.9: Một số yếu tố kỹ thuật trong ương cua giống ở ĐBSCL	70
Bảng 3.10: Hiệu quả tài chính trong ương cua giống ở Cà Mau	70
Bảng 3.11: Điều kiện môi trường nuôi tảo	75
Bảng 3.12: Thành phần của môi trường dinh dưỡng Walne	76
Bảng 3.13: Đặc điểm các phương pháp nuôi tảo	78
Bảng 4.1: Một số yếu tố môi trường nước ao, vuông nuôi cua thương phẩm	97
Bảng 4.2: Ảnh hưởng của các loại thức ăn lên nuôi vỗ cua gạch.....	101
Bảng 4.3: Thành phần sinh hóa của cua trước và sau nuôi vỗ với các loại thức ăn khác nhau	102

Bảng 4.4: Các yếu tố môi trường trong thí nghiệm nuôi cua gạch trên bể tuần hoàn với mật độ khác nhau	104
Bảng 4.5: Các yếu tố môi trường trong thí nghiệm nuôi cua lột với các loại thức ăn khác nhau theo hệ thống tuần hoàn	111
Bảng 4.6: Các yếu tố môi trường nước trong thí nghiệm nuôi cua lột với mật độ khác nhau trong hệ thống tuần hoàn	111
Bảng 4.7: Tăng trưởng của cua lột so với cua thả nuôi ở các nghiệm thức thí nghiệm với thức ăn khác nhau	114
Bảng 4.8: Thành phần dinh dưỡng của thịt cua chắc trước thí nghiệm và thịt cua lột ở các nghiệm thức thức ăn khác nhau	114

DANH SÁCH HÌNH

Hình 2.1: Hình dạng bên ngoài nhìn từ mặt lưng và mặt bụng của 4 loài cua biển (Keenan và <i>ctv</i> , 1998)	7
Hình 2.2: Bản đồ phân bố của 4 loài cua biển thuộc giống <i>Scylla</i>	9
Hình 2.3: Hình thái bên ngoài của cua biển.....	13
Hình 2.4: Cơ quan bên trong của cua biển	14
Hình 2.5: Hệ tuần hoàn (A) và hệ hô hấp (B) của cua (Warner, 1977).....	15
Hình 2.6: Vòng đời của cua biển	16
Hình 2.7: Rừng ngập mặn và bãi bồi cửa sông ven biển là nơi phân bố quan trọng của cua.....	17
Hình 2.8: Tương quan giữa chiều dài (CL), chiều rộng (CW) và khối lượng (BW) của cua biển <i>Scylla paramamosain</i>	19
Hình 2.9: Cua tái sinh chân càng.....	20
Hình 2.10: Đặc điểm của cua đực, cua cái và sự thành thực của cua	34
Hình 2.11: Các giai đoạn ấu trùng cua biển.....	35
Hình 3.1: Một số dạng lọc sinh học và hệ thống tuần hoàn trong nuôi thủy sản	39
Hình 3.2: Quy trình xử lý nước cho trại sản xuất giống cua biển	41
Hình 3.3: Trại sản xuất giống cua biển.....	42
Hình 3.4: Nuôi vỗ cua mẹ và cua trứng.....	43
Hình 3.5: Các nguồn cua mẹ cho nuôi vỗ.....	45
Hình 3.6: Cấu trúc các loại viên thức ăn nhân tạo.....	54
Hình 3.7: Tập tính bơi lội và bắt mồi của ấu trùng cua	58
Hình 3.8: Ảnh hưởng của cường độ chiếu sáng lên thời gian phát triển của các giai đoạn ấu trùng cua biển.....	59
Hình 3.9: Ương ấu trùng cua biển tại Khoa Thủy sản – Đại học Cần Thơ	71
Hình 3.10: Ương cua con.....	72

Hình 3.11: Hình thái (A) và vòng đời (B) của tảo <i>Chlorella</i>	74
Hình 3.12: Các bước nuôi cấy tảo <i>Chlorella</i> thuần.....	77
Hình 3.13: Hình dạng (A) và vòng đời (B) của luân trùng (<i>Brachionus plicatilis</i>).....	80
Hình 3.14: Vòng đời của <i>Artemia</i>	84
Hình 3.15: Nuôi tảo và luân trùng.....	88
Hình 3.16: Ấp và sử dụng <i>Artemia</i> trong ương nuôi cua.....	89
Hình 4.1: Các loại thực vật lý tưởng cho nuôi cua biển kết hợp.....	92
Hình 4.2: Cua giống cho nuôi thương phẩm.....	94
Hình 4.3: Tăng trưởng cua trong mô hình nuôi cua thương phẩm chuyên canh trong ao.....	98
Hình 4.4: Một số mô hình nuôi cua lột.....	106
Hình 4.5: Hộp lồng và vật liệu cho xây dựng giàn lồng nuôi cua lột của một công ty ở Myanmar.....	107
Hình 4.6: Cua giống cho nuôi cua lột.....	108
Hình 4.7: Tỷ lệ cua lột vỏ ở các nghiệm thức cho ăn các loại thức ăn khác nhau trong hệ thống bể tuần hoàn.....	113
Hình 4.8: Đóng gói và cấp đông cua lột ở Myanmar.....	113
Hình 4.9: Các mô hình nuôi cua con thành cua thương phẩm.....	115
Hình 4.10: Các mô hình nuôi cua gạch và cua lột.....	116
Hình 5.1: Các bệnh ký sinh trên cua biển.....	121
Hình 5.2: Bệnh vi khuẩn và các trở ngại khác.....	122

CHƯƠNG I

TỔNG QUAN VỀ SẢN XUẤT GIỐNG VÀ NUÔI CUA BIỂN

1.1. Sản xuất giống và nuôi cua biển trên thế giới

Cua biển *Scylla* sp. là loài thủy sản quan trọng trong khai thác và nuôi trồng trên thế giới. Cua biển phân bố chủ yếu ở vùng nhiệt đới Ấn Độ - Thái Bình Dương.

Trên thế giới hiện nay có bốn loài cua gồm *Scylla serrata*, *Scylla paramamosain*, *Scylla olivacea* và *Scylla tranquebarica*. Mỗi loài có đặc điểm hình thái và tập tính đặc trưng.

Từ lâu, cua biển là đối tượng quan trọng trong khai thác thủy sản, là hoạt động sinh kế năng động và quan trọng của ngư dân vùng ven biển của các nước; và thống kê sản lượng đánh bắt cua cũng như giá trị xuất khẩu hàng năm của các quốc gia cũng đã được báo cáo phong phú (Cowan, 1984; Angell, 1991; FAO, 2017).

Nghề nuôi cua biển được ghi nhận bắt đầu từ những năm 1890 ở Trung Quốc và cũng hình thành ở các nước nhiệt đới Châu Á từ những năm 1970 (FAO, 2017). Chi tiết về các mô hình nuôi cua biển ở Nhật Bản, Đài Loan, Philippines, Thái Lan trong những giai đoạn đầu đã được mô tả bởi Catanaoan, 1972; Chaiyakam và Parnichsuka, 1978; Chen, 1976; Cowan, 1984; Angell, 1991. Các mô hình nuôi cua đơn giản từ ban đầu là nuôi cua quảng canh, mật độ thấp, kết hợp trong các mô hình nuôi tôm truyền thống cùng với cá, rong biển... Đến nay, mô hình nuôi cua ngày càng đa dạng, từ hình thức nuôi quảng canh, nuôi vỗ béo cua gạch và nuôi cua lột với các phương tiện khác nhau như nuôi trong ao, nuôi kết hợp trong rừng ngập mặn, trong lồng, trong bể tuần hoàn và trong giàn hộp chuyên dùng, mang tính công nghiệp và hiện đại cao (Hungria và *ctv*, 2017; Tavares, 2017). Trước đây, nghề nuôi dựa chủ yếu và nguồn giống đánh bắt và thu gom từ tự nhiên, tuy nhiên, hiện nay nghề nuôi sử dụng chủ yếu nguồn giống nhân tạo sản xuất từ các trại giống. Bên cạnh nuôi cua biển mang tính nông hộ nhỏ lẻ, nhiều công ty đã nuôi cua tập trung, nhất là nuôi và đông lạnh cua lột xuất khẩu. Trong các quốc gia nuôi cua biển, Trung Quốc có sản lượng lớn nhất, tiếp đến là Indonesia, Philippines, Myanmar và Việt Nam. Trong khi sản lượng cua khai thác gần như không tăng, với tổng sản lượng dưới

38.652 tấn, thì tổng sản lượng cua biển nuôi được thống kê tăng liên tục và đạt trên 183.852 tấn năm 2014 chưa bao gồm sản lượng của ở Việt Nam (FAO, 2017). Bên cạnh nuôi và tiêu thụ sản phẩm là cua sống, thì cua lột đông lạnh đang là xu hướng được phát triển nhanh do đặc tính công nghiệp của ngành hàng (Hungria và *ctv*, 2017; Tavares, 2017).

Mốc quan trọng trong lịch sử sản xuất giống và nuôi cua biển trên thế giới là vào năm 1964, lần đầu tiên Ong Kah Sin đã thành công trong ương nuôi ấu trùng cua biển *Scylla serrata* và đã mô tả chi tiết các giai đoạn ấu trùng. Sau đó, ông đã ương nuôi cua con đến giai đoạn trưởng thành và cho sinh sản, khép kín vòng đời của cua (Ong, 1944; 1966). Các công trình của nhiều tác giả khác sau đó được tiếp tục, trong đó đáng kể là nghiên cứu sản xuất giống cua của Anon (1975, 1983), Heasman và Fielder (1983) với phương tiện ương nuôi được cải tiến.

Từ thập niên 1990 đến nay, một số chương trình quốc tế nghiên cứu phát triển nghề sản xuất giống và nuôi cua quan trọng trên thế giới có thể được ghi nhận gồm dự án cua biển vùng Vịnh Bengal; chương trình EU-INCO về cua biển, chương trình ACIAR về cua biển và nhiều chương trình, dự án khác trong khu vực đã góp phần quan trọng vào phát triển kỹ thuật sản xuất giống và nuôi cua biển trên thế giới.

1.2. Sản xuất giống và nuôi cua biển ở Việt Nam

Ở nước ta, cua biển là đối tượng rất quan trọng trong khai thác và nuôi trồng thủy sản ở vùng nước lợ ven biển, nhất là khu vực Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL). Theo các nghiên cứu gần đây, ở nước ta chỉ có 2 loài cua phân bố là cua sen (*Scylla paramamosain*) và cua lửa (*Scylla olivacea*) (Keenan và *ctv* 1998; Machintosh và *ctv*, 2002)

Nghề nuôi cua biển ở nước ta từ lâu đã được hình thành và phát triển với nhiều hình thức khác nhau là nuôi cua con thành cua thịt trong các mô hình kết hợp tôm – rừng, tôm quảng canh cải tiến; nuôi cua ộp thành cua chắt trong ao; nuôi cua gạch trong ao và nuôi cua lột trong ao với các kỹ thuật đặc thù (Nguyễn Anh Tuấn và *ctv*, 1994; Nguyễn Anh Tuấn và *ctv*, 1997; Hoàng Đức Đạt, 1999). Nguồn giống cho nghề nuôi cua trước đây chủ yếu là từ cua biển đánh bắt và thu gom từ tự nhiên ở các bãi triều hay cửa sông ven rừng ngập mặn với kích cỡ khác nhau (Trần Ngọc Hải và *ctv*, 2002). Cùng với sự phát triển chung của nghề nuôi, nhiều mô hình thực nghiệm nuôi cua biển đã được thực hiện nhằm góp phần cải tiến kỹ thuật nuôi, như nuôi cua kết hợp với tôm trong mô hình tôm quảng canh và tôm rừng (Nguyen Van Trong, 1999; Christensen và *ctv*, 2000; Nguyễn Cơ

Thạch, 2005); nuôi cua thịt trong ao (Christensen và *ctv*, 2004); nuôi cua lột trong hệ thống bể tuần hoàn với các loại thức ăn và mật độ khác nhau (Trần Ngọc Hải và *ctv*, 2004); nuôi cua gạch trong hệ thống hở và tuần hoàn (Trịnh Văn Thăm, 2010; Nguyễn Việt Bắc,...). Kết quả khảo sát các mô hình nuôi cua biển phổ biến ở ĐBSCL thời gian gần đây cho thấy, năng suất cua biển trong các mô hình nuôi tôm quảng canh cải tiến, tôm – rùng, tôm - lúa đạt trung bình 100-250 kg/ha/năm (Tran Ngoc Hai, 2005; Dương Thị Thu Vân, 2013; Lê Quốc Việt và *ctv*, 2015, Tran Ngoc Hai và *ctv*, 2015, 2017; Nguyen Thi Ngoc Anh và *ctv*, 2017).

Trong sản xuất giống cua biển, các công trình nghiên cứu sản xuất giống cua biển được bắt đầu thực hiện chủ yếu từ thập niên 1990 ở các Trường, Viện như Khoa Thủy Sản – Trường Đại học Cần Thơ, Viện Nghiên Cứu Nuôi trồng Thủy Sản 2, Viện Nghiên Cứu Nuôi Trồng Thủy Sản 3, Viện Sinh học Nhiệt Đới.... Những kết quả quan trọng bước đầu trong nuôi vỗ cua biển, ương nuôi ấu trùng với các chu kỳ chiếu sáng, cường độ chiếu sáng và loại thức ăn khác nhau, cũng như ương cua con với các độ mặn và thức ăn khác nhau đã được công bố (Tran Ngoc Hai, 1997; Trần Ngọc Hải và *ctv*, 1998; 2000, 2002; 2004). Các kết quả nghiên cứu và ứng dụng trong nuôi vỗ và ương nuôi ấu trùng cua biển thông qua các dự án quốc tế như ACIAR (Hoàng Đức Đạt, 1999; Nguyen Co Thạch, 2004;) và EU-INCO (Truong Trong Nghia và *ctv*, 2007; 2007b) cũng như các đề tài các cấp trong nước (Nguyễn Cơ Thạch và *ctv*, 2004, Lê Văn Trúc và *ctv*, 2005; Thiệu Lư, 2007; Nguyễn Quốc Thê và Thiệu Lư, 2009; Nguyễn Diệu, 2009) góp phần tích cực cho phát triển sản xuất giống cua biển ở nước ta. Trong những năm qua, Khoa Thủy Sản – Trường Đại học Cần Thơ luôn đẩy mạnh nghiên cứu, cải tiến kỹ thuật trong sản xuất giống cua biển và ứng dụng vào các cơ sở sản xuất (Nguyễn Trường Sinh, 1999; Trần Minh Nhứt và *ctv*, 2010; Phạm Văn Quyết và *ctv*, 2010; Lâm Tâm Nguyên, 2010; Lý Văn Khánh và *ctv*, 2015; Lê Quốc Việt và *ctv*, 2016, Châu Tài Tảo và *ctv*, 2016; Trần Ngọc Hải và *ctv*, 2017).

Trại sản xuất giống cua biển thương mại bắt đầu hình thành và phát triển ở ĐBSCL từ những năm 2005-2006. Theo kết quả khảo sát, năm 2009, trong vùng có 100 trại sản xuất giống cua, công suất 150.000-200.000 con/trại/năm (Trần Ngọc Hải và Nguyễn Thanh Phương, 2009). Kỹ thuật, qui mô và số lượng trại sản xuất giống không ngừng được cải thiện. Hiện nay, ĐBSCL có 480 trại sản xuất giống với năng suất 0,5-12 triệu con/trại/năm; và 460 cơ sở ương cua giống, với năng suất 986.000 con/trại/năm, đặc biệt các tỉnh Cà Mau, Kiên Giang và Bạc Liêu là vùng sản

xuất giống cua chính (Tran Ngọc Hai và *ctv*, 2017). Sự phát triển nhanh và năng động của các trại sản xuất giống và ương giống đã và đang góp phần quan trọng vào sự phát triển của nghề nuôi cua biển ở vùng ĐBSCL cũng như cả nước.

1.3. Những vấn đề về quản lý và phát triển bền vững sản xuất giống và nuôi cua biển

Sản xuất giống và nuôi cua biển trên thế giới đang được phát triển nhanh, đặc biệt là ở Châu Á. Các mô hình nuôi cua biển nhìn chung còn mang tính quảng canh, thân thiện môi trường và đang được chú trọng duy trì phát triển. Bên cạnh đó, các mô hình nuôi cua trong lồng, và trong bể mang tính công nghệ cao, có sự quản lý tốt đang được nhiều nơi đầu tư. Thị trường cua biển ngày càng mở rộng và đa dạng. Tuy nhiên, bên cạnh những thuận lợi trên, cũng còn nhiều vấn đề đang được tiếp tục đẩy mạnh nghiên cứu phát triển. Đó là trong sản xuất giống cua, tỷ lệ sống của cua vẫn còn hạn chế, chỉ đạt trung bình khoảng 5-10%. Thức ăn nhân tạo cho ấu trùng cua, cua thương phẩm và cua bố mẹ chưa được phổ biến. Vấn đề về bệnh và phòng trị bệnh cua biển chưa được nghiên cứu nhiều như trên các đối tượng khác.

Ở nước ta, với ưu thế về diện tích, đặc biệt là trên 330.000 mô hình nuôi tôm quảng canh cải tiến và trên 50.000 ha mô hình tôm rừng, đây là điều kiện rất quan trọng để phát triển các mô hình nuôi cua kết hợp. Với năng suất cua trung bình 100 kg/ha/năm thì sản lượng cua của các mô hình trên có thể đạt 38.000 tấn. Hungria và *ctv* (2007) dẫn thống kê của FAO (2016) cho thấy sản lượng cua biển nuôi ở nước ta đạt 53.000 tấn. Cua biển được xem là đối tượng quan trọng góp phần đa dạng hóa sản phẩm, đa dạng nguồn thu nhập, giảm thiểu rủi ro trong nuôi tôm. Sản phẩm cua thịt vừa được xuất khẩu vừa được ưa chuộng và tiêu thụ rộng rãi trong nước. Sự phát triển đại trà và nhanh chóng của nghề sản xuất giống và ương cua biển với các qui mô khác nhau đã và đang góp phần quan trọng vào phát triển các mô hình trên. Đồng thời, sản xuất giống nhân tạo cua biển cũng mở ra cơ hội quan trọng cho phát triển mô hình nuôi cua lột trong thời gian tới, vốn cần số lượng lớn con giống đồng cỡ, qui mô tập trung, năng suất cao và hiện đại. Tuy nhiên, nghề sản xuất giống và nuôi cua biển hiện nay cũng còn một số trở ngại như: tỷ lệ sống của cua trong sản xuất giống còn khá hạn chế, trung bình 5-10%; còn lệ thuộc thức ăn nhân tạo của tôm mà chưa có thức ăn chuyên cho ấu trùng cua; giá cua con dao động lớn theo mùa, khoảng 200-500 đồng/con và có ảnh hưởng lớn đến lợi nhuận trong sản xuất giống. Việc nuôi cua thương phẩm còn chủ yếu theo hướng quảng canh; mô hình

nuôi cua lột và cua gạch chưa được phát triển rộng rãi cần được tiếp tục nghiên cứu và đầu tư phát triển. Thức ăn nhân tạo cho nuôi cua vì thế cũng cần được đẩy mạnh nghiên cứu để sẵn sàng đáp ứng mô hình nuôi cua chuyên canh. Ngoài ra, giá cua thương phẩm cũng dao động lớn theo loại cua và mùa vụ cũng cần được chú ý.

Cua biển đang được xem là một trong những đối tượng nuôi quan trọng, là đặc sản và thương hiệu của một số địa phương. Với giá trị cao, khả năng thích nghi rộng với độ mặn và các điều kiện môi trường, kỹ thuật nuôi đơn giản và khả năng kháng bệnh cao, cua biển là một trong những đối tượng quan trọng để tiếp tục đẩy mạnh phát triển sản xuất giống và nuôi thương phẩm, góp phần phát triển đa dạng nghề nuôi trồng thủy sản, đặc biệt là nhằm thích ứng với biến đổi khí hậu và xâm nhập mặn ở vùng ĐBSCL và cả nước trong thời gian tới.

CHƯƠNG II

ĐẶC ĐIỂM SINH HỌC CUA BIỂN

2.1. Hệ thống phân loại

Hệ thống phân loại của cua biển như sau:

Ngành: Arthropoda

Lớp: Crustacea

Bộ: Decapoda

Họ: Portunidae

Giống: *Scylla*

Giống *Scylla* trên thế giới hiện nay có 4 loài, gồm *S. serrata* (Forsk., 1775), *S. olivacea* (Herbst, 1796), *S. tranquebarica* (Fabricius, 1798) và *S. paramamosain* (Estampador, 1949) (Keenan và ctv, 1998; Shelley và Lovatelli, 2011).

Việc phân loại và xác định thành phần loài cua biển giống *Scylla* trước đây gặp nhiều khó khăn do cua biển đa dạng về màu sắc, kích cỡ và một số đặc điểm hình thái. Trước đây, Estampador (1949) chia giống *Scylla* de Han (thu mẫu ở Philippines) thành bốn nhóm gồm ba loài và một loài phụ, đó là loài *Scylla serrata* (Forsk.), loài phụ *Scylla serrata paramamosain* Estampador, loài *Scylla oceanica* (Dana) và loài *Scylla tranquebarica* (Fabricius). Ở Malaysia cũng có 4 dạng cua biển nhưng theo Ong (1964) và Donald (1981), chúng đều thuộc một loài là *Scylla serrata* (Forsk.). Một số tác giả khác sau đó tiếp tục tranh luận số lượng loài (một, ba hay bốn) và tên khoa học của các loài trong giống *Scylla*.

Tuy nhiên, những nghiên cứu gần đây (Keenan và ctv, 1998; Shelley và Lovatelli, 2011) dựa trên đặc điểm hình thái kết hợp với phương pháp sinh học phân tử (điện di protein, giải trình tự một số gen ti thể) đã cho rằng giống *Scylla* phân bố ở vùng Ấn Độ-Thái Bình Dương có bốn loài như nêu trên.



Scylla serrata

Scylla paramamosain



Scylla olivacea

Scylla tranquebarica

Hình 2.1: Hình dạng bên ngoài nhìn từ mặt lưng và mặt bụng của 4 loài cua biển (Keenan và ctv, 1998)

Theo Keenan và ctv (1998), một số đặc điểm hình thái bên ngoài quan trọng để phân biệt 4 loài cua như sau (Bảng 2.1).

Bảng 2.1: Đặc điểm của giống *Scylla*

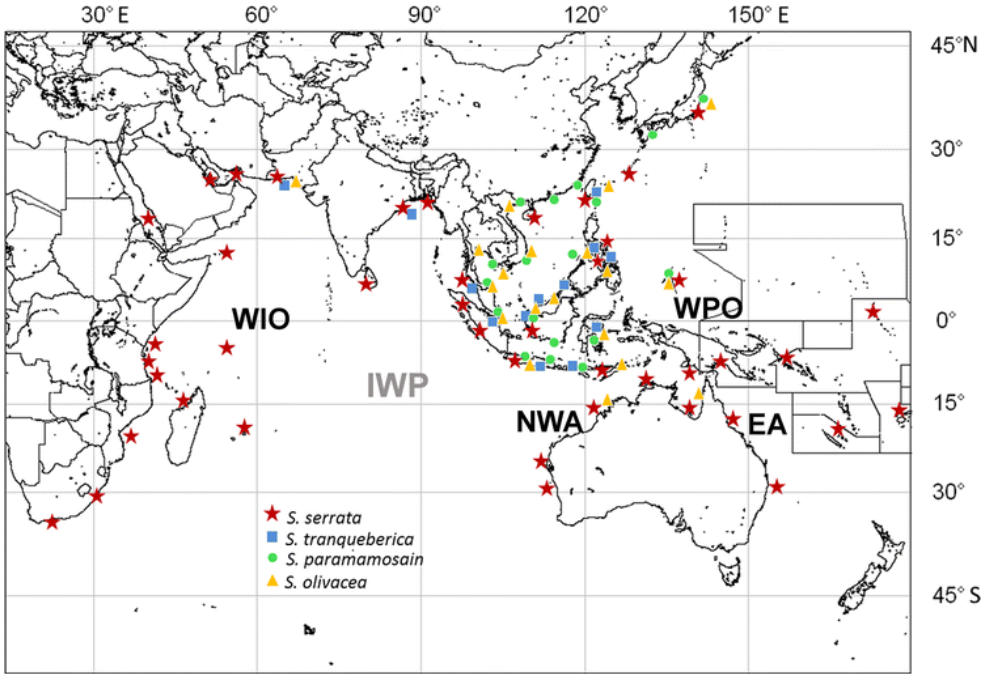
Loài	Đặc điểm gai trán	Đặc điểm gai trên các đốt càng
<i>S. serrata</i>	Gai trán cao và cùn	Các gai trên đốt carpus và propodus của càng lớn và rõ ràng
<i>S. tranquebarica</i>	Gai trán cao vừa và cùn	Các gai trên đốt carpus và propodus của càng lớn và rõ ràng
<i>S. paramamosain</i>	Gai trán có hình tam giác, cao vừa và nhọn	Các gai trên đốt propodus rõ ràng nhưng gai trong trên đốt carpus biến mất và gai ngoài trên đốt carpus bị thoái hóa
<i>S. olivacea</i>	Gai trán thấp và bầu tròn ở đỉnh	Các gai trên đốt propodus bị thoái hóa, gai trong trên đốt carpus biến mất và gai ngoài trên đốt carpus bị thoái hóa

(Nguồn: Keenan và ctv, 1998)

2.2. Đặc điểm phân bố

Cua biển giống *Scylla* phân bố rộng rãi ở vùng Ấn Độ - Thái Bình Dương. Tại một nơi có thể có vài loài *Scylla* phân bố, tuy nhiên, mức độ phong phú của mỗi loài tùy thuộc vào từng khu vực. Ví dụ, ở Philippines, loài *S. olivacea* chiếm ưu thế, đến 95% quần đàn cua. Ở Việt Nam, có hai loài cua biển được tìm thấy là *S. paramamosain* (cua sen) và *S. olivacea* (cua lửa), trong đó loài cua sen phổ biến hơn (Macintosh 2002) (Le Vay và ctv, 2001; Shelley và Lovatelli, 2011).

Ở phạm vi thế giới, loài *S. serrata* có phạm vi phân bố rộng nhất trong bốn loài cua biển. Chúng được tìm thấy ở phía tây từ Nam Phi, ở phía đông đến Tahiti, ở phía bắc đến Nhật Bản, ở phía nam đến Sydney, Úc. Hai loài *S. tranquebarica* và *S. olivacea* phân bố giới hạn trong khu vực vùng biển Ấn Độ đến phía tây Thái Bình Dương, trong khi loài *S. paramamosain* phân bố chủ yếu ở vùng biển Java đến biển Đông (Hình 2.2).



Hình 2.2: Bản đồ phân bố của 4 loài cua biển thuộc giống *Scylla*

(Nguồn: Alberts-Hubatsch và ctv, 2016)

Ghi chú: Quần thể *S. serrata* ở Hawaii không được trình bày trong hình. IWP: Indo-West-Pacific (cả vùng Ấn Độ- Thái Bình dương), WPO: Western Pacific Ocean (Tây Thái Bình Dương), EA: Eastern Australia (phía đông nước Úc), NWA: North-Western Australia (phía Tây Bắc nước Úc), WIO: Western Indian Ocean (phía Tây Ấn Độ Dương).

Môi trường sống của cua thường gắn liền với rừng ngập mặn. Bên cạnh đó, mỗi loài còn thích nghi với những môi trường sống khác nhau. *S. serrata* ưa thích vùng ngập nước biển gần như quanh năm và có khả năng chịu đựng ở nồng độ muối thấp. *S. paramamosain* sống được ở các môi trường khác nhau như vùng cận ven biển, cửa sông, rừng ngập mặn. Ví dụ, ở ĐBSCL, khu bãi bồi ven biển bao quanh rừng ngập mặn là môi trường phân bố của cua *S. paramamosain* từ giai đoạn cua con đến cua tiền trưởng thành (Le Vay và ctv, 2007; Walton và ctv, 2006a). Hai loài *S. tranquebarica* và *S. olivacea* thường phân bố cùng môi trường, ở vùng rừng ven biển có độ mặn thấp (Keenan và ctv, 1998).

2.3. Hình thái cấu tạo

Đặc điểm hình thái cấu tạo của cua được nhiều tác giả mô tả chi tiết (Warner, 1977; Nguyễn Anh Tuấn và ctv, 1994; Overton, 1999).

2.3.1. Hình thái bên ngoài

Cơ thể cua được chia làm hai phần:

Phần đầu ngực: Là sự liên hợp của 5 đốt đầu và 8 đốt ngực nằm phía dưới mai. Do ranh giới giữa các đốt không rõ ràng nên việc phân biệt các đốt có thể dựa vào số phụ bộ trên các đốt: đầu gồm có mắt, anten, và phần phụ miệng. Mai cua to và phía trước có nhiều gai răng. Trước mai có hai hốc mắt chứa mắt có cuống, hai cặp râu nhỏ (a1) và râu lớn (a2). Trên mai chia thành nhiều vùng bằng những rãnh trung gian, mỗi vùng là vị trí của mỗi cơ quan:

- Vùng dạ dày: nằm phía trước, ngay chính giữa
- Vùng gan-tụy tạng: ở hai bên
- Vùng sinh dục: nằm phía sau, ngay chính giữa
- Vùng tim: tiếp theo vùng sinh dục và lùi về phía sau
- Vùng mang: nằm ở hai bên thuộc vùng tim
- Vùng ruột: nằm ở sau cùng

Mặt bụng của phần đầu ngực có các tấm bụng tạo thành vùng lõm ở giữa để chứa phần bụng (yếm) gập vào. Cua đực có 2 lỗ sinh dục nằm ở góc của đôi chân bò thứ 5 và dính vào đó một dương vật ngắn. Cua cái có 2 lỗ sinh dục nằm ở góc đôi chân bò thứ 3.

Phần bụng: Phần bụng (yếm) của cua gập lại phía dưới phần đầu ngực tạo cho cua có thân hình rất gọn. Phần bụng phân đốt và tùy từng giới tính, hình dạng và sự phân đốt cũng không giống nhau. Con cái trước thời kỳ thành thực sinh dục phần bụng (yếm) có hình hơi vuông và khi thành thực yếm trở nên phình rộng với 6 đốt bình thường. Con đực có yếm hẹp hình chữ V, chỉ có các đốt 1, 2 và 6 thấy rõ còn các đốt 3, 4, 5 liên kết với nhau.

Đuôi có một đốt nhỏ nằm ở tận cùng của phần bụng với một lỗ là đầu sau của ống tiêu hóa. Bụng cua dính vào phần đầu ngực bằng 2 khay lõm ở mặt trong của đốt 1, móc vào 2 nút lồi bằng kitin nằm trên ức cua.

Các phụ bộ

Phụ bộ đầu gồm có 5 đôi:

- Một đôi râu nhỏ (a1)

- Một đôi râu lớn (a2)
- Một đôi hàm trước
- Một đôi hàm giữa
- Một đôi hàm sau

Phụ bộ ngực gồm có 8 đôi:

- Ba đôi trước nằm ở quanh miệng, dùng để nhai gọi là chân miệng (khẩu túc)
- Năm đôi sau gọi là chân bò (động túc)

Phụ bộ bụng khác nhau giữa con đực và con cái:

Ở cua đực, chỉ có hai đôi chân bụng đầu tiên và làm thành hai đôi cơ quan giao vĩ. Ở cua cái có 4 đôi chân bụng có nhiều lông tơ dùng để giữ trứng.

2.3.2. Các cơ quan bên trong

Các cơ quan bên trong gồm có hệ tiêu hóa, hệ tuần hoàn, hệ hô hấp, hệ sinh dục, hệ thần kinh.

2.3.2.1. Hệ tiêu hóa

Hệ tiêu hóa bắt đầu từ miệng. Miệng nằm ở phía bụng, tiếp theo là thực quản thẳng, ngắn và thông vào dạ dày.

Dạ dày gồm có 2 ngăn: một ngăn lớn phía trước bằng chitin và một ngăn sau có răng để nghiền thức ăn.

Ruột thẳng, ngắn, nối tiếp theo dạ dày, luồn dưới tim, thẳng xuống bụng và thông ra hậu môn nằm ở phía bụng của đốt đuôi.

Gan tụy tạng rất to, màu vàng với nhiều ống hướng vào vùng dưới dạ dày.

Nằm trên dạ dày có hai cơ là cơ trước và cơ phía sau. Dưới lớp cơ này là hai manh tràng hạ vị nằm sau dạ dày và trước đầu ruột, và một manh tràng ruột cuộn tròn.

2.3.2.2. Hệ tuần hoàn

Hệ tuần hoàn gồm có tim và các động mạch. Tim hình 5 góc, mang 3 đôi lỗ thủng: hai đôi phía lưng và một đôi phía bên.

Các động mạch gồm có:

- Một động mạch mắt hướng về phía trước
- Hai tu động mạch rẽ sang hai bên
- Hai động mạch gan
- Một động mạch bụng-lưng hướng về phía sau.

Các động mạch có màu trong suốt và nằm sát các mô.

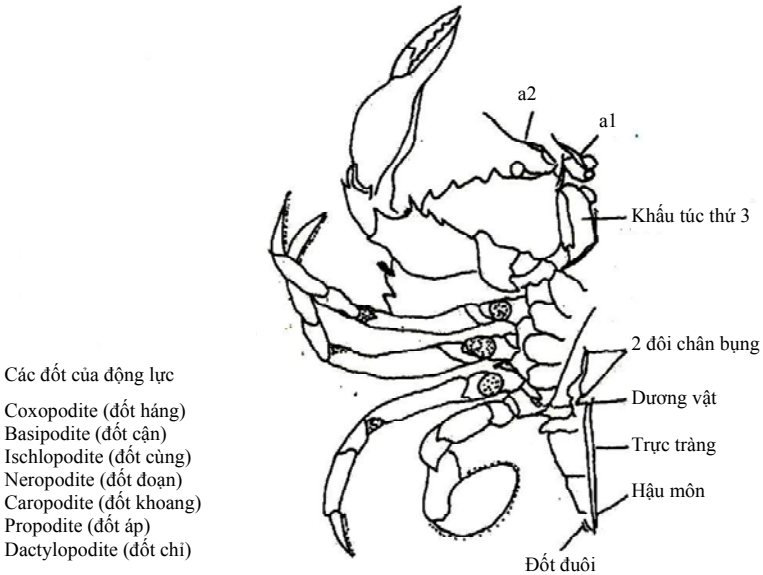
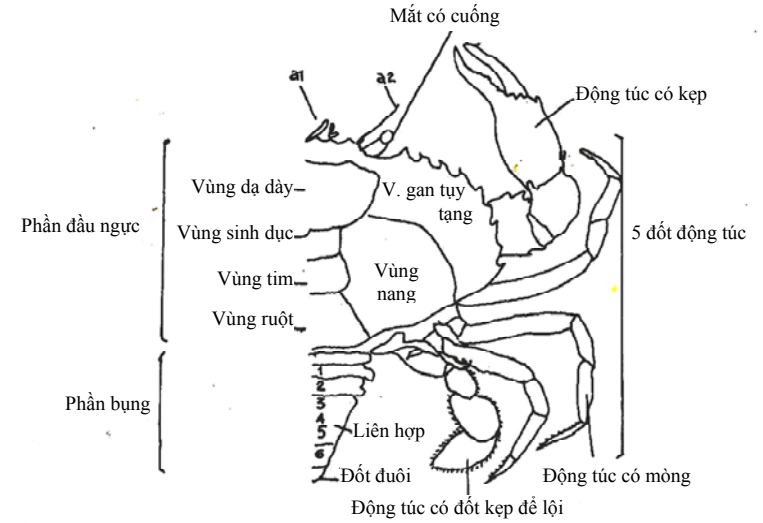
2.3.2.3. Hệ hô hấp

Cua thở bằng mang. Mang nằm trong buồng mang. Mỗi bên có 8 cái mang, có gốc mang dính vào chân miệng và chân hàm. Nhờ hoạt động quạt nước của các chiên mao, nước được hút vào buồng mang thông qua các lỗ ở gốc càng và chân bò và được thổi ra ngoài thông qua miệng cua.

2.3.2.4. Hệ sinh dục

Cua là loài đơn tính. Cơ quan sinh dục nằm ở vị trí trên ruột và dưới tim. Cơ quan sinh dục bên trong của cua cái gồm có 2 noãn sào nằm lượn khúc trên gan tụy vòng qua hai bên mang. Hai ống dẫn trứng to và thẳng đổ ra hai lỗ sinh dục nằm dưới đôi chân bò thứ 3.

Cơ quan sinh dục bên trong của cua đực có hai dịch hoàn trắng và dài, nối tiếp theo bằng 2 ống dẫn tinh cuộn khúc nằm giữa 2 cơ đùi đổ ra lỗ sinh dục ở dưới chân ngực 5, ở đây có cơ quan giao vĩ ngắn.



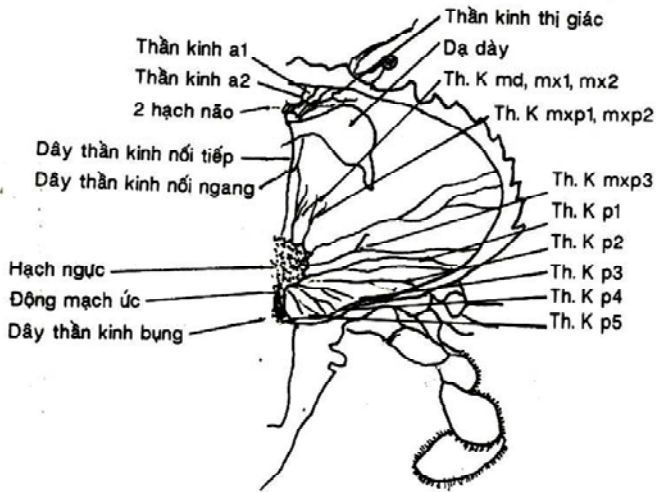
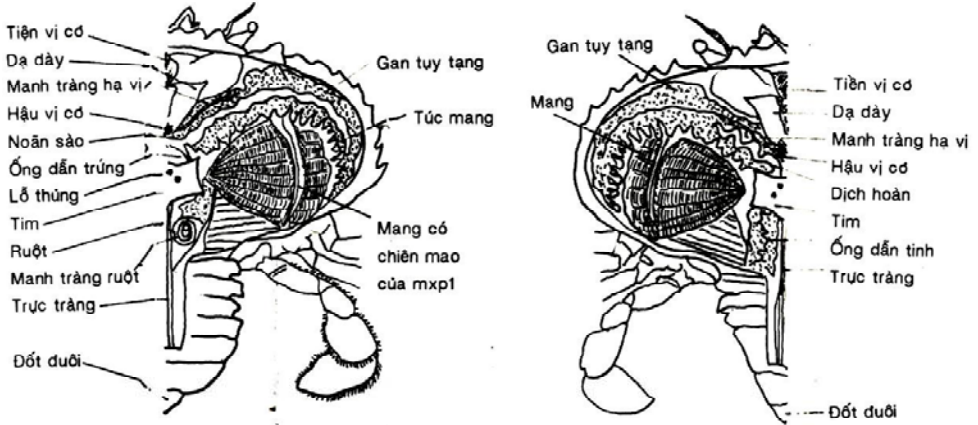
- Các đốt của động lực
- Coxopodite (đốt háng)
 - Basipodite (đốt cận)
 - Ischlopodite (đốt cùn)
 - Neropodite (đốt đoạn)
 - Caropodite (đốt khoang)
 - Propodite (đốt áp)
 - Dactylopodite (đốt chỉ)

Hình 2.3: Hình thái bên ngoài của cua biển

(Vẽ bởi Cao Văn Hoạt)

Cua cái

Cua đực



Hình 2.4: Cơ quan bên trong của cua biển

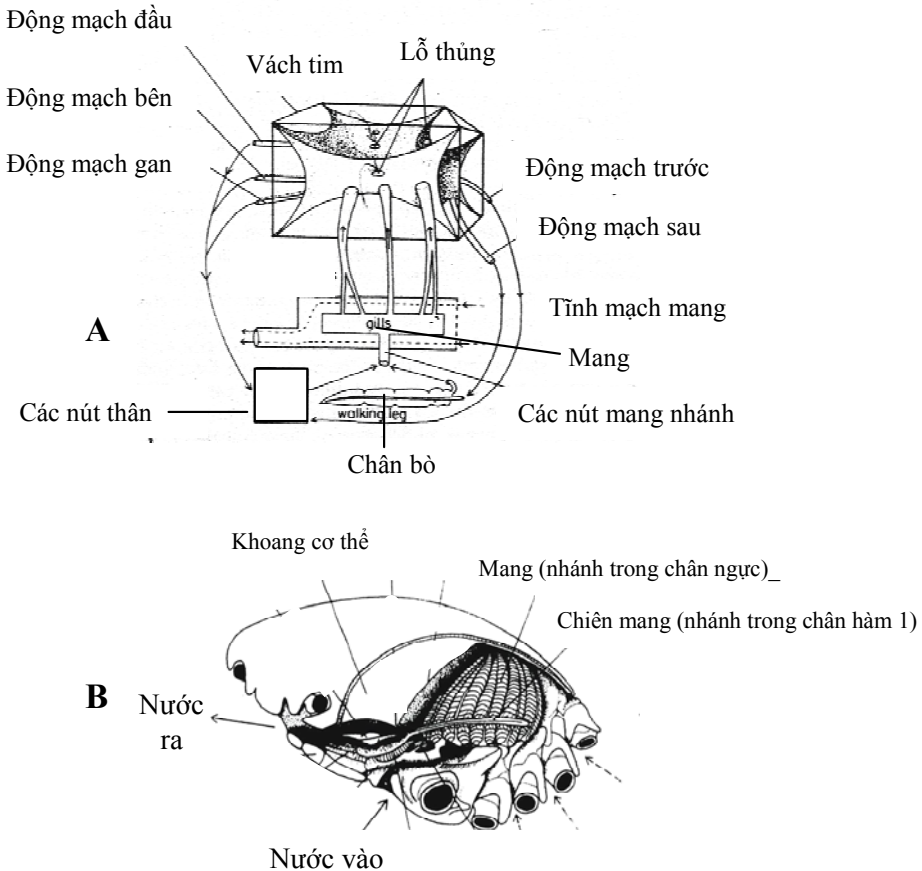
(Vẽ bởi Cao Văn Hoạt)

2.3.2.5. Hệ thần kinh

Hệ thần kinh của cua biển rất đặc biệt: hạch ngực và hạch bụng kết hợp lại thành một lưới duy nhất với lỗ ức ngay chính giữa. Phía trước thực quản có hai hạch não hợp lại, từ hạch này tỏa ra những dây thần kinh chạy đến các râu, mắt và vỏ.

Từ hai hạch não ở phía sau có hai dây thần kinh nối tiếp dài và một dây nối ngang làm thành một cái vòng chung quanh thực quản. Hai dây thần kinh nối tiếp này dính vào hạch ngực nằm phía sau cùng.

Hạch ngực là trung tâm của những dây thần kinh phân bố đến các phụ bộ và có một dây thần kinh to phía sau cùng phân bố vào vùng bụng.

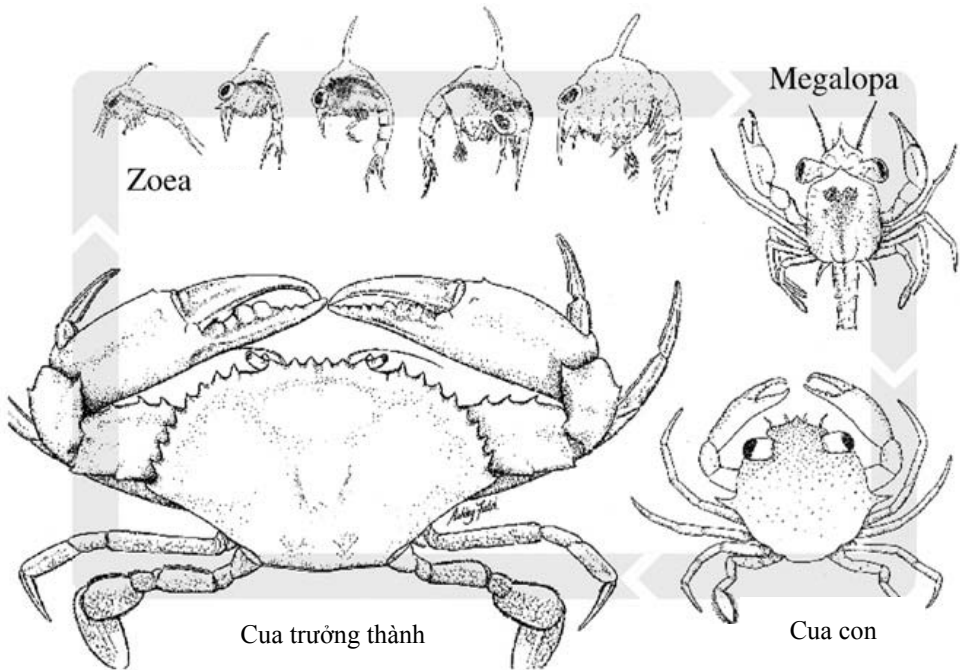


Hình 2.5: Hệ tuần hoàn (A) và hệ hô hấp (B) của cua (Warner, 1977)

2.4. Vòng đời của biển

Ong (1964) lần đầu tiên đã mô tả các giai đoạn của ấu trùng cua. Ấu trùng sau khi nở là Zoea-1, trải qua 4 lần lột xác trở thành Zoea-5 trong khoảng 17-20 ngày. Zoea-5 biến thái thành Megalop và giai đoạn này kéo dài 8-11 ngày, sau đó ấu trùng trở thành cua con. Cua con trải qua 16-18 lần lột xác nữa trước khi thành thục, thời gian này khoảng 338-523 ngày. Thời gian của các giai đoạn phụ thuộc lớn vào nhiệt độ.

Nhìn chung, chu kỳ sống của cua được chia làm 4 giai đoạn chính: giai đoạn ấu trùng, giai đoạn cua con, giai đoạn tiền trưởng thành và giai đoạn trưởng thành. Theo Ong (1966) cua cái thuộc họ Portunidae có thể là nhóm giáp xác duy nhất hoàn tất quá trình sinh trưởng khi chúng thành thục, do đó con cái thành thục có cỡ khác nhau là do phần trăm tăng trọng sau mỗi lần lột xác khác nhau.



Hình 2.6: Vòng đời của cua biển

(Home và *ctv*, 2009)

Môi trường sống của cua ở mỗi giai đoạn trong chu kỳ sống có khác nhau. Ấu trùng cua sống trôi nổi trên mặt nước biển, ấu trùng *Megalope* thường sống trên những giá thể như rong tảo ở đáy biển và trở thành động vật sống đáy sau thời gian bơi lội trôi nổi trong nước, chúng ẩn trong các bãi cỏ biển, bùn và đất cát bùn (Warner, 1977). Cua con chọn vùng cỏ biển, sống trong vùng này có thể giúp chúng tăng khả năng sống sót. Cua con có tập tính sống đáy và thường dấu mình trong những chỗ ẩn nấp như bụi rậm, rễ cây hoặc trong hang vào ban ngày, ban đêm chúng bắt đầu hoạt động kiếm mồi. Rừng ngập mặn là môi trường sống rất tốt cho cua từ giai đoạn cua con đến cua trưởng thành. Đối với loài *S. serrata*, cua con (CW: 20-90 mm) cư trú ở vùng rừng ngập mặn và lưu lại ở đó khi triều thấp; cua sắp trưởng thành (CW: 100-149 mm) di cư vào vùng trung triều để kiếm mồi trong lúc triều cao và trở lại vùng hạ triều khi triều thấp; tuy nhiên, cua trưởng thành (CW \geq 150 mm) hầu như chỉ thấy ở vùng hạ triều (Hill, 1978; Hill và *ctv*, 1982; Hyland và *ctv*, 1984).



Hình 2.7: Rừng ngập mặn và bãi bồi cửa sông ven biển là nơi phân bố quan trọng của cua

(Nguồn: Trần Ngọc Hải)

Vòng đời của cua *S. paramamosain* ở ĐBSCL được mô tả qua một số nghiên cứu thực tế tại vùng cửa sông Trần Đề, tỉnh Sóc Trăng (Le Vay và *ctv*, 2007, 2001; Walton và *ctv*, 2006a). Cua chuyển từ giai đoạn sống trôi

nổi sang sống ở vùng rìa rừng ngập mặn ở giai đoạn cua con (CW: 0,5 cm). Cua lớn hơn (CW = 1,5 cm) phân bố ở vùng sâu hơn trong rừng ngập mặn nhưng vẫn sống tầng mặt. Khi cua đạt cỡ CW = 4,5 cm, chúng đào hang hoặc sống ở vùng hạ triều, di cư theo con nước triều vào rừng ngập mặn tìm mồi. Cua trưởng thành có CW = 12,5 cm, được đánh bắt ở biên, trong đó cua cái chiếm tỉ lệ 60% và có khoảng 63% cua thành thực. Thời điểm xuất hiện cua con nhiều nhất từ tháng 12 đến tháng 3 hàng năm.

Cua là một loài rất năng động, chúng hoạt động trung bình 13 giờ/ngày và gần như suốt đêm. Quãng đường trung bình mà cua di chuyển một đêm là 460 m, dao động từ 219-910 m. Sự phân bố của cua trong tự nhiên có liên quan đến dòng chảy, trong đó, vận tốc nước thích hợp cho sự phân bố của chúng là 0,06-1,6 m/giây (Hyland và *ctv*, 1984).

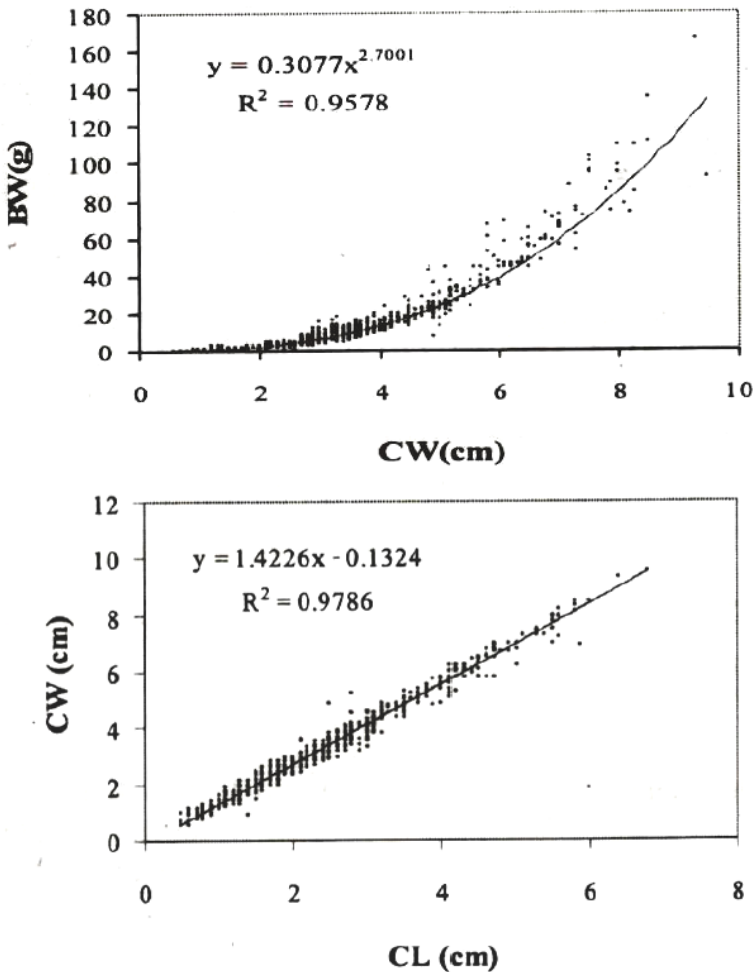
2.5. Đặc điểm sinh trưởng

2.5.1. Lộ t xác và tái sinh

Trong quá trình phát triển, cua trải qua nhiều lần lột xác, biến thái. Qua mỗi lần lột xác, cua lớn lên, khối lượng tăng trung bình 20-50%, chiều rộng carapace tăng từ 3-44%. Thời gian giữa các lần lột xác thay đổi theo từng giai đoạn. Ấu trùng có thể lột xác trong vòng 2-3 hoặc 3-5 ngày/lần đối với giai đoạn Zoea và 7-8 ngày đối với Megalopa. Cua lớn lột xác chậm hơn, nửa tháng hay một tháng một lần. Tốc độ tăng trưởng giảm dần theo độ tuổi của cua, thể hiện thành đường cong tăng trưởng. Sự lột xác của cua có thể bị tác động bởi 3 loại kích thích tố: kích thích tố ức chế lột xác, kích thích tố thúc đẩy lột xác và kích thích tố điều khiển hút nước lột xác (Ong, 1966; Warner, 1977).

Sinh trưởng của cua còn thể hiện ở sự thay đổi hình dạng cơ thể, do sự khác nhau về tốc độ tăng trưởng tương đối giữa các phần của cơ thể. Tăng trưởng của một bộ phận nào đó (y) thường được so sánh với tăng trưởng CW (x). Mối quan hệ này có thể có dạng hàm mũ $y = bx^a$ với số mũ a là hệ số thể hiện sự khác nhau về tốc độ tăng trưởng giữa x và y. Giá trị $a < 1$ gọi là tăng trưởng dương không đều, y tăng nhanh hơn so với x; ngược lại $a > 1$ gọi là tăng trưởng âm không đều (Warner, 1977). Kết quả nghiên cứu trên cua sen (*S. paramamosain*) phân bố ở vùng Rạch Chèo (Cà Mau) với số mẫu 1.720 cá thể (CW: 0,6 – 9,5 cm; khối lượng 0,05 – 166,5 g) cho thấy mối quan hệ giữa khối lượng và chiều rộng carapace thể hiện qua

phương trình $y = 0,3077x^{2,7}$ ($R^2 = 0,958$) và giữa chiều rộng và chiều dài $= 1,4226x^{-0,1324}$ ($R^2 = 0,979$) (Trần Ngọc Hải và *ctv.*, 2002).



Hình 2.8: Tương quan giữa chiều dài (CL), chiều rộng (CW) và khối lượng (BW) của cua biển *Scylla paramamosain*

(Nguồn: Trần Ngọc Hải và *ctv.*, 2002)

Sự thay đổi hình dạng cơ thể còn liên quan đến sự thành thục. Trước khi thành thục, đôi càng của cua đực và chiều rộng bụng của cua cái tăng trưởng không đều.

Đặc biệt, trong quá trình lột xác cua có thể tái sinh lại những phần cơ thể đã mất như chân, càng... Khối lượng cua tăng còn nhờ những phần cơ thể tái sinh. Cua thiếu phụ bộ hay phụ bộ bị tổn thương thường có khuynh hướng lột xác sớm hơn (Warner, 1977).



Hình 2.9: Cua tái sinh chân càng

(Nguồn: Trần Ngọc Hải)

2.5.2. Các giai đoạn của quá trình lột xác

Một chu kỳ lột xác của cua trải qua 5 giai đoạn (Lockwood, 1967; Wannar, 1977)

Giai đoạn A – giai đoạn vừa mới lột xác: có 2 giai đoạn phụ

Giai đoạn A1: ngay sau khi lột xác, cua không thể cử động, vỏ rất mềm. Cơ thể hấp thu nước và sự khoáng hóa vỏ ngoài bắt đầu.

Giai đoạn A2: vỏ vẫn mềm nhưng cua có thể cử động. Hàm lượng nước trong cơ thể ổn định, khoảng 86%. Sự tích tụ lớp vỏ trong và sự khoáng hóa bắt đầu.

Giai đoạn B – giai đoạn sau lột xác: có 2 giai đoạn phụ

Ở giai đoạn B1, lớp vỏ ngoài bắt đầu biến dạng nhưng chưa nứt. Sau đó, giai đoạn B2, nhiều phần của vỏ ngoài trở nên cứng hơn. Cua bắt đầu bắt mồi.

Giai đoạn C – giai đoạn giữa chu kỳ lột xác: có 4 giai đoạn phụ

C1: mai gàn cứng hoàn toàn, các phụ bộ và chân bò linh hoạt. Đây là thời kỳ chính của sự tăng trưởng các mô.

C2: mai cứng hoàn toàn. Các phụ bộ và chân bò ít linh hoạt và có thể gãy nếu bị uốn cong. Cua tiếp tục tăng trưởng.

C3: vỏ cứng hoàn toàn, sự khoáng hóa lớp vỏ trong vẫn tiếp tục. Một lớp màng bên trong dần hình thành cuối giai đoạn này.

C4: lớp vỏ ngoài hoàn tất. Lớp màng bên trong được điều chỉnh bằng việc nứt và nhấc một phần mai ra ngoài hoặc vỡ lớp vỏ ở các ngón chân bò. Sự tăng trưởng kết thúc và vật chất dinh dưỡng được tích lũy. Hàm lượng nước trong cơ thể chiếm khoảng 61%.

Cuối giai đoạn C (gọi là giai đoạn C4T), lớp màng bên trong gắn chặt với lớp vỏ ngoài và có thể thấy qua quan sát mô học.

Giai đoạn D – tiền lột xác: có 4 giai đoạn phụ

D1: lớp biểu bì tách khỏi lớp màng và tiết ra một lớp mô sừng ngoài. Các gai mới hình thành bên trong gai cũ, chúng rất mềm và có thể thấy khi ngón chân bò bị gãy. Các chất tích lũy được tập hợp lại và glycogen hình thành trong mô biểu bì.

D2: bắt đầu tiết lớp vỏ mới. Các gai mới trở nên cứng hơn. Lớp màng ngoài cũ thoái hóa thành lớp gelatin. Quá trình tái hấp thu vỏ cũ bắt đầu. Cua giảm hoạt động và ngưng bắt mồi.

D3: giai đoạn này chủ yếu xảy ra quá trình tái hấp thu lớp vỏ cũ. Tại một số vị trí trên lưng có những đường nứt lớn.

D4: quá trình tái hấp thu hoàn tất. Lớp vỏ cũ tách ra dọc theo đường nứt, quá trình hấp thu nước bắt đầu.

Giai đoạn E – lột xác

Cua rút khỏi lớp vỏ cũ và nhanh chóng hấp thu nước.

2.5.3. Các yếu tố điều khiển quá trình lột xác

Chu kỳ lột xác chịu ảnh hưởng bởi hormon và do hệ thần kinh điều khiển theo những biến đổi của điều kiện môi trường bên trong và bên ngoài.

Cơ quan X – tế bào thần kinh nằm ở cuống mắt tiết ra hormon ức chế sự lột xác. Khi loại bỏ cuống mắt cùng với cơ quan X, sự lột xác sẽ được bắt đầu. Hormon tiết ra từ cơ quan X sẽ tác động lên cơ quan Y – nằm ở phần trước cơ thể, ngay dưới vùng mang. Cơ quan Y tiết ra hormon kích thích sự lột xác, khởi đầu giai đoạn D. Như vậy, cơ quan X và Y điều khiển quá trình chuyển giai đoạn quan trọng từ C4 sang D trong chu kỳ lột xác.

Sự tiết hormon của cơ quan X do hệ thần kinh điều khiển và nó thể hiện mối liên hệ giữa chu kỳ lột xác với yếu tố môi trường bên trong và bên ngoài. Cơ quan X sẽ ngưng tiết hormon khi chất dinh dưỡng được tích lũy đầy đủ, khi cua không làm nhiệm vụ sinh sản và khi môi trường bên ngoài thuận lợi. Khi môi trường ngoài bất lợi như cường độ chiếu sáng không thay đổi, nhiệt độ thấp hay mật độ cua cao thì hormon X sẽ được tiết ra, ức chế quá trình lột xác (Lockwood, 1967; Warner, 1977).

Ngoài sự điều khiển của hormon, các yếu tố môi trường bên ngoài như nhiệt độ, độ mặn, pH, thức ăn, ánh sáng, ... cũng ảnh hưởng đến sự lột xác và do đó ảnh hưởng đến tỉ lệ sống của cua. Một số nghiên cứu cho thấy ở loài *S. serrata*, nhiệt độ ảnh hưởng đến sự lột xác và tỉ lệ sống của cua con nhiều hơn ảnh hưởng của độ mặn trong khoảng 5 – 40‰ (Baylon, 2010; Ruscoe và *ctv*, 2004). Nhiệt độ tốt nhất cho chu kỳ lột xác ngắn và tỉ lệ sống cao trong khoảng từ 25 – 32⁰C (Gong và *ctv*, 2015b; Ruscoe và *ctv*, 2004). Ngoài ra, khi cua con C1 bị bỏ đói đến 48 giờ, chúng lột xác không thành công và bị chết (Gong và *ctv*, 2015b).

2.5.4. Tuổi thọ và kích thước tối đa của cua

Tuổi thọ trung bình của cua từ 2 - 4 năm. Kích thước (chiều rộng mai) tối đa của cua biển có thể từ 19 - 28 cm với khối lượng từ 1 - 3 kg/con đối với cua *Scylla serrata*. Thông thường trong tự nhiên cua có kích cỡ trong khoảng 7,5 - 10,5 cm. Với kích cỡ tương đương nhau về chiều dài hay chiều rộng carapace thì cua đực nặng hơn cua cái (Angell, 1992).

Theo nghiên cứu của Le Vay và *ctv* (2007) trên loài *S. paramamosain* ở ĐBSCL, cua có đường tăng trưởng chiều dài khớp với đường cong tăng trưởng von Bertalanffy (VGBF), với kích cỡ tối đa của loài là 15 cm và hằng số tăng trưởng $k = 2,39$.

$$t_0 = t + \frac{1}{k} \left[\ln \frac{(CW_{\max} - CW_t)}{CW_{\max}} \right]$$

Với CW_t và CW_{\max} lần lượt là chiều rộng carapace tại tuổi t và chiều rộng carapace tối đa; k là hằng số tăng trưởng, t_0 là tuổi lý thuyết khi cua có $CW = 0$.

Dựa trên đường tăng trưởng này, ước tính trong điều kiện tự nhiên cua đạt kích cỡ thành thực 10,2 cm (Walton và *ctv*, 2006a) sau 160 ngày từ giai đoạn cua con có kích thước từ 20 – 60 mm.

2.6. Đặc điểm dinh dưỡng

Trong tự nhiên, thức ăn ưa thích của cua biển gồm mùn bã hữu cơ, nhuyễn thể, các loài giáp xác khác và cá. Cua biển có thể dùng cang để bắt giáp xác và cá sống làm thức ăn. Vai trò của từng loại thức ăn đối với cua tùy thuộc vào môi trường sống. Ví dụ, thức ăn chiếm tỉ lệ lớn trong ống tiêu hóa của *S. serrata* ở Ấn Độ gồm nhuyễn thể (chiếm 51,85%, $n = 216$), cá (22,22%), các loại giáp xác 10,19% (Mohapatra và *ctv*, 2005). Song ở Bangladesh, thức ăn chủ yếu của cua *S. serrata* là giáp xác (44,48%), tiếp theo là nhuyễn thể (26,67%) và cá (15,20%) (Mamun và *ctv*, 2008). Ngoài ra, cua biển còn có khả năng sử dụng các loại thức ăn có nguồn gốc thực vật. Nghiên cứu cho thấy độ tiêu hóa của cua cao với cellulose, đậu nành, cám gạo, tinh bột... Điều này chứng tỏ trong tự nhiên thực vật cũng là thức ăn quan trọng của cua biển. Với thành phần các loại thức ăn như trên, cua biển được xem là loài ăn tạp. Tính ăn của cua không có sự khác biệt giữa con đực và con cái (Mamun và *ctv*, 2008; Mohapatra và *ctv*, 2005). Ngoài ra, tỉ lệ các loại thức ăn có thể ít thay đổi từ giai đoạn cua con đến cua trưởng thành. Ví dụ, một nghiên cứu về thành phần thức ăn tự nhiên của cua *Scylla serrata* ở Indonesia cho thấy, mức độ dao động nhỏ về tỉ lệ các loại thức ăn giữa các giai đoạn phát triển (Bảng 2.2), như vật chất hữu cơ có nguồn gốc động vật chiếm 42,09 – 46,30%, cỏ biển, tảo và thực vật khác chiếm 13,05 – 16%; cá 10,24 – 17,41%, (Shelley và Lovatelli, 2011).

Bảng 2.2: Tỷ lệ các loại thức ăn tự nhiên ở các giai đoạn của cua *Scylla serrata*

Loại thức ăn	Tỷ lệ các loại thức ăn ở các giai đoạn		
	Cua con	Cua tiền trưởng thành	Cua trưởng thành
Vật chất hữu cơ - động vật	42,09	46,30	41,09
Vỏ, cát vô cơ	9,46	15,04	17,18
Tảo, thực vật	13,05	12,88	16,00
Cá	17,41	12,18	10,24
Nhuễn thể	9,21	7,18	8,58
Giáp xác	8,20	5,16	4,56
Vật chất hữu cơ - thực vật	0,57	1,26	2,24

(Nguồn: Shelley và Lovatelli, 2011)

Tuy nhiên, theo một nghiên cứu khác, thức ăn ưa thích của cua thay đổi theo tuổi. Cua con CW 2-7 cm ăn chủ yếu là giáp xác; cua sắp trưởng thành, CW 7-13 cm, ăn nhiều bọt hai mảnh vỏ và động vật chân bụng, trong khi đó cua lớn hơn thường ăn cua con và cá (Jayamane và Jinadasa, 1991). Cua thường bắt mồi vào ban đêm. Chúng dùng các ngón chân bò để tiếp xúc và định vị thức ăn (Hill, 1979).

Ở giai đoạn ấu trùng, thức ăn ưa thích là động vật phù du sinh, ấu trùng giáp xác và nhuyễn thể,... Trong điều kiện nuôi, ấu trùng cua được cho ăn với nhiều loại thức ăn khác nhau như: *Chlorella*, *Tetraselmis*, *Isochrysis*, *Spirulina*, luân trùng, *Artemia* và thức ăn viên kích thước nhỏ. Khác với cua lớn hoạt động nhiều về đêm, ấu trùng cua có tính hướng quang rất mạnh và có thể dùng ánh sáng để kích thích chúng ăn mồi.

Trong tự nhiên, tỉ lệ chết của cua rất cao và xảy ra trong suốt chu kỳ sống, cũng giống như các loài động vật biển khác có ấu trùng sống trôi nổi. Tuy nhiên, bên cạnh bị địch hại, tính ăn nhau cũng là một nguyên nhân quan trọng làm giảm đáng kể tỉ lệ sống của quần đàn, nhất là trong điều kiện nuôi (Warner, 1977).

2.7. Đặc điểm sinh sản

2.7.1. Phân biệt cua đực và cua cái

Cua đực và cua cái có thể phân biệt đơn giản dựa vào hình dạng của yếm cua. Ở con cái, yếm cua có hình vuông, gồm 6 đốt phân biệt rõ ràng và các khớp cử động bình thường. Trước thời kỳ thành thục, yếm hình hơi vuông, khi thành thục yếm nở rộng, tròn, màu sẫm. Ở con đực, yếm có hình chữ V, chỉ có các đốt 1, 2 và 6 là thấy rõ và cử động bình thường, các đốt 3, 4 và 5 liên kết với nhau thành đốt liên hợp, không cử động được giữa các khớp. Có thể phân biệt cua đực và cua cái từ kích cỡ 3 cm, dựa vào hình dạng của yếm cua. Ngoài ra, có thể phân biệt thông qua 2 lỗ chứa tinh ở giữa đốt ngực thứ 3 của con cái, và 2 đôi chân bụng bị teo biến dưới yếm của con đực.

2.7.2. Sự thành thục của cua biển

Điểm đặc trưng trong thành thục của cua biển so với các loài giáp xác khác là chúng hoàn thành các quá trình sinh lý và sinh trưởng trước khi thành thục. Trong tự nhiên, cua biển thành thục ở độ tuổi 1 - 1,5 năm, với CW thấp nhất là 83 - 144 mm. Ví dụ, ghi nhận loài *Scylla serrata* ở Nam Phi cho thấy 50% con cái thành thục có CW trung bình 123 mm (CW); 50% con đực sinh tinh ở kích cỡ CW là 92 mm CW, nhưng con đực bắt cặp sinh sản có CW lớn hơn 115 mm (Robertson và Kruger, 1994). Cua *S. serrata* ở Úc thường phát triển càng to và gai giao vĩ ở kích cỡ CW 140 - 160 mm (Shelley và Lovatelli, 2011). Ghi nhận ở loài cua lửa *S. olivacea* phân bố ở Thái Lan cho thấy con cái thành thục lần đầu có CW trung bình 9,4 cm (Koolkalya và ctv, 2006). Ở ĐBSCL, cua cái loài *S. paramamosain* thành thục ở CW 10,2 cm (Walton và ctv, 2006b). Một nghiên cứu khác, Prasad và Neelakantan (1989) nhận thấy cua *Scylla serrata* tham gia sinh sản chỉ khi CW đạt từ 120-180 mm, và không như con đực, cua cái không bao giờ đạt đến 100% độ thành thục ở bất cứ kích cỡ nào. Khi cua cái thành thục, chỉ số thành thục con cái (FMI: Female Mature Index) dao động trong khoảng 0,88-1 (Poovachiranon, 1992). Sự thành thục của buồng trứng con cái còn biểu hiện qua hệ số thành thục và trải qua 4 giai đoạn phát triển (Bảng 2.3). Ở cua đực *S. paramamosain*, sự thay đổi đột ngột tỉ lệ chiều cao của cẳng và chiều rộng carapace (CW) là dấu hiệu thành thục của cua. Đối với cua cái *S. paramamosain*, GSI tăng từ 0,04% ở giai đoạn 1 lên 9,8% ở giai đoạn sẵn sàng đẻ trứng, kích cỡ noãn bào tăng từ 15 μm ở giai đoạn 1 lên 190,5 μm khi sẵn sàng đẻ trứng (Phạm Thị Tuyết Ngân và ctv, 2006).

Bảng 2.3. Các giai đoạn thành thực của cua cái

Giai đoạn thành thực	Đặc điểm
<i>Giai đoạn I</i>	Chưa thành thực, tuyến sinh dục mỏng và trong suốt, bụng có hơi dạng tam giác. Đường kính trứng 0,01-0,06 mm. GSI thấp và dưới 0,5%.
<i>Giai đoạn II</i>	Tuyến sinh dục đang phát triển, noãn sào có màu trắng kem hay vàng. Chiếm 1/4 diện tích gan tụy. Đường kính trứng 0,10-0,30 mm. GSI dao động 0,5-1,5%.
<i>Giai đoạn III</i>	Cua đang thành thực. Noãn sào nở rộng, chiếm khoảng 1/2-3/4 diện tích gan tụy. Noãn sào có màu cam. Đường kính trứng 0,40-0,90 mm. GSI từ 2,5-8,0%.
<i>Giai đoạn IV</i>	Túi chứa tinh lồi lên. Noãn sào màu cam hay đỏ, nở rộng chiếm hết diện tích gan tụy và cả khoang ruột. Có thể nhìn thấy màu vàng từ phía sau giữa giáp đầu ngực và yếm. Đường kính trứng 0,7-1,30 mm. GSI đạt 10-15,85%. Cua sẵn sàng đẻ trứng.

Các thông số quan trọng trong đánh giá sự trưởng thành (FMI) và thành thực tuyến sinh dục (GSI) của cua cái được thể hiện như sau:

Chỉ số thành thực của con cái (FMI)

$$\text{FMI} = \frac{\text{Độ rộng nơi lớn nhất của đốt bụng thứ 5}}{\text{Độ rộng nơi lớn nhất của tám ngực giữa gốc đôi chân ngực 5}}$$

Hệ số thành thực tuyến sinh dục (Gonadosomatic index, GSI)

$$\text{GSI} = 100 \times (\text{khối lượng buồng trứng} / \text{khối lượng cơ thể})$$

2.7.3. Vai trò của hormon điều khiển quá trình phát triển của buồng trứng

Ở giáp xác, nhóm hormon có bản chất steroid, gọi là ecdysteroid, được tổng hợp ban đầu từ cơ quan (tuyến) Y, có vai trò trong sự lột xác. Chúng được tiết ra đi vào dịch máu, khi đó chúng được hydro hóa tạo thành dạng hoạt hóa. Chúng kết hợp với thụ thể ecdysone (gọi là ecdysone receptor, EcR) để kích hoạt gen qui định sự hình thành vitellogenin. Nhiều nghiên cứu đã chứng minh vai trò của ecdysteroid và EcR trong điều khiển sự lột xác, phát triển, tái sinh và sinh sản (Gong và *ctv*, 2015b). Một nghiên cứu khác của Gong và *ctv* (2015a) cho thấy, trong quá trình phát triển buồng trứng của cua sen *S. paramamosain*, hoạt động của gen EcR (thể hiện qua số lượng RNA thông tin (mRNA) của gene này) và hàm lượng ecdysteroid trong dịch máu tăng dần từ giai đoạn I (chưa phát triển) và đạt cao nhất ở giai đoạn IV của buồng trứng nhưng sau đó giảm ở giai đoạn V (giai đoạn thành thực). Điều này chứng tỏ, ecdysteroid và thụ thể EcR thúc đẩy sự phát triển của buồng trứng. Ngoài ra, nghiên cứu cũng tìm thấy mRNA của gen EcR trong vỏ nang trứng trong suốt quá trình hình thành vitellogenin và chứng minh rằng chúng thúc đẩy buồng trứng phát triển thông qua điều khiển sự hoạt động của gen qui định tạo vitellogenin (Gong và *ctv*, 2015a).

2.7.4. Vai trò của tuyến androgen trong điều khiển quá trình biệt hóa giới tính của cua biển

Cũng như các loài giáp xác khác, tuyến androgen (tuyến đực) nằm ở gần đoạn cuối của ống sinh tinh, gần gốc chân bò thứ 5. Tuyến này tiết ra hormon ngoài vai trò điều khiển quá trình sinh trưởng còn có vai trò quan trọng trong quá trình biệt hóa giới tính (hình thành sự khác biệt kiểu hình giới tính giữa con đực và con cái) ở con đực của biển. Hormon tuyến androgen có bản chất protein, giống như insulin nên được gọi là “insuline-like androgenic gland” hormon, ký hiệu là IAG.

Hormon tuyến androgen còn có vai trò ức chế quá trình phát triển buồng trứng của cua biển. Cui và *ctv* (2005) đã thực hiện thí nghiệm trên cua sen *S. paramamosain*, nhóm nghiên cứu đã cấy tuyến androgen của cua đực trưởng thành (CW: 12 cm) vào cua cái thành thực (CW từ 10,5 – 13 cm) tại vị trí bên phải (nhìn từ mặt lưng) ngay phía trên của buồng trứng. Sau 7 – 26 ngày, buồng trứng của cua được quan sát bằng phương pháp mô học và so sánh với những cá thể cua cái không cấy tuyến androgen. Kết quả cho thấy, buồng trứng của cá thể có cấy tuyến androgen có dấu hiệu thoái hóa. Phần buồng trứng gần vị trí cấy (bên phải) thể hiện rõ hơn những phần ở xa

(bên trái), tế bào trứng bị co lại, không có hình dạng nhất định. Ngoài ra, nhóm nghiên cứu còn cho thấy trong điều kiện ống nghiệm, những lát cắt buồng trứng của ở giai đoạn III-IV (15 – 22 ngày sau khi đẻ) khi được cho vào dung dịch ly trích từ tuyến androgen (có chứa hormon IAG) bị giảm 50% khả năng thu nhận amino acid H-glutamine, đây là dấu hiệu của buồng trứng bị thoái hóa.

Nghiên cứu sâu hơn ở mức độ biểu hiện gen điều khiển sự hình thành hormon IAG, Huang và *ctv* (2014) cho biết, hormon IAG có ở cả cua đực và cua cái, ở cua cái hormon IAG ức chế quá trình phát triển buồng trứng và điều khiển quá trình sinh trưởng.

2.7.5. Di cư sinh sản

Trong quá trình thành thực, cua có xu hướng di cư ra biển. Đặc điểm này đã được ghi nhận trên nhiều loài cua biển ở các vùng phân bố khác nhau. Ở Ấn Độ, qua phân tích tỉ lệ giới tính của cua ở vùng nước lợ và nước ngọt, Prasad (1987) thấy rằng phân trăm con đực và cái tương đương nhau ở cả hai vùng nước. Tuy nhiên, tỉ lệ con cái, đặc biệt là con cái trưởng thành, giảm đáng kể ở vùng nước lợ tại thời điểm đỉnh cao của mùa sinh sản. Tác giả cho biết cua có trứng chỉ được tìm thấy ở vùng biển của Ấn Độ. Hiện tượng này cũng được ghi nhận ở Philippines (Arriola, 1940), Malaysia (Ong, 1966), Việt Nam (Le Vay và *ctv*, 2001; Walton và *ctv*, 2006b), cua cái di cư ra biển để đẻ.

Theo Hill (1975), sự di cư sinh sản của cua thường theo chu kỳ âm lịch và sự thay đổi của độ mặn. Sở dĩ cua buộc phải di cư từ vùng cửa sông ra biển là do yêu cầu về điều kiện môi trường của giai đoạn đầu tiên của ấu trùng Zoea. Có giả thuyết rằng: độ mặn, nhiệt độ và khả năng cung cấp thức ăn là những nhân tố quan trọng kích thích cơ chế đẻ trứng (Prasad, 1989; Chandrasekaran và Natarajaii, 1994). Độ mặn và nhiệt độ không cao cũng không thấp vào mùa sinh sản rõ là rất lý tưởng cho quá trình ấp và phát triển của ấu trùng. Đoạn đường di cư sinh sản của cua cái có thể từ 4-6 km, có khi dài đến 65 km (Hyland và *ctv*, 1984). Qua một đêm, cua cái có thể di chuyển được 600 m. Những con cua già với CW \geq 190 mm, hoạt động sinh sản của chúng cũng giảm đi.

Ở ĐBSCL, cua thành thực quanh năm và cua cái thành thực thường tìm thấy ở vùng hạ triều, mùa di cư sinh sản tập trung từ tháng 6 đến tháng 9 (Le Vay và *ctv*, 2001; Walton và *ctv*, 2006a).

Cụ thể tại vùng Rạch Chèo (tỉnh Cà Mau), cua con xuất hiện quanh năm. Dựa trên sự thay đổi kích cỡ cua trong tự nhiên qua các tháng trong năm có thể dự đoán có ba thời điểm cua sinh sản tập trung, đó là tháng 5-9, tháng 9-10 và tháng 10-3. Cua con xuất hiện tại vùng này có kích cỡ nhỏ nhất CW là 0,6 cm, tương đương với một tháng tuổi. Như vậy, nơi đẻ của cua cái có thể xa vùng Rạch Chèo (Trần Ngọc Hải và *ctv.*, 2002).

2.7.6. Tập tính bắt cặp, đẻ trứng và ấp trứng

Ở vùng nhiệt đới, cua đẻ quanh năm. Ở vĩ độ càng thấp, mùa vụ sinh sản càng dài. Tuy nhiên, tùy thuộc vào điều kiện tự nhiên của mỗi nước mà đỉnh cao của mùa sinh sản khác nhau giữa nơi này với nơi khác. Ví dụ: Ở Ấn Độ mùa sinh sản là tháng 4-6 và tháng 9-2 (Marichamy và *ctv.* 1992); ở Sri Lanka: tháng 4-5 và tháng 8-9 (Jayamanne và Jinadasa 1991); ở Philippines: tháng 6-9 (Arriola, 1940); Thái Lan: tháng 10-2 (Poovachiranon, 1991) và ở Việt Nam: tháng 12-2 (Hoang Duc Dat, 1999).

Trước khi đẻ trứng, cua đực và cua cái bắt cặp với nhau. Hill (1975) thấy rằng khi giao vĩ, cua đực thường lớn hơn cua cái. Tuy nhiên, Ong (1966) đã thành công trong việc cho cua đực và cái có cùng kích cỡ bắt cặp với nhau. Hiện tượng bắt cặp không có liên quan đến giai đoạn phát triển của buồng trứng và nó xảy ra sau khi con cái lột xác tiền giao vĩ, chúng hấp dẫn con đực bằng cách tiết ra pheromone. Trước khi giao vĩ, cua đực bám theo cua cái bắt cặp 3-4 ngày, sau đó cua cái lột xác, và cua bắt đầu giao vĩ. Quá trình lột xác và bắt cặp giao vĩ có thể kéo dài đến 7-12 giờ (Trần Ngọc Hải, 1997). Trong tự nhiên, khoảng 95% cua cái cứng vỏ đều đã bắt cặp với cua đực và có mang túi tinh (Shelley và Lovatelli, 2011)

Cua cái sau khi đẻ có thể thành thực và đẻ lại 2-3 lần mà không cần giao vĩ, nhưng số trứng của các lần sinh sản thứ hai, thứ ba bị giảm (Ong, 1966; Trần Ngọc Hải, 1997, Trần Ngọc Hải và *ctv.* 2002). Qua giao vĩ, túi tinh của con đực sẽ được chuyển vào và giữ lại ở túi chứa tinh của con cái và nó có thể thụ tinh cho hai lần đẻ trở lên trước khi con cái lột xác lại. Sau khi đẻ, trứng được chuyển xuống bụng (yếm) của con cái và ấp ở đó. Trong quá trình phát triển phôi, trứng thụ tinh sẽ chuyển từ màu cam sang màu xám đến đen nâu, thể hiện noãn hoàng được sử dụng dần và điểm mắt của phôi xuất hiện với màu đen.

Sức sinh sản của cua biển khác nhau tùy loài và kích cỡ. Ở loài *S. serrata*, con cái trứng có kích cỡ CW 90 – 140 mm có sức sinh sản thường dao động từ 52.025 đến 2.022.500 trứng (Prasad và Neelakantan, 1989) hay có thể đến 6.000.000 trứng (Shelley và Lovatelli, 2011). Số trứng

tăng lên theo kích cỡ của cái theo dạng hàm mũ. Ví dụ, mối quan hệ giữa sức sinh sản và chiều rộng của mai ở cua lửa *Scylla olivacea* có dạng phương trình $F = 3,02 \times CW^{2,98}$ (Koolkalya và ctv, 2006). Ở cua sen (*Scylla paramamosain*) ở ĐBSCL, cua cái mang trứng từ 300.000 - 3.000.000 trứng (Phạm Văn Quyết, 1999; Lâm Tâm Nguyên, 2010).

2.7.7. Sự phát triển của các giai đoạn ấu trùng

Qua mỗi lần lột xác và phát triển, ấu trùng cua có những thay đổi cơ bản về sự hình thành cuống mắt, số lông tơ của chân hàm, các gai, số đốt bụng.... Các giai đoạn ấu trùng cua biển (*Scylla* sp.) có thể được phân biệt theo mô tả chi tiết ở Bảng 2.4.

Bảng 2.4: Các giai đoạn của ấu trùng cua biển (*Scylla* sp.)

Giai đoạn	Khoảng thời gian sau khi nở (ngày)	Kích cỡ trung bình (mm)	Đặc điểm phân biệt quan trọng
Zoea-1	0-3	1,65	Mắt chưa có cuống. Chân hàm I và II đều mang 4 lông tơ trên nhánh ngoài. Có 5 đốt bụng.
Zoea-2	3-6	2,18	Mắt có cuống. Nhánh ngoài của chân hàm I và II mang 6 lông tơ. Có 5 đốt bụng.
Zoea-3	6-8	2,70	Nhánh ngoài của chân hàm I mang 8 lông tơ, chân hàm II mang 9 lông tơ. Có 6 đốt bụng. Gai bên của đốt bụng 3-5 dài hơn.
Zoea-4	8-11	3,54	Nhánh ngoài của chân hàm I mang 10 lông tơ, của chân hàm II mang 10 lông dài, 1-2 lông ngắn. Mầm chân bụng xuất hiện trên các đốt bụng 2-6.
Zoea-5	10-16	4,50	Nhánh ngoài của chân hàm I mang 11 lông dài, 1-4 lông ngắn, nhánh ngoài của chân hàm II mang 12 lông dài và 2-3 lông ngắn. Chân bụng trên đốt bụng 2-6 rất phát triển, nhánh ngoài của chân bụng có thể mang 1-2 lông tơ.
Megalopa	15-23	4,01	Mắt gai lưng. Gai trán rất ngắn. Mắt to. Telson không còn chẻ 2 mà dạng bầu và có nhiều lông trên chân đuôi. Chân bụng rất phát triển và có nhiều lông trên các nhánh. Ấu trùng mang 2 càng.
Cua con (C1)	23-30	2-3 CW	Cua có hình dạng như cua trưởng thành, mặc dù carapace hơi tròn.

Các loài cua biển (*Scylla* sp.) đều trải qua các giai đoạn phát triển ấu trùng giống nhau, nhưng chúng khác nhau về kích thước trứng, thời gian nở và kích thước ấu trùng. Ví dụ, so sánh giữa 3 loài cua *S. olivacea*, *S. serrata* và *S. tranquebarica*, Ates và ctv (2012) cho biết loài *S. serrata* có kích cỡ trứng lớn hơn, thời gian ấp trứng dài hơn và ấu trùng Zoea lớn hơn so với hai loài còn lại ($P < 0,05$). Thời gian ấp ngắn nhất là ở loài *S. olivacea*.

2.8. Cảm giác, vận động và tự vệ

Cua có đôi mắt kép rất phát triển có khả năng phát hiện môi hay kẻ thù từ bốn phía và có khả năng hoạt động mạnh về đêm. Khứu giác cũng rất phát triển giúp cua phát hiện môi từ xa. Cua di chuyển theo lối bò ngang. Khi phát hiện kẻ thù, cua lẩn trốn vào hang hay tự vệ bằng đôi càng to và khỏe.

2.9. Khả năng chịu đựng các yếu tố môi trường của cua biển

Trong tự nhiên cũng như trong điều kiện nuôi, nhiệt độ, độ mặn, thức ăn là ba yếu tố môi trường ảnh hưởng đến sinh trưởng, lột xác và tỉ lệ sống của ấu trùng.

Trong thí nghiệm đánh giá về ảnh hưởng của nhiệt độ và độ mặn đến ấu trùng Zoea đầu tiên, Hill (1974) thấy rằng ấu trùng Zoea sống trong điều kiện nhiệt độ trên 25°C hoặc độ mặn dưới 17,5‰ chết đáng kể và cho rằng ấu trùng Zoea không thích hợp với điều kiện môi trường vùng cửa sông. Heasman và ctv (1983) nhận thấy tần số bắt môi của ấu trùng cua tăng lên khi nhiệt độ tăng trên khoảng $20-27^{\circ}\text{C}$ và chậm lại khi nhiệt độ thấp dưới 20°C . Một số thí nghiệm khác cũng cho thấy ương ấu trùng cua đạt kết quả tốt hơn ở nhiệt độ $27-30^{\circ}\text{C}$ và độ mặn khoảng 35‰ so với các điều kiện nhiệt độ và độ mặn khác (Marichamy và Rajackiam, 1992).

Ong (1964) nhận thấy rằng giai đoạn Megalope lớn nhanh hơn khi độ mặn giảm xuống còn 21-27‰ và cho rằng chúng có khuynh hướng di chuyển vào vùng nước lợ ở giai đoạn này.

Trong tự nhiên, từ giai đoạn cua con trở đi, cua có thể chịu đựng được độ mặn từ 2-60‰. Vì vậy, chúng có thể di cư ngược dòng vào vùng nước ngọt để tìm môi trường sống và thức ăn trong suốt giai đoạn sinh trưởng của chúng. Hill (1978) cũng nghiên cứu về ảnh hưởng của nhiệt độ lên sự bắt môi và các hoạt động khác của cua *Scylla serrata*, và nhận thấy mức độ hoạt động và cường độ bắt môi của cua ở 25°C và 20°C giống nhau và đều ở mức

cao nhất. Nhưng khi nhiệt độ dưới 12 °C, các chỉ tiêu trên giảm đáng kể. Ở 12 °C mức độ di chuyển của cua chỉ bằng 33% so với ở 25 °C.

Trong điều kiện ương nuôi, hai loài cua *S. serrata* và *S. paramamosain* đã được nghiên cứu nhiều về các yếu tố môi trường, trong đó các nghiên cứu tập trung tìm ra khoảng nhiệt độ và độ mặn thích hợp cho các giai đoạn ương ấu trùng và cua con (Bảng 2.5).

Bảng 2.5: Một số kết quả nghiên cứu về độ mặn và nhiệt độ thích hợp đối với ấu trùng và cua con

Loài	Giai đoạn phát triển	Nhiệt độ và độ mặn thích hợp	Nguồn tham khảo
<i>S. serrata</i>	Zoea	25–35‰, 26–32 ⁰ C	Baylon, 2010
	Zoea và Megalop	20–30‰, 28–30 ⁰ C	Nurdiani và Zeng, 2007
	Megalop	15–45‰, 20, 26 và 32 ⁰ C	Baylon, 2010
	Cua con	5–45‰, 20, 26 và 32 ⁰ C	Baylon, 2010
	Cua C2	10–20‰, 30 ⁰ C	Ruscoe và ctv, 2004
<i>S. paramamosain</i>	Zoea	26–30 ⁰ C	Zeng và Li, 1992
	Cua C1	32 ⁰ C, 10–40‰	Gong và ctv, 2015b
	Cua C1-C5	18–24‰	Trần Ngọc Hải, 1997; 1998
	Cua giống	15-25‰	Vũ Ngọc Út, 2006

Đánh giá ảnh hưởng của nhiệt độ, độ mặn, sự đói và việc tự loại bỏ phụ bộ đến lột xác, chu kỳ lột xác và biểu hiện gen ecdysone receptor của cua biển *Scylla paramamosain* ở giai đoạn giống (Gong và ctv, 2015)

Cua mới lột xác giai đoạn 1 (C1) được bố trí ở các nhiệt độ (14, 20, 26, 32 và 39 °C), độ mặn (5, 10, 20, 30 và 40‰), điều kiện bỏ đói và sự tự ngắt một phần cơ thể (từ giai đoạn C2) để đánh giá ảnh hưởng của chúng đến sự lột xác, chu kỳ lột xác và biểu hiện gen **ecdysone receptor** (EcR). Kết quả cho thấy ở nhiệt độ thấp 14 °C sự lột xác không xảy ra và một lượng nhỏ EcR mRNA được tìm thấy. Ngược lại, ở 32 °C, biểu hiện của gen EcR tăng lên đáng kể và chu kỳ lột xác của C1 giảm so với cua ở những nghiệm thức khác. Khi nhiệt độ tiếp tục tăng lên 39 °C và sau 6 giờ hoặc lâu hơn, biểu hiện của gen EcR giảm nhanh chóng và tất cả cua C2 chết và không có lột xác. Ngoài ra, ở độ mặn 5‰, hoạt động của gen EcR mRNA tăng lúc 72 giờ và chu kỳ lột xác giảm có ý nghĩa. Khi độ mặn tăng đến 40‰ thì ảnh hưởng ngược lại. Không có sự khác biệt có ý nghĩa về tỉ lệ lột xác khi độ mặn từ 10-40‰. Khi cua C1 bị bỏ đói đến 48 giờ, hoạt động của gen bị ức chế so với nghiệm thức đối chứng (cho ăn) và cua bị đói lột xác không thành công. Ngoài ra, sự lột xác của cua C2 không bị ảnh hưởng bởi sự tự loại bỏ phụ bộ nhưng chu kỳ lột xác tăng từ 5,8 ngày lên 6,2 ngày. So với cua nguyên vẹn, biểu hiện của gen EcR ở cua tự ngắt phụ bộ lúc đầu giảm (trong 120 giờ đầu) nhưng sau đó tăng lên và cao hơn có ý nghĩa so với đối chứng ở thời gian 134 giờ. Kết quả trên chứng tỏ nhiệt độ, độ mặn, sự bỏ đói và sự tự loại bỏ phụ bộ ảnh hưởng đến sự lột xác của cua giai đoạn nhỏ và sự thay đổi lượng RNA thông tin của gen EcR đóng vai trò quan trọng trong quá trình lột xác. Nghiên cứu cũng cho thấy loài cua biển này có thể chịu đựng khoảng rộng nhiệt độ, độ mặn, chứng tỏ chúng có khả năng thích nghi với sự biến đổi nhiệt độ và độ mặn theo mùa trong môi trường tự nhiên.



Hình 2.10: Đặc điểm của cua đực, cua cái và sự thành thục của cua

- A. Cua sen *Scylla paramamosain*, B. Cua giao vĩ, C. Cua đực, D. Cua cái, E. Bùng trứng giai đoạn 2, F. Bùng trứng giai đoạn 4, G. Cua mới đẻ trứng, H. Trứng sắp nở
(Nguồn: Trần Ngọc Hải)



Hình 2.11: Các giai đoạn ấu trùng cua biển

(Nguồn: Trần Ngọc Hải)

CHƯƠNG III

KỸ THUẬT SẢN XUẤT GIỐNG CUA BIỂN

3.1. Trại sản xuất giống

3.1.1. Chọn vị trí xây dựng trại

Cũng như việc xây dựng các trại sản xuất giống thủy sản nước lợ và biển, chọn vị trí xây dựng trại sản xuất giống cua biển cần chú ý các yêu cầu quan trọng như sau:

- *Nguồn nước*: Nước sử dụng cho sản xuất giống cua cần nguồn nước lợ có độ mặn tốt nhất là 28-30‰, trong sạch, không ô nhiễm. Vì thế, trại lý tưởng cần đặt gần biển hay cửa sông để có nguồn nước dồi dào. Trại cần đặt xa nơi dân cư hay nơi có nguồn nước thải công nghiệp, nông nghiệp. Trại được đặt trong khu sản xuất giống thủy sản tập trung cần chú ý khoảng cách giữa các trại đủ xa để đảm bảo an toàn sinh học. Ở vùng ĐBSCL, nhiều trại đặt sâu trong nội địa hay trong thành phố, và chọn giải pháp là sử dụng nguồn nước ót chuyển từ ruộng muối hay mua nước mặn chuyển từ biển vào bằng tàu biển. Việc này sẽ tốn kém hơn, nhưng cũng thuận tiện là đảm bảo nước sạch và hạn chế mầm bệnh. Nhìn chung, nguồn nước biển chất lượng cho sản xuất giống thủy sản nước lợ và biển được nhiều tác giả đề cập như sau (AQCACOP, 1984; Kungvankij, 1986; Colt và Huguenin, 1992; FAO, 2007):

- Độ mặn: 29-34‰
- Nhiệt độ nước: 28-32 °C
- pH: 7,8-8,2
- Oxy hòa tan: >4 mg/L
- Ammonia: <0,1 mg/L
- N-NO₂⁻: <0,02 mg/L
- N-NH₄⁺: <0,1 mg/L
- Nitrate < 10 mg/L

- Sắt: <1 mg/L
- Các kim loại nặng: <0,01 mg/L

- *Nguồn điện*: Trại sản xuất giống cua biển cần nguồn điện liên tục. Vì thế, cần thiết phải có nguồn điện lưới quốc gia.

- *Nguồn cua mẹ và vùng nuôi cua thương phẩm*: Mặc dù cua bố mẹ cũng như cua con có khả năng chịu đựng tốt khi vận chuyển, để hạn chế việc vận chuyển xa tốn kém hay làm yếu và hao hụt cua, trại giống cần đặt gần nơi cung cấp cua bố mẹ hay gần nơi tiêu thụ của giống sản xuất. Ở vùng ĐBSCL, tỉnh Cà Mau, Bạc Liêu và Kiên Giang là vùng cung cấp cua bố mẹ, vùng nuôi, đồng thời cũng là nơi có nhiều trại sản xuất cua giống nhất.

- *Giao thông*: Giao thông cũng là yếu tố quan trọng cần xem xét khi chọn vị trí xây dựng trại. Trại cần có vị trí thuận lợi về giao thông đường thủy, đường bộ hay cả hai, để tiện việc vận chuyển vật liệu, con giống, thức ăn hay kinh doanh.

3.1.2. Thiết kế, xây dựng và trang thiết bị trại sản xuất giống

Trại sản xuất giống cua biển có thể là trại chuyên sản xuất giống cua, cũng có thể là trại kết hợp với sản xuất tôm biển.

Trong thiết kế trại, tốt nhất chia thành các khu riêng biệt, gồm khu nuôi vỗ cua mẹ, khu ương ấu trùng Zoea, khu ương ấu trùng Megalopa, khu thức ăn tự nhiên, khu chứa và xử lý nước, khu phòng thí nghiệm và khu làm việc... Trại sản xuất giống nếu có diện tích rộng thì nên có khu ương cua con.

Khu ương ấu trùng cua biển cần đảm bảo đủ ánh sáng, ổn định nhiệt độ và an toàn sinh học. Trại có mái che tole nhựa trong suốt, xen kẽ với mái tole đục và chiếm khoảng 30-50% tổng diện tích mái để có ánh sáng cho ấu trùng phát triển và cũng đảm bảo cho hoạt động của trại. Vách trại cũng được che kín nhưng có cửa sổ để ổn định nhiệt độ không quá nóng vào ban ngày hay quá lạnh vào ban đêm. Trại đủ cao (4-5m) cũng giúp ổn định nhiệt độ tốt hơn trại quá thấp.

Trang thiết bị chủ yếu trong trại cua biển gồm các loại bể (bể nuôi vỗ cua bố mẹ, bể ương ấu trùng Zoea, bể ương ấu trùng Megalopa và ương cua con); hệ thống cấp nước, hệ thống điện, và các dụng cụ khác.

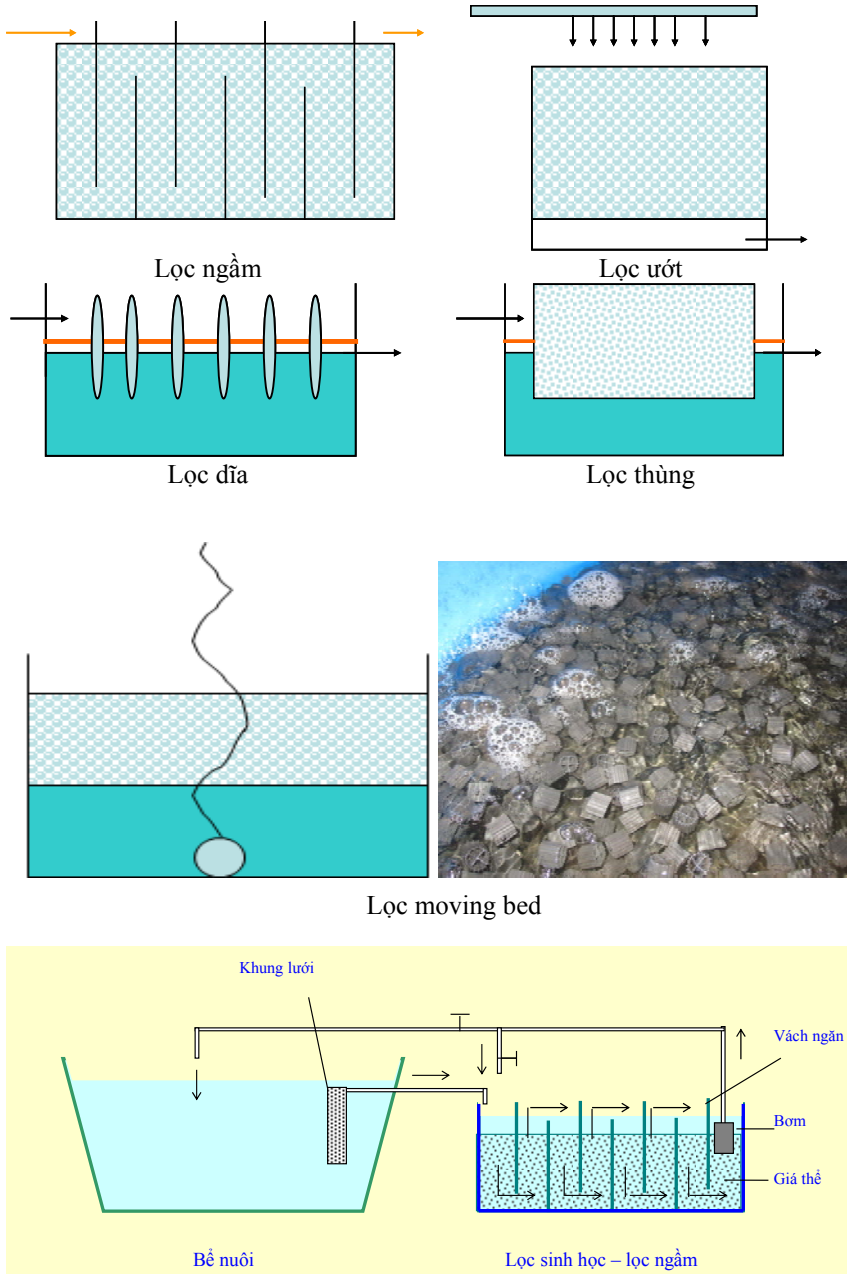
Đối với bể nuôi cua bố mẹ, tùy từng nơi có thể sử dụng loại và kích cỡ bể khác nhau như bể xi măng hay composite 1-2 m³ đặt trong trại như ở Úc, Đài Loan, Ấn Độ, Malaysia, Việt Nam. Nuôi thực nghiệm cua bố mẹ cho đẻ trong những lồng 1-2 m² đặt ở trong ao cũng được báo cáo ở Malaysia. Tuy nhiên, hệ thống bể nhỏ bằng nhựa hay composite 50-100 L để nuôi đơn lẻ từng con là phổ biến ở các trại ở ĐBSCL do đơn giản và tiện quản lý hơn.

Hệ thống nuôi cua bố mẹ tốt nhất là thiết kế theo hệ thống tuần hoàn, sử dụng các loại lọc sinh học như lọc ngầm (Submerged biofilter), lọc ướn (trickling biofilter), lọc bead, lọc thùng, lọc trồng, lọc đĩa hay lọc moving bed. Đặc điểm của các loại lọc sinh học, kỹ thuật vận hành cũng như ưu và nhược điểm của các loại lọc được nhiều tác giả mô tả chi tiết (Trần Ngọc Hải và Nguyễn Thanh Phương, 2009; Timmons và Losordo, 1994; Lawson, 1995; Huguenin và Colt, 2002; Lekang, 2007).

Lọc sinh học là hệ thống bể có chứa nhiều giá thể như san hô, đá, vật liệu nhựa có nhiều lỗ rỗng, cho có vi khuẩn phát triển trên giá thể để hấp thu và chuyển hóa đạm trong nước từ dạng độc sang ít độc để tái sử dụng nước cho ương nuôi tôm. Lọc chìm có ưu điểm giúp vi khuẩn chuyển hóa đạm tốt hơn, nhưng khó thoát khí độc. Lọc ướn giúp tăng cường Oxy hòa tan, thoát khí độc tốt, nhưng do nước rơi nhanh nên khả năng vi khuẩn chuyển hóa đạm kém hơn. Lọc thùng và lọc đĩa kết hợp ưu điểm của cả hai lọc trên nhưng tốn kém không gian, ồn ào, tốn điện cho quay lọc. Lọc moving bed là rất lý tưởng vì nhẹ, dễ dàng lắp đặt và vận hành đồng thời có chức năng vừa chuyển hóa đạm tốt, vừa tăng cường Oxy và thoát khí độc tốt do giá thể được đảo đều trong bể lọc.

Nguyên tắc chung khi lắp đặt hệ thống tuần hoàn là tổng thể tích giá thể chiếm khoảng 15-20% tổng thể tích bể nuôi; và khi vận hành bể lọc sinh học, phải đảm bảo đầy đủ Oxy, đảm bảo nước lưu thông tốt. Kích hoạt vi khuẩn phát triển bằng cách bón đạm NH₄Cl tăng dần mỗi 2 ngày, từ 0,1 mg/L lên 0,8 mg/L trong 1-2 tuần. Với hệ thống tuần hoàn sẽ hạn chế tối đa việc thay nước hàng ngày vừa tốn kém, vừa tốn công lao động và nhất là có thể làm sốc cua nuôi.

Đặc biệt, bể nuôi vỗ cua bố mẹ nên có lớp cát dày khoảng 10 cm trên đáy để đảm bảo cua đẻ và gom trứng hiệu quả, hạn chế trứng bị rơi khi cua đẻ.



Lọc moving bed

Hệ thống tuần hoàn

Hình 3.1: Một số dạng lọc sinh học và hệ thống tuần hoàn trong nuôi thủy sản

(Nguồn: Trần Ngọc Hải)

Bể ương ấu trùng *Zoea* nên có kích cỡ trung bình 0,5-1 m³, tròn, đáy hình nón hay bán cầu để ấu trùng phân bố đều trong nước, giảm thiểu cua hao hụt trong ương. Bể ương tốt nhất nên có màu xám, để vừa tránh gây sốc cho ấu trùng, dễ dàng nhận thấy và quản lý ấu trùng hiệu quả. Trong thực tế sản xuất ở ĐBSCL, nhiều trại cua biển được chuyển đổi hay luân phiên sản xuất tôm biển, vì thế có thể sử dụng các bể xi-măng hình chữ nhật hay vuông, thể tích 4-6 m³, sâu 0,8-1 m để ương ấu trùng cua biển, từ *Zoea*-1 đến *Megalopa* và cua con. Trường hợp này cần phải đảm bảo sự thoáng khí đều.

Bể ương ấu trùng *Megalopa* bằng composite hay xi-măng, có hình chữ nhật, hình vuông hay tròn, nhưng quan trọng là đáy bể phẳng để ấu trùng giai đoạn này có thể phân bố đều và bám vào đáy hay giá thể, giảm hao hụt. Bể có diện tích 2-4 m², và cao 0,4-0,6 m.

Bể ương cua con có thể đặt ngoài trời, bằng xi-măng hay đơn giản bằng bể đất lót bạt nhựa, nilon. Bể có diện tích 10-50 m², mức nước 0,3-0,4 m. Ở ĐBSCL, khâu ương cua con hầu hết do các hộ nông dân nhỏ lẻ hay các hợp tác xã thực hiện, đặc biệt là ở Cà Mau.

Ngoài ra, trong trại còn có các loại bể nuôi thức ăn tự nhiên cho ấu trùng. Tùy quy trình sản xuất, có thể có nuôi tảo và luân trùng cho cua ăn, hay chỉ cần bể ấp trứng *Artemia* cho cua. Nếu qui trình có sử dụng tảo và luân trùng thì cần có phòng lưu giống và nuôi sinh khối tảo và luân trùng với các trang thiết bị đặc thù. Bể nuôi tảo hay luân trùng sinh khối có thể tích thông thường 0,5-5 m³. Thực tế sản xuất hiện nay ở ĐBSCL, để đơn giản kỹ thuật, giảm lao động và đảm bảo an toàn sinh học, các trại chỉ sử dụng *Artemia* cho cua ăn kết hợp với thức ăn nhân tạo, vì thế trại chỉ cần các bể ấp *Artemia*, thể tích mỗi bể trung bình 100-500 L. Các loại bể bằng composite sẽ tiện dụng.

Trong trại sản xuất giống, bể chứa và xử lý nước là rất cần thiết và phải đảm bảo đủ lớn để sản xuất quanh năm. Đối với các trại xa nguồn nước sông hay nước biển trực tiếp thì qui mô bể chứa và xử lý sẽ lớn hơn. Thông thường, các trại ở ĐBSCL có thể tích bể chứa và xử lý nước khoảng 100-200 m³. Ngoài ra, hệ thống xử lý nước còn có các loại phương tiện trang thiết bị quan trọng như lọc cát, lọc túi, lọc than, lọc tách đạm ...

Các hệ thống thổi khí, hệ thống cung cấp điện cần đảm bảo công suất đủ lớn và liên tục cho hoạt động của trại.

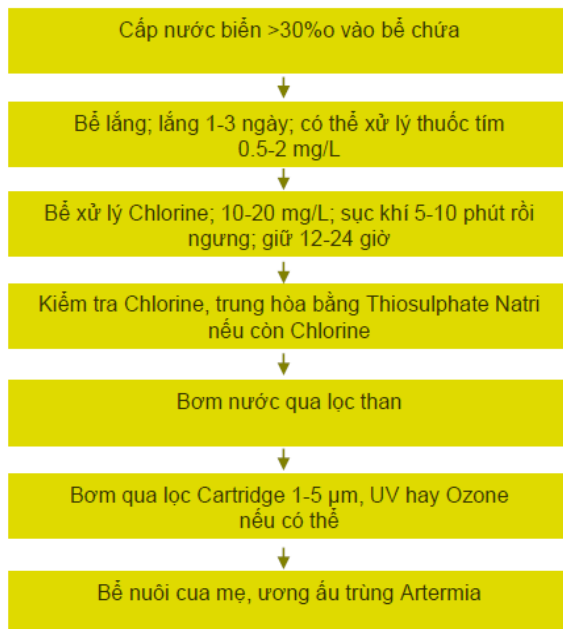
Tùy điều kiện, trại cần có phòng thí nghiệm với thiết bị cơ bản như kính hiển vi, cân, máy đo độ mặn, nhiệt độ, Oxy, bộ dụng cụ kiểm tra nhanh

các yếu tố quan trọng như Chlorine, đạm amon, đạm nitrite, kiềm... để kiểm tra chất lượng nước cơ bản cũng như chất lượng ấu trùng. Ngoài ra, trong trại còn cần một số trang thiết bị quan trọng cho sản xuất tử lạnh, lưới, vợt, thau, thùng và khay vận chuyển cua con...

Theo kết quả khảo sát các trại cua biển ở ĐBSCL qua các năm, qui mô trại giống có dao động khá lớn qua thời gian và giữa các trại giống, thông thường mỗi trại có tổng diện tích 100-6000 m², trung bình 500-1000 m² có tổng thể tích bể nuôi cua bố mẹ là 1-40 m³, trung bình 8-10 m³; bể ương ấu trùng 35-3000 m³, trung bình 170-230 m³ (Trần Ngọc Hải và Nguyễn Thanh Phương, 2009; Nguyễn Văn Nghị, 2014; Trần Ngọc Hải và Lê Quốc Việt, 2017).

3.1.3. Xử lý nước

Xử lý nước là khâu quan trọng trong trại giống, nhằm đảm bảo an toàn sinh học cho ương nuôi. Nhìn chung, việc xử lý nước cho sản xuất giống cua biển cũng tương tự như đối với tôm biển. Quy trình xử lý nước phổ biến gồm các bước quan trọng như sau (FAO, 2007)



Hình 3.2: Quy trình xử lý nước cho trại sản xuất giống cua biển



Hình 3.3: Trại sản xuất giống cua biển

A. Trại cua biển tại Đại học Cần Thơ, B. Trại cua tại ĐBSCL, C. Bể ương ấu trùng Zoea, D. Bể ương Megalopa, E. Bể tuần hoàn nuôi vỗ của mẹ, F. Các hệ thống bể lọc xử lý nước, G. Bể áp *Artemia*, H. Phòng thí nghiệm (Nguồn: Trần Ngọc Hải)



Hình 3.4: Nuôi vỗ cua mẹ và cua trứng

A. Cua gach, B. Cua được cắt mắt, C. Đáy bể nuôi có cát được thay mới hàng tuần, D. Thức ăn sò huyết, E. Cua đẻ, F. Cua trứng nuôi trong bể không cát, G. Trứng mới đẻ, H. Trứng sắp nở (Nguồn: Trần Ngọc Hải)

3.2. Nuôi vỗ cua bố mẹ

3.2.1. Chọn cua bố mẹ nuôi vỗ

Trong thực tế sản xuất, trước đây, một số trại có thể tìm mua cua mẹ mang trứng sẵn được đánh bắt từ biển hay vùng cửa sông ven bờ để cho nở và sản xuất. Tuy nhiên, việc này không chủ động và vì thế rất hạn chế áp dụng hiện nay.

Trong trại sản xuất, nuôi vỗ cua bố mẹ là khâu quan trọng trong sản xuất giống để có thể chủ động nguồn cua trứng quanh năm. Cua mẹ chưa mang trứng (cua gạch) có thể được chọn từ nguồn cua đánh bắt tự nhiên (biển, sông rạch) hay từ cua nuôi trong các ao đầm. Phạm Văn Quyết và Trương Trọng Nghĩa (2010) đã nghiên cứu và so sánh khả năng sinh sản của hai nguồn cua này trong nuôi vỗ và cho thấy, hầu hết các chỉ tiêu sinh sản như tỷ lệ đẻ, sức sinh sản của cua mẹ, kích cỡ trứng cua, tỷ lệ nở trứng cũng như tăng trưởng và tỷ lệ sống của ấu trùng cua đến giai đoạn cua con đều khác biệt nhau không có nghĩa. Điều này cho phép sử dụng cả hai nguồn cua cho sản xuất.

Kích cỡ cua mẹ cũng quan trọng cần chú ý trong chọn lựa và nuôi vỗ cua. Trong nghiên cứu so sánh khả năng sinh sản của các nhóm cua mẹ (Cua sen, *Scylla paramamosain*) có khối lượng dưới 300 g, 300-500 g và trên 500 g, kết quả cho thấy, cua có kích cỡ 300-500 g có thời gian nuôi vỗ ngắn, cho sức sinh sản, tăng trưởng và tỷ lệ sống ấu trùng đến cua con tốt nhất (Lâm Tâm Nguyên, 2011).

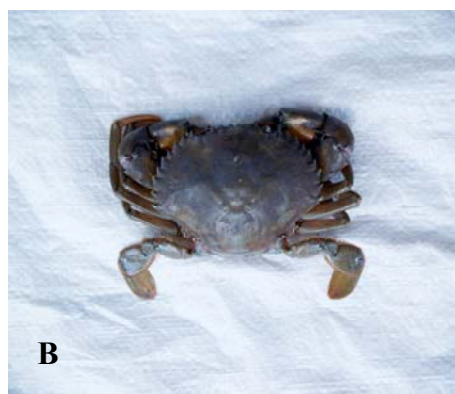
Nhìn chung, trong nuôi vỗ và sinh sản cua, cần chọn cua cái, kích cỡ 300-500 g, có chiều rộng mai 9-10 cm, khỏe, không thương tích, đặc biệt là cua có gạch để cua nhanh thành thực và đẻ trứng. Cua gạch có vỏ cứng, mai và càng bóng, có yếm tròn, sậm màu, mai vun cao, khoảng hở giữa mai và yếm rộng trên 3 mm.

Trong nuôi vỗ sinh sản cua biển, có thể nuôi chung cua đực với cua cái để cua có thể bắt cặp sau khi cua cái lột vỏ, đảm bảo trứng được thụ tinh sau khi đẻ. Tuy nhiên, trong thực tế sản xuất, không cần nuôi cua đực, vì cua cái có gạch hầu hết đã được bắt cặp với con đực ngoài tự nhiên và đã có mang túi tinh để sẵn sàng thụ tinh cho trứng khi cua đẻ.

Bảng 3.1: Một số chỉ tiêu sinh sản của các nguồn cua biển khác

Các đặc điểm sinh sản	Cua tự nhiên	Cua trong ao
Thời gian đẻ (ngày)	19,5 ± 7,9	29,0 ± 7,7
Tỷ lệ đẻ (%)	85,7	77,5
Đường kính trứng (mm)	287 ± 0,1	287,0 ± 0,1
Khối lượng trứng đẻ dính (g)	67,3 ± 16,1	62,3 ± 19,2
Sức sinh sản tuyệt đối (1000 trứng / cua cái)	2.666 ± 637	2.468 ± 760
Sức sinh sản tương đối (trứng/g)	6.770 ± 1.359	6.241 ± 1.629
Tỷ lệ thụ tinh (%)	88,1 ± 3,53	78,2 ± 2,48
Tỷ lệ nở (%)	74,9 ± 2,84	64,2 ± 2,08
Tổng số zoea (1000 ấu trùng / cua cái)	1.768 ± 476	1.236 ± 369
Tỷ lệ sống của ấu trùng đến cua con (21 ngày) (%)	11,0 ± 2,07	9,7 ± 1,41

(Nguồn: Phạm Văn Quyết và Trương Trọng Nghĩa, 2010)



Hình 3.5: Các nguồn cua mẹ cho nuôi vỗ

A. Cua từ biển, B. Cua từ đầm quảng canh cải tiến (Nguồn: Phạm Văn Quyết)

Bảng 3.2: Các chỉ tiêu sinh sản của cua mẹ có khối lượng khác nhau

Chỉ tiêu sinh sản	Khối lượng cua mẹ		
	Dưới 300 g	300 – 500 g	Trên 500 g
Khối lượng (g)	285 ± 16	417 ± 40	579 ± 30
CW (cm)	11,6 ± 0,07	13,64 ± 0,58	14,95 ± 0,55
Tỷ lệ đẻ của cua mẹ (%)	81,8 ± 40,5	56,3 ± 51,2	54,5 ± 52,2
FMI	1,14 ± 0,05	1,12 ± 0,04	1,14 ± 0,04
Thời gian nuôi vỗ (ngày)	42 ± 34,77	16,22 ± 11,97	24,17 ± 16,69
Cỡ trứng ngày thứ 1(mm)	0,31 ± 0,01	0,32 ± 0,01	0,31 ± 0,00
Tỷ lệ thụ tinh (%)	61,56 ± 39,77	82,63 ± 18,17	94 ± 2,83
SSS tuyệt đối (x1000 trứng /cua)	2.182 ± 0,52	3.373,9 ± 0,85	3.474,4 ± 0,75
SSS tương đối (trứng/g)	7.711 ± 2.189	8.324 ± 1.830	5.803 ± 1.240
Tổng số Zoea-1 (x1000 zoea)	1.122,5 ± 704	1.792 ± 1.154	3.037,2 ± 1.041
Tỷ lệ nở (%)	77,77 ± 33,56	62,84 ± 23,96	96,82 ± 1,77
Tỷ lệ sống đến Megalopa (%)	11,49 ± 3,30	15,71 ± 8,94	
Tỷ lệ sống đến Cua-1 (%)	6,30 ± 2,52	9,06 ± 3,74	

(Nguồn: Lâm Tâm Nguyên, 2011)

3.2.2. Chăm sóc cua nuôi vỗ

Cua mẹ sau khi được chọn kỹ, sẽ được cắt mắt để nuôi vỗ. Cũng như tôm biển, cua có đặc điểm quan trọng là việc cắt mắt sẽ giúp loại bỏ cơ quan

X và giúp cua thành thực sớm hơn. Dù có thể loại bỏ cuống mắt cua với một số phương pháp khác nhau, nhưng phương pháp cắt cuống mắt là chủ yếu. Không giống như tôm biển, cua biển có thể được cắt cả hai mắt mà vẫn sống và bắt mồi bình thường khi nuôi vỗ và được cho là có thể thành thực sớm hơn (Heasman và Fielder, 1983). Tuy nhiên, việc này không cần thiết và tốt nhất chỉ nên cắt một mắt khi nuôi vỗ.

Trước khi nuôi vỗ, nên tắm cua mẹ bằng formol 150-200 mg/L trong 30-60 phút để phòng ngừa một số bệnh động vật nguyên sinh và các loại ký sinh.

Mật độ nuôi vỗ cua mẹ có thể 2-5 con/m² bể đối với bể lớn, hay 1 con/bể đối với bể 50-100 L. Bể nuôi có đáy cát, giúp cua thường vùi mình trong cát, để trứng và trứng dính hoàn chỉnh vào chân bụng của cua, hạn chế trường hợp trứng bị rơi trên đáy bể. Định kỳ hàng tuần phải thay cát mới để phòng ngừa mầm bệnh phát triển.

Trong chăm sóc cho ăn, mặc dù đến nay đã có một số công trình nghiên cứu nhu cầu dinh dưỡng của cua bố mẹ và sử dụng thức ăn viên cho cua với kết quả có triển vọng. Anderson và ctv, (2004) cho rằng, cua *Scylla serrata* tăng trưởng tốt khi ăn thức ăn nhân tạo có 32-40% đạm, 6-12% lipid, năng lượng 14,7 – 17,6 MJ/kg. Millamena và Quintio (1999) cho rằng, cua mẹ (*Scylla serrata*) nuôi bằng thức ăn nhân tạo 46% đạm kết hợp với thức ăn tươi sống cho kết quả tốt nhất về sinh sản, tiếp đến là thức ăn nhân tạo đơn thuần và kém nhất là thức ăn tươi sống. Các loại thức ăn kết hợp (tươi sống và thức ăn nhân tạo) có hàm lượng đạm 43-58% và Lipid 7-18% đã được nhiều tác giả nghiên cứu và cho kết quả tốt về chất lượng ấu trùng (Azra và Ikhwanuddin, 2016). Tuy nhiên, trong thực tế sản xuất, hầu hết các trại chỉ sử dụng thức ăn tươi sống cho cua. Các loại thức ăn phổ biến là động vật thân mềm như sò huyết, hào, mực, cá... (Quintio, 2002; Shelley và Lovatelli, 2011, Azra và Ikhwanuddin, 2016; Tran Ngoc Hai và ctv, 2017; Ghazali và ctv, 2017). Lượng thức ăn tùy thuộc vào khả năng bắt mồi của cua mẹ, thường cho ăn 1-2 con sò huyết/cua mẹ mỗi lần cho ăn (2-8% khối lượng cua mỗi ngày). Thức ăn cũng ảnh hưởng rất nhiều đến màu sắc của trứng. Các nghiên cứu cho thấy, khi chỉ sử dụng mực cho cua ăn thì khối trứng sẽ có màu trắng, nhưng cho cua ăn nhiều loại mực, tôm và sò, trứng có màu cam bình thường.

Trong thời gian nuôi vỗ, do cho cua ăn bằng thức ăn tươi sống, nên dễ gây dơ nước. Vì thế không nên cho ăn dư thừa và cần kiểm tra loại bỏ sớm thức ăn dư.

Sự phát triển hình thái của buồng trứng và thành phần axit béo của cua biển (*Scylla olivacea*) được cho ăn bằng các loại thức ăn khác nhau (Ghazali và ctv, 2017)

Nghiên cứu này nhằm xác định ảnh hưởng của các loại thức ăn khác nhau lên sự phát triển hình thái và thành phần acid béo của các giai đoạn phát triển khác nhau của cua biển (*Scylla olivacea*). Cua biển được cho ăn với 2 khẩu phần khác nhau là sò huyết (*Anadara granosa*) và cá nục (*Decapterus* sp.). Thông qua việc kiểm tra hình thái, giai đoạn thành thực buồng trứng ở cua tự nhiên (nhóm đối chứng) và cua nuôi (nhóm thí nghiệm) đã được chia thành 4 giai đoạn; Giai đoạn 1 (chuyển sang màu trắng mờ, translucent to off white in color), Giai đoạn 2 (màu vàng nhạt), Giai đoạn 3 (màu vàng đậm) và Giai đoạn 4 (cam đỏ). Thành phần axit béo thu được trong quá trình thành thực của buồng trứng cua biển cho thấy hàm lượng tổng axit béo, axit béo bão hòa, axit béo không bão hòa đơn và axit béo không bão hòa đa ở cua tự nhiên, cua cho ăn bằng sò huyết và cá nục tăng từ giai đoạn 1 đến 3 và giảm ở giai đoạn 4. Sự khác biệt giữa các nghiệm thức không có ý nghĩa thống kê ($P > 0,05$). Kết quả trên cũng cho thấy giai đoạn thành thực của buồng trứng cua biển *S. olivacea* có mối tương quan với thành phần axit béo. Sò huyết và cá nục có thể dùng làm thức ăn cho cua biển *S. olivacea* trong điều kiện nuôi nhằm kích thích sự thành thực của buồng trứng. Những kết quả trong nghiên cứu này cũng cho thấy sự lựa chọn phù hợp thức ăn tự nhiên cho cua bố mẹ trong điều kiện nuôi.

Thay nước 100% mỗi ngày hay tuần hoàn nước liên tục 100-200% mỗi ngày là biện pháp quan trọng để đảm bảo chất lượng nước tốt, giúp cua thành thực tốt, đồng thời hạn chế mầm bệnh xuất hiện trong thời gian dài nuôi vỗ.

Trong quá trình nuôi vỗ cua, cần sục khí liên tục, đảm bảo Oxy hòa tan > 5 mg/L. Cần chú ý đảm bảo một số yếu tố môi trường quan trọng khác như độ mặn 29-31‰, đạm Amon < 1 mg/L và Nitrite $< 0,1$ mg/L. Một số nghiên cứu cho rằng độ mặn thấp dưới 23‰ hay NH_3 cao sẽ gây hiện tượng cua đẻ nhưng trứng không dính vào chân bụng của yếm mà rơi hầu hết vào đáy bể. Trong quá trình nuôi vỗ cua mẹ, cần dùng tấm che để giảm bớt ánh

sáng giúp cua thành thực sớm hơn. Cũng có trường hợp che tối hoàn toàn bể nuôi.

Bảng 3.3: Các đặc điểm kỹ thuật nuôi vỗ cua mẹ ở ĐBSCL

Đặc điểm kỹ thuật	Trung bình
Khối lượng cua mẹ (gam)	464,29 ± 54,19
Xử lý Formol (mg/L)	146,73± 38,81
Mật độ nuôi vỗ: Bể 60-100 L (con/bể)	1
Bể trên 1 m ³ (con/m ³)	1,9 ± 1,1
Cho ăn (lần/ngày)	1,89 ± 0,63
Thay nước (%/ngày)	88,21 ± 19,64
Độ mặn nước (‰)	29,64 ± 0,56
Nhiệt độ nước (°C)	29,27 ± 0,44
Thời gian đẻ sớm nhất sau khi cắt mắt (ngày)	8,46 ± 2,38
Thời gian đẻ chậm nhất sau khi cắt mắt (ngày)	12,64 ± 3,94
Thời gian ấp trứng (ngày)	11,39 ± 0,74
Thời gian trứng nở (giờ)	3,25 ± 10,15

(Nguồn: Trần Ngọc Hải và Nguyễn Thanh Phương, 2009)

Sau thời gian nuôi vỗ tích cực, cua cái sẽ đẻ trứng. Thời gian nuôi vỗ dao động khá lớn, có thể 5-100 ngày sau khi cắt mắt nuôi vỗ, tùy trường hợp chất lượng của gạch, chất lượng thức ăn hay môi trường, mùa vụ (Heasman và Fielder, 1983; Trần Ngọc Hải và *ctv*, 2002; Azra và Ikhwanudin, 2016). Thông thường, sau khi nuôi vỗ 2 tháng, nếu cua không đẻ thì có thể loại bỏ. Cua đẻ trứng không phải lúc nào cũng xảy ra vào những kỳ trăng kém hay trăng rằm mà bất kỳ ngày nào trong tháng. Cua thường đẻ trứng vào ban đêm, song cũng có lúc đẻ vào buổi sáng hay chiều. Cua có thể đẻ lại 2-3 lần sau 20-30 ngày đẻ trước đó (Trần Ngọc Hải và *ctv*, 1997; Trần Ngọc Hải và *ctv*, 2001). Quintino và *ctv* (2011) đã bước đầu nuôi vỗ và gia hóa cua mẹ *Scylla serrata* từ các quần thể khác nhau qua 2 thế hệ, kết quả cho thấy cua mẹ thế hệ F₀ có thể đẻ 3 lần, cách nhau 34-46 ngày mỗi lần, nhưng sức sinh

sản giảm dần; thời gian để có được đàn cua bố mẹ F_1 từ thế hệ F_0 là 10-14 tháng và đạt bố mẹ F_2 từ F_1 là 11-12 tháng.

3.2.3. Chăm sóc cua mang trứng

Cua mang trứng có thể có được từ cua nuôi vỗ tại trại, hay mua từ trại khác, hoặc mua từ ngư dân. Nếu mua cua mang trứng, khi vận chuyển cần đảm bảo nước tốt và đầy đủ Oxy. Mặc dù cua mẹ có thể sống một thời gian dài trong không khí ẩm không cần nước, tuy nhiên, trứng thụ tinh mà cua mẹ đang mang sẽ bị chết chỉ sau một giờ trong không khí.

Cua mới đẻ có trứng màu vàng; còn cua mua từ trại khác hay ngư dân thì trứng có thể có màu cam hay nâu.

Cua mang trứng được chuyên nuôi riêng biệt trong bể nhựa 50-100 L, không có đáy cát. Sục khí liên tục và thay nước mới 100% mỗi ngày. Tốt nhất chuyên sang bể nước mới mỗi ngày để hạn chế các bệnh động vật nguyên sinh, ký sinh trùng, nấm hay vi khuẩn dạng sợi trên trứng cua.

Trong thời gian nuôi cua mang trứng, vẫn cho cua ăn hàng ngày để đảm bảo cua no và không làm ảnh hưởng đến trứng. Trong thời gian ấp trứng, cua mẹ thường xuyên đứng cao, yếm thường duỗi ra sau và cử động quạt nước cho buồng trứng và thường dùng các chân bò loại bỏ trứng hư.

Tùy thuộc vào điều kiện môi trường nước, đặc biệt là nhiệt độ và độ mặn mà thời gian ấp trứng khác nhau, từ 7-10 ngày với nhiệt độ 23-25 °C và 34-35‰ (Marichamy và *ctv*, 1992), hay 16-17 ngày với nhiệt độ 23-25 °C (Cowan, 1984). Trong điều kiện nhiệt độ tối ưu 29-30 °C và độ mặn 30‰, trứng nở 9-10 ngày sau thời ấp và khi nhiệt độ trung bình thấp 25-26 °C hay độ mặn khoảng 20-25‰ hay 30-35‰ thì thời gian ấp trứng sẽ mất đến 12 ngày; đồng thời trứng cua không nở khi độ mặn dưới 15‰ hay trên 40‰ (Trần Ngọc Hải, 1997). Trứng thường nở vào ban đêm hay sáng sớm. Tùy điều kiện nhiệt độ và độ mặn, thời gian nở trứng (từ lúc bắt đầu nở đến khi nở xong) hay độ đồng loạt của nở trứng cũng khác nhau, thường 1-2 giờ hay có thể đến vài ngày. Tùy trường hợp, tỷ lệ nở có thể dao động lớn, 50-100%.

Trong quá trình nuôi cua mang trứng, trứng có thể bị nhiễm các mầm bệnh như động vật nguyên sinh, nấm, kí sinh trùng, vi khuẩn dạng sợi... đặc biệt nếu môi trường nước không tốt.

Tóm tắt phương pháp nuôi vỗ cua mẹ được thể hiện ở Bảng 3.4.

Bảng 3.4: Tóm tắt phương pháp nuôi vỗ cua mẹ

Đặc điểm	Phương pháp
Bể nuôi vỗ	100 lít – 2 m ³ , composite hay ximăng, tròn hay vuông, tuần hoàn hay thay nước, đáy cát và được thay hàng tuần
Mật độ nuôi	1 con/bể 100 lít hay 3 con/m ² bể lớn
Cất mắt	Cất 1 mắt
Ánh sáng	Che tối
Môi trường	28-33‰, 25-30 °C
Thay nước	Tuần hoàn, thay nước hay chảy tràn
Thức ăn	Tươi sống (Sò huyết, mực, cá biển...)
Thời gian nuôi	Ít nhất 5 ngày sau khi cất mắt
Nuôi cua mang trứng	Nuôi riêng trong bể nhỏ 50-100 lít, thay nước 100% mỗi ngày hay thay bể mới mỗi ngày, độ mặn 30‰, nhiệt độ 28-30 °C, sục khí liên tục, cho ăn đầy đủ.

3.3. Ương ấu trùng cua biển

3.3.1. Chọn và bố trí ương ấu trùng

Khi trứng cua sắp nở với màu xám nâu hay đen, cần bố trí sẵn sàng các bể ương ấu trùng. Bể ương ấu trùng Zoea có thể tích 0,5-1 m³; màu xám, cấp nước có độ mặn 30‰ đã được xử lý kỹ trước đó 5-7 ngày, sục khí liên tục cho bể ương.

Ấu trùng cua biển mới nở (Zoea-1) hầu như không còn noãn hoàng. Vì thế, cần phải thu, bố trí vào bể ương và cho ăn càng sớm càng tốt để đảm bảo sức khỏe và tỷ lệ sống của ấu trùng. Ấu trùng mới nở khỏe mạnh sẽ có tính hướng quang rất cao, vì thế để thu được ấu trùng khỏe và năng động, cần dùng đèn pin để tập trung ấu trùng lên một góc ở mặt nước, nơi có ánh sáng mạnh, sau đó thu ấu trùng bằng ống hút hay vợt. Nên xử lý, ngừa bệnh cho ấu trùng bằng cách rửa nhanh vợt chứa ấu trùng qua dung dịch formaline 200 mg/L trong 30 giây trước khi bố trí vào bể ương.

Ương ấu trùng có thể theo 3 phương pháp:

- (i) Ương 1 giai đoạn, từ Zoea-1 đến cua con C1 với mật độ bố trí 100-150 Zoea-1/L
- (ii) Ương 2 giai đoạn, từ Zoea-1 đến Zoea-5 với mật độ 200-300 Zoea-1/L và từ Zoea-5 đến cua con C1 với mật độ 25-50 Zoea-5/L.
- (iii) Ương 3 giai đoạn, Zoea-1 đến Zoea-4 với mật độ 200 - 300 Zoea-1/L, từ Zoea-4 đến Megalopa với mật độ 100-150 Zoea-4/L, và từ Megalopa đến cua con với mật độ ương 25-50 Megalopa/L.

Trong thực tế sản xuất, hầu hết các trại áp dụng phương pháp ương ấu trùng theo 2 giai đoạn. Trường hợp này, sau khi ương ấu trùng từ Zoea-1 đến giai đoạn Zoea-5, thì thu ấu trùng và chuyển sang bể mới, đáy phẳng. Các trại ở ĐBSCL hiện nay, mật độ ương ấu trùng ở các giai đoạn dao động khá lớn và trung bình từ 300-500 Zoea-1/L cho giai đoạn 1 và 80-90 Zoea-5/L ở giai đoạn 2.

Việc ương ấu trùng cua theo 2-3 giai đoạn có ưu điểm là có thể bố trí mật độ cao cho giai đoạn 1, để có thể bố trí cho ăn với mật độ thức ăn cao và ấu trùng bắt mồi hiệu quả hơn do việc bắt mồi theo cách ngẫu nhiên, ấu trùng ăn nhanh hết thức ăn và được cho ăn thức ăn mới thường xuyên hơn với chất lượng cao hơn. Đến giai đoạn 2 hay 3, mật độ ương được giảm xuống do ấu trùng bắt mồi chủ động từ Megalopa và để giảm hiện tượng ăn nhau. Việc ương 2-3 giai đoạn giúp đảm bảo môi trường nước mới và tốt cho ấu trùng, tiết kiệm diện tích trại và rút ngắn chu kỳ sản xuất.

3.3.2. Thức ăn và quản lý cho ăn

Trong nghiên cứu về thức ăn cho ấu trùng cua biển, đã có nhiều loại thức ăn được thử nghiệm như: luân trùng *Brachionus*, *Artemia*, *Copepoda*, tảo *Chlorella*, *Tetraselmis*, *Isochrysis*, *Skeletonema*, *Spirulina* và thức ăn nhân tạo. Ong (1964) lần đầu tiên nghiên cứu thành công ương ấu trùng cua biển, chỉ dùng ấu trùng *Artemia* cho ấu trùng cua ăn trong suốt thời gian ương; tuy nhiên tác giả cho rằng ấu trùng *Artemia* dường như quá lớn và bơi lội quá nhanh đối với ấu trùng cua nên khó bắt được mồi. Ting và Lin (1980) đã dùng luân trùng, và tảo *Chlorella*, *Spirulina* để ương ấu trùng Zoea và dùng ấu trùng *Artemia* cho các giai đoạn ương sau. Với hệ thống ương cải tiến, Heasman và Fielder (1983) đã thành công trong việc ương nuôi ấu trùng cua bằng thức ăn duy nhất là ấu trùng *Artemia*. Nhiều nghiên cứu khác cũng

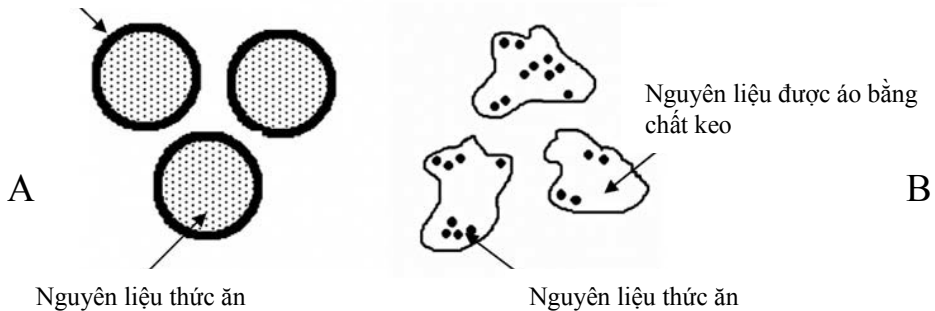
đã cho ấu trùng Zoea ăn các loại thức ăn như tảo *Skeletonema* hay *Isochrysis*, luân trùng và ấu trùng *Artemia* đông lạnh; và cho ấu trùng Megalopa ăn bằng *Artemia* 2 ngày tuổi. Trần Ngọc Hải (1997) đã nghiên cứu, đánh giá ảnh hưởng của các loại thức ăn khác nhau lên ấu trùng cua biển, cho thấy mặc dù luân trùng và tảo *Chlorella* là cần thiết cho ấu trùng giai đoạn đầu, tuy nhiên, việc cho ấu trùng ăn hoàn toàn bằng *Artemia* bung dù ở giai đoạn Zoea-1-2 và sau đó là *Artemia* mới nở và *Artemia* giàu hóa là hoàn toàn khả thi. Tuy nhiên, các qui trình ương ấu trùng cua biển khá phổ biến ở các nước hiện nay đều có sử dụng luân trùng (10-60 cá thể/ml) và tảo *Chlorella* (5000-50000 tế bào/ml) cho giai đoạn Zoea-1 và Zoea-2 (Quinitio, và *ctv*, 2002; Shelley và Lovatelli, 2011) và *Artemia* ở các giai đoạn sau. Theo Holme và *ctv* (2006), luân trùng và tảo *Chlorella* cho ăn ở giai đoạn Zoea-1 và Zoea-2 và *Artemia* từ giai đoạn sau góp phần nâng cao tỷ lệ sống của ấu trùng; và thức ăn nhân tạo chỉ nên cho ăn từ Zoea-3 do ấu trùng Zoea-1 và Zoea-2 chưa tiêu hóa được thức ăn nhân tạo.

Mỗi loại thức ăn có vai trò đặc thù. Việc cho ấu trùng ăn luân trùng kết hợp với tảo sẽ giúp ấu trùng Zoea-1 và Zoea-2 dễ bắt mồi, đồng thời, sẽ dễ dàng bổ sung dinh dưỡng giàu hóa cho luân trùng và tiếp đó là cho ấu trùng Zoea-1. Tuy nhiên, việc này đòi hỏi đầy đủ điều kiện cho khâu nuôi tảo và luân trùng như phòng thí nghiệm, khu nuôi sinh khối; lao động và kỹ thuật viên; qui trình kỹ thuật tốt, đảm bảo an toàn sinh học, đồng thời cũng đòi hỏi chi phí nuôi thức ăn tự nhiên. Đối với việc cho ăn hoàn toàn là *Artemia* (*Artemia* bung dù, *Artemia* mới nở và *Artemia* giàu hóa cho các giai đoạn khác nhau), tỷ lệ sống có thể thấp hơn nhưng ổn định, giúp đơn giản hóa kỹ thuật, đơn giản hóa nhiều khâu quan trọng trong trại, giảm chi phí đầu tư và lao động, và thuận lợi cho sản xuất qui mô lớn.

Bên cạnh đó, nghiên cứu phát triển và sử dụng thức ăn nhân tạo cho ấu trùng cua biển là vấn đề quan trọng để đơn giản hóa kỹ thuật trại, an toàn sinh học và nâng cao chất lượng ấu trùng. Tương tự như thức ăn cho ấu trùng tôm biển, các loại thức ăn nhân tạo cho cua biển hiện nay có thể dưới dạng viên vi nang hay dạng vi bao. Nhu cầu dinh dưỡng trong thức ăn nhân tạo cho ấu trùng cua biển là 34-50% đạm, 6-12% lipid, 0,5-1% Cholesterol, 3-4% phospholipid. Đối với Lipid, tỷ lệ dầu cá: dầu bắp là 1:1 cho kết quả tốt nhất về tỷ lệ sống ấu trùng so với các tỷ lệ khác (Holme và *ctv*, 2006; 2007; 2009). Theo Genodepa và *ctv* (2004), kích cỡ thức ăn nhân tạo phù hợp cho các giai đoạn Zoea-1, Zoea-3, Zoea-5 và Megalopa lần lượt là < 150, 150–250, 250–400 và 400– 600 μm . Đối với giai đoạn Megalopa, thay thế *Artemia* bằng thức ăn nhân tạo theo tỷ lệ 75% *Artemia* và 25% thức

ăn nhân tạo cho kết quả tỷ lệ sống cao nhất đến cua con, mặc dù khác biệt không có nghĩa so với 100% thức ăn nhân tạo hay 100% *Artemia* (Genodepa và *ctv*, 2004b).

Vách viên nang thức ăn



Hình 3.6: Cấu trúc các loại viên thức ăn nhân tạo

(Nguồn: Home và *ctv*, 2009)

A. Thức ăn viên vi nang – micro-encapsulated diet

B. Thức ăn viên vi bao – micro-bound diet

Trong các nghiên cứu thực nghiệm của Khoa Thủy Sản – Trường Đại học Cần Thơ gần đây cho thấy, việc cho ấu trùng cua ăn hoàn toàn bằng *Artemia* bung dù cho giai đoạn Zoea-1 và Zoea-2, *Artemia* mới nở từ Zoea-3; *Artemia* giàu hóa từ Zoea-5- Megalopa, kết hợp với thức ăn nhân tạo từ Zoea-3 là biện pháp đơn giản và hiệu quả tốt; và hầu hết các trại sản xuất giống cua ở ĐBSCL cũng cho ấu trùng ăn hoàn toàn bằng *Artemia* và thức ăn nhân tạo mà không cần luân trùng (Trần Ngọc Hải và Nguyễn Thanh Phương, 2009; Lê Quốc Việt và Trần Ngọc Hải, 2017; Trần Ngọc Hải và Lê Quốc Việt, 2017; Trần Ngọc Hải và *ctv*, 2017). *Artemia* bung dù, đặc biệt *Artemia* Vĩnh Châu rất phù hợp cho giai đoạn Zoea-1 và Zoea-2 và có khả năng thay thế hoàn toàn luân trùng do có đặc điểm lơ lửng trong nước, kích thước nhỏ và chất lượng cao.

Đánh giá khả năng thay thế *Artemia* bằng thức ăn nhân tạo trong ương ấu trùng cua biển (*Sylla paramamosain*) (Trần Ngọc Hải và Lê Quốc Việt, 2017)

Nghiên cứu nhằm đánh giá ảnh hưởng của việc thay thế *Artemia* bằng thức ăn tổng hợp đến tăng trưởng, tỷ lệ sống của ấu trùng cua biển đồng thời góp phần giảm chi phí thức ăn trong sản xuất giống cua biển. Thí nghiệm được bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên với 4 nghiệm thức: (i) cho ăn 2 lần thức ăn nhân tạo (TANT)+6 lần *Artemia* mỗi ngày; (ii) 3 lần TANT+5 lần *Artemia*; (iii) 4 lần TANT+4 lần *Artemia* và (iv) 5 lần TANT+3 lần *Artemia*; mỗi nghiệm thức được lặp lại 3 lần. Bể thí nghiệm có thể tích $0,5 \text{ m}^3$, mật độ ấu trùng 300 con/L và nước có độ mặn 30‰. Sau 12 ngày, ấu trùng ở các nghiệm thức đều chuyển sang Zoea-4 hoàn toàn thì tiến hành chuyển sang bể 2 m^3 ($1,5 \text{ m}^3$ nước) và tỷ lệ sống đạt từ 58,0 – 74,7%, nhưng khác biệt không ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$). Sau 21 ngày ương, tỷ lệ chuyển cua 1 ở các nghiệm thức là 100% và tốc độ tăng trưởng của cua ở các nghiệm thức sai khác không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$). Tuy nhiên, tỷ lệ sống từ giai đoạn Zoea-1 đến cua 1 thì khác nhau có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$), đạt cao nhất ở nghiệm thức sử dụng 3 lần thức ăn nhân tạo kết hợp 5 lần *Artemia*/ngày ($7,8 \pm 2,2\%$) và chi phí thức ăn để sản xuất 1.000 con cua 1 giống cũng thấp nhất (65.616 đồng).

Nhìn chung, đến nay đã có rất nhiều nghiên cứu về thức ăn và phương pháp cho ấu trùng cua biển ăn, bao gồm thức ăn tươi sống và thức ăn nhân tạo và đạt rất nhiều tiến bộ, góp phần ổn định qui trình sản xuất giống cua. Các loại thức ăn và phương pháp cho ăn cho ấu trùng cua biển đơn giản và cho kết quả ổn định tại Khoa Thủy Sản – Trường Đại học Cần Thơ được đề nghị như Bảng 3.5.

Bảng 3.5: Phương pháp cho ấu trùng cua ăn

Giai đoạn	Tảo <i>Chlorella</i>	Luân trùng Rotifer	<i>Artemia</i>	Thức ăn nhân tạo
Zoea-1 đến Zoea-2	- Có thể có hoặc không	- Có thể có hoặc không	- <i>Artemia</i> bung dù	
	- Mật độ 0,1-0,2 triệu tế bào/ml	- Mật độ cho ăn 20 cá thể/ml/lần	- Mật độ 1 cá thể/ml/lần - 3 giờ/lần	
Zoea-3 đến Zoea-5			- <i>Artemia</i> mới nở - Mật độ 2-3 cá thể/ml/lần - 5 lần/ngày	- Thức ăn nhân tạo Lansy hay Fripak dùng cho tôm biển - Lượng 1-2 g/lần - 3 lần/ngày, xen kẽ với cho ăn bằng <i>Artemia</i>
Megalopa			- <i>Artemia</i> giàu hóa - Mật độ 4-5 cá thể/ml - 5 lần/ngày	- Thức ăn nhân tạo Lansy hay Fripak dùng cho tôm biển - Lượng 2-5 g/lần - 3 lần/ngày, xen kẽ với cho ăn bằng <i>Artemia</i>

Trước khi cho ấu trùng ăn *Artemia* bung dù, *Artemia* mới nở hay *Artemia* giàu hóa, cần xử lý *Artemia* bằng cách rửa qua dung dịch formaline 200mg/ 30 giây để phòng ngừa bệnh cho ấu trùng. Phương pháp ấp nở trứng, thu và giàu hóa trứng *Artemia* được đề cập ở phần sau.

Đối với thức ăn nhân tạo, hiện nay có một số nghiên cứu về nhu cầu dinh dưỡng của ấu trùng cũng như xây dựng và sản xuất thức ăn chuyên cho ấu trùng, tuy nhiên, vẫn chưa phổ biến, vì vậy, nghề sản xuất giống cua biển vẫn dựa vào thức ăn cho tôm.

Cho ấu trùng ăn trung bình 3 giờ/lần suốt ngày và đêm. Điều này giúp ấu trùng luôn có đầy đủ thức ăn mới và giàu dinh dưỡng để phát triển. Tuy nhiên, cần tránh cho ăn quá dư thừa, gây ô nhiễm nước ương nuôi. Thông thường, nếu cho ăn đúng cách, không cần phải thay nước trong suốt thời

gian ương từ Zoea-1 đến Zoea-4 hay 5, cũng như suốt giai đoạn ương Megalopa.

3.3.3. Quản lý chất lượng nước

3.3.3.1. Nhiệt độ và độ mặn

Đã có nhiều công trình nghiên cứu thực nghiệm ương nuôi ấu trùng với các điều kiện nhiệt độ và độ mặn khác nhau. Chen và Jeng (1980) nhận thấy nhiệt độ càng cao thì thời gian biến thái càng nhanh, khoảng độ mặn và nhiệt độ thích hợp nhất là 25-30‰ và 26-30°C. Tỷ lệ bắt được mồi ở ấu trùng Zoea giảm khi nhiệt độ thấp dưới 20 °C. Giai đoạn ấu trùng cua có thể kéo dài 28-35 ngày ở nhiệt độ 25-27°C, trong khi nó chỉ mất 26-30 ngày ở 28-30°C. Heasman và Fielder (1983) thấy rằng khi tăng nhiệt độ từ 19,2-23°C lên 25,3-27,5°C cùng với việc tăng mật độ *Artemia*, tỷ lệ sống của ấu trùng cũng tăng đáng kể. Cùng với hoạt động của phần đuôi để bắt mồi, các hoạt động di chuyển lượn tròn của ấu trùng cũng tăng lên khi nhiệt độ tăng trong khoảng từ 23 lên 27°C. Khi ương ấu trùng Magalope, Ong (1964) nhận thấy, giai đoạn này kéo dài khoảng 11-12 ngày ở nồng độ muối 29-33‰, trong khi chỉ có 7-8 ngày ở độ mặn 21-27‰.

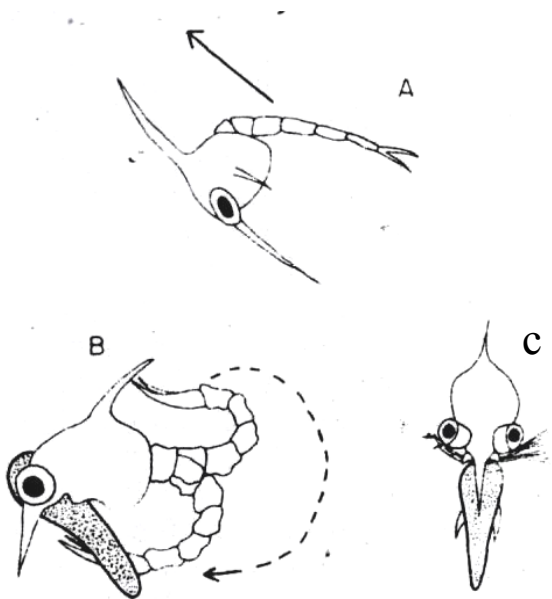
Trong các nghiên cứu thực hiện tại Khoa Thủy Sản – Trường Đại học Cần Thơ, nhiệt độ thường dao động trong khoảng 25-31°C và độ mặn duy trì ở 30‰, thì thời gian ương các giai đoạn Zoea mất 15-16 ngày, Megalopa mất 7-8 ngày và thời gian từ Zoea-1 đến Cua C1 mất 23-25 ngày (Nguyễn Trường Sinh, 1999; Trần Minh Nhứt và *ctv*, 2010; Phạm Văn Quyết và *ctv*, 2010; Lâm Tâm Nguyên, 2010; Lý Văn Khánh và *ctv*, 2015; Lê Quốc Việt và *ctv*, 2016, Châu Tài Tảo và *ctv*, 2016).

Liên quan đến các yếu tố môi trường, Wormhoutdt và Humbert (1994) cho rằng quá trình lột xác của giáp xác chịu ảnh hưởng của các yếu tố bên ngoài và bên trong. Khi tăng nhiệt độ đến mức thích hợp sẽ làm tăng tần số lột xác. Nhiệt độ còn là nhân tố quan trọng ảnh hưởng đến hoạt động trao đổi chất của cơ thể sinh vật nói chung và của giáp xác nói riêng.

Trong trại sản xuất giống, để ổn định nhiệt độ, cần thiết kế và xây dựng nhà trại đủ cao và rộng, có cửa sổ điều hòa nhiệt độ; đồng thời có thể che đậy bề ương với tấm nhựa trong suốt. Độ mặn nước ở các trại sử dụng nguồn nước ót có thể tự điều chỉnh phù hợp, tuy nhiên, các trại sử dụng nước lợ tự nhiên thì độ mặn nước sẽ phụ thuộc nhiều vào mùa vụ, cần có biện pháp trữ nước biển hay nước ót dự phòng.

3.3.3.2. Ánh sáng

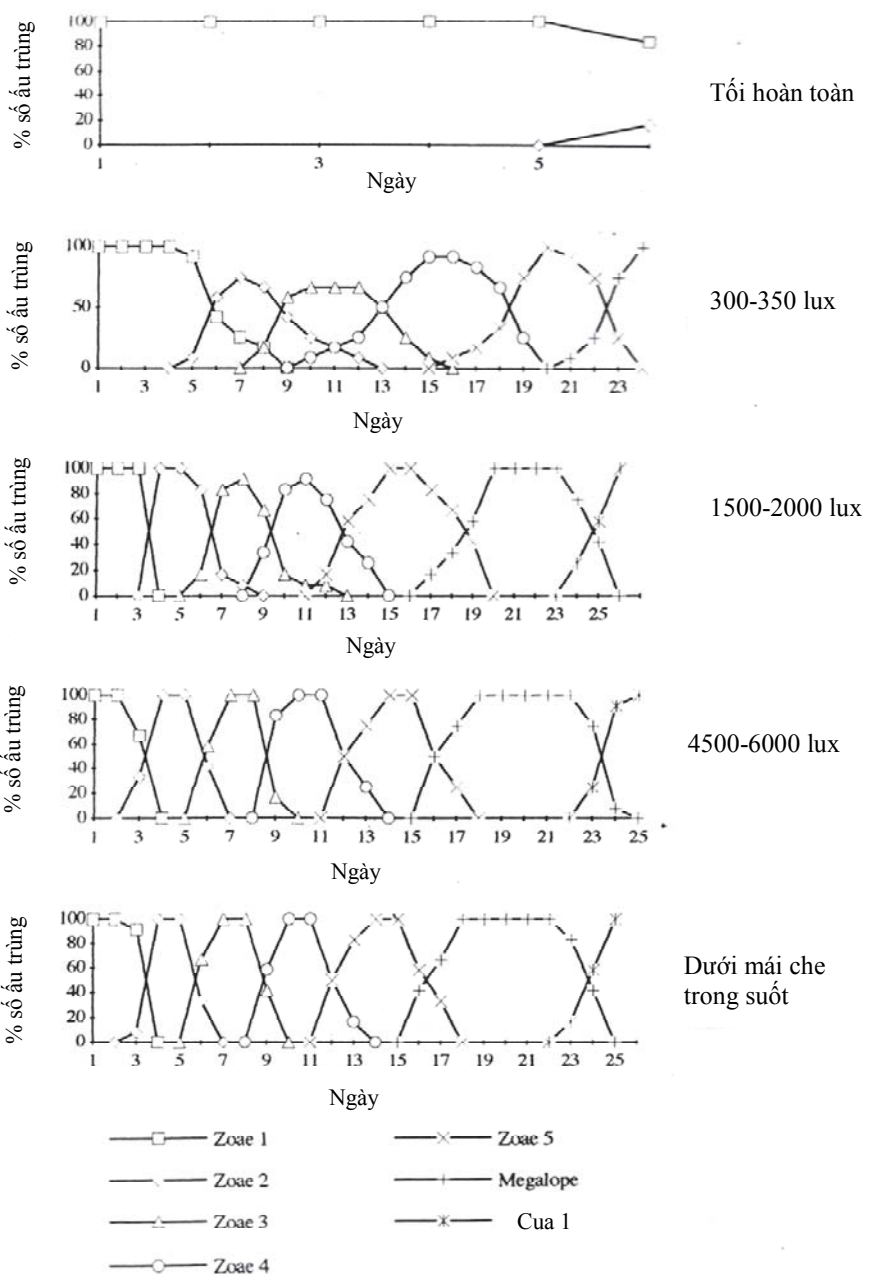
Theo Wormhoudt và Humbert (1994), đối với giáp xác, tăng nhiệt độ, kéo dài thời gian chiếu sáng thích hợp sẽ kích thích quá trình lột xác. Cường độ chiếu sáng ảnh hưởng rất lớn đến hoạt động của các men tiêu hóa và đến sinh trưởng của cua. Trần Ngọc Hải (1997) nghiên cứu về ảnh hưởng của ánh sáng trong ương nuôi ấu trùng cua cho thấy chu kỳ chiếu sáng 12-24 giờ/ngày và cường độ chiếu sáng 4500 lux đến 50.000 lux (dưới mái che trong suốt) cho kết quả biến thái và tỷ lệ sống của ấu trùng cua là cao nhất. Che tối hoàn toàn 24 giờ trong suốt thời gian ương, thì ấu trùng Zoea-1 không chuyển được sang Zoea-2, và chết hoàn toàn sau 7 ngày. Trong thực tế sản xuất ở ĐBSCL, nhiều trại có mái che sáng và tối xen kẽ nhau thì ánh sáng có thể quá cao lúc tole còn mới, đồng thời nhiệt độ có thể dao động lớn. Vì thế, nhiều trại cua biển, nhất là các trại chuyển từ sản xuất giống tôm biển sang cua, thì trại áp dụng phương pháp che mái trại bằng tole tối hoàn toàn, đồng thời dùng đèn pha trên mỗi bể. Tuy nhiên, điều này sẽ làm tăng chi phí sản xuất.



Hình 3.7: Tập tính bơi lội và bắt mồi của ấu trùng cua

(Nguồn: Warner, 1977)

A. Mũi tên là hướng di chuyển, B và C. Ấu trùng vẫy phân bụng và bắt giữ mồi



Hình 3.8: Ảnh hưởng của cường độ chiếu sáng lên thời gian phát triển của các giai đoạn ấu trùng cua biển

(Nguồn: Trần Ngọc Hải, 1997)

3.3.3.3. Oxy hòa tan

Oxy hòa tan là yếu tố đặc biệt quan trọng trong sản xuất giống và nuôi thủy sản. Nhìn chung, trong sản xuất giống và ương nuôi ấu trùng cần đảm bảo hàm lượng Oxy hòa tan trong nước trên 5 mg/L (FAO, 2007). Sục khí liên tục và đầy đủ sẽ đảm bảo cung cấp Oxy cho ương nuôi và loại bỏ khí độc. Ngoài ra, sục khí giúp ấu trùng và thức ăn được phân bố đều trong bể nuôi. Trong ương ấu trùng Zoea, việc sử dụng bể tròn, đáy hình nón (phễu) và đặt viên đá bọt sục khí giữa đáy bể sẽ giúp ấu trùng phân không bị lắng xuống đáy bể, vì thế hạn chế ăn nhau hay bị chết. Tuy nhiên, đến giai đoạn Megalopa, cần sục khí đều và nhẹ nhàng trong khắp bể ương, để ấu trùng Megalopa và cua con có thể bám vào giá thể hay lắng xuống đáy bể.

3.3.3.4. Độ đậm

Trong sản xuất giống các đối tượng thủy sản, hàm lượng đạm được khuyến cáo đảm bảo dưới 1 mg/L đối với tổng đạm Amôn, và dưới 0.1 mg/L đối với Nitrite. Tuy nhiên, đến nay chưa có nhiều nghiên cứu về ngưỡng chịu đựng của ấu trùng cua biển đối với các yếu tố đạm Amôn và Nitrite. Theo Mary và ctv, (2007) thí nghiệm về độ độc cấp tính của nitrite lên ấu trùng cua biển (*Scylla serrata*) cho thấy LC_{50-96h} của nitrite với ấu trùng Zoea-1 là 41,58 mg/L, và Zoea-5 là 69,93 mg/L, và nồng độ an toàn cho ương ấu trùng là 4,16 mg/L đối với ấu trùng Zoea-1 và 6,99 mg/L với Zoea-5. Trong các nghiên cứu thực hiện tại Khoa Thủy Sản – Trường Đại học Cần Thơ, hàm lượng Amon thông thường trong khoảng 0,5-5,0 mg/L và Nitrite trong khoảng 0,1-4,0 mg/L. Theo Trần Ngọc Hải và Trương Trọng Nghĩa (2004), trong ương ấu trùng cua biển trong môi trường nước xanh cho thấy đôi khi hàm lượng Amon trong môi trường nước đến 5 mg/L và nitrite lên đến 1 mg/L nhưng ấu trùng cua vẫn phát triển bình thường.

Trong sản xuất giống thủy sản nói chung và cua biển nói riêng, việc quản lý, đảm bảo hàm lượng đạm Amôn và Nitrite trong phạm vi thích hợp là khâu kỹ thuật quan trọng. Có nhiều biện pháp để xem xét và quản lý, bao gồm hệ thống ương nuôi (nước trong hồ, nước xanh, tuần hoàn), mật độ nuôi thích hợp với từng hệ thống, phương pháp cho ăn và quản lý cho ăn, tránh dư thừa; và hiện nay, có nhiều loại chế phẩm sinh học có thể được sử dụng. Chế phẩm sinh học chủ yếu là các loại vi khuẩn có lợi như *Bacillus*, *Lactobacilus*, *Nitrosomonas* và *Nitrobacter*. Chế phẩm sinh học ngoài tác dụng ổn định môi trường, hấp thu, chuyển hóa đạm trong nước, mà còn có thể giúp tăng cường tiêu hóa, miễn dịch, tăng trưởng của các đối tượng nuôi; đồng thời giúp ngăn ngừa sự phát triển của vi khuẩn gây bệnh, đảm bảo an

toàn sinh học (Balcazar và *ctv*, 2006; Quang và *ctv*, 2008; Adytia và *ctv*, 2008; Zhou và *ctv*, 2009, Wu và *ctv*, 2014, Dan và Hamasaki, 2015).

3.3.3.5. pH, độ kiềm, độ khoáng

pH và độ kiềm trong nước ương nuôi cũng ảnh hưởng quan trọng đến sự phát triển và tỷ lệ sống của ấu trùng. pH tốt nhất nên duy trì ở mức 7,5-8,5. Lý Văn Khánh và *ctv* (2015) nghiên cứu ương nuôi ấu trùng cua biển với hàm lượng kiềm khác nhau, từ 80-160 mg CaCO₃/L, kết quả cho thấy, hàm lượng kiềm thích hợp nhất cho sự biến thái, tăng trưởng và tỷ lệ sống của ấu trùng là 80-120 mg CaCO₃/L.

Trong ương ấu trùng cua biển, khoáng vi lượng cũng rất cần thiết. Trong nghiên cứu ương ấu trùng cua có bổ sung lượng khoáng khác nhau là 0, 20, 40, 60 và 80 ml dung dịch khoáng /m³ nước, 3 ngày/lần, kết quả cho thấy ở liều lượng 40 ml/m³, ấu trùng biến thái nhanh nhất (LSI = 7,25 ngày 21), đạt kích cỡ cua C1 lớn nhất (CW = 2,74 mm) và tỷ lệ sống cao nhất (7,8%) so với các nghiệm thức khác. Dung dịch khoáng gồm các thành phần Phospho, Canxi, FeSO₄, CuSO₄, ZnSO₄, Mangan, Cobalt, Sodium bicarbonate, Sodium benzoate, Sodium Chloride, Potassium chloride (Châu Tài Tảo và Trần Ngọc Hải, 2016).

3.3.3.6. Thay nước

Thay nước là khâu quan trọng trong ương ấu trùng. Ngoài tác dụng đảm bảo nước ương nuôi trong sạch, giảm thiểu gây sốc, phát sinh mầm bệnh và gây bệnh cho ấu trùng, thay nước còn giúp kích thích ấu trùng lột xác đồng loạt.

Trong ương nuôi ấu trùng cua, chế độ thay nước cũng rất khác nhau trong nghiên cứu ở các nơi, có thể thay nước hàng ngày 10-75% hay tuần hoàn.

Đối với phương pháp ương ấu trùng 1 giai đoạn từ Zoea-1- đến Cua 1, thời gian ương nuôi dài, việc thay nước định kỳ là rất cần thiết. Thông thường 2-3 ngày thay nước một lần, với tỷ lệ 20-30% thể tích bể ương.

Đối với qui trình ương theo 2-3 giai đoạn, có thể không cần phải thay nước trong mỗi giai đoạn ương, mà sẽ thu và chuyển ấu trùng sang bể nước mới hoàn toàn ở giai đoạn Zoea-4, Zoea-5 hay Megalopa.

Bảng 3.6: Biến động các yếu tố môi trường nước trong ương ấu trùng cua biển tại Khoa Thủy Sản – Trường Đại học Cần Thơ

Các yếu tố	Trung bình	Nguồn
Nhiệt độ (°C)	26-30	Lâm Tâm Nguyên, 2010
	28-30,2	Lê Quốc Việt và Trần Ngọc Hải, 2015
	26,7-30,5	Trần Minh Nhứt và <i>ctv</i> , 2010
	28,5-30,4	Trần Ngọc Hải và Lê Quốc Việt, 2015
pH	8,24-8,37	Lê Quốc Việt và Trần Ngọc Hải, 2015
	8,0-8,5	Trần Ngọc Hải và Lê Quốc Việt, 2015
	8,0-8,5	Lý Văn Khánh và <i>ctv</i> , 2015
Oxy hòa tan (mg/L)	5,26-5,47	Trần Minh Nhứt và <i>ctv</i> , 2010
Amon (mg/L)	0,2-1,4	Lâm Tâm Nguyên, 2010
	0,27-5,0	Lê Quốc Việt và Trần Ngọc Hải, 2015
	0,5-5,0	Trần Ngọc Hải và Lê Quốc Việt, 2015
	0,21-0,72	Trần Minh Nhứt và <i>ctv</i> , 2010
Nitrite (mg/L)	0,13-4,15	Lâm Tâm Nguyên, 2010
	0,2-4,7	Lê Quốc Việt và Trần Ngọc Hải, 2015
	0,1 – 0,45	Trần Ngọc Hải và Lê Quốc Việt, 2015
	0,02-0,37	Trần Minh Nhứt và <i>ctv</i> , 2010
Độ kiềm (mg/L)	80-160	Lý Văn Khánh và <i>ctv</i> , 2015

3.3.3.7. Vật bám

Đặc điểm quan trọng của ấu trùng cua là đến giai đoạn Megalopa và cua con, cua có xu hướng bám vào giá thể hay thành và đáy bể. Vì thế, cần đặt giá thể vào bể ương để cua bám, tạo không gian, giảm thiểu hiện tượng ăn nhau của cua. Đã có nhiều nghiên cứu các nơi, thử nghiệm các loại giá thể khác nhau như tấm nhựa, lưới, vỏ, cát, vỏ động vật thân mềm... Tuy nhiên, sử dụng các tấm lưới nhựa hay các chùm nylon được xem là tiện dụng và hiệu quả hơn. Các kết quả nghiên cứu cho thấy rằng, ương ấu trùng Megalopa với mật độ 5000 con/m², mức nước 40 cm và mật độ giá thể 2 m² lưới nhựa/m² diện tích đáy bể cho kết quả tốt nhất về tỷ lệ sống của cua (Tran Ngọc Hai và *ctv*, 2017).

3.3.4. San thưa

San thưa hay chuyển bể cho ấu trùng cua trong quá trình ương là khâu kỹ thuật đặc thù trong sản xuất giống cua. Để nhằm tiết kiệm diện tích, tăng chu kỳ sản xuất, tăng hiệu quả cho ăn và bắt mồi của cua, tăng tỷ lệ sống, đồng thời quản lý được tập trung, thì việc ương ấu trùng cua thường được phân thành 2-3 giai đoạn, với mật độ cao ban đầu và san thưa, giảm mật độ ở giai đoạn sau. Trong ương nuôi ấu trùng 2 giai đoạn, việc san thưa từ giai đoạn Zoea-4 hay Zoea-5 sẽ cho hiệu quả tốt hơn so với san thưa sớm ở giai đoạn Zoea-3 hay trẻ ở Megalopa (Lê Quốc Việt và Trần Ngọc Hải, 2017). Để san thưa, tốt nhất nên dùng vợt lưới mịn để gom ấu trùng và chuyển vào thau nước trong khi vẫn giữ vợt trong nước, sau đó chuyển thau nước sang bể mới. Có thể thu bằng vợt và chuyển trực tiếp sang bể mới khi khoảng cách các bể gần nhau. Tuy nhiên việc này có thể gây sốc cho ấu trùng. Khi chuyển ấu trùng sang bể mới, ấu trùng có thể sẽ lắng xuống đáy bể một thời gian. Vì thế, cần thường xuyên dùng dụng cụ để đảo nhẹ đáy bể, giúp phân tán ấu trùng đều vào cột nước.

3.3.5. Quan sát, theo dõi và quản lý sức khỏe ấu trùng

Quan sát, theo dõi hoạt động ấu trùng cũng như sự phát triển của ấu trùng hàng ngày là rất cần thiết để đánh giá sức khỏe ấu trùng cũng như có biện pháp điều chỉnh, quản lý thức ăn và môi trường thích hợp.

Trong ương nuôi ấu trùng, ngoài các biện pháp chung trong chăm sóc cho ăn và quản lý chất lượng nước để tăng cường sức khỏe ấu trùng, thì biện pháp quan trọng trong việc phòng ngừa bệnh ở cua là dùng chế phẩm sinh học (Probiotics) hoặc dùng kháng sinh. Wu và *ctv* (2014) cho thấy, probiotics

Bacillus subtilis DCU, *Bacillus pumilus* BP giúp tăng cường miễn dịch ở cua biển và chống lại vi khuẩn *Vibrio parahaemolyticus*. Trong khi đó, nhiều báo cáo cho biết dùng thuốc kháng sinh (Oxytetracycline) hay hóa chất (Formaline) để phòng ngừa vi khuẩn, nấm, protozoa giúp nâng cao tỷ lệ sống ấu trùng (Lavilla-Pitogo và Peña, 2004 ; Shelly và Lovatelly, 2011).

Ấu trùng khỏe có thể được nhận biết thông qua các đặc điểm như Bảng 3.7. Trong các đặc điểm quan sát và đánh giá, có chỉ tiêu quan trọng là Chỉ số giai đoạn ấu trùng (Larval Stage Index ; LSI). Chỉ số này được tính toán theo công thức sau đây:

$$LSI = \frac{(N_1.n_1) + (N_2.n_2) + (N_i.n_i)}{n_1 + n_2 + n_3}$$

Trong đó:

- N_1, N_2, \dots, N_i là giai đoạn ấu trùng (Qui định là trị số 1 cho Zoea-1; 2 cho Zoea-2; 3 cho Zoea-3; 4 cho Zoea-4; 5 cho Zoea-5; 6 cho Megalopa; và 7 cho cua C1).
- n_1, n_2, \dots, n_i là số ấu trùng thu và quan sát của giai đoạn tương ứng

Thông thường, 3 ngày quan sát và ghi nhận 1 lần với tổng số ít nhất là 10 con ấu trùng mỗi bể ương.

Ngoài ra, còn có thể nhận biết tình trạng sức khỏe ấu trùng thông qua hoạt động, tập tính của ấu trùng, quan sát mầm bệnh hay triệu chứng bệnh của ấu trùng dưới kính hiển vi, và có thể phân tích mầm bệnh virus thông qua kiểm tra PCR.

3.3.6. Thu hoạch và vận chuyển cua con

Sau thời gian ương nuôi khoảng 23-25 ngày từ Zoea-1 hay 7-8 ngày từ Magelopa, hầu hết ấu trùng đã chuyển sang cua con (C1). Tùy trường hợp, các trại sản xuất có thể sẽ thu hoạch cua vào giữa giai đoạn cua C1 hay ương thêm đến C2 trước khi xuất bán. Thông thường thu hoạch cua vào giữa giai đoạn C1, tức ngày thứ 2 sau khi hầu hết cua C1 xuất hiện. Ở giai đoạn này, cua có chấm nâu đen trên mai, chắc, đầy đặn, khỏe, năng động hơn so với giai đoạn ngày đầu tiên cua mới chuyển từ Megalopa sang, vốn còn trong suốt và yếu. Tuy nhiên, cũng không nên thu và chuyển cua khi một số đang chuyển sang cua C2, vì cua dễ lột xác khi vận chuyển, gây hao hụt.

Bảng 3.7: Các đặc điểm của ấu trùng khỏe

Đặc điểm	Mô tả
Kích cỡ và chỉ số giai đoạn ấu trùng (LSI)	Ấu trùng khỏe sẽ lột xác, phát triển bình thường. Chỉ số LSI thông thường ở ngày 1 là 1,0 (Zoea-1); ngày 3 là 1,7-1,9 (Zoea-1, một số Zoea-2); ngày 6 là 2,9-3,0 (Zoea-2, một số Zoea-3); ngày 9 là 3,7-3,9 (Zoea-3, một số Zoea-4); ngày 12 là 4,8-4,9 (Zoea-4, một số Zoea-5); ngày 15 là 5,9-6,0 (Zoea-5, một số Megalopa); ngày 18 là 6,0 (Megalopa); ngày 21 là 7,0 (Cua 1).
Màu sắc ấu trùng	Ấu trùng khỏe có màu sắc trong trẻo và có sắc tố nâu, không bị trắng đục.
Hoạt động bơi lội, bắt mồi của ấu trùng	Ấu trùng Zoea-1 và Zoea-2 rất năng động, thường xuyên có thân cuộn tròn và hoạt động cuộn tròn lên xuống, tập trung nơi có ánh sáng. Quan sát ấu trùng qua cốc thủy tinh cho thấy ấu trùng thường xuyên vận động và bắt mồi. Di chuyển liên tục trong cột nước, không bị lơ dờ, duỗi thân hay lắng xuống đáy cốc.
Tất sục khí	Ấu trùng Zoea tập trung nhanh lên gần mặt nước và gom dày đặc nơi có ánh sáng thích hợp trong bể, không bị quá nắng hay tối. Ấu trùng Megalopa bơi lội phân tán nhanh khắp bể ương.
Quan sát dưới kính hiển vi	Ấu trùng khỏe, có các gai trắng, gai chùy, gai bên nguyên vẹn, không bị mòn hay hoại tử. Cơ thể không có động vật nguyên sinh, nấm hay ký sinh trùng bám. Dạ dày ở phần đầu ngực và ruột ở phần thân (đuôi) chứa đầy thức ăn. Thấy rõ sắc tố nâu.
Chuyển bể, san thưa	Cua khỏe không bị lắng, hoặc lắng ít, hoặc cua lắng nhưng sẽ khỏe và bơi lội bình thường sau thời gian ngắn.
Chuyển giai đoạn của ấu trùng	Chuyển giai đoạn nhanh và đồng loạt trong 1-2 ngày; ít hao hụt. Trong bể ương nuôi, tốt nhất chỉ nên tồn tại tối đa 2 giai đoạn ấu trùng trong 1 thời điểm.
Bám giá thể và đáy bể	Megalopa và cua con bám đều vào giá thể lưới đặt trong bể cũng như đáy bể.
Nhuộm Gram hay nuôi cấy vi khuẩn	Không có vi khuẩn Gram ⁻ hay Gram ⁺
Kiểm tra PCR	Không có virus đốm trắng và các loại virus khác.

Tỷ lệ sống từ Zoea-1 đến cua C1 hiện nay trong nghiên cứu cũng như trong sản xuất ở các nơi trung bình từ 5-10%, có trường hợp đến 15%. Các trại sản xuất giống cua ở ĐBSCL có năng suất trung bình khoảng 5.000 con C1/m², 1-2 triệu con /đợt sản xuất và 4-5 triệu con/trại/năm, trại lớn có thể đến 10-30 triệu con/trại/năm (Tran Ngoc Hai và ctv, 2017).

Bảng 3.8: Tóm tắt kỹ thuật ương ấu trùng cua biển

Đặc điểm	Phương pháp
Bể ương	0,5-5 m ³ , composite hayximăng, hở hay tuần hoàn
Mật độ ương	<ul style="list-style-type: none">• Ương 1 giai đoạn: 100-150 Zoea-1/L• Ương 2 giai đoạn: 200-300 Zoea-1/L; 25-50 Zoea-5/L• Ương 3 giai đoạn: 200-300 Zoea-1/L; 100-150 Zoea-4/L, 25-50 Megalopa/L
Thức ăn	
<ul style="list-style-type: none">• Zoea-1 đến Zoea-2	<i>Artemia</i> bung dù (1-2 con/ml; 3 giờ/lần, 8 lần/ngày đêm hoặc/và Luân trùng 10 cá thể/ml + Tảo 0,1-0,2 triệu tế bào /ml
<ul style="list-style-type: none">• Zoea-3 đến Zoea-5	<i>Artemia</i> mới nở 2-3 con/ml; 5 lần/ngày Thức ăn nhân tạo 1-2g/ml; 3 lần/ngày
<ul style="list-style-type: none">• Megalopa	<i>Artemia</i> giàu hóa 3-5 con/ml; 5 lần/ngày TANT: 2-5 g/m ³ , 3 lần/ngày
Môi trường	25-30 °C, pH: 7,5-8,5 Nhiệt độ 25-30°C, độ mặn 28-30‰ cho Zoea, 25-28‰ cho Megalopa; pH: 7,5-8,5, NH ₄ < 1 mg/L; NO ₂ < 0,1 mg/L; Độ kiềm 80-120 mg/L; Oxy hòa tan > 5 mg/L
Ánh sáng	4500-6000 lux, chiếu sáng 12-24 giờ/ngày
Giá thể	Lưới nhựa, chum nylon (từ Megalopa)
Thay nước	Hạn chế hoặc tuần hoàn
Thời gian	23-25 ngày
Tỷ lệ sống	5-15% từ Z1 đến C1

Việc vận chuyển cua con cũng đã được một số nơi nghiên cứu và thực nghiệm các phương pháp khác nhau. Tuy nhiên, phương pháp đơn giản và hiệu quả nhất hiện nay là vận chuyển ướt bằng khay nhựa. do cua có khả năng sống trong điều kiện ẩm, không cần nước. Khay nhựa vận chuyển cua con có kích cỡ 20 cm x 30 cm và cao 5 cm được trải lên 1 tấm lưới vải có nước lấp xấp trên mặt. Mỗi khay bố trí 1000 con cua C1. Tấm lưới vải này sẽ giúp cua bám và giảm ăn nhau trong quá trình vận chuyển. Các khay sau đó được xếp chồng lên nhau nhưng các đáy khay không chạm nhau và cho vào bao để vận chuyển. Thời gian vận chuyển có thể 5-10 giờ mà không ảnh hưởng đến cua con.

3.4. Ương cua giống

Các thông tin về ươm nuôi cua con lần đầu tiên được báo cáo bởi Ong (1966). Cua con được giữ trong những bể chứa nhỏ và cho ăn bằng ấu trùng *Artemia*, thịt tôm, sò. Trong khoảng độ mặn 21-31‰, thời gian giữa các lần lột xác ngắn hơn khi nồng độ muối thấp. Ở Đài Loan, cua con được ương trong bể xi măng 15-20 m³, đáy bể có bùn, độ mặn môi trường ương là 10-21‰, mức nước trong bể từ 20-50 cm và thay nước 100% mỗi ngày. Cua 1 thả với mật độ 2.000-3.000 con/m² và ương trong 2 tuần đạt cỡ 1 cm. Thức ăn dùng cho cua con là cá tạp. Tỷ lệ sống sau 2 tuần ương đạt 50-70% (Cowan, 1983).

Hiện nay, ương cua giống là khâu quan trọng và phổ biến để cung cấp giống có kích cỡ lớn, khỏe mạnh, thích ứng tốt với điều kiện môi trường nuôi và nhất là có thể cung cấp chủ động hơn cho nghề nuôi cua thương phẩm. Ở ĐBSCL, nếu như trước đây, khâu ương giống được thực hiện chủ yếu ở các trại sản xuất giống, thì hiện nay khâu này chủ yếu do các nông hộ thực hiện. Ương giống có thể bắt đầu từ giai đoạn cua C1 hay từ giữa giai đoạn ấu trùng Megalopa.

Phương tiện ương cua có thể là bể xi-măng, bể composite, giai lưới, hay đơn giản là bể đất lót bạt. Bể ương có kích cỡ 10-100 m², mức nước sâu 20-40 cm. Bể ương có đặt các loại lưới để làm giá thể cho cua bám. Bể ngoài trời cần thiết có bố trí lưới che để giảm ánh nắng trực tiếp và tránh biến động nhiệt độ lớn. Trong thực tế sản xuất, nước ương cua con không cần phải xử lý mà có thể bơm trực tiếp nước lợ từ sông rạch hay ao đầm nuôi tôm vào bể ương cua.

Mật độ cua con thả ương trung bình 300-500 con/m². Cua giống hay Megalopa thả ương nên khỏe mạnh, nhanh nhẹn, có màu sắc đậm (biểu hiện

ở giữa chu kỳ lột xác). Cua giống C1 có kích cỡ khoảng 3 mm. Nên thả giống vào lúc trời mát.

Nhiều loại thức ăn và phương pháp cho cua ăn đã được đề cập. Trần Ngọc Hải (1997) nghiên cứu so sánh các loại thức ăn khác nhau gồm thức ăn viên nhân tạo, thịt cá tạp, thịt tép và trùng chỉ cho ương cua con trong thời gian 30 ngày từ cua C1, kết quả cho thấy, cua con hoàn toàn sử dụng tốt thức ăn viên nhân tạo và cho tốc độ tăng trưởng tốt hơn các loại thức ăn khác, tỷ lệ sống khác biệt không nghĩa, mặc dù ở nghiệm thức cho ăn thức ăn viên nhân tạo, cua có hiện tượng ăn nhau nhiều hơn. Điều này mở ra triển vọng lớn cho việc thâm canh hóa nghề ương nuôi cua. Nguyễn Thị Ngọc Anh (2011) sử dụng các dạng *Artemia* sinh khối cho ương cua con và cho thấy *Artemia* sinh khối đông lạnh hay còn sống cho cua ăn đều cho kết quả rất tốt, đặc biệt là *Artemia* sống, và điều này rất thuận lợi cho việc tận dụng nguồn *Artemia* sinh khối phong phú và chất lượng cao cho sản xuất giống và ương nuôi các đối tượng thủy sản. Các nghiên cứu khác so sánh các loại thức ăn đơn lẻ gồm tép, cá, trùn chỉ, thức ăn nhân tạo với hỗn hợp các loại trên trong ương cua con, kết quả cho thấy, việc cho ăn hỗn hợp cho kết quả tốt nhất về tăng trưởng và tỷ lệ sống của cua con. Trong thực tế sản xuất, các trại ương cua biển ở ĐBSCL chủ yếu sử dụng thức ăn đơn giản là con ruốc (*Acetes*) sống hay đông lạnh được thu vớt từ sông rạch hay ao đầm nuôi tôm quảng canh trong vùng (Trần Ngọc Hải, 2009; Trần Ngọc Hải và Lê Quốc Việt, 2015). Ruốc con có kích cỡ 0,5-1 cm, còn sống là thức ăn lý tưởng vì bơi lội chậm và phân bố khắp trong bể nên dễ cho cua con hay *Megalopa* bắt mồi, đồng thời ít làm dơ nước. Đây cũng là thức ăn sẵn có, dễ tìm và rẻ nên rất thuận lợi cho nghề ương cua con trong vùng. Ngoài ra, thức ăn công nghiệp cũng được sử dụng rất phổ biến hiện nay cùng với cho ăn bằng ruốc. Trong thời gian ương, cua được cho ăn phối hợp các loại thức ăn 2-3 lần/ngày. Có khoảng 60% số hộ có kết hợp cho ăn ruốc và thức ăn nhân tạo cho ương cua con.

Hàng ngày, cần thay nước 1-2 lần với tỷ lệ 50-100%. Thay nước đều giúp cua lột xác đồng loạt và sớm. Độ mặn nước ương cua con tốt nhất trong khoảng 18-24‰; độ mặn thấp 6-12‰ hay thấp hơn dễ gây hiện tượng cua bị bẫy lột xác và chết; ở độ mặn 30‰ cua chậm lột xác và lột xác không đồng loạt, dễ ăn nhau (Trần Ngọc Hải, 1997).

Tùy theo giai đoạn ương từ *Megalopa* hay cua con C1 và tùy nhu cầu thị trường, sau thời gian ương trung bình 1-2 tuần, có thể thu hoạch cua chuyên cho nuôi thương phẩm. Tỷ lệ sống đạt 70-90%.

Ảnh hưởng của các dạng sinh khối *Artemia* khác nhau được dùng làm thức ăn lên tỉ lệ sống, sự lột xác và tăng trưởng của cua biển (*Scylla paramamosain*) (Anh và ctv, 2011)

Thí nghiệm được thực hiện nhằm đánh giá ảnh hưởng của các dạng *Artemia* sinh khối khác nhau được dùng làm thức ăn lên tỉ lệ sống, sự lột xác và tăng trưởng của cua biển (*Scylla paramamosain*). Cua con ở giai đoạn Instar 1 với khối lượng trung bình $0,0082 \pm 0,0007g$ được ương riêng theo cá thể và theo đàn, chúng được cho ăn với các khẩu phần ăn khác nhau có chứa thịt tôm tươi (thức ăn đối chứng), *Artemia* sinh khối sống, *Artemia* sinh khối đông lạnh và thức ăn chế biến từ *Artemia* khô. Tỉ lệ sống cao nhất thu được ở cua được cho ăn bằng *Artemia* sống (với hình thức ương theo cá thể và theo đàn là 92,5 và 75,8), tiếp theo là *Artemia* sinh khối đông lạnh (90,0% và 47,5%), thức ăn đối chứng (72,5% và 24,2%) và thức ăn chế biến chứa *Artemia* khô (60,0% và 21,7%). Các chỉ tiêu về thời gian giữa chu kỳ lột xác, tổng số lần lột xác và tăng trưởng, được xác định trên các cá thể ương riêng, đều cho kết quả tương tự như kết quả tỉ lệ sống. Kết quả nghiên cứu cho thấy biểu hiện của cua giảm theo thứ tự các loại thức ăn như sau: *Artemia* sống > *Artemia* đông lạnh > thịt tôm tươi > thức ăn có chế biến từ *Artemia* khô. *Artemia* sinh khối sống đã cho thấy là thức ăn lý tưởng trong ương giống cua biển *Scylla paramamosain*. *Artemia* sinh khối đông lạnh có thể thay thế trong giai đoạn ngắn. Những phát hiện của nghiên cứu cho thấy tiềm năng sử dụng *Artemia* sinh khối trong sản xuất giống cua biển ở Việt Nam.

Ương cua con là hoạt động khá năng động ở ĐBSCL, đặc biệt là ở Cà Mau, Kiên Giang và Bạc Liêu. Theo Tran Ngoc Hai và ctv (2017), hiện ĐBSCL có khoảng 460 điểm ương cua con. Sự phát triển nhanh của mô hình này là do kỹ thuật ương nuôi khá đơn giản, chu kỳ sản xuất ngắn, nhu cầu thị trường cho nuôi thương phẩm khá lớn, có thể áp dụng thuận lợi ở qui mô gia đình và nhất là có hiệu quả kinh tế khá tốt. Kết quả khảo sát cho thấy, với 12-20 đợt ương cua mỗi năm, sản lượng cua ương và cung cấp cho thị trường 54.000 - 2.880.000 con/hộ/năm, trung bình 986.000 con/hộ/năm với giá bán 450-900 đồng/con, mỗi hộ có thể đạt lợi nhuận trung bình 120 triệu đồng/năm (Lê Quốc Việt và Trần Ngọc Hải, 2015).

Bảng 3.9: Một số yếu tố kỹ thuật trong ương cua giống ở ĐBSCL

Các chỉ tiêu	Đơn vị tính	Trung bình	Khoảng biến động
Hình dạng bể		Chữ nhật	
Diện tích bể ương	m ² /bể	9,6 ± 2,6	6 - 16
Độ sâu	m	0,3 ± 0,04	0,2 - 0,4
Độ mặn	‰	18,9 ± 3,2	15 - 28
Cỡ giống megalop	con/g	147,5 ± 30,2	120 - 200
Mật độ ương	con/m ²	256,7 ± 79,2	111 - 429
Thời gian ương	ngày/đợt	11,8 ± 1,8	9 - 17
Cho ăn	lần/ngày	1,4 ± 0,5	1 - 2
Loại thức ăn sử dụng	Ruốc (40%), kết hợp ruốc và thức ăn nhân tạo (60%)		
Mức nước ương	m	0,2 ± 0,03	0,15 - 0,3
Thay nước	ngày/lần	2,5 ± 0,6	1 - 3
Tỷ lệ thay nước	%/lần	97,1 ± 4,7	80 - 100
Tỷ lệ sống	%	84,9 ± 7,1	70 - 95
Năng suất	con/m ² /đợt	237,4 ± 81,0	100 - 417

(Nguồn: Lê Quốc Việt và Trần Ngọc Hải, 2015)

Bảng 3.10: Hiệu quả tài chính trong ương cua giống ở Cà Mau

Diễn giải	Hộ/đợt	100 m²/đợt	Hộ/năm
Tổng chi phí (triệu đồng)	18,8 ± 11,9	10,9 ± 3,7	443,1 ± 296,2
- Khấu hao (triệu đồng)	0,4 ± 0,2	0,3 ± 0,2	9,2 ± 5,9
- Phí biến đổi (triệu đồng)	18,4 ± 11,8	10,6 ± 3,6	433,9 ± 290,9
Tổng thu (triệu đồng)	23,9 ± 15,1	13,9 ± 5,2	564,3 ± 372,7
Lợi nhuận (triệu đồng)	5,1 ± 5,2	3,0 ± 2,7	121,1 ± 125,5
Tỷ suất lợi nhuận	0,3 ± 0,2	-	-

(Nguồn: Lê Quốc Việt và Trần Ngọc Hải, 2015)



Hình 3.9: Ương ấu trùng của biển tại Khoa Thủy sản – Đại học Cần Thơ
(Nguồn: Trần Ngọc Hải)

A. Ương ấu trùng trong trại có ánh sáng, B. Dùng ánh sáng đèn cho bể ương, C. Ấu trùng khỏe thường tập trung theo nhóm, D. Quan sát ấu trùng trong bể, E. San ấu trùng Zoea-4-Zoea-5 qua bể mới, F. Ương *Megalopa* với nhiều giá thể, G. *Megalopa* bám trên giá thể, H. Thu hoạch của con C1.



Hình 3.10: Ương cua con

A và B. Thực nghiệm ương cua con tại Đại học Cần Thơ, C và D. Các mô hình ương cua con tại Cà Mau và Bạc Liêu, E và F. Vận chuyển cua con bằng khay nhựa, G. Kiểm tra cua ương, H. Cua con thu hoạch (C2, C3)

3.5. Thức ăn tự nhiên

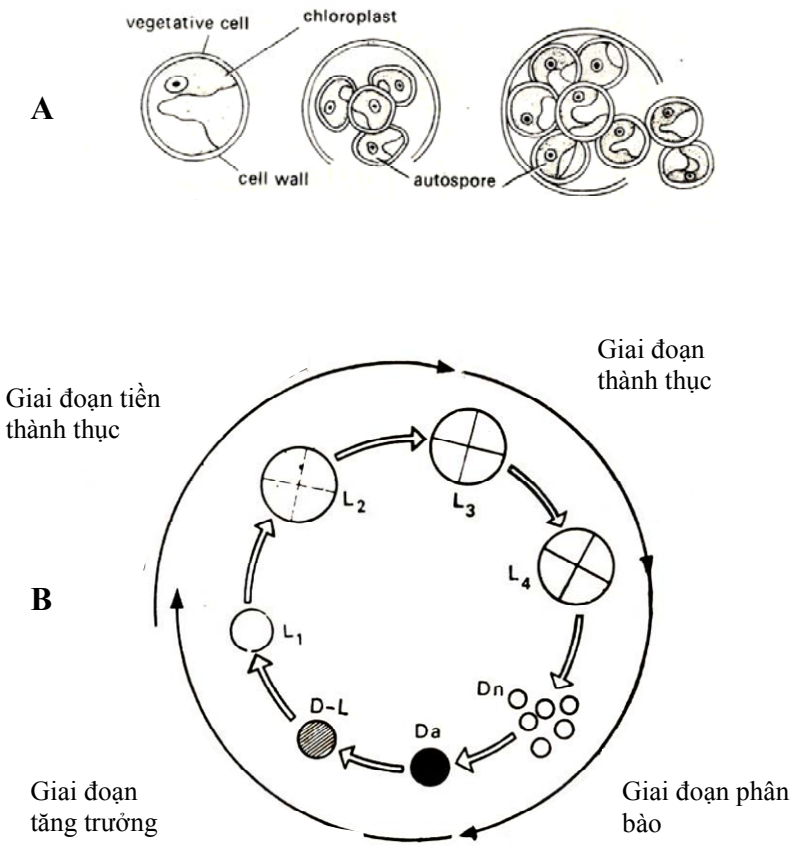
Thức ăn tự nhiên có vai trò rất quan trọng trong nuôi trồng thủy sản, đặc biệt là trong sản xuất giống các đối tượng thủy sản. Có nhiều nhóm thức ăn tự nhiên quan trọng như tảo, luân trùng, moina, Copepoda, *Artemia*, được nghiên cứu và phát triển thành các qui trình công nghệ nuôi và áp dụng rộng rãi trên thế giới (Masters, 1975; AQUACOP, 1984; Sharma, 1986; Browne và ctv, 1991; Fulks và Main, 1991; Lavens và Sorgeloos, 1996; Stottrup và McEvoy, 2003).

3.5.1. Nuôi tảo

Đến nay, có khoảng trên 40 loài tảo đã được phân lập, nuôi cấy và sử dụng làm thức ăn cho ấu trùng các loại thủy sản. Tùy thuộc vào chất lượng và tính có sẵn của các loại tảo mà việc sử dụng chúng cho các đối tượng thủy sản cũng khác nhau ở các nơi trên thế giới. Về phương thức sử dụng tảo, chúng thường được cho ăn trực tiếp hoặc gián tiếp thông qua sinh vật trung gian khác, ở dạng tươi sống hay chế biến, thuần chủng hay hỗn hợp nhiều loại. Mặc dù trong sản xuất, đối tượng nuôi thủy sản chỉ được cho ăn một loại tảo nào đó, nhưng nhiều nghiên cứu cho rằng không có loại tảo đơn độc nào tốt nhất về mọi phương diện cho việc nuôi và sử dụng chúng làm thức ăn cho ấu trùng, do đó cần cho ăn hỗn hợp tảo. Việc sử dụng tảo không phải chỉ dựa trên thành phần protein của tảo mà còn dựa trên thành phần acid béo vốn là yếu tố dinh dưỡng không thể thiếu đối với ấu trùng của các loài hải sản. Trong nhiều trường hợp, tảo không chỉ cần thiết cung cấp thành phần thiết yếu trong khẩu phần ăn của các loài sinh vật biển, mà còn là yếu tố thúc đẩy sinh trưởng của đối tượng nuôi hoặc có tác dụng như vi khuẩn lọc nước.

Trong số các loài tảo dùng trong sản xuất giống các loài thủy sản, tảo *Chlorella* là quan trọng nhất để nuôi sinh khối cho luân trùng ăn và cung cấp vào bể ương ấu trùng.

Chlorella là loại tảo đơn bào, không có tiêm mao, không có khả năng di động chủ động. Tế bào có dạng hình cầu, hình bán cầu hoặc dạng kích cỡ tế bào từ 3 - 4µm, hay ngay cả 2 - 4 µm tùy loài và tùy điều kiện môi trường và giai đoạn phát triển. Màng tế bào có vách cellulose bao bọc, chịu được những tác động cơ học nhẹ.



Hình 3.11: Hình thái (A) và vòng đời (B) của tảo *Chlorella*

(Nguồn: Sharma, 1986)

Vòng đời của *Chlorella* có 4 pha và sau 24 giờ có thể cho 2 – 3 thế hệ. Đối với *Chlorella* biển, chúng có thể sống ở độ mặn từ 0 – 35‰, nhưng độ mặn thích hợp nhất là 10 – 20‰. Nhiệt độ ảnh hưởng đến sự quang hợp khác nhau giữa các loài và sản lượng tảo cũng khác nhau. Nhiệt độ tối ưu cho chúng sinh trưởng 25 – 35°C, nhiệt độ tối đa là 37°C. Cường độ ánh sáng thích hợp trong phạm vi 4000-30000 lux. pH thích hợp nhất từ 6,5-7,5, pH dưới 6 hay trên 8 ảnh hưởng đến tảo.

Tảo *Chlorella* có chứa nhiều acid béo cao không no, là thức ăn quan trọng của hơn 40 loài tôm, cá, nhuyễn thể.... Tảo có đặc điểm không lắng xuống đáy bể, không bám vào thành bể và khi nuôi ở mật độ cao sẽ ức chế được tảo tạp.

Nuôi tảo có thể được thực hiện trong phòng thí nghiệm, trong trại với mái che trong suốt hay ngoài trời. Phòng thí nghiệm nên được trang bị với hệ thống đèn Neon, giá, máy điều hòa nhiệt độ và một số máy khử trùng. 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, keo lớn (cho nuôi tảo trong phòng thí nghiệm), thùng hay bể 200 lít -10 m³. Các bể có thể bằng xi măng hay composite. Các túi nhựa cũng được dùng nuôi tảo rất tốt.

Môi trường dinh dưỡng nuôi cấy tảo gồm có nhiều 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 các chất vô cơ như hỗn hợp các chất kim loại hay chất hữu cơ như hỗn hợp các loại vitamin. Môi trường dinh dưỡng nuôi tảo phổ biến nhất là môi trường Walne, Guilard, môi trường Liao...

Các yếu tố môi trường nuôi tảo ảnh hưởng rất lớn đến sự phát triển của tảo. Nhìn chung, các yếu tố môi trường thích hợp được thể hiện ở Bảng 3.11.

Bảng 3.11: Điều kiện môi trường nuôi tảo

Yếu tố	Phạm vi	Tối ưu
Nhiệt độ(°C)	16-22	18-24
Độ muối (‰)	12-40	20-24
Cường độ chiếu sáng (lux)	1000-10000	2500-5000
Chu kỳ chiếu sáng	16-24 giờ sáng /ngày	16-24 giờ sáng /ngày
pH	7-9	8,2 -8,7

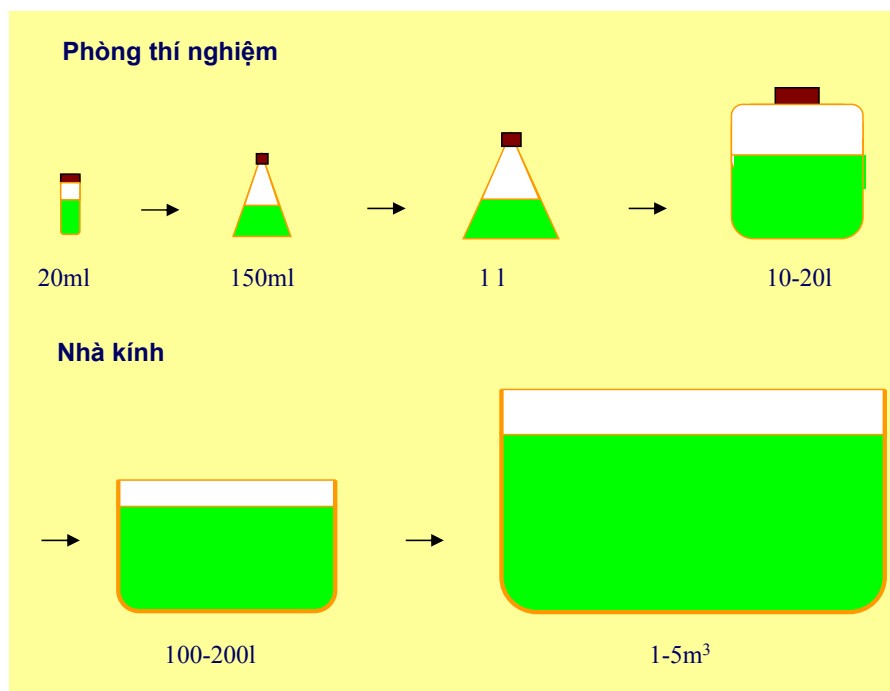
(Nguồn: AQUACOP, 1984)

Bảng 3.12: Thành phần của môi trường dinh dưỡng Walne

Thành phần các chất	Lượng
Dung dịch A (dùng 1-2ml cho mỗi lít nước nuôi tảo)	
FeCl ₃ .6H ₂ O	1,30 g
MnCl ₂ .4H ₂ O	0,36 g
H ₃ BO ₃	33,60 g
EDTA	45,00 g
NaH ₂ PO ₄ .2H ₂ O	20,00 g
Na ₂ NO ₃	100 g
Dung dịch B	1,0 ml
Nước cất đến	100 ml
Dung dịch B	
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	10,0 ml
Nước cất đến	100,0 ml
Dung dịch C (0.1ml cho mỗi lít nước nuôi tảo)	
Vitamin B12	10 mg
Vitamin B1	200 mg
Nước cất đến	100 ml
Dung dịch C (cho tảo khuê, 2ml cho mỗi lít nước tảo)	
Na ₂ SiO ₃ .5H ₂ O	40,0 g
Nước cất đến 1 L	1000 ml

(Nguồn: AQUACOP, 1984)

Trong nuôi tảo, có thể áp dụng các phương pháp khác nhau tùy điều kiện. Mỗi phương pháp có ưu và nhược điểm khác nhau. Qui trình nuôi tảo phổ biến gồm các bước được tóm tắt như sau:



Hình 3.12: Các bước nuôi cấy tảo *Chlorella* thuần

(Nguồn: Trần Ngọc Hải)

- i. Dụng cụ nuôi có thể tích lớn nhỏ khác nhau như ống nghiệm, bình tam giác, keo thủy tinh, bể 2500-5000 lít.
- ii. Tảo giống được lưu trữ trong các ống nghiệm, chứa 20 ml môi trường dinh dưỡng. Cường độ ánh sáng 750-1000 lux; Nhiệt độ khoảng 24 °C; Không phải sục khí. Tảo được lưu giữ trong thời gian khoảng 1 tháng.
- iii. Lấy 20 ml tảo gốc từ ống nghiệm cấy vào bình tam giác 150 ml chứa 50-100 ml dung dịch Walne. Các bình được đặt trên máy lắc để lắc bình liên tục. Cường độ ánh sáng 1000-1500 lux.

Bảng 3.13: Đặc điểm các phương pháp nuôi tảo

Phương pháp	Đặc điểm	Ưu điểm	Nhược điểm
Nuôi trong phòng	Tảo được nuôi trong phòng thí nghiệm hay nhà kín	Các yếu tố môi trường như nhiệt độ, độ mặn, ánh sáng được khống chế thích hợp. Hạn chế được tác động bên ngoài, hạn chế nhiễm tạp, nhiễm khuẩn. Quy trình sản xuất được đảm bảo, chủ động	Đầu tư kỹ thuật cao và đắt tiền.
Nuôi ngoài trời	Tảo được nuôi trực tiếp ngoài trời, sử dụng nước biển, ánh sáng tự nhiên	Rẻ, đơn giản, có thể nuôi với qui mô lớn	Khó kiểm soát môi trường mà hoàn toàn phụ thuộc vào thời tiết, khí hậu. Khi điều kiện môi trường biến đổi khắc nghiệt sẽ làm tảo suy tàn và chết, khó khắc phục. Tảo nuôi dễ nhiễm tạp. Khó chủ động trong sản xuất.
Nuôi kín	Tảo được nuôi trong các dụng cụ kín như ống nghiệm, bình tam giác, keo, túi nhựa	Ít nhiễm tạp (tảo tạp, vi khuẩn, protozoa hay rotifer...), chủ động trong sản xuất	Qui mô nhỏ, đắt tiền, thao tác nuôi cấy cẩn thận.
Nuôi hở	Tảo được nuôi ngoài trời hay phòng thí nghiệm, trong ao hay bể, không đầy kín	Rẻ, nuôi qui mô lớn	Dễ nhiễm tạp, ảnh hưởng đến tảo nuôi.

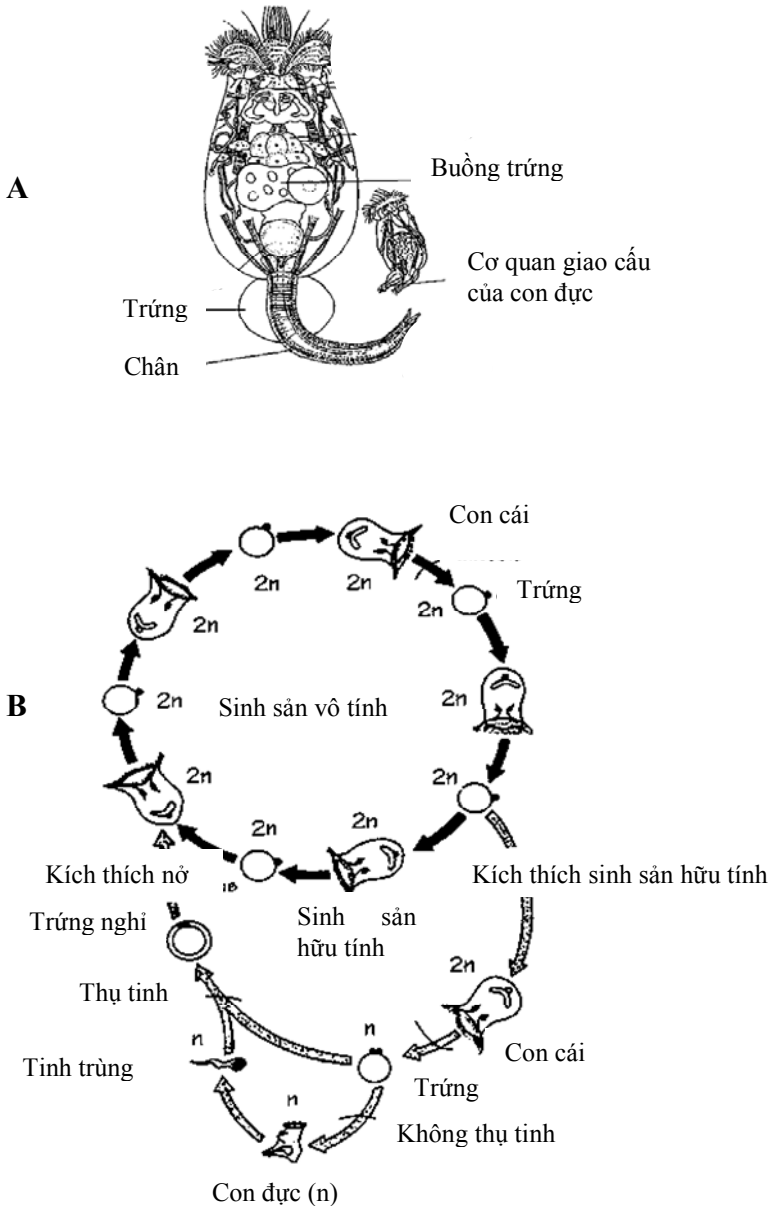
- iv. Sau thời gian nuôi cấy 3-6 ngày, tảo từ bình tam giác sẽ được dùng làm giống cho bình tam giác lớn hơn hay keo lớn hơn 1-3 lít. Tảo từ bình tam giác hay keo này sẽ làm giống để nuôi cấy trong những keo thể tích 10-20 lít. Ở các giai đoạn này, tảo giống dùng với tỷ lệ 1-10% thể tích nuôi mới. Sục khí cho bình hay keo bằng ống thủy tinh. Ánh sáng đèn 40 wat.
- v. Ở giai đoạn nuôi tảo sinh khối, tảo giống từ những keo hay bình tam giác 10-20 lít sẽ được nuôi cấy vào những bể có thể tích lớn hơn 100-200 lít, sau đó chuyển dần đến bể 500 lít, 1000 lít, 5 m³ và ngay cả 25 m³. Có thể nuôi bằng túi nylon hay ống thủy tinh để hạn chế nhiễm tạp. Thể tích tảo giống cho mỗi lần nuôi cấy khoảng 10% thể tích nuôi mới. Tùy theo nhiều yếu tố như mật độ tảo, loài tảo, môi trường dinh dưỡng, chiếu sáng, nhiệt độ, độ mặn, sục khí... mà sau thời gian nuôi 1 ngày hay đến 5-7 ngày, tảo sẽ đạt mật độ cực đại 5-10 triệu tế bào/ml để thu hoạch.

3.5.2. Nuôi luân trùng (rotifer)

Luân trùng *Brachionus plicatilis* là một trong đối tượng quan trọng trong nuôi thủy sản. Chúng được làm thức ăn cho hơn 60 loài cá biển và 18 loài giáp xác. Ưu điểm của Rotifer là có kích cỡ nhỏ, bơi lội chậm, có tính lơ lửng, chịu đựng tốt với điều kiện môi trường, đặc biệt là có độ mặn rộng, chịu được điều kiện nuôi với mật độ cao. Ngoài ra, chúng còn được dùng để bổ sung dinh dưỡng và thuốc thông qua việc cho ăn. Sau đó, chúng dùng làm thức ăn cho ấu trùng tôm cá.

Có hai dạng *Brachionus* được sử dụng phổ biến là *Brachionus plicatilis* (L-type) có kích cỡ 130-340 μm và *Brachionus rotundiformis* (S-type) có kích cỡ 100-210 μm.

Về vòng đời của luân trùng, chúng có tuổi thọ ngắn, trung bình 3,4-4,4 ngày ở điều kiện nhiệt độ 25 °C. Chúng có thể đạt đến giai đoạn trưởng thành chỉ 0,5-1,5 ngày sau khi nở hay đẻ. Sau đó, con cái có thể đẻ liên tục, mỗi lần cách nhau khoảng 4 giờ. Suốt vòng đời, con cái có thể tham gia đẻ 10 lứa. Tuy nhiên, khả năng sinh sản của con cái còn tùy thuộc rất nhiều vào điều kiện môi trường, đặc biệt là nhiệt độ.



Hình 3.13: Hình dạng (A) và vòng đời (B) của luân trùng (*Brachionus plicatilis*)

(Nguồn: Lavens và Sorgeloos, 1996)

Có hai hình thức sinh sản ở con cái là sinh sản đơn tính và sinh sản hữu tính. Trong điều kiện môi trường thích hợp, con cái lưỡng bội ($2n$) chủ yếu sinh sản đơn tính với nhiều đợt đẻ trứng, mỗi lần cho 1-2 trứng $2n$ có kích cỡ $(80-100) \times (110 \times 130)$ μm . Các trứng này sau đó nở thành con cái $2n$. Con cái này tiếp tục vòng đời sinh sản bằng hình thức đơn tính như trên. Tuy nhiên, khi điều kiện môi trường trở nên bất lợi, chúng bắt đầu hình thức sinh sản hữu tính. Con cái $2n$ đẻ ra 1-6 trứng $1n$ có kích cỡ nhỏ $(50-70) \times (80-100)$ μm . Trứng không thụ tinh sẽ nở thành con đực $1n$ có kích cỡ rất nhỏ. Con đực có chứa tinh dịch ($1n$), chúng sẽ tham gia bắt cặp và giao phối với con cái có trứng $1n$ để thụ tinh thành trứng $2n$. Trứng thụ tinh $2n$ có vỏ dày gọi là trứng nghỉ, và sẽ chịu đựng qua điều kiện khắc nghiệt. Khi môi trường thuận lợi, chúng sẽ nở thành con cái $2n$ và lại sinh sản đơn tính tiếp tục.

Luân trùng *Brachionus plicatilis* là loài rộng muối. Chúng có thể chịu đựng độ mặn trong khoảng 1-67‰, tuy nhiên, độ mặn thích hợp nhất khoảng 10-35‰. Độ mặn 20‰ tốt nhất cho Rotifer cỡ nhỏ (S-type) và 30‰ tốt nhất cho loại lớn (L-type). Luân trùng khá rộng nhiệt với khoảng nhiệt độ thích hợp 15-35 °C. Nhiệt độ thấp dưới 10 °C, luân trùng sẽ đẻ trứng nghỉ và quần thể tàn lụi. Nhiệt độ cao 30-34 °C tốt nhất cho sinh trưởng của chúng. Tuy nhiên, trong nuôi luân trùng, nhiệt độ 20-30 °C được khuyến cáo duy trì. Luân trùng có thể chịu đựng tốt với phạm vi pH 5-10. Tuy nhiên, pH tốt nhất cho rotifer trong khoảng 7,5-8,5. Cường độ ánh sáng và chu kỳ chiếu sáng tốt nhất cho Rotifer là 2000 lux và 18 giờ sáng: 6 giờ tối mỗi ngày. Luân trùng có khả năng chịu đựng ở điều kiện oxy dưới 2 mg/L. Nồng độ oxy trong bể nuôi luân trùng sẽ thay đổi rất lớn tùy theo nhiệt độ, độ mặn, mật độ luân trùng, loại thức ăn và mật độ thức ăn.

Luân trùng là loài ăn lọc không chọn lọc. Thức ăn chủ yếu là các loại tảo phiêu sinh như *Chlorella*, *Nanochloropsis*, *Dunaliella*, và các loài tảo khác. Ngoài ra, chúng còn có khả năng ăn nhiều loại thức ăn khác như men, bột đậu nành, thức ăn nhân tạo. Giá trị dinh dưỡng của thức ăn quyết định giá trị dinh dưỡng của Rotifer.

Trong kỹ thuật nuôi luân trùng, có các phương pháp chính như (i) Nuôi sang, chuyên hàng ngày, (ii) Nuôi bán liên tục và (iii) Nuôi liên tục.

Nuôi san, chuyển hàng ngày: Luân trùng được nuôi trong bể tảo *Chlorella*, sau khi tảo bị luân trùng ăn hết, nước trở nên trong thì chuyển

luân trùng sang bể khác. Thể tích nuôi thường 1-5 m³, đôi khi đến 150 m³. Phương pháp nuôi được áp dụng rộng rãi.

Nuôi bán liên tục: Bể luân trùng khi đạt mật độ cao thì được thu hoạch một phần, sau đó, thêm tảo và thức ăn vào để nuôi tiếp. Khi mật độ luân trùng cao lại thu hoạch, và cứ tiếp tục như thế. Phương pháp này có thể có trở ngại là sau một vài đợt nuôi, bể sẽ bị ô nhiễm. Thể tích nuôi thường 200 lít - 2 m³, đôi khi đến 200 m³.

Nuôi liên tục: Dụng cụ nuôi có dạng bình Chemostat, thể tích 200 lít - 1m³. Tảo được cho vào bể liên tục và luân trùng được thu liên tục.

Trong lưu giống luân trùng, phương tiện nuôi là các ống nghiệm 50ml đặt trên giá quay, nhiệt độ 28^o, cường độ ánh sáng 2000lux, độ mặn nước nuôi 25‰. Mật độ luân trùng cấy vào là 2 con/ml, thức ăn cho luân trùng là *Chlorella* đã được cô đặc với mật độ 1-2 x 10⁸ tế bào/ml. Nếu dùng tảo tươi thì dùng 4ml tảo cho mỗi ống nghiệm. Sau thời gian nuôi khoảng 1 tuần, mật độ luân trùng có thể tăng đến 200 cá thể/ml, và có thể chuyển nuôi bể bình lớn hơn, một phần được dùng làm giống.

Trong nuôi sinh khối luân trùng, phương tiện nuôi có thể là các bể 1-10 m³. Mật độ cấy luân trùng ban đầu là 50-100 con/ml. Thức ăn cho luân trùng bao gồm các loại tảo *Chlorella*, *Tetraselmis*, *Chlamidomonas*, *Dunaliella*, *Nanochloropsis*. Có thể dùng tảo thuần hay tảo hỗn hợp. Mật độ tảo cho luân trùng ăn đảm bảo 0,5 - 1,5 triệu tb/ml. Có thể dùng men bánh mì cho ăn bổ sung hay thay thế hoàn toàn tảo, với lượng 1g men/1triệu con luân trùng/ngày. Tuy nhiên, do men bánh mì không đủ dinh dưỡng, nhất là HUFA, nên sau khi thu hoạch luân trùng, phải giàu hóa trước khi cho ấu trùng tôm cua ăn.

Trong nuôi sinh khối luân trùng, Copepod, Protozoa, vi khuẩn là một trong những yếu tố làm suy tàn luân trùng nhanh chóng ngoài yếu tố môi trường xấu quá mức, nhất là do NH₃.

Việc thu hoạch có thể thực hiện bằng cách cho nước nuôi luân trùng qua lưới lọc có mắt lưới 80 - 100 μm nếu là rotifer dòng L có kích cỡ lớn, hay 50 - 70 μm nếu là dòng S có kích cỡ nhỏ.

Do giá trị dinh dưỡng của luân trùng phụ thuộc vào thức ăn mà chúng ăn vào, nên việc bổ sung dinh dưỡng cho luân trùng sau khi nuôi là rất cần thiết, trước khi cho ấu trùng tôm cá ăn. Có thể bổ sung HUFA (n-3), Vitamin hay bổ sung protein tùy theo nhu cầu. Cho luân trùng vào bể với mật độ 200 – 300 con/ml, cho chất giàu hóa vào, sau 6 giờ thì thu luân trùng, rửa và cho ấu trùng tôm cua ăn.

3.5.3. Sử dụng *Artemia*

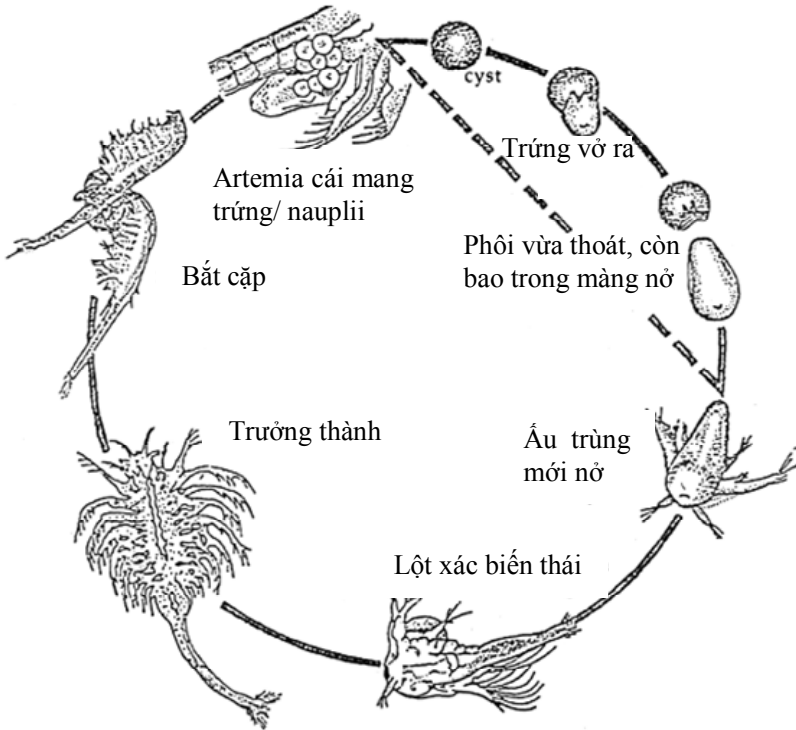
3.5.3.1. Đặc điểm *Artemia*

Artemia được biết đến từ rất lâu, song vai trò quan trọng của nó đối với nghề nuôi trồng thủy sản, đặc biệt là trong ương nuôi ấu trùng tôm cá chỉ được biết rõ từ những năm 1930. Hiện nay, *Artemia* là thức ăn quan trọng trong sản xuất giống hầu hết các loài thủy sản dưới các dạng khác nhau như *Artemia* bung dù, *Artemia* mới nở, *Artemia* giàu hóa, *Artemia* sinh khối cho các giai đoạn khác nhau của ấu trùng và tôm cá con.

Trong tự nhiên, quần thể *Artemia* được tìm thấy ở 500 hồ tự nhiên và nhân tạo trên thế giới, rải rác khắp vùng nhiệt đới, cận nhiệt đới và ôn đới. Chúng có thể phân bố dọc ven biển hay cả những hồ nước mặn trong nội địa. *Artemia* phân bố chủ yếu ở vùng nước có độ mặn cao (trên 70‰) để hạn chế kẻ thù. Chúng có thể sống ở cả độ mặn gần bão hòa (250‰). *Artemia* có thể phân bố ở nhiều vùng địa lý khác nhau với nhiệt độ 6 – 35°C. *Artemia* là loài ăn lọc không chọn lọc. Thức ăn của chúng bao gồm tảo và các chất vẫn hữu cơ detritus và cả vi khuẩn. Nếu như độ mặn quyết định đến sự phân bố của các quần thể *Artemia* thì thức ăn và nhiệt độ ảnh hưởng lớn đến tính phong phú của các quần thể đó.

Vòng đời *Artemia* gồm có các giai đoạn: Trứng bào xác, ấu trùng, ấu niên, tiền trưởng thành và trưởng thành.

Trứng bào xác của *Artemia* là trứng khô với trạng thái ngưng hoạt động. Trứng có màu nâu, kích thước 200 - 300µm và trôi nổi trong các hồ, ao, ruộng nước mặn hay dạt vào ven bờ. Khi được giữ khô trong điều kiện không có oxy, trứng sẽ ngưng hoạt động nhưng không ảnh hưởng đến khả năng sống và nở của trứng trong nhiều năm.



Hình 3.14: Vòng đời của *Artemia*

(Nguồn: FAO, 1998)

Trong điều kiện thuận lợi, trứng sẽ trương nước trong khoảng 12 – 15 giờ và bắt đầu nở. Ấu trùng mới nở có kích thước 400 - 500 μ m, nặng 0.002mg và bơi lội tự do trong nước. Ấu trùng Instar I có màu nâu do còn noãn hoàng. Ấu trùng có 3 đôi phụ bộ và một điểm mắt màu đỏ trên đầu. Giai đoạn này ấu trùng chưa ăn thức ăn ngoài. Sau 12 giờ, ấu trùng lột xác thành Instar II và bắt đầu ăn các sinh vật phù du có kích thích nhỏ thích hợp (1 – 4 μ m) ở trong nước như tảo, bùn bã. Giai đoạn này, giá trị dinh dưỡng giảm xuống 22 – 39%. Ấu trùng phát triển tốt ở điều kiện nhiệt độ 28°C, độ mặn 35‰.

Ấu niên trong suốt quá trình biến thái với 15 lần lột xác, thân và bụng thon dài ra và hệ tiêu hóa cũng hoàn chỉnh chức năng. Ấu niên có tính ăn lọc nhờ hoạt động của râu.

Artemia trưởng thành dài 8 – 10 mm, có những mắt kép có cuống mắt ở hai bên, có râu cảm giác, ruột thẳng và 11 đôi chân ngực trên thân. Ở con đực có một cặp cơ quan giao cấu ở phần sau của vùng thân. Ở con cái có đôi buồng trứng nằm ở hai bên ống tiêu hóa sau các chân ngực. Trứng chín sẽ rơi từ buồng trứng vào túi chứa trứng.

Trứng phát triển thành ấu trùng bơi lội tự do trong nước. Khi điều kiện không thích hợp, tuyến vỏ hoạt động và tiết sản phẩm bài tiết màu nâu làm trứng nổi lên mặt nước và tấp vào bờ khô lại thành trứng nghỉ.

Trong điều kiện thích hợp, *Artemia* có thể sống nhiều tháng. Chúng phát triển từ Nauplius đến trưởng thành trong vòng 8 ngày. Con cái có thể đẻ 300 trứng/lần và 4 ngày đẻ một lần. Tối đa 3.000 trứng/lần. *Artemia* có khả năng chịu đựng nồng độ muối cao đến 200 – 250‰.

3.5.3.2. Cho nở trứng *Artemia*

Mặc dù việc nuôi *Artemia* là hoạt động quan trọng, tuy nhiên, trong trại sản xuất giống, chủ yếu là sử dụng trứng bào xác thông qua cho nở, thu ấu trùng, giàu hóa và đánh giá chất lượng trứng.

Đối với phương pháp cho nở trứng, do vỏ trứng có thể có rất nhiều vi khuẩn và nấm, vì vậy, để tránh mầm bệnh phát triển và lây lan cho cua nuôi, cần phải khử trùng vỏ trứng trước khi cho nở. Có hai cách sau:

- 1) Ngâm trứng trong dung dịch hypochlorite 20 mg/L trong 1 – 2 giờ hoặc 200 mg/L trong 20 phút. Sau đó, rửa sạch bằng nước máy rồi đem cho nở.
- 2) Loại bỏ hoàn toàn vỏ trứng trước khi cho nở. Cách loại vỏ trứng như sau:
 - Cho trứng vào bể chứa nước biển tự nhiên để trương nước (khoảng 2 giờ).
 - Cho trứng vào dung dịch khử vỏ Hypochlorite (5g hoạt chất/5 trứng) trong 5 – 10 phút. Giữ nhiệt độ luôn dưới 40 °C. Trứng chuyển từ màu nâu sang xám hay vàng cam.
 - Cho trứng vào sàng mịn (125µm) và rửa bằng nước biển đến khi không còn mùi chlorine.

- Có thể sử dụng trực tiếp trứng khử vỏ làm thức ăn cho ấu trùng tôm cá hay bảo quản lạnh hoặc đem cho nở.

Đối với phương pháp ấp nở trứng, dụng cụ ấp trứng bào xác *Artemia* có thể dùng nhiều loại khác nhau, song tốt nhất là bể composite có đáy hình phễu, xung quanh sơn màu đục, đáy bể trong suốt, có valve ở đáy bể.

Nước ấp *Artemia* có thể dùng nước biển tự nhiên hay nước ót pha. Ở độ mặn 5‰ tỷ lệ nở và hiệu suất nở sẽ cao hơn, ấu trùng Nauplius cũng chứa nhiều năng lượng hơn. Cũng có thể ngâm trứng trong nước ngọt khoảng 1 giờ, sau đó lọc và chuyển ấp trong nước biển tự nhiên. Mật độ trứng ấp tốt nhất là 2 – 5g/lít nước.

Nhiệt độ tốt nhất cho trứng nở là 25 – 30°C. Dưới 25°C trứng sẽ chậm nở, trên 33°C trứng sẽ ngừng trao đổi chất. Tốt nhất nên giữ nhiệt độ ổn định trong thời gian nở.

Trong quá trình ấp trứng cần sục khí mạnh để đảm bảo oxy trên 2 mg/L. Tùy vào mật độ trứng ấp mà điều chỉnh tốc độ sục khí thích hợp.

Ánh sáng rất cần thiết cho quá trình nở của trứng, ít nhất là những giờ đầu tiên sau khi trứng trương nước hoàn toàn. Cường độ ánh sáng thích hợp nhất là 2000 lux. Cường độ này có thể đạt được khi ấp trứng trong bể trong suốt, đặt trong bóng mát ở ngoài trời vào ban ngày. Tuy nhiên, để chủ động, nên ấp trứng trong phòng và có chiếu sáng nhân tạo bằng đèn Neon.

Ấu trùng *Artemia* nở trong vòng 1 ngày là tốt nhất để thu hoạch làm thức ăn cho tôm cá. Trong sản xuất giống cua biển, không cần phải tách bỏ vỏ trứng, mà thu toàn bộ ấu trùng và vỏ trứng đã nở, rửa lại bằng nước ngọt và cho ấu trùng của ăn trực tiếp.

Hai chỉ số quan trọng được lưu ý để đánh giá chất lượng trứng gồm:

- Phần trăm trứng nở: là số ấu trùng được nở ra từ 100 trứng chắc
- Tốc độ nở (HR): Thời gian từ lúc ấp đến khi xuất hiện ấu trùng đầu tiên

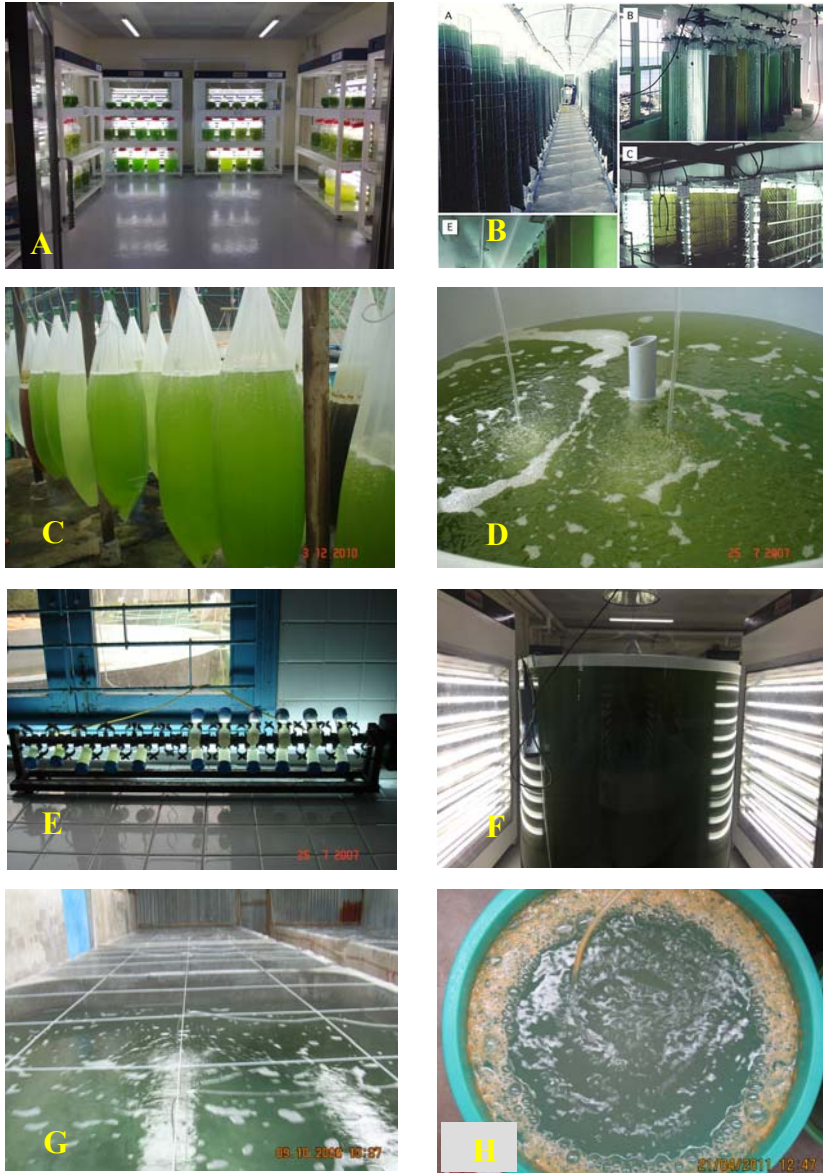
3.5.3.3. Giàu hóa *Artemia*

Yếu tố quan trọng ảnh hưởng đến giá trị dinh dưỡng của *Artemia* là hàm lượng acid béo thiết yếu (EFA) như: eicosapentaenoic acid (20:5n-3) và docosahexaenoic acid (DHA:20:6n-3).

Hầu hết các sinh vật biển không có khả năng tổng hợp những acid béo thiết yếu này. Thành phần chất béo trong *Artemia* được gia tăng bằng cách cho *Artemia* ăn các loại thức ăn giàu HUFA với acid béo cao chưa bão hòa mạch dài (n-3) trước khi đem chúng cho ấu trùng ăn. Thức ăn Selco là một phức hợp tự phân tán gồm nhiều nguồn dầu từ biển, các vitamin và carotenois, thức ăn này có lượng EFA cao và được xem là một trong những thức ăn quan trọng cho giàu hóa *Artemia*.

Các bước giàu hóa như sau:

- Nauplii instar-2 (sau khi nở khoảng 8 giờ) được bố trí vào bể làm giàu với mật độ từ 100 con/ml (nếu thời gian làm giàu vượt quá 24h) đến 300 con/ml (thời gian làm giàu không được vượt quá 24h).
- Môi trường làm giàu bao gồm nước biển được khử trùng duy trì ở 25 °C. Thể dịch làm giàu (Selco) được cho vào bể với liều lượng 300 mg/Lít liên tiếp mỗi 12 giờ.
- Cần sục khí mạnh bằng đá bọt để duy trì hàm lượng oxy hòa tan trên 4 mg/Lít.
- Nauplii đã được làm giàu được thu hoạch sau ít nhất 12 giờ, thường 24 giờ, rửa kỹ và cho trực tiếp vào các bể ương ấu trùng hoặc dự trữ ở nhiệt độ dưới 10 °C để hạn chế sự trao đổi chất của HUFA trước khi sử dụng cho ấu trùng ăn.



Hình 3.15: Nuôi tảo và luân trùng

(Nguồn: Trần Ngọc Hải)

A. Nuôi tảo giống trong phòng, B. Nuôi tảo trong ống thủy tinh (FAO, 2004),
C. Nuôi tảo trong túi nylon, D. Nuôi tảo trong bể ngoài trời, E. Lưu giống luân trùng,
F và G. Nuôi luân trùng bằng các loại bể khác nhau, H. Giàu hóa luân trùng



Hình 3.16: Ấp và sử dụng *Artemia* trong ương nuôi cua

(Nguồn: Trần Ngọc Hải)

A. Trứng bào xác *Artemia*, B. Trứng *Artemia* Vĩnh Châu chất lượng cao cho Zoea-1 và Zoea-2, C. Ấp trứng *Artemia*, D. Giàu hóa *Artemia*, E và F. Trứng *Artemia* nứt vỏ và vừa nở (Nguồn: Lavens, P. và P. Sorgeloos), G và H. *Artemia* sinh khối cho Megalopa và cua con ăn

CHƯƠNG IV

KỸ THUẬT NUÔI CUA BIỂN

Nuôi cua biển đang ngày càng được phát triển rộng rãi trên thế giới và đa dạng với nhiều mô hình khác nhau cũng như mức độ thâm canh khác nhau. Các mô hình phổ biến như (i) nuôi cua con thành cua thịt trong ao chuyên canh hay nuôi kết hợp với tôm trong các mô hình quảng canh, (ii) nuôi cua gạch trong ao, trong lồng hay trên bể, (iii) nuôi cua lột trong ao, trong lồng và trên bể. Mỗi mô hình có đặc điểm kỹ thuật và ý nghĩa đặc thù (Cowan, 1984; Angell, 1992; Nguyễn Anh Tuấn và *ctv*, 1994; Keenan và Blackshaw, 1999; Primavera và *ctv*, 2000; Allan & D Fielder, 2004; Shelley, 2008; Shelley và Lovatelli, 2011; Tran Ngoc Hai và *ctv*, 2016; Hungria và *ctv*, 2017; Tavares, 2017).

4.1. Nuôi cua con thành cua thịt

4.1.1. Ao, ruộng nuôi

Nuôi cua con thành cua thương phẩm là hình thức nuôi phổ biến nhất ở ĐBSCL với nhiều dạng khác nhau như nuôi đơn trong ao hay nuôi kết hợp với tôm trong các mô hình nuôi tôm, như tôm – rừng kết hợp, tôm quảng canh cải tiến, hay tôm – lúa luân canh.

Ao nuôi chuyên cua biển có diện tích từ 300-1000 m², một số trường hợp ao rộng 0,5-2 ha; độ sâu 0,8-1,2 m với bờ có chiều rộng đáy 3 m để tránh cua đào hang thoát ra ngoài. Xung quanh bờ phải rào kỹ bằng dăng tre, tấm nhựa, lưới cước... và đặt hơi nghiêng vào ao sao cho cua không thoát ra được. Ao có cống cấp và thoát để đảm bảo cấp thoát nước cho ao, trước cống nên có 2 lớp dăng hay lưới chắn cẩn thận.

Trong mô hình nuôi cua biển kết hợp với tôm – rừng, ruộng nuôi có diện tích trung bình 3-5 ha, có mương bao chiếm diện tích 30-50% và rừng chiếm tỷ lệ 50-70% tổng diện tích ruộng. Mương có độ sâu 1-1,5 m, rộng 3-8 m tùy trường hợp. Rừng ngập mặn chủ yếu là rừng đước trồng hay rừng hỗn hợp. Mô hình này rất lý tưởng cho nuôi cua vì cua sẽ sinh sống và tìm mồi trên rừng ngập mặn, và vì thế không cần phải rào. Hiện nay, ĐBSCL có trên 50.000 ha mô hình tôm rừng, vì thế, đây là điều kiện rất tốt để phát triển

nuôi cua biển. Nuôi cua kết hợp với mô hình tôm – rừng, năng suất cua không bị ảnh hưởng lớn bởi các loại cây rừng, tuổi rừng và tỷ lệ rừng, vì thế, rất thuận lợi để phát triển nuôi cua trong mô hình (Tran Ngoc Hai, 2005; Bosma và *ctv*, 2014).

Một số nơi như ở Philippines, Indonesia, cua biển không chỉ được thả nuôi kết hợp trực tiếp vào mô hình tôm rừng, mà làm những khu rào bằng lưới và đăng tre trên trảng rừng ven biển hay ven sông để thả cua nuôi, diện tích 200-1000 m²/khu. Hình thức này có thể tận dụng tối đa các khu rừng và bãi bồi ven sông, ven biển để nuôi cua mà vẫn hạn chế tối đa tác động, tàn phá rừng. Thủy triều lên xuống, phơi trảng hay ngập trảng rừng theo triều là điều kiện lý tưởng cho cua sinh sống, đồng thời hạn chế ô nhiễm nước.

Mô hình nuôi tôm quảng canh cải tiến cũng là mô hình rất thích hợp để nuôi cua kết hợp. ĐBSCL hiện nay có trên 330000 ha mô hình nuôi tôm quảng canh cải tiến, hầu hết có nuôi kết hợp với cua biển. Diện tích vuông nuôi thông thường 2-3 ha, có các mương bao và mương xen trong vuông chiếm 25-30% tổng diện tích, trảng chiếm 70-75% diện tích. Mương có độ rộng 3-5 m, sâu 1-1,5 m. Trên trảng, có nhiều thực vật hay rong biển phát triển tự nhiên hay trồng. Đây là điều kiện lý tưởng cho cua sinh sống tìm mồi. Trong các loại cây cỏ, năng tượng, được trồng phổ biến do vừa tạo được sinh cảnh tốt cho cua sinh sống, vừa hấp thụ rất tốt dinh dưỡng trong nước và đất, dễ dàng kiểm soát sinh khối, tránh bị phát triển quá mức hay tàn lụi gây ô nhiễm. Diện tích cỏ năng trồng thường từ 30-50% tổng diện tích vuông. Trong mô hình quảng canh cải tiến, rất nhiều trường hợp cũng được trồng với cây rừng ngập mặn như đước, mắm với mật độ thưa và tỷ lệ ít, dưới 10% tổng diện tích vuông. Đây cũng là hình thức được khuyến khích hiện nay. Ngoài ra, mô hình quảng canh cải tiến cũng rất phổ biến với các loại rong biển, như rong câu (*Gracilaria*), rong mền (*Cladophora*), run bún (*Enteromorpha*). Các loại rong này có vai trò quan trọng vừa tạo sinh cảnh, làm thức ăn trực tiếp cho nhiều loài thủy sản và xử lý môi trường. Tuy nhiên, rong câu *Gracilaria* rất rộng muối, dễ kiểm soát sinh khối hơn, ít bị tàn lụi và ít gây ô nhiễm như một số loài rong khác, vì thế rong câu rất tốt để chọn và trồng. Diện tích các loại rong trong vuông tốt nhất nên trong khoảng 30-50% tổng diện tích và mật độ nên được giới hạn 0,5-1 kg/m². Diện tích và mật độ rong thực tế có thể cao hơn và có thể ảnh hưởng đến tôm nuôi, tuy nhiên, không ảnh hưởng lớn đến cua biển và vì thế, cần kiểm soát tỷ lệ rong phù hợp, đồng thời kết hợp nuôi cua biển để góp phần giảm thiểu rủi ro trong nuôi tôm (Nguyễn Thị Ngọc Anh và *ctv*, 2017).

Mô hình nuôi tôm – cua – lúa trên ruộng cũng là rất phổ biến và tiềm năng. Mô hình này, diện tích ruộng trong khoảng 0,5-2 ha. Mương bao rộng 2-3 m, sâu 1-1,5 m, chiếm 20-30% tổng diện tích; bờ có rào chắn giống như nuôi cua trong ao. Nhờ khả năng chịu độ mặn rộng của tôm và cua, và khả năng chịu nước lợ nhạt của lúa, nên mùa nắng nuôi tôm mật độ thấp cùng với cua biển, mùa mưa trồng lúa kết hợp với cua hay cả tôm.



Hình 4.1: Các loại thực vật lý tưởng cho nuôi cua biển kết hợp

(Nguồn: Trần Ngọc Hải)

A. Rừng ngập mặn, B. Cỏ năng, C. Rong biển, D. Góc rạ sau thu hoạch lúa

Nhìn chung, ao đầm nuôi cua biển cũng như khâu cải tạo ao đầm khá đơn giản. Thông thường, trước mỗi vụ nuôi có thể sên vét bùn đáy ao, và diệt cá tạp bằng dây thuốc cá, vốn chủ yếu là diệt địch hại cho tôm nuôi kết hợp. Tốt nhất nên bón vôi bổ sung, liều lượng 7-10 kg/100 m² khi cải tạo ao khoảng 1 tuần trước khi thả giống để diệt mầm bệnh và cải thiện chất lượng bùn đáy ao.

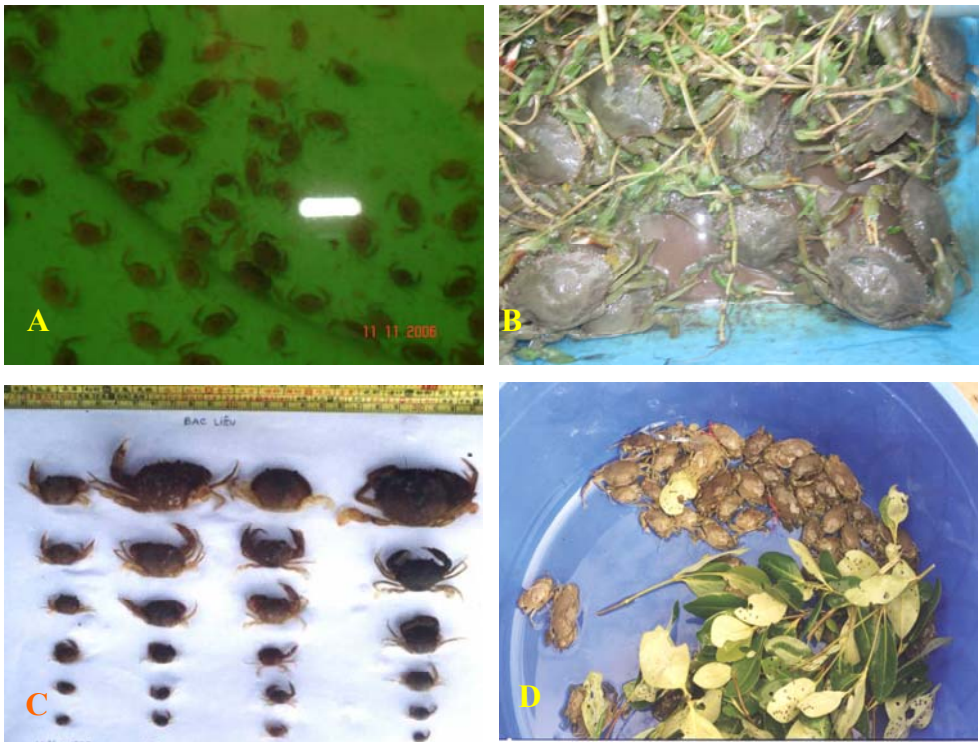
4.1.2. Cua giống và thả giống

Mùa vụ nuôi cua con thành cua thịt có thể quanh năm. Thông thường theo 2 mùa tháng 1-5 và tháng 6-12. Trước đây, mùa nắng nuôi phổ biến hơn do nguồn giống tự nhiên phong phú, tuy nhiên, hiện nay có thể nuôi quanh năm do nguồn giống được cung cấp chủ động từ các trại sản xuất giống nhân tạo. Đặc biệt, nuôi cua mùa vụ tháng 6-12 cho thu hoạch vào thời điểm giá cao trong năm nên được chú ý hơn.

Về nguồn giống cua, trước đây, nguồn cua giống chủ yếu dựa vào giống thu gom từ tự nhiên, số lượng và chất lượng giống không đảm bảo do số lượng đánh bắt lệ thuộc vào mùa vụ, vị trí và phương tiện đánh bắt, kích cỡ không đồng đều, có thể lẫn cua sen hay cua lửa, khâu đánh bắt và vận chuyển có thể gây sốc cho cua con. Hiện nay, cua con được sản xuất từ các trại và được ương dưỡng tập trung, nên đảm bảo hơn về chất lượng cũng như số lượng, cua biển là cua sen hoàn toàn, đều cỡ, thích nghi với điều kiện ương nuôi nhất là thức ăn công nghiệp nên dễ dàng cho ăn bằng thức ăn công nghiệp sau này khi nuôi chuyên thương phẩm. Các trại giống có thể cung cấp số lượng cua lớn, thuận lợi cho thả đồng loạt, hạn chế cua ăn nhau, nhất là trong nuôi cua chuyên.

Mật độ cua thả nuôi khác nhau tùy theo hình thức nuôi. Đối với nuôi chuyên, có cho ăn thì mật độ nuôi có thể 5000-15.000 con/ha. Đối với nuôi cua kết hợp với tôm trong các mô hình tôm – rừng, tôm quảng canh cải tiến hay tôm – lúa, không cần cho ăn bổ sung hay ít khi cho ăn, thì mật độ thả thường thấp, 500-1.000 con/ha, và thả bổ sung 1-2 tháng/lần. Việc thả mật độ thấp và thả nhiều lần trong thời gian nuôi cùng với việc thu tía sẽ giúp cua tận dụng đủ thức ăn tự nhiên trong ruộng, đầm nuôi mà không phải cho ăn bổ sung, đồng thời có thể thu hoạch cua quanh năm, không bị ảnh hưởng lớn bởi biến động giá cả. Trong mô hình kết hợp với tôm, cá, sò... trong mô hình tôm – rừng, tôm quảng canh cải tiến, việc thả cua với mật độ thấp trong điều kiện ao ruộng có nhiều cây cỏ, bờ ụ trú ẩn, cũng giúp giảm hiện tượng ăn nhau.

Việc thả cua giống nên chú ý độ mặn, nhiệt độ và độ pH trong phạm vi thích hợp và nên thuần hóa cua con từ từ để tránh cua bị sốc, nhất là do cua con được vận chuyển trong điều kiện ẩm.



Hình 4.2: Cua giống cho nuôi thương phẩm

(Nguồn: Trần Ngọc Hải)

- A. Cua giống nhân tạo C3, B. Cua giống nhân tạo sau khi nuôi 1,5 tháng,
C. Cua giống tự nhiên với kích cỡ khác nhau, D. Cua giống tự nhiên kích cỡ 3 cm

4.1.3. Chăm sóc - cho ăn

Trong các mô hình nuôi cua kết hợp với tôm, cá, động vật thân mềm, rong ở các nơi trên thế giới cũng như ở nước ta, hầu như không phải cho cua ăn bổ sung thức ăn mà chủ yếu dựa vào nguồn thức ăn tự nhiên trong ao, ruộng nuôi.

Đối với mô hình nuôi cua chuyên, mật độ 0,5-1,5 con/m² thì cần phải cho cua ăn bổ sung, với lượng 5-10% khối lượng thân mỗi ngày. Thức ăn cho cua có thể là thức ăn nhân tạo, hay cá tép tạp, còng. Hiện nay, bên cạnh thức ăn cá tạp sẵn có tại địa phương thì thức ăn công nghiệp cũng được sử dụng. Thức ăn công nghiệp cho cua có thể là thức ăn được sản xuất và cung

cấp chuyên cho cua biển, nhưng cũng có thể là thức ăn cho tôm biển. Thức ăn cá tạp có ưu điểm là đơn giản, rẻ và là thức ăn ưa thích của cua, tuy nhiên, nuôi với qui mô lớn và nhu cầu thường xuyên trong thời gian dài thì việc cung cấp không chủ động và khó trong khâu bảo quản. Trong khi đó, thức ăn công nghiệp có chất lượng cao, rất chủ động trong việc bảo quản và sử dụng, nhưng có giá cao.

Đã có nhiều công trình nghiên cứu về nhu cầu dinh dưỡng của cua cũng như xây dựng công thức thức ăn nhân tạo cho cua. Tuy nhiên, do nghề nuôi cua biển chuyên canh hiện nay còn chưa tập trung, vì thế vẫn chưa có thức ăn chuyên cho cua trên thị trường. How-Cheong và *ctv* (1992) nghiên cứu thức ăn nhân tạo cho cua biển (*Scylla serrata*) và cho rằng có thể sử dụng thức ăn nhân tạo nuôi cua thịt cho kết quả tăng trưởng khá tốt với khẩu phần đạm 35-40%. Trần Ngọc Hải (1997) sử dụng thức ăn tôm sú ương nuôi cua con (*Scylla* sp.) cho thấy cua tăng trưởng tốt mặc dù tỷ lệ sống thấp hơn so với cho cua ăn bằng cá tạp. Cũng trong thí nghiệm trên cua *Scylla serrata*, Marasigan (1999) nhận thấy cho cua ăn bằng thức ăn nhân tạo của tôm dạng khô có kết quả tăng trưởng khác biệt không ý nghĩa so với các loại thức ăn cá tạp trong 90 ngày nuôi mặc dù thấp hơn có ý nghĩa so với thức ăn tươi sống là hầu. Trong nuôi cua thịt (*Scylla serrata* và *S. tranquebarica*) 118 ngày, Trino và *ctv* (2001) cũng báo cáo rằng, thức ăn nhân tạo có bổ sung vitamin và khoáng cho kết quả khác biệt không ý nghĩa so với thức ăn cá tạp về mặt tỷ lệ sống, năng suất và tính kinh tế. Khi đánh giá ảnh hưởng của lippid trong thức ăn nhân tạo lên cua nuôi, ShynShin và *ctv*, (1999) nhận thấy rằng hàm lượng lipid tốt nhất khoảng 5,3-13,8%, giúp rút ngắn chu kỳ lột xác. Theo Catacutan (2002), cua tăng trưởng tốt với thức ăn nhân tạo chứa 32-40% protein và lipid 6% hay 12%. Cholesterol cũng rất quan trọng trong quá trình lột xác của cua biển và hàm lượng tốt nhất trong thức ăn là 0,51% (Sheen, 2000). Anderson và *ctv* (2004) cho rằng cua biển có thể tăng trưởng tốt với thức ăn của tôm, tuy nhiên, không thể sử dụng lâu dài vì cua cần hàm lượng lipid cao hơn tôm. Cua biển cũng có thể tiêu hóa tốt các protein thực vật, carbohydrate và chất xơ, do đó, cần tìm nguồn nguyên liệu rẻ tiền để đảm bảo thức ăn giá rẻ cho cua.

Ảnh hưởng của hàm lượng lipid trong thức ăn lên tăng trưởng, hiệu quả sử dụng thức ăn, thành phần hóa học cơ thể và chất chống oxy hóa của cua biển *Scylla paramamosain* (Zhao và ctv, 2015)

Nghiên cứu này nhằm đánh giá ảnh hưởng của hàm lượng lipid trong thức ăn lên tăng trưởng, hiệu quả sử dụng thức ăn, thành phần hóa học cơ thể và những thông số chống oxy hóa của cua biển *Scylla paramamosain* giai đoạn giống. Năm nghiệm thức thức ăn có cùng hàm lượng đạm (45%) và mức năng lượng nhưng có hàm lượng lipid (dầu) khác nhau từ 0%, 3%, 6%, 9% và 12% (ký hiệu lần lượt là L0, L3, L6, L9 và L12) được cho cua ăn trong 8 tuần. Cua thí nghiệm ban đầu có kích cỡ $1,53 \pm 0,52$ g, chiều rộng mai $3,92 \pm 0,14$ cm được thả trong bể 20 con với 3 lần lặp lại cho mỗi nghiệm thức. Kết quả cho thấy cua ở nghiệm thức L6 có tỉ lệ sống, khối lượng cơ thể, chiều rộng mai, tốc độ tăng trưởng và tần số lột xác cao hơn có ý nghĩa so với cua ở nghiệm thức L0, L3 và L12 ($P < 0,05$). Hệ số thức ăn cao nhất và hiệu quả sử dụng protein thấp nhất ở nghiệm thức L0 ($P < 0,05$). Lượng thức ăn ăn vào cao nhất ở nghiệm thức L3 ($P < 0,05$). Hàm lượng lipid trong cơ thể và gan tụy tăng đáng kể theo mức tăng của lipid trong thức ăn ($P < 0,05$). Tỉ lệ acid béo bão hòa và acid béo một nối đôi trong gan tụy cao nhất có ý nghĩa ở nghiệm thức L0 ($P < 0,05$). Thành phần acid béo trong gan tụy và cơ phù hợp với thành phần của chúng trong thức ăn. Cua cho ăn thức ăn L12 tích lũy hàm lượng malondialdehyde trong gan tụy cao nhất so với các nghiệm thức khác ($P < 0,05$), và hoạt động của các enzyme chống oxy hóa (superoxide dismutase, glutathione S-transferase và glutathione peroxidases) đều cao khi hàm lượng lipid trong thức ăn tăng ($P < 0,05$). Kết quả này chứng tỏ hàm lượng lipid trong thức ăn từ 8,52%-11,63% (tối ưu 9,5%) cho kết quả tăng trưởng tốt và khả năng chống oxy hóa cao ở cua biển giống tự nhiên.

4.1.4. Quản lý môi trường

Trong các mô hình nuôi cua chuyên hay nuôi kết hợp, với điều kiện gàn sông rạch, việc thay nước khá dễ dàng và chủ yếu dựa theo chế độ triều, nhất là vào các kỳ nước cường hàng tháng. Thay nước giúp cua lột xác đồng loạt và thường xuyên hơn. Nhìn chung, do cua biển khá rộng muối, có khả năng sống trong các điều kiện khác nhau như trong nước, trong hang, trên cạn các bãi triều, bãi rừng, giá thể... nên biến động chất lượng nước thông thường không ảnh hưởng lớn đến sinh trưởng và tỷ lệ sống của cua trong quá trình nuôi cua thương phẩm. Tuy nhiên, biến động lớn độ mặn và nhiệt độ trong thời gian chuyển mùa có thể làm sốc cua nuôi. Ao, vuông nuôi có nhiều giá thể, cây cỏ thủy sinh và rừng ngập mặn là giải pháp quan trọng, hạn chế cua bị sốc hay tẩu thoát ra ngoài.

Bảng 4.1: Một số yếu tố môi trường nước ao, vuông nuôi cua thương phẩm

Yếu tố	Mô hình tôm-rừng ¹	Mô hình QCCT ¹	Ao ²
Nhiệt độ (°C)	30,99 ± 2,85	30,46 ± 2,48	
pH	7,09 ± 0,61	7,32 ± 0,49	6,4-8,5
Độ mặn (‰)	20,42 ± 6,52	19,86 ± 8,31	5-30
Oxy hòa tan (mg/L)	6,08 ± 1,11	6,35 ± 1,69	
Đạm Amon (mg/L)	0,17 ± 0,06	0,18 ± 0,08	
Đạm Nitrite (mg/L)	0,03 ± 0,02	0,03 ± 0,03	
Độ kiềm (mg/L)			51-136

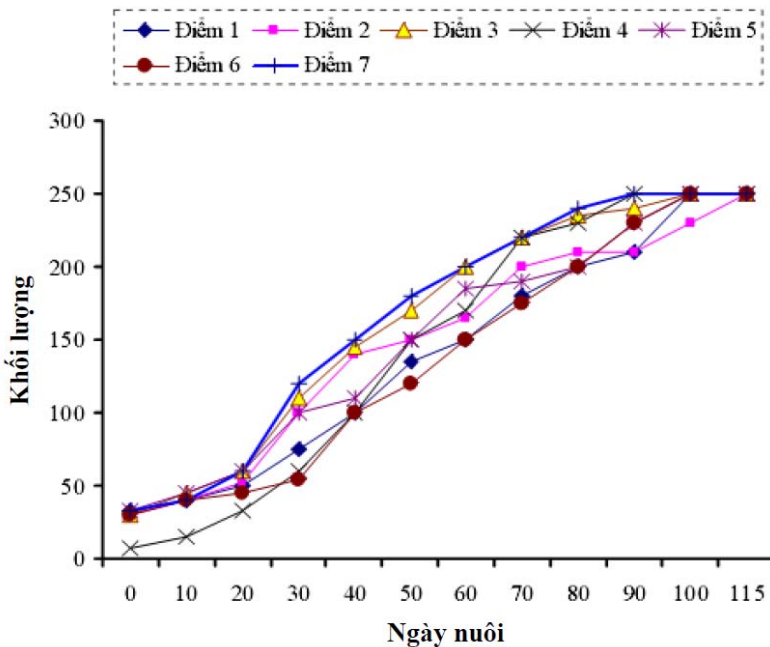
Nguồn: ¹Trần Ngọc Hải và *ctv*, 2006; ²Phạm Minh Truyền và *ctv*, 2006

4.1.5. Thu hoạch

Sau thời gian nuôi 2,5-3 tháng, cua đạt kích cỡ 250-300 g thì bắt đầu thu tĩa. Các mô hình nuôi cua chuyên trong ao thì có thể thu tĩa bằng câu hay rập đến 3-4 tháng thì thu hoạch toàn bộ bằng cách tháo cạn và bắt bằng tay. Đối với các mô hình nuôi kết hợp thì chỉ thu tĩa bằng câu hoặc rập mà

không tháo cạn bắt tay. Đa số các trường hợp, khi cua bắt được có kích cỡ lớn nhưng còn mềm do mới lột (cua ốp), các hộ nuôi giữ cua trong lồng tre đặt trong ao khoảng 1 tuần, cua chắc thịt thì có thể xuất bán. Năng suất cua nuôi tùy mô hình có thể đạt 800-1.200 kg/ha/vụ đối với nuôi chuyên (Christensen và *ctv*, 2003; Phạm Minh Truyền và *ctv*, 2006), hay 70-150 kg/ha/năm đối với nuôi cua trong các mô hình kết hợp tôm rừng, tôm QCCT, tôm-lúa (Trần Ngọc Hải, 1997; Dương Thị Thu Vân, 2014; Lê Quốc Việt và *ctv*, 2015). Hệ số thức ăn (FCR) dao động 3-6 kg thức ăn/kg cua trong trường hợp cho ăn bằng thức ăn cá tép tạt (Christensen và *ctv*, 2003, Phạm Minh Truyền và *ctv*, 2006, Dương Thị Thu Vân, 2014), nhưng thực tế trên 95% số hộ không cho cua ăn bổ sung (Petersen và *ctv*, 2013).

Nhìn chung, mô hình nuôi cua thương phẩm khá đơn giản, chi phí đầu tư thấp, nhất là các mô hình kết hợp. Lợi nhuận của nuôi cua trong các mô hình từ 41-135 triệu đồng/ha/năm, tỷ suất lợi nhuận 1,97-3,55, góp phần quan trọng vào tổng thu nhập của mô hình (Petersen và *ctv*, 2013; Dương Thị Thu Vân, 2014; Lê Quốc Việt và *ctv*, 2015).



Hình 4.3: Tăng trưởng cua trong mô hình nuôi cua thương phẩm chuyên canh trong ao

(Nguồn: Phạm Minh Truyền và *ctv*, 2006)

Nuôi cua con thành cua thương phẩm chuyên trong ao hay kết hợp với các đối tượng thủy sản trong các mô hình tôm –rừng, tôm QCCT, tôm lúa có ưu điểm là tiềm năng diện tích nuôi rất lớn; kỹ thuật nuôi đơn giản, nguồn cua giống là cua con hiện rất phổ biến từ các trại sản xuất giống, có thể cho ăn hay không, và có thể thu hoạch quanh năm và cung cấp thị trường quanh năm, góp phần đa dạng đối tượng nuôi và thu nhập và tăng tính bền vững cho các mô hình nuôi thủy sản quảng canh. Đặc biệt, trong điều kiện các mô hình nuôi tôm quảng canh cải tiến, tôm-lúa, tôm-rừng còn một số bất lợi cho nuôi tôm như môi trường (nhiệt độ, độ mặn, Oxy hòa tan...) biến động lớn, bệnh tôm, ô nhiễm... cần cải tiến nhiều kỹ thuật, thì cua biển với ưu điểm là chống chịu tốt với môi trường, kháng bệnh cao, giá cao, được xem là đối tượng quan trọng để nuôi kết hợp vào mô hình (Tran Ngọc Hai, 2005; Petersen và *ctv*, 2013; Bosma, 2014; Leigh và *ctv*, 2017; Nguyễn Thi Ngọc Anh và *ctv*, 2017). Tuy nhiên, hạn chế của các mô hình là nuôi cua kết hợp này có năng suất thấp, cần diện tích lớn và việc thu hoạch cũng như thu nhập không tập trung.

4.2. Nuôi cua gạch

Nuôi cua gạch là hình thức nuôi vỗ cua cái có kích cỡ thương phẩm, trong thời gian ngắn khoảng 15-30 ngày, để cua phát triển từ gạch non thành gạch đầy, có chất lượng và giá trị cao hơn, nhưng không phải qua lột xác tăng trưởng. Hình thức nuôi này khá phổ biến ở các nước Đông Nam Á với các mô hình khác nhau, như nuôi cua gạch trong ao, trong lồng hay trên bể. Điểm quan trọng cần chú ý là việc chọn vị trí nuôi nên có độ mặn đủ cao, trên 15‰, tốt nhất 25-30‰.

4.2.1. Ao, lồng và bể nuôi

Đối với hình thức nuôi cua trong ao, ao có diện tích 200-500 m², sâu 1-1,5m, có bờ và rào chắc chắn, có cống cấp và tháo nước và có đặng chắn cẩn thận trước cống.

Đối với nuôi cua trong lồng, lồng có thể có kích cỡ 3x3x1,5m, bằng lưới hay bằng tre. Mất lưới và khoảng cách giữa các thanh tre khoảng 1 cm. Lồng có lưới hay nắp đáy cẩn thận. Một số nơi, có thể nuôi cua trong các lồng bằng tre có chia nhiều ô nhỏ 30 cm x30 cm x30 cm. Mỗi ô thả nuôi riêng 1 con để tránh ăn nhau, hay làm thương tích nhau, giảm giá trị thương phẩm. Các lồng được đặt trên sông nước lợ có độ sâu 3-5 m, có dòng chảy nhẹ, biên độ triều không quá cao trong ngày (khoảng 1-2 m). Có thể dùng

thùng phuy, thùng nhựa to hay các khối xốp để làm phao giữ lồng nổi trên sông. Mức nước giữ trong lồng phải đảm bảo 0,8-1 m.

Đối với hình thức nuôi cua trên bể, đây là hình thức nuôi tiên tiến và có tiềm năng tốt để áp dụng rộng rãi. Bể nuôi cua cũng đa dạng, có thể là bể xi-măng 2-10 m³, có đáy cát và nuôi chung nhiều con cua trong bể. Cũng có thể bể 2-10 m³, và đặt nhiều hộp lồng nhựa nhỏ, mỗi hộp thả 1 con. Hiện nay, có một số nơi thử nghiệm giàn nuôi cua nhiều tầng, mỗi tầng có nhiều hộp nhựa kích cỡ 30 cm x 30 cm x 30 cm, mỗi hộp thả 1 con cua để nuôi vỗ. Nuôi cua trên bể có thể áp dụng hệ thống nước chảy tràn, hoặc thay nước hàng ngày, đặc biệt là hệ thống nước tuần hoàn với bể lọc sinh học. Nuôi cua trên bể cần trang bị đầy đủ hệ thống cấp thoát nước và xử lý nước, hệ thống cung cấp khí, sục khí cho bể nuôi. Bể nuôi có thể đặt trong nhà trại và kiểm soát tốt môi trường, nhất là độ mặn trong phạm vi thích hợp.

4.2.2. Cua giống và thả giống

Tùy từng nơi, mùa vụ nuôi gạch thông thường từ tháng 6-12 do đó là có nhiều cua cái kích cỡ lớn để chọn nuôi, là mùa cua có gạch nhiều, đồng thời có thể thu hoạch cua vào thời điểm có giá cao.

Cua nuôi là cua cái, có kích cỡ 200-300 g. Nguyễn Việt Bắc (2013) nghiên cứu ảnh hưởng của các nhóm kích cỡ cua cái khác nhau (150-250, 250-350 và 350-450 g) trong nuôi cua gạch, kết quả cho thấy, sau 20 ngày nuôi, tỷ lệ sống và tỷ lệ cua đạt gạch trong tất cả các nghiệm thức là 100%. Tốc độ tăng trưởng đặc biệt của cua dao động 0,12-0,15%/ngày, nhưng không có khác biệt giữa các nhóm kích cỡ. Với cùng mật độ thả nuôi trên bể (36 con/m²), nhóm cua 150-250 g và 250-350 g có thời gian nuôi ngắn hơn (bắt đầu thu hoạch sau 8 -9 ngày), lượng thức ăn ít hơn (1,25-1,48 kg thức ăn/kg cua gạch) có nghĩa so với nhóm cua có kích cỡ lớn 350-450 g. Với chi phí thấp hơn, nhưng lợi nhuận và tỷ suất lợi nhuận cao hơn, đồng thời khả năng quay vòng nuôi nhanh do thời gian nuôi ngắn hơn, nên nhóm cua 150-250 g và 250-350 g là thích hợp nhất để nuôi cua gạch.

Khi chọn cua gạch non để nuôi, cua phải có vỏ cứng, chắc thịt, màu xanh đậm, yếm tròn phủ giáp mặt bụng và mép vỏ có nhiều lông tơ. Dùng que ấn nhẹ phần yếm xuống từ bên ngoài nơi giáp yếm với mai cua, cua tốt sẽ có chấm màu vàng nhạt bên trong. Để cua phát triển gạch đồng loạt, cần chọn cua cái đồng đều về chấm gạch. Mật độ nuôi từ 0,5-1,5 con/m² ao hay 15-20 con/m³ lồng. Nuôi trong giàn lồng với nhiều lồng nhỏ (30x30x30 cm) đặt trong ao thì mật độ 1 con/ô lồng. Trịnh Văn Thăm (2014) nuôi cua trong hộp với các kích cỡ hộp khác nhau đặt trong bể, cho thấy hộp có kích cỡ

30x20x12 cm là phù hợp nhất do tiết kiệm diện tích, nâng cao mật độ nuôi nhưng vẫn đảm bảo cua tăng trưởng, tỷ lệ sống và tỷ lệ đạt gạch tốt. Đối với nuôi trên bể với hệ thống nước tuần hoàn không cần hộp, có thể nuôi 20-40 con/m². Các nghiên cứu so sánh ảnh hưởng của mật độ nuôi khác nhau (6, 12 và 24 con/m²) và mật độ nuôi từ (12, 24, 36, 48 con/m²) cho thấy kết quả về tăng trưởng, tỷ lệ sống, tỷ lệ đạt cua gạch, cũng như mức độ phát triển của gạch cua (chỉ số GSI của buồng trứng) khác nhau không nghĩa giữa các nghiệm thức của các thí nghiệm (Trịnh Văn Thăm, 2010; Nguyễn Việt Bắc, 2013).

4.2.3. Chăm sóc và cho ăn

Mặc dù hiện nay có một số công trình nghiên cứu về thức ăn cho nuôi cua với nhiều kết quả khác nhau, tuy nhiên, nghề nuôi cua gạch ở các nước vẫn chủ yếu dựa vào thức ăn cá tạp. Cho ăn mỗi ngày 2 lần với tỷ lệ cho ăn từ 5-10% khối lượng thân.

Bảng 4.2: Ảnh hưởng của các loại thức ăn lên nuôi vỗ cua gạch

Chỉ số	Thức ăn			
	Cá rô phi	Sò voi	Tép bạc	Ba khía
Cua nuôi				
Khối lượng (g)	322,5±39,6	245,8±45,0	260,0±31,22	296,7±60,54
FMI	1,14±0,03	1,12±0,02	1,12±0,02	1,12±0,02
GSI	1,30±0,32	1,30±0,32	1,30±0,32	1,30±0,32
Cua gạch				
Khối lượng (g)	335,8±50,02	274,2±48,50	276,7±27,65	329,2±3,85
SGR (%/ngày)	0,32±0,15	0,54±0,18	0,51±0,15	0,45±0,14
Tỷ lệ sống (%)	75,00±25,00	100,00	91,67±14,43	91,67±14,43
GSI (%)	7,0±0,49	9,41±1,41	6,94±1,49	7,82±1,87

(Nguồn: Trịnh Văn Thăm, 2010)

Trịnh Văn Thăm (2010) so sánh ảnh hưởng của các loại thức ăn khác nhau gồm thức ăn công nghiệp, cá, sò, tép, ba khía trong nuôi cua gạch trên bể, kết quả cho thấy cua không ăn thức ăn công nghiệp, không phát triển gạch và chết hoàn toàn sau 15 ngày nuôi. Điều này có lẽ do cua giống là cua tự nhiên kích cỡ lớn nên khó thuần hóa với thức ăn công nghiệp. Đối với các thức ăn tươi sống, tỷ lệ sống, tăng trưởng, tỷ lệ đạt cua gạch khác nhau không có ý nghĩa, tuy nhiên, cua được cho ăn sò sẽ phát dục tốt nhất (đạt cua gạch 100% sau 30 ngày nuôi) và tỷ lệ gạch cao nhất so với cua ăn thức ăn khác, với GSI đạt 9,41%. Kết quả phân tích thành phần sinh hóa (đạm, lipid, khoáng) của gan, buồng trứng và thịt cua cho thấy cua ăn sò có hàm lượng lipid trong gan, buồng trứng và thịt cao nhất, trong khi canxi thấp nhất ở cua ăn cá.

Bảng 4.3: Thành phần sinh hóa của cua trước và sau nuôi vỗ với các loại thức ăn khác nhau

Chỉ số	Cua bố trí thí nghiệm	Cua thu hoạch từ các nghiệm thức thức ăn			
		Cá rô phi	Sò voi	Tôm bạc	Ba khía
Gạch cua					
Lipid (%)	8,08	10,86	11,32	10,10	10,89
	± 0,82	± 0,52	± 0,70	± 0,13	± 0,20
Đạm (%)	81,99	78,92	80,82	82,98	80,29
	± 3,3	± 7,72	± 1,05	± 1,93	± 0,93
Khoáng (%)	1,64	1,49	1,78	1,62	1,66
	± 0,08	± 0,08	± 0,28	± 0,25	± 0,00
Thịt cua					
Lipid (%)	5,93	6,24	7,25	7,39	7,40
	± 0,30	± 0,63	± 0,10	± 0,16	± 0,28
Đạm (%)	80,78	87,29	89,40	87,33	85,63
	± 1,50	± 3,52	± 1,15	± 0,42	± 1,39
Khoáng (%)	1,87	1,79	1,96	2,23	2,29
	± 0,15	± 0,23	± 0,09	± 0,22	± 0,11

(Nguồn: Trịnh Văn Thăm, 2010)

4.2.4. Quản lý môi trường

Trong nuôi cua gạch, các yếu tố môi trường luôn được đảm bảo trong phạm vi thích hợp cho cua. Đối với hình thức nuôi cua trong ao, mật độ nuôi thưa, ao có nhiều bờ líp hay các loại giá thể cho cua lên xuống, được thay nước hàng ngày, nên các yếu tố môi trường ít ảnh hưởng lớn đến cua.

Đối với nuôi cua gạch trong lồng trên sông vịnh, chất lượng nước khó được kiểm soát, trong khi mật độ nuôi cao, vì thế, cần chọn vị trí đặt lồng thích hợp, có dòng chảy nhẹ và không bị ô nhiễm.

Đối với nuôi cua gạch trong bể, cần phải có hệ thống sục khí, đảm bảo Oxy cho cua, nhất là thường xuyên thay nước hàng ngày hay tuần hoàn hoàn qua lọc sinh học để đảm bảo chất lượng nước tốt cho cua.

Một trong những yếu tố môi trường quan trọng cần chú ý là độ mặn. Cua biển là loài rộng muối, sống chủ yếu ở vùng nước lợ, tuy nhiên, khi trưởng thành, cua có xu hướng ra biển, có độ mặn cao thích hợp để thành thực và sinh sản. Vì thế, độ mặn thích hợp cho nuôi cua gạch cần được nghiên cứu. Nguyễn Việt Bắc (2013) nghiên cứu ảnh hưởng của các độ mặn khác nhau là 5, 15, 25, 35‰ lên nuôi cua gạch trong hệ thống bể tuần hoàn, sau 15 ngày nuôi, kết quả cho thấy tỷ lệ sống của cua khá thấp (58%, 67%) ở các nghiệm thức độ mặn 5 và 15‰ và đều đạt 100% ở độ mặn 25 và 35‰. Tất cả các nghiệm thức, số cua sống đều có gạch, tuy nhiên nghiệm thức độ mặn thấp 5 và 15‰, cua có gạch chậm hơn và ít gạch hơn, với hệ số GSI lần lượt là 7,76% và 7,85%, so với cua ở độ mặn cao 25‰ và 35‰ với GSI lần lượt là 8,43% và 8,87%. GSI lúc bố trí là 2,31%. Sinh khối cua gạch lúc thu hoạch ở độ mặn 25% và 35% có tăng so với lúc bố trí nuôi dù khác biệt không ý nghĩa, tuy nhiên, sinh khối cua gạch ở độ mặn 5‰ và 15% giảm đáng kể so với lúc thả nuôi. Ở độ mặn cao 25‰ và 35‰, gạch cua có hàm lượng Lipid cao hơn so với cua nuôi ở độ mặn thấp 5‰ và 15‰. Cua nuôi ở độ mặn 25% và 35% có hệ số thức ăn thấp hơn và có lợi nhuận cao hơn so với nuôi cua ở độ mặn 5‰ và 15‰. Các kết quả trên cho thấy rõ ràng rằng, nuôi cua gạch cần có độ mặn cao 25-35‰ để cho hiệu tốt nhất.

Các yếu tố môi trường nước trong một số nghiên cứu nuôi cua gạch trên bể được trình bày ở Bảng 4.4.

Bảng 4.4: Các yếu tố môi trường nước trong thí nghiệm nuôi cua gạch trên bể tuần hoàn với mật độ khác nhau

Yếu tố		12 con/m ²	24 con/m ²	36 con/m ²	48 con/m ²
Nhiệt độ (°C)	Sáng	26,71±0,66	26,64±0,57	26,84±0,60	26,96±0,74
	Chiều	28,56±0,78	28,62±0,78	28,69±0,82	28,71±0,79
pH	Sáng	8,09±0,14	8,05±0,13	8,12±0,13	8,16±0,12
	Chiều	8,30±0,16	8,27±0,16	8,33±0,18	8,34±0,16
Nitrite (mg/L)		1,19±0,67	1,63±1,42	1,94±1,31	1,94±1,31
TAN (mg/L)		1,38±0,66	2,31±1,67	2,44±1,60	2,44±1,60

(Nguồn: Nguyễn Việt Bắc, 2013)

4.2.5. Thu hoạch

Sau 10-14 ngày nuôi từ cua chắc và có gạch non hay 20-25 ngày khi nuôi từ cua óp, cua bắt đầu có đầy gạch và có thể thu hoạch. Thông thường, khi khoảng 60-80% cua đều đạt đầy gạch có thể thu hoạch đồng loạt. Tùy theo thị trường, có thể chọn thời điểm thích hợp để thu và bán với giá tốt nhất. Cũng có thể kéo dài thêm một thời gian ngắn sau khi gạch đầy tuy nhiên không thể kéo dài vì cua có thể bị chết hay xuống gạch và một số trường hợp cua có thể đẻ trứng trong thời gian nuôi. Với mật độ nuôi cua 36-48 con/m², năng suất cua gạch có thể đạt 10-15 kg/m², rất cao so với hình thức nuôi cua trong ao với năng suất thông thường 1,0-2,0 tấn/ha.

Cua gạch rất giàu dinh dưỡng, hàm lượng đạm, lipid và khoáng trong gạch cua dao động lần lượt trong khoảng 72,5-82,98%, 7,7-11,32% và 1,49-2,58% khối lượng khô, trong gan tụy khoảng 76,96-90,6%, 4,42-7,26%; và 1,08-2,97% và trong thịt cua khoảng 76,6-89,4%, 6,24-7,91% và 1,79-2,49% (Trịnh Văn Thăm, 2010; và Nguyễn Việt Bắc, 2013). Theo Phạm Thị Tuyết Ngân và *ctv* (2006), hàm lượng chất béo trong gạch cua đạt cao nhất khi cua sắp đẻ trứng, có thể đạt 29% khối lượng khô, đặc biệt, acid béo cao không cho có thể đến 38,2 mg/g khối lượng khô và DHA/EPA có thể đạt đến 1,4. Vì thế, cua gạch rất được ưa chuộng trong tiêu thụ.

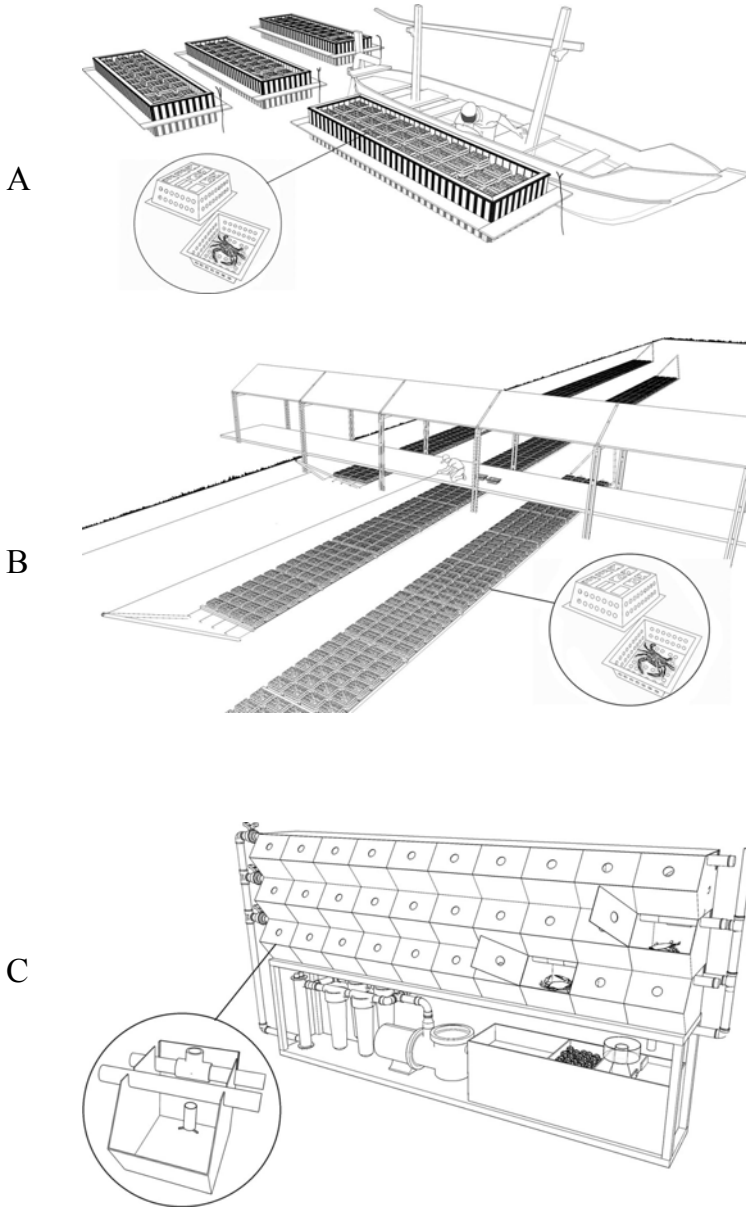
Nuôi cua gạch có chu kỳ nuôi ngắn nên có thể nuôi được nhiều vụ trong năm, kỹ thuật nuôi khá đơn giản, có thể nuôi theo nhiều hình thức khác nhau, và lợi nhuận khá lớn, tỷ suất lợi nhuận có thể trên 100% so với chi phí sản xuất mỗi chu kỳ. Tuy nhiên, nghề nuôi cua gạch cũng có một số trở ngại lớn. Con giống là cua cái gạch non, kích cỡ lớn đang ngày càng khan hiếm để cung cấp đồng loạt cho nghề nuôi. Nuôi cua gạch chủ yếu dựa vào thức ăn tươi sống vì cua lớn khó tập ăn thức ăn công nghiệp. Nuôi cua gạch cần độ mặn đủ cao (25-35‰), trong khi mùa có giá cao lại vào mùa mưa, độ mặn có thể giảm thấp. Vì thế, chọn vùng nuôi thích hợp, có độ mặn đủ cao vào mùa mưa là vấn đề quan trọng. Để khắc phục trở ngại trên, mô hình nuôi cua trên bể theo hệ thống tuần hoàn có lẽ là mô hình rất lý tưởng để phát triển trong thời gian tới, do có thể kiểm soát tốt độ mặn và các yếu tố môi trường, nuôi được quanh năm hay bất cứ mùa vụ nào có giá tốt, có thể nuôi mật độ cao, năng suất cao, ít tổn diện tích, thân thiện môi trường, và đặc biệt là có thể áp dụng công nghệ cao trong quản lý, chăm sóc cua nuôi.

4.3. Nuôi cua lột

Nuôi cua lột là hình thức nuôi cua có kích cỡ 50-100 g, có vỏ cứng để cua lột thành vỏ mềm, chất lượng và có giá trị cao. Nuôi cua lột là mô hình nuôi khá phổ biến nhiều nơi với nhiều hình thức khác nhau như nuôi cua lột trong ao, nuôi trong lồng và nuôi trên bể.

4.3.1. Ao, lồng, bể nuôi

Nuôi cua lột trong ao là hình thức nuôi khá đặc trưng ở Tỉnh Long An trong hơn vài thập niên qua. Đây là vùng có nước lợ nhạt và theo mùa. Ao nuôi cua lột có kích cỡ nhỏ (100-200 m²), hình chữ nhật nhưng độ rộng ao không quá 5m để tiện quản lý và thu hoạch. Ao có mương xung quanh sâu 0,4-0,5 m và rộng 1,5 m; giữa ao có trảng rộng khoảng 1 m. Bờ ao không cần phải rào, tuy nhiên, cần phải đặng chắn cẩn thận ở cống. Duy trì nước ao ở mức 0,6-0,8 m ở mương và 0,3-0,4 m trên trảng. Đối với nuôi cua lột trong ao, cần có thêm một giai lưới khoảng 3×1,5×0,5 m đặt ngập nước khoảng 0,3-0,4 m. Giai này dùng để chứa cua sắp lột khi thu hoạch từ ao nuôi.



Hình 4.4: Một số mô hình nuôi cua lột

(Nguồn: Tavares và *ctv*, 2017)

A. Nuôi cua lột trong giàn lồng đặt trên sông, vịnh, B. Nuôi cua lột trong giàn hộp lồng đặt trong ao, C. Nuôi cua lột trong giàn hộp nhiều tầng tuần hoàn nước qua lọc sinh học

Nuôi cua lột trong lồng khá phổ biến ở nhiều nơi, nhất là ở Thái Lan, Myanmar và Indonesia. Lồng nuôi là các hộp nhựa nhỏ 20x30x20 cm, đặt thành giàn trên các ống PVC nổi trên mặt nước. Giàn lồng được đặt trong ao rộng 1-2 ha, sâu 1-1,5 m, và giàn lồng chiếm diện tích khoảng 1,2 diện tích ao. Giàn này có thể được neo cố định trong ao, và việc tiếp cận, chăm sóc cho ăn được thực hiện bằng cách dùng xuống. Ngoài ra, phương pháp đặt lồng khác là giàn lồng được đặt ở 1 đầu ao. Giữa ao có 1 dãy nhà xây trên mặt nước, ngang ao, hàng ngày người nuôi ngồi trên sàn và kéo giàn lồng từ đầu ao này sang đầu ao kia, trong khi kiểm tra và cho cua ăn hay thu hoạch cua từng lồng.

Phương pháp nuôi cua lột trong hệ thống bể có nước tuần hoàn qua lọc sinh học đang được phát triển. Trần Ngọc Hải và *ctv* (2006) nuôi cua lột trong các bể nhựa 100 Lít, mức nước 30 cm, lắp đặt theo hệ thống tuần hoàn.

Một hình thức tiên tiến khác là nuôi cua trong giàn nhiều tầng, mỗi tầng có nhiều hộp nhựa 30x20x20 cm, mỗi hộp nuôi 1 con cua. Giàn nuôi cũng được lắp đặt theo hệ thống nước tuần hoàn qua lọc sinh học. Hình thức nuôi này khá hiện đại và đang được phát triển (Hungaria và *ctv*, 2017; Tavares và *ctv*, 2017).



Hình 4.5: Hộp lồng và vật liệu cho xây dựng giàn lồng nuôi cua lột của một công ty ở Myanmar

(Nguồn: Trần Ngọc Hải)

4.3.2. Cua giống và thả giống

Nuôi cua lột hiện nay hầu hết các nơi còn dựa vào nguồn cua giống bắt từ tự nhiên, kích cỡ trung bình 50-100 g. Nuôi cua bằng nguồn giống bắt từ tự nhiên có thể đơn giản, tuy nhiên, không chủ động và số lượng cũng như kích cỡ thường biến động theo mùa. Chất lượng con giống cũng không được kiểm soát do việc đánh bắt, trữ và vận chuyển kéo dài. Hơn nữa, việc khai thác quá mức cũng có nguy cơ cạn kiệt nguồn giống. Một số trường hợp thử nghiệm nuôi cua con (C1-C2) trong ao với mật độ khá cao 3-5 con/m², cho ăn bằng thức ăn công nghiệp, sau 1,5 tháng, cua đạt kích cỡ 5-7 cm (khoảng 50 g) thì thu hoạch để nuôi cua lột. Việc này giúp chủ động nguồn giống hơn cho nghề nuôi cua lột, và có thể đảm bảo chất lượng giống cua tốt hơn và quan trọng là cua đã quen thức ăn công nghiệp nên dễ dàng ăn thức ăn công nghiệp khi nuôi cua lột.

Mùa vụ nuôi cua lột có thể quanh năm, tuy nhiên lệ thuộc nhiều vào mùa có con giống tự nhiên phong phú cũng như độ mặn thích hợp. Ở ĐBSCL, mùa vụ nuôi tập trung nhất vào tháng 3-7 hằng năm do có nguồn cua giống phong phú hơn. Trường hợp có ao nuôi cua con thành cua giống sẽ giúp nghề nuôi chủ động quanh năm.



Hình 4.6: Cua giống cho nuôi cua lột

(Nguồn: Trần Ngọc Hải)

Cua giống nên có kích cỡ khoảng 50-100 g/con, để vừa có giá giống thấp, đồng thời cua nuôi sớm lột vỏ, rút ngắn chu kỳ sản xuất hơn. Cua giống là những cua chắc thịt, vỏ cứng và màu sậm. Một số trường hợp, trước khi thả cua cần loại bỏ càng và chân cua bằng cách chặt chót chân và chót càng, cua sẽ tự bỏ càng chân của chúng. Tuy nhiên, phải giữ đôi chân bơi để cua hoạt động. Biện pháp này có tác dụng kích thích cua lột xác sớm.

Về mật độ nuôi, trường hợp cua nuôi đã được loại bỏ chân và càng, nên mật độ thả nuôi có thể là 20-30 con/m² ao nuôi hay trên bể nuôi theo hệ thống nước tuần hoàn. Tuy nhiên, các trường hợp nuôi cua trong giàn có nhiều hộp lồng đặt trong ao, hay giàn hộp nhiều tầng thì không cần loại bỏ chân càng và thả nuôi với mật độ 1 con/hộp. Trần Ngọc Hải và ctv (2006) nuôi cua lột trong bể theo hệ thống tuần hoàn với các mật độ khác nhau là 24 con/m²; 34 con/m²; 43 con/m² và 57 con/m², kết quả cho thấy tăng trưởng của cua trước và sau khi lột vỏ khác nhau không ý nghĩa giữa các nghiệm thức, tỷ lệ sống của cua dao động 85-97,9% và tỷ lệ lột vỏ 85-93,7% và năng suất cua lột đạt được tăng dần theo mật độ, lần lượt là 0,99 ± 0,20; 1,25 ± 0,24; 1,73 ± 0,23 và 2,23 ± 0,20 kg/m², trong khi đó, lượng thức ăn cho mỗi kg cua lột giảm dần, lần lượt là 0,3; 0,26; 0,2 và 1,6 kg thức ăn/kg cua lột. Kết quả cho thấy, trong nuôi cua lột trên bể theo hệ thống tuần hoàn, hoàn toàn có thể nuôi với mật độ 43-57 con/m².

4.3.3. Chăm sóc - cho ăn

Nuôi cua lột có thể bằng thức ăn công nghiệp hay thức ăn cá tạp, tuy nhiên, đa số các trường hợp nuôi cua lột hiện nay vẫn sử dụng chủ yếu là thức ăn cá tạp. Mỗi loại thức ăn có ưu điểm và trở ngại riêng. Thức ăn cá tạp thường đơn giản và rẻ ở những vùng có nguồn cá tạp phong phú, đây cũng là thức ăn ưa thích của cua. Tuy nhiên, khó bảo quản, chất lượng không đảm bảo, và dễ gây ô nhiễm. Thức ăn công nghiệp chuyên dùng cho cua giúp đảm bảo chất lượng, chủ động, đồng thời rất phù hợp cho nuôi cua trên bể hay hệ thống giàn nuôi tuần hoàn.

Nghiên cứu nuôi cua lột trong hệ thống tuần hoàn sử dụng thức ăn nhân tạo có hàm lượng đạm 25%, 35% và 45% so với các tạp, kết quả cho thấy với khối lượng và kích cỡ cua chắc ban đầu khá đồng đều (Khối lượng 28,61-29,55 g; dài carapace 4,28-4,59 cm và rộng carapace 6,23-6,43 cm), sau khi lột, khối lượng, chiều dài carapace và chiều rộng carapace trung bình của cua ăn 4 loại thức ăn khác nhau không có ý nghĩa thống kê ($P > 0.05$), đạt 38,68-40,34g; dài 4,68-5,02 cm và 6,72-6,97 cm. Kết quả cũng cho thấy rằng, khối lượng cua lột tăng 36,22-38,87% so với khối lượng

cua chắc đã loại bỏ càng và chân. Lượng thức ăn tiêu thụ đối với cá tạp là $2,26 \pm 0,58$ kg thức ăn/kg cua lột, 3 loại thức ăn viên có lượng thức ăn tiêu tốn tương đương nhau, trong khoảng 0,28-0,31 kg thức ăn/kg cua lột. Kết quả cho thấy tỷ lệ sống và tỷ lệ lột giữa các nghiệm thức khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($P > 0,05$) mặc dù thức ăn 25% đậm cho tỷ lệ cua lột (90%) và năng suất cua lột ($0,86 \text{ kg/m}^2$) cao nhất. Kết quả cho thấy, có thể sử dụng tốt thức ăn công nghiệp trong nuôi cua lột (Trần Ngọc Hải và *ctv*, 2006).

4.3.4. Quản lý môi trường

Quản lý môi trường nước ao nuôi cua lột cũng như môi trường xung quanh là rất quan trọng trong nuôi cua lột.

Nhìn chung, chất lượng nước ao và bể nuôi cua cần đảm bảo các yếu tố quan trọng như độ mặn, Oxy hòa tan, Amon, Nitrite cần đảm bảo trong phạm vi thích hợp cho cua. Do nuôi cua với mật độ cao, cua hoàn toàn trong nước mà không lên cạn, đặc biệt là trường hợp cua được loại chân càng trước khi nuôi có thể tiết nhiều dịch cơ thể ra môi trường, hay lúc cua lột vỏ cần nhiều Oxy, vì thế, cần đặc biệt chú ý nhiều về Oxy và đậm trong nuôi cua lột.

Nhiều trường hợp nuôi cua trong giàn lồng đặt trong ao có tăng cường quạt nước, đảm bảo Oxy cho ao nuôi; đồng thời định kỳ thay nước cho ao. Trong khi đó, nuôi cua trong hệ thống bể tuần hoàn hay giàn hộp nhiều tầng thì sục khí và tuần hoàn nước 100-200% thể tích nước bể nuôi mỗi ngày qua lọc sinh học.

Nuôi cua lột với qui mô lớn, có thể sẽ có nhiều cua bị chết hàng ngày, cần thiết kiểm tra thu vớt và xử lý kịp thời và phù hợp, tránh gây ô nhiễm môi trường xung quanh, cũng như ô nhiễm ao nuôi. Nhiều trường hợp có thể nuôi cá kết hợp trong ao đặt giàn lồng nuôi cua lột để tận dụng thức ăn rơi rớt, đồng thời giúp xử lý môi trường nước ao.

Tavares và *ctv*, (2017) đề nghị các yếu tố môi trường quan trọng cho nuôi cua lột gồm Oxy hòa tan trên 7 mg/L, Amon dưới 0,5 mg/L, Nitrite dưới 0,5 mg/L, pH 6,5-8,5, Kiềm trên 100 mg/L.

Chất lượng nước nuôi cua lột trong hệ thống bể tuần hoàn ở một số thí nghiệm tại Khoa Thủy Sản – Trường Đại học Cần Thơ được trình bày ở Bảng 4.5 và 4.6.

Bảng 4.5: Các yếu tố môi trường trong thí nghiệm nuôi cua lột với các loại thức ăn khác nhau theo hệ thống tuần hoàn

Yếu tố	Sáng	Chiều
Nhiệt độ (°C)	26,7 ± 0,1	29,4 ± 0,3
pH	7,7 ± 0,07	7,8 ± 0,03
Oxy hòa tan (mg/L)	6,3 ± 0,14	6,1 ± 0,12
Nitrite (mg/L)	1,54 ± 2,11	
Amôn (mg/L)	0,63 ± 0,88	
Độ mặn (‰)	15	

(Nguồn: Trần Ngọc Hải và *ctv*, 2006)

Bảng 4.6: Các yếu tố môi trường nước trong thí nghiệm nuôi cua lột với mật độ khác nhau trong hệ thống tuần hoàn

Yếu tố	Sáng	Chiều
Nhiệt độ (°C)	27,81 ± 0,19	30,36 ± 0,15
pH	7,66 ± 0,03	7,65 ± 0,04
Oxy (mg/L)	5,96 ± 0,31	5,65 ± 0,31
Nitrite (mg/L)	0,8 ± 1,38	
Amon (mg/L)	0,125 ± 0,31	
Độ mặn (‰)	15	

(Nguồn: Trần Ngọc Hải và *ctv*, 2006)

4.3.5. Thu hoạch

Trường hợp nuôi cua lột bằng cách loại bỏ chân càng cua, sau 5 ngày nuôi, cua bắt đầu mọc mầm (nu) càng và chân. Ngày thứ 10-12 cua đã sẵn sàng lột vỏ với đặc điểm là mai cứng và giòn, mầm chân và càng có màu đỏ sậm và dài khoảng 1,5 cm. Khi cua bắt đầu lột xác sẽ có vòng nứt quanh mai, và còn được gọi là cua cốm. Đối với nuôi cua trong ao, vào giai đoạn

lột xác, hàng ngày tháo cạn nước ao còn khoảng 30-40 cm để bắt cua sắp lột và cho vào giai lưới đã chuẩn bị sẵn. Thời điểm bắt cua vào lúc nước sắp lớn để khi bắt xong thì cấp nước mới vào ngay tránh ao bị đục lâu. Chú ý không để sót cua sắp lột vì nếu chúng lột lâu trong ao nuôi cua sẽ trở thành cua ốp, không còn giá trị như nhu cầu trên thị trường. Cua sắp lột đã chuyển vào giai có thể lột ngay sau đó hay trong vòng một ngày. Sau khi lột 1-2 giờ, cua sạch nhớt, bớt mềm nhũn, hơi no nước thì phải vớt lên giữ ẩm trong giỏ tre có lót vải hay cỏ ướt. Để nơi mát, kín gió và có thể chuyển đến nơi tiêu thụ trong vòng một ngày sau đó. Yêu cầu sản phẩm cua lột là phải mềm, không mọng nước và nguyên vẹn.

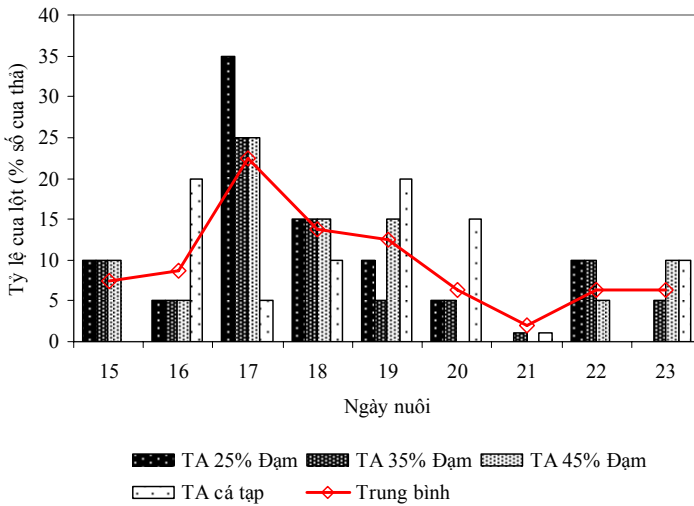
Đối với nuôi cua lột trong giàn lồng đặt trên ao, hay trong bể tuần hoàn, vào giai đoạn cua lột vỏ, từ khoảng 15 ngày sau khi nuôi, hàng ngày quan sát liên tục, thu hoạch cua lột bảo quản ẩm và chuyển đi tiêu thụ trong ngày.

Tùy hình thức nuôi có loại bỏ chân càng hay không, chu kỳ nuôi thường khoảng 30 ngày, trong đó cua bắt đầu lột vỏ sau 15 ngày, và lột nhiều nhất trong tuần thứ 3 sau khi nuôi.

Hiện nay, nhiều công ty nuôi cua qui mô lớn, có cả nhà máy đông lạnh và cấp đông cua xuất khẩu theo thị trường.

Cua lột có giá trị dinh dưỡng cao, với hàm lượng đạm khoảng 57,02-65,95%, đặc biệt là hàm lượng lipid (3,52-9,45%) và chất khoáng can-xi rất cao (10,41-16,71%) so với cua thịt (Trần Ngọc Hải và *ctv*, 2006). Với toàn bộ cơ thể cua mềm, cua dễ dàng được chế biến và sử dụng, vì thế cua lột ngày càng trở thành thực phẩm phổ biến.

So với các hình thức nuôi cua con thành cua thịt và nuôi cua gạch, thì mô hình nuôi cua lột đòi hỏi kỹ thuật tương đối phức tạp hơn, nhiều công lao động hơn, cũng như đòi hỏi quản lý môi trường chặt chẽ và đảm bảo hơn, nguồn giống là cua có kích cỡ 50-100 g cũng tương đối khó tìm với số lượng lớn. Tuy nhiên, đây là mô hình nuôi có triển vọng rất tốt do có sự thành công trong sản xuất giống nhân tạo và vì thế cung cấp cho ương nuôi để chuyên tiếp làm giống cho nuôi cua lột; mô hình có chu kỳ sản xuất ngắn; do chịu mặn rộng nên cua dễ dàng chọn vùng nuôi và mùa vụ nuôi hơn. Đặc biệt, nuôi cua theo hệ thống bể tuần hoàn có triển vọng lớn trong hiện đại hóa và công nghiệp hóa nghề nuôi. Do cua lột có thể đông lạnh, bảo quản và xuất khẩu dễ dàng so với các hình thức khác nên đây cũng là điều kiện quan trọng thúc đẩy nghề nuôi, chế biến và xuất khẩu cua lột trong thời gian tới.



Hình 4.7: Tỷ lệ cua lột vỏ ở các nghiệm thức cho ăn các loại thức ăn khác nhau trong hệ thống bể tuần hoàn

(Trần Ngọc Hải và ctv, 2006)



Hình 4.8: Đóng gói và cấp đông của lột ở Myanmar
(Nguồn: Trần Ngọc Hải)

Bảng 4.7: Tăng trưởng của cua lột so với cua thả nuôi ở các nghiệm thức thí nghiệm với thức ăn khác nhau

Chỉ số của cua	Nghiệm thức thức ăn	Cua chắc thả nuôi	Cua lột	Tăng trưởng (%)
Khối lượng (g)	25% đạm	29,55 ± 0,50	40,34 ± 4,14	36,42 ± 12,00
	35% đạm	28,67 ± 1,01	39,74 ± 3,80	38,87 ± 15,40
	45% đạm	29,14 ± 1,85	39,88 ± 4,48	37,04 ± 14,40
	Cá tạp	28,61 ± 1,33	38,68 ± 6,67	36,22 ± 28,95
Chiều rộng (cm)	25% đạm	6,43 ± 0,33	6,97 ± 0,17	8,64 ± 4,45
	35% đạm	6,23 ± 0,07	6,72 ± 0,16	7,81 ± 2,69
	45% đạm	6,25 ± 0,21	6,76 ± 0,22	8,11 ± 0,98
	Cá tạp	6,30 ± 0,15	6,85 ± 0,14	8,77 ± 2,10

(Nguồn: Trần Ngọc Hải và *ctv*, 2006)

Bảng 4.8: Thành phần dinh dưỡng của thịt cua chắc trước thí nghiệm và thịt cua lột cho ăn thức ăn khác nhau

Nghiệm thức	Khoáng (%)	Đạm thô (%)	Lipid thô (%)
Cua chắc trước thí nghiệm	7,04 ± 0,37	82,72 ± 1,10	1,94 ± 0,24
Cua lột			
Thức ăn 25% đạm	15,47 ± 0,45	59,12 ± 0,34	3,52 ± 0,58
Thức ăn 35% đạm	16,05 ± 0,04	57,02 ± 1,75	8,21 ± 0,27
Thức ăn 45% đạm	16,71 ± 0,05	60,19 ± 0,35	7,57 ± 0,63
Thức ăn cá tạp	10,41 ± 0,19	65,95 ± 1,67	9,45 ± 0,02

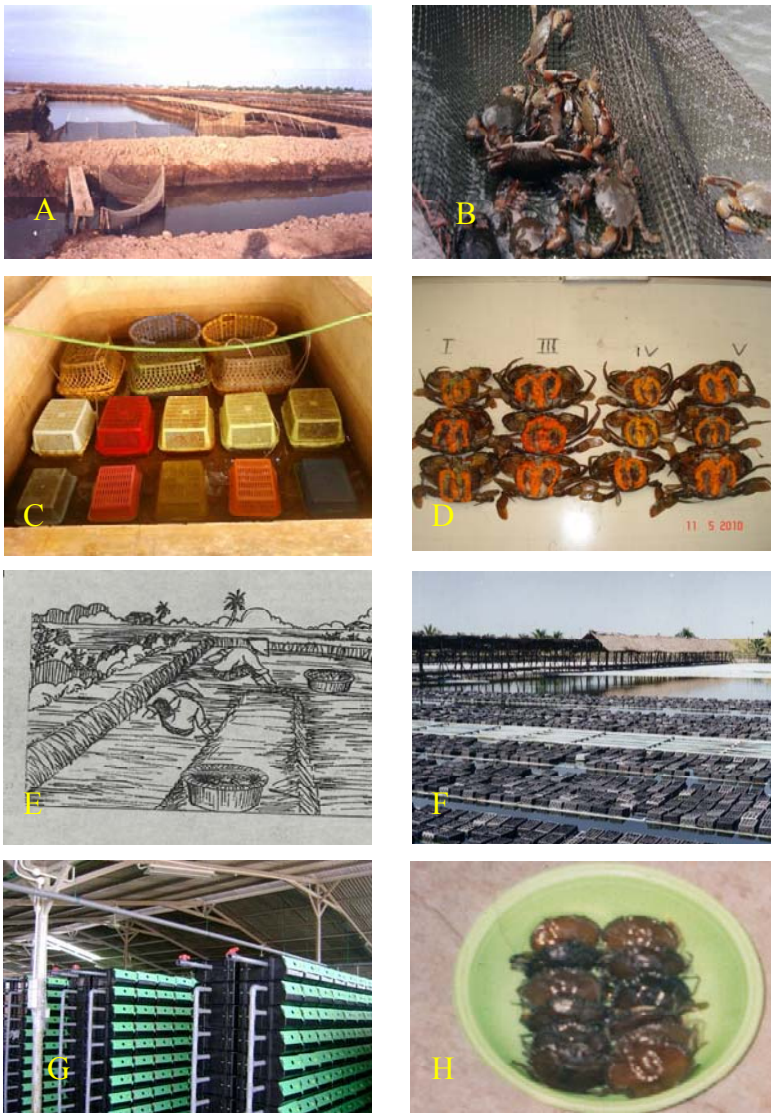
(Nguồn: Trần Ngọc Hải và *ctv*, 2006)



Hình 4.9: Các mô hình nuôi cua con thành cua thương phẩm

(Nguồn: Trần Ngọc Hải)

A. Nuôi cua chuyên trong ao, B. Nuôi cua kết hợp Tôm-Rừng, C và D. Nuôi cua kết hợp tôm QCCT, E. Cua giống nhân tạo, F. Tôm sú từ các mô hình, G. Các sản phẩm khác, H. Cua thương phẩm



Hình 4.10: Các mô hình nuôi cua gạch và cua lột

(Nguồn: Trần Ngọc Hải)

- A. Nuôi cua gạch trong ao, B. Nuôi cua gạch trong lồng lưới ở Thái Lan, C. Nuôi cua gạch trong bể, D. Cua gạch nuôi với các loại thức ăn khác nhau; E. Nuôi cua lột trong ao, F. Nuôi cua lột trong giàn hộp lồng trên ao ở Thái Lan, G. Nuôi cua lột trong giàn hộp nhiều tầng (Shelley và Lovatelly, 2011), H. Sản phẩm cua lột

CHƯƠNG V

MỘT SỐ VẤN ĐỀ VỀ BỆNH CUA BIỂN

Bệnh trên các loài cua nói chung và trên cua biển nói riêng đã được nhiều tác giả nghiên cứu và đề cập. Các mầm bệnh phổ biến trên cua biển gồm nấm, động vật nguyên sinh, vi khuẩn, virus xuất hiện trên hầu hết các giai đoạn từ trứng, ấu trùng, cua con và cua thương phẩm trong ương nuôi và cua tự nhiên (Provenzano, 1983; Sindermann và Lightner, 1988; Tran Ngoc Hai, 1997; Lavilla-Pitogo và Peña, 2004; Lê Văn Yên, 2009a, 2009b, 2009c; Lê Văn Yên và Trần Thị Hương, 2009; Jithendran và ctv, 2010; Shelley và Lovatelli, 2011; Sharoum và ctv, 2016).

5.1. Bệnh nấm

Bệnh nấm ở cua biển chủ yếu do *Lagenidium* sp. gây ra. Ngoài ra, những loài khác cũng thường kết hợp như *Haliphthoros* sp., *Atkinsiclla* sp., *Sirolopidium* sp.

Giai đoạn dễ bị nhiễm bệnh là từ giai đoạn trứng đến ấu trùng cua.

Bệnh nấm phát triển rất nhanh. Dấu hiệu nhiễm bệnh là nấm phát triển thành một mạng lưới khắp bề mặt trứng hay cơ thể và phụ bộ của ấu trùng, sau đó ăn vào và thay thế phần mô của ấu trùng. Khối trứng bị nhiễm nấm sẽ có màu trắng đục, nhầy và rơi nhiều. Ấu trùng bị nhiễm sẽ lắng đáy bể, tạo lớp nhày ở đáy. Trứng và ấu trùng cua bị nhiễm nấm sẽ bị chết rất nhanh nếu không xử lý kịp thời.

Để phòng ngừa, cần vệ sinh, tẩy rửa tiệt trùng dụng cụ kỹ bằng Chlorine 200 mg/L, Formalin 50 mg/L, xà phòng 50 mg/L. Cần xử lý cua mẹ kỹ trước nuôi vỗ bằng Formaline 100-150 mg/L trước khi nuôi. Xử lý trứng và ấu trùng bằng Furanace 0.1 mg/L, Formalin 25 mg/L.

5.2. Bệnh do sinh vật bám ở cua xảy ra khá phổ biến, từ giai đoạn trứng đến ấu trùng đến cua trưởng thành. Các nhóm sinh vật bám chủ yếu gồm:

- Vi khuẩn dạng sợi: *Leucothrix* sp., *Thiothrix* sp.
- Nấm: *Largenidium* sp.
- Protozoa như: *Zoothanium* sp., *Epistylis* sp., *Vorticella* sp., *Acineta* sp. gây ra.
- Tảo: *Nitzachia* spp., *Amphispora* spp., *Navicula* sp., (Tảo khuê); *Enteromorpha* spp., *Spirugyra* (tảo lục), *Lybya* sp.
- Trùng Nematoda

Tất cả các giai đoạn từ trứng, ấu trùng, postlarvae, giống và trưởng thành đều có thể bị nhiễm bệnh này. Đối với giai đoạn trứng và ấu trùng, thường bị nhiễm các nhóm vi khuẩn dạng sợi, nấm và protozoa hơn, trong khi cua lớn có thể bị nhiễm tất cả các nhóm. Tùy từng nhóm sinh vật bám chiếm chủ yếu mà bề mặt cơ thể, mang hay phụ bộ của cua sẽ có màu khác nhau như màu rong tảo do tảo bám, màu trắng đục do protozoa bám.

Trứng cua bị nhiễm sinh vật sẽ kéo dài thời gian ấp, không nở, rơi trứng hay làm giảm tỷ lệ nở của trứng. Khối trứng thường có màu đen hay trắng đục rải rác. Rất nhiều trứng bị rơi trong thời gian của mẹ mang trứng. Đối với ấu trùng Zoea hay Megalopa bị nhiễm, ấu trùng sẽ lơ lờ, giảm hoạt động và bắt mồi, khó lột xác và chết nhiều, lắng đáy bể và tạo lớp nhầy trắng đục dưới đáy. Cua lớn chậm lột xác sẽ dễ bị sinh vật bám, nhất là khi chất lượng nước kém.

Cần giữ nuôi trường nuôi tốt, ít chất cặn bã hữu cơ. Cần xử lý cua mẹ, ấu trùng và cua giống trước khi nuôi. Xử lý kỹ trứng *Artemia* và ấu trùng *Artemia* sau khi nở trước khi làm thức ăn cho ấu trùng. Đối với nuôi cua mang trứng và ương nuôi ấu trùng, cần thường xuyên thu trứng và ấu trùng quan sát dưới kính hiển vi để kịp thời xử lý. Để phòng trị bệnh Protozoa, nấm và Nematoda, có thể dùng Formalin 10-20 mg/L, Oxytetraxylene 10 mg/L. Neomycine 10 mg/L; Stretomycine 1- 4 mg/L.

Đối với cua nuôi thương phẩm, cần chuẩn bị và cải tạo ao nuôi, phương tiện nuôi kỹ bằng cách bón vôi (10 kg/100 m² khi cải tạo ao), trong quá trình nuôi có thể dùng formaline 20 mg/L và sau đó thay nước cho ao để kích thích cua lột vỏ.

5.3. Bệnh do động vật nguyên sinh *Hematodinium*

Protozoa *Hematodinium* sp. ký sinh trong máu cua. Các nghiên cứu cho thấy, cua thương phẩm thường gặp trở ngại này. Dấu hiệu là cua bị lơ

đờ, thịt đỏ. Khi dùng kim hút dịch máu cua thì máu bị đông tụ rất nhanh. Cua bị nhiễm *Hematodinium* sp. sẽ có thịt đắng, và vì vậy ảnh hưởng chất lượng thịt. Tần suất xuất hiện *Hematodinium* sp. trong máu tùy trường hợp có thể đến 17-90%.

Bằng phương pháp nhuộm Giemsa có thể phân biệt tế bào máu có sự hiện diện của *Hematodinium* và tế bào bình thường. Khi bị nhiễm *Hematodinium* tế bào chất không bắt màu nhuộm sắc thể cô đặc lại bắt màu đỏ tía với kích thước trung bình tăng lên khoảng 11 μm . Tế bào bình thường có kích thước nhỏ hơn với sự bắt màu toàn bộ màu hồng. Việc phòng và trị bệnh này trên thế giới chưa có nhiều nghiên cứu.

5.4. Bệnh do *Octolasmis* sp. bám

Đây là bệnh thường xuyên gặp phải ở cua nuôi thương phẩm và cua mẹ. Bệnh do loài *Octolasmic* sp. gây ra. Đây là nhóm giáp xác nhỏ, bám chủ yếu trên mang cua. Các nghiên cứu cho thấy cua càng lớn, càng lâu lột xác thì *Octolasmic* bám càng nhiều. *Octolasmic* phân bố khá đồng đều giữa 2 bên mang; các mang giữa (mang 3, 4, 5, 6) nhiều hơn các mang 1, 2 và 7, 8); mỗi mang, *Octolasmic* bám ở đoạn giữa mang nhiều hơn gốc và ngọn mang, đặc biệt, *Octolasmic* phân bố chủ yếu ở mặt dưới mang, có thể đến 94,7%, trong khi mặt trên rất ít, 5,3% số cá thể (Trần Ngọc Hải, 1997). Sự xuất hiện và phân bố của *Octolasmic* do nhiều yếu tố như dòng chảy, Oxy, thức ăn... *Octolasmic* ảnh hưởng lên cua chủ yếu làm giảm Oxy trong buồng mang, khó khăn cho hô hấp của cua.

Biện pháp phòng ngừa chủ yếu là đảm bảo điều kiện môi trường ao nuôi và chăm sóc cua tốt, để cua có thể lột xác đều đặn và thành công, giúp loại bỏ *Octolasmic* bám. Trong nuôi cua mẹ, cần xử lý cua mẹ kỹ bằng Formaline 100 mg/L trong 30 giây, tránh *Octolasmic* phát tán ấu trùng vào bể nuôi và sau đó là bể ương.

5.5. Bệnh do vi khuẩn

Bệnh do các vi khuẩn *Vibrio* chủ yếu như *Vibrio parahaemolyticus*, *V. alginolyticus*, *V. harvey*. Ngoài ra, một số loài như *Pseudomonas* spp., *Plavvobacterium* và *Aeromonas* spp., cũng thường kết hợp.

Bệnh thường xảy ra ở tất cả các giai đoạn trứng, ấu trùng, cua con, và cua trưởng thành, ở cua nuôi hay cua tự nhiên. Ở giai đoạn ấu trùng, biểu hiện là cơ thể có màu trắng đục hay mất sắc tố, phụ bộ bị ăn mòn, thân bị

dũi, hoạt động chậm chạp, bỏ ăn, rỗng ruột và dễ bị lắng xuống đáy bể. Đôi khi ấu trùng bị phát sáng vào ban đêm. Bệnh bộc phát và chết nhanh có thể đến 100%.

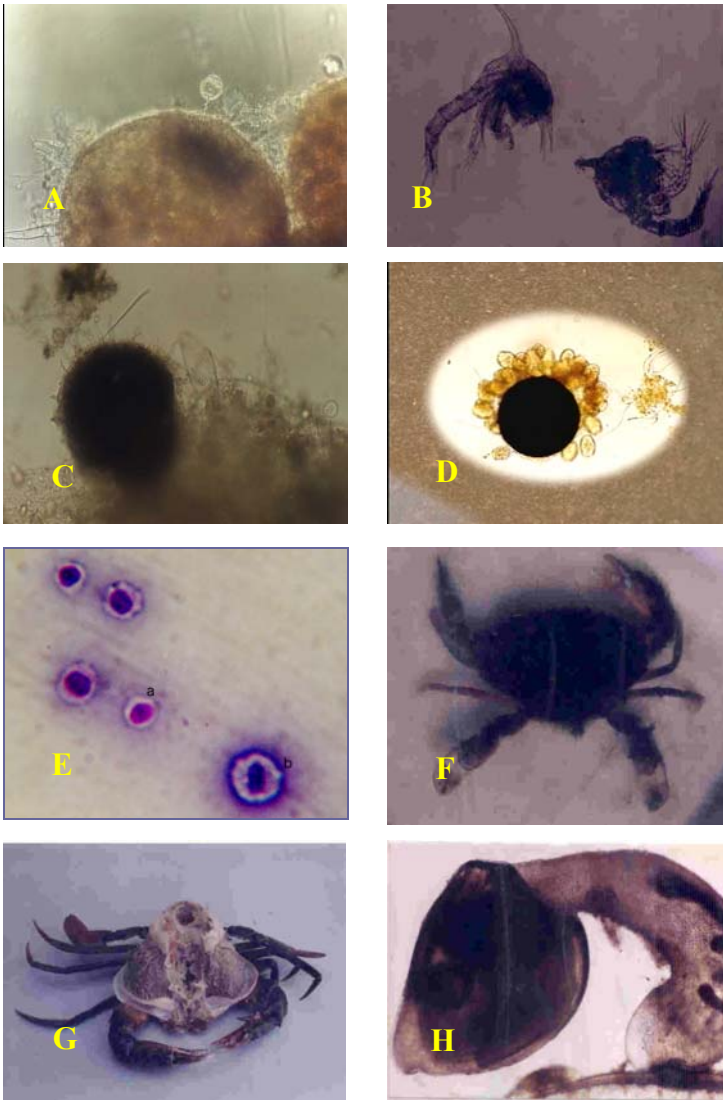
Cua lớn thường có dấu hiệu là đốm nâu, đốm đen trên mai, trên càng và các phụ bộ. Cua lơ đờ, giảm bắt mồi. Trường hợp bị nặng, các đốm đen, đốm nâu trên vỏ bị lở loét, tạo điều kiện cho nhiều mầm bệnh khác tấn công, như vi khuẩn dạng sợi, nấm, động vật nguyên sinh, Nematoda... Cua nuôi vô thời gian dài 2-3 tháng thường bị nhiễm khuẩn và gây bệnh đốm nâu, đốm đen.

Cần phòng bệnh bằng cách vệ sinh tẩy trùng bể và ao nuôi kỹ. Chăm sóc quản lý tốt môi trường nước nuôi. Đối với ấu trùng cua, có thể trị bằng EDTA 10-50 mg/L, Formaline 10-25 mg/L, Oxytetracycline 1-10 mg/L. Đối với cua lớn dùng Oxytetracycline 1,5 g/kg thức ăn. Trị liên tiếp trong 14 ngày.

5.6. Bệnh đen mang

Bệnh đen mang thường được phát hiện ở cua lớn, bao gồm cả cua nuôi và cua tự nhiên. Tùy trường hợp, mang có thể bị đen một phần hay toàn bộ cả các mang. Càng lớn, càng già và lâu lột xác, có vỏ quá cứng chắc thường bị đen mang nhiều hơn cua nhỏ và lột xác thường xuyên. Các nghiên cứu cho thấy, mang đen có thể do nhiều nguyên nhân gồm các mầm bệnh và môi trường xấu. Mầm bệnh được phát hiện trên mang đen gồm động vật nguyên sinh, nấm, nhất là *Fusarium*, vi khuẩn, vi khuẩn dạng sợi, nematods, tảo bám... Môi trường xấu gây bệnh đen mang thường liên quan đến nền đáy ao bị ô nhiễm, đen, thối, nước tù đọng...

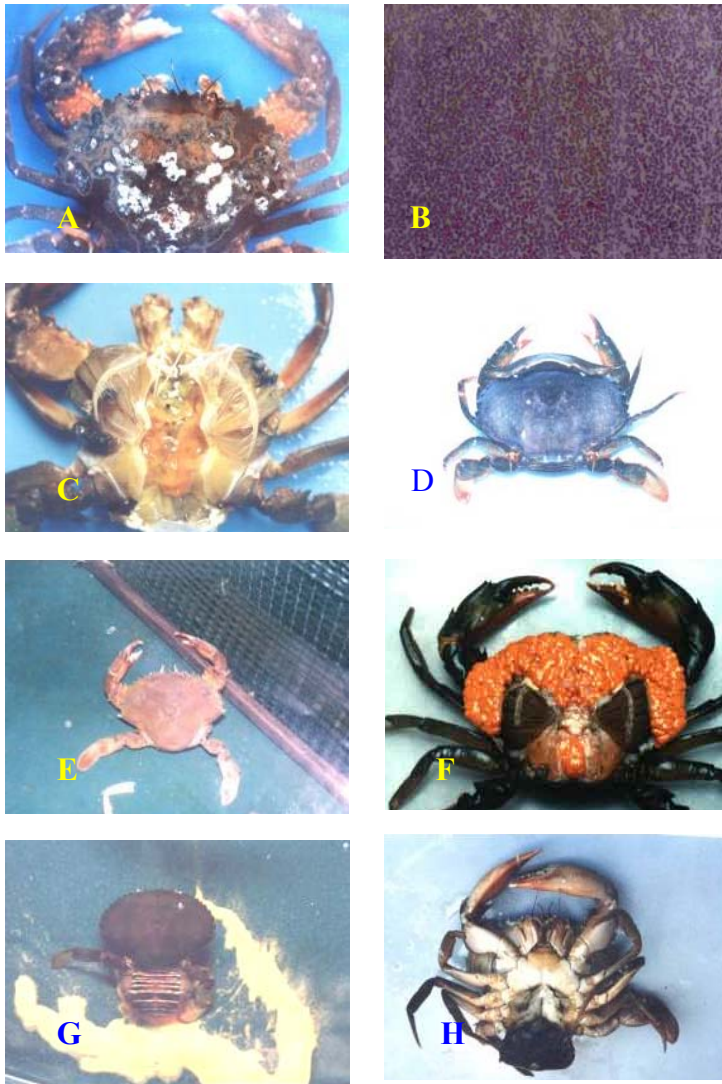
Cua bị đen mang sẽ ảnh hưởng đến hô hấp của cua. Cua biểu hiện lơ đờ. Thiệt hại trong nuôi cua do bệnh đen mang gây ra chưa được nghiên cứu nhiều, tuy nhiên, đây là bệnh thường gặp ở cua. Có thể trị bệnh bằng Oxy già (250-500 mg/L), Formaline 50-100 mg/L.



Hình 5.1: Các bệnh ký sinh trên cua biển

(Nguồn: Trần Ngọc Hải)

A. Trứng cua bị nhiễm protozoa, nấm, B. Ấu trùng cua bị nhiễm vi sinh vật và có nhiều đốm đen, C. Ấu trùng cua bị nhiễm nấm và protozoa, D. Vô trùng *Artemia* bị nhiễm protozoa và vi sinh, E, Tế bào máu cua bị nhiễm protozoa *Hematidinium*, F. Cua bị đóng rong, G. Mang cua bị bám nhiều *Octoplasmic*, H. *Octoplasmic*



Hình 5.2: Bệnh vi khuẩn và các trở ngại khác

(Nguồn: Trần Ngọc Hải)

A. Bệnh đốm nâu, đốm đen và ăn mòn vỏ, B. Vi khuẩn Gram⁻, C. Bệnh đen mang, D. Bệnh bầy lột xác, E. Cua bị rụng chân càng, ít hoạt động, F. Cua gạch đầy nhưng không đẻ được và chết, G. Cua đẻ trứng không dính vào chân bụng, H. Trứng cua bị đen và rơi sau khi đẻ.

5.7. Bệnh do virus

Các nghiên cứu đến nay cho thấy, cua biển giống *Scylla* bị nhiễm bệnh với 4 loại virus gồm: virus đốm trắng WSSV, virus hoại cơ, reovirus và baculovirus.

Bệnh virus đốm trắng ở cua biển được biết đến rất nhiều do cua thường là vật mang mầm bệnh virus đốm trắng cho tôm biển nuôi. Các nghiên cứu cho thấy, cả cua tự nhiên và cua nuôi gồm tất cả các giai đoạn đều có khả năng mang mầm bệnh virus đốm trắng. Các báo cáo cho thấy, có từ 5-60% quần đàn cua tự nhiên và cua nuôi, từ ấu trùng đến cua thương phẩm mang mầm bệnh virus đốm trắng. Mặc dù mang mầm bệnh virus đốm trắng, tuy nhiên, cua không bị bệnh và chết như tôm. Mặc dù mang mầm bệnh, tuy nhiên, không có dấu hiệu nào bên ngoài có thể nhận biết cua mang mầm bệnh. Các biện pháp chẩn đoán chuyên sâu theo phương pháp PCR tương tự như ở tôm. Các kết quả trên cho thấy, trong nuôi tôm biển thâm canh, việc ngăn ngừa cua biển xâm nhập ao nuôi tôm là rất quan trọng như một biện pháp an toàn sinh học cho tôm nuôi.

Đối với Virus hoại tử cơ, virus (có đường kính 150 nm) này xuất hiện trên cua nuôi và gây hoại tử cơ ở Trung Quốc. Tuy nhiên, chưa có nhiều nghiên cứu về mức độ phổ biến của virus này đến nay.

Bệnh reovirus ở cua (MCRV) được phát hiện ở cua nuôi với triệu chứng như bệnh “gây ngủ”, làm cua chết nhiều ở Trung Quốc. Virus này có đường kính 70 nm, tấn công vào gan tụy, mang và ruột của cua. Nghiên cứu cảm nhiễm trên cua cho thấy có thể gây chết 80-100% cua.

Bệnh Baculovirus thường được phát hiện ở cả cua nuôi và cua tự nhiên, đặc biệt trên gan tụy. Mức độ phổ biến của bệnh Baculovirus ở cua chưa được nghiên cứu chi tiết. Tuy nhiên, các nghiên cứu cũng cho thấy rằng, tôm biển kháng với Baculovirus cua biển.

5.8. Bệnh khác

Trong sản xuất giống và nuôi cua biển, có nhiều trở ngại khác cũng gặp phải. Nuôi vỗ cua mẹ trên bể trong thời gian dài trên 2 tháng, cua có thể trở nên lờ đờ, kém ăn, chân càng bị run và sau đó rụng hầu hết chân càng, sau thời gian sẽ chết.

Trong nuôi vỗ, cũng có rất nhiều trường hợp cua thành thực đầy gach, nhưng không đẻ được và chết. Có trường hợp cua nuôi vỗ nhưng gach bị đen, không phát triển được, có thể do thiếu Vitamin C. Cũng có trường hợp cua đẻ tốt nhưng chết sớm sau 1-2 ngày. Cua đẻ và trứng rơi hầu hết ra bể mà không dính vào chân bụng của cua mẹ cũng đã được ghi nhận. Tuy nhiên, nuôi cua bằng bể có đáy cát có khắc phục tốt trở ngại này. Nhiều trường hợp cua đẻ trứng, nhưng khối trứng chuyển sang màu đen và rơi toàn bộ chỉ vài ngày sau khi đẻ, trong đó nguyên nhân chủ yếu có thể là do trứng không được thụ tinh.

Trong nuôi cua, nhiều ương cua con và cả nuôi cua thương phẩm và nuôi vỗ, nhiều trường hợp cua bị bầy lột xác và chết. Độ mặn thấp có thể là một trong những nguyên nhân gây ra hiện trở ngại này.

Cua bị dị hình đôi khi cũng được ghi nhận trong ương nuôi.

Trong sản xuất giống cua biển, tỷ lệ sống từ Zoea-1 đến cua con C1 mặc dù được nâng lên đáng kể, đạt trung bình 5-15%. Tuy nhiên, kết quả này vẫn cần được tiếp tục cải thiện, nâng cao. Trong quá trình ương, giai đoạn nguy hiểm và ấu trùng chết nhiều nhất là từ Zoea-5 chuyển sang Megalopa. Nhiều trường hợp ấu trùng chết nhiều ở Zoea-5 trước khi biến thái sang Megalopa, nhưng cũng có trường hợp ấu trùng chuyển qua Megalopa và chết nhiều trong vòng 2 ngày sau đó. Có nhiều vấn đề được đặt ra, trong đó vấn đề dinh dưỡng cho ấu trùng cần được tiếp tục đẩy mạnh nghiên cứu.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Aditya, K.W., Kaspar, H., Lategan, M. J., Gipson L., 2008. Probiotics in aquaculture: The needs, principles and mechanisms of actions and screening process. *Aquaculture*, 274, 1-14
- Allan, G. & D Fielder (eds), 2004. Mud Crab Aquaculture in Australia and Southeast Asia. ACIAR WP54. 70p.
- Anderson, A., Mather P., and Richardson N., 2004. Nutrition of the mud crab, *Scylla serrata* (Forsk.) In: Allan G. and Fielder D. (Eds), Mud crab aquaculture in Australia and Southeast Asia. ACIAR working paper No. 54. 57-60.
- Angell, C.A. (editor). 1992. The Mud crab - Report of the seminar on mud crab culture and trade. Bay of Bengal Programme, Madras. BOBP/REP/51. 246p
- Anh, N. T. N, Ut, V.N., Hoa, N. V., Sorgeloos, P., 2011. Effect of different forms of *Artemia* biomass as a food source on survival, molting and growth rate of mud crab (*Scylla paramamosain*). *Aquaculture Nutrition*, 17 (2), 549–558.
- Anon, 1975. Preliminary study on the spawning and development of *Scylla serrata* Forskal. Annual report. Mindanao State University. Institute of Fisheries Research and Development. No 77-21: 123-126
- Anon, 1983. Breakthrough in rearing green crab. CMFRI Newsletter (20),1-6.
- AQUACOP, 1984. CRC Handbook of Mariculture. I. Crustacean...pp
- Arriola, F.J. 1940. A preliminary study on the life history of *Scylla serrata* Forskal. *Philippine Journal of Science* 73: 437-454.
- Azra, M.N., Ikhwanuddin, M., 2016. A review of maturation diets for mud crab genus *Scylla* broodstock: Present research, problems and future perspective. *Saudi Journal of Biological Sciences* (2016) 23, 257–267.
- Balcazar, J. L., Blas, I. D., Zarzuela, I.R., Cunningham, D., Vendrell, D., Muzquiz, J.L., 2006. The roles of probiotics in aquaculture. *Veterinary Microbiology*, 114, 173-186.
- Baylon, J.C., 2010. Effects of Salinity and Temperature on Survival and Development of Larvae and Juveniles of the Mud Crab, *Scylla serrata* (Crustacea: Decapoda: Portunidae). *J. World Aquac. Soc.* 41, 858–873.
- Bosma, R. H., Tin H. Nguyen, Audrie J. Siahainenina, Ha T. P. Tran, and Tran Ngoc Hai, 2014. Shrimp-based livelihoods in mangrove silvo-aquaculture farming systems. *Reviews in Aquaculture* (2014) 6, 1–18
- Browne, R.A., Sorgeloos, P., Trotman, C. N. A., 1991. *Artemia* Biology. CRC Press, 369p.

- Catacutan, M. R. 2002. Growth and body composition of juvenile mud crab, *Scylla serrata*, fed different dietary protein and lipid levels and protein to energy ratios. *Aquaculture*, 208, 113-123.
- Catanaoan, C.C., 1972. Crab farming in the Philippines. *World farming*, 14(8):9.
- Chaiyakam, K. and Parnichsuka, P. 1978, Experiments on rearing of mud crab, *Scylla serrata* in brackishwater pond and cement pond, Annual report. Songkla Fisheries Station, Department of Fisheries, 72-89.
- Chandrasekaran, V.S. and Natarajaii, R., 1994. Seasonal abundance and distribution of seeds of rand crab *Scylla serrata* in Pichavaram. Mangrove, Southeast India. *Journal of Aquaculture in the Tropics* 9: 343 350.
- Châu Tài Tảo, Trần Ngọc Hải, 2016. Ảnh hưởng của việc bổ sung chất khoáng lên tăng trưởng và tỷ lệ sống của ấu trùng cua biển (*Scylla paramamosain*). *Tạp chí Khoa học công nghệ Nông nghiệp Việt Nam*, số 10 (71), 55-58
- Chen T,P. 1976. Crab culture. In: *Aquaculture practices in Taiwan*. London, Fishing News, p. 123-128.
- Chen, H.C. and Jeng, K.H., 1980. Study on larval rearing of mud crab *Scylla serrata*: In: *Mud crab abstracts*. SEAFDEC, 1989. p 17.
- Christensen, S.M, Macintosh D.J, Phuong N.T, 2000. Enhancing income opportunities in Mangrove- Aquaculture Systems by introducing semi-intensive mud crab aquaculture (*Scylla spp*), Preliminary studies. In: *Selected papers of the workshop on integrated management of coastal resources in the Mekong Delta, Vietnam*. MHO project - CTU-WU. ISBN: 90-6754-674-7. pp73-83.
- Christensen, S.M, Macintosh D.J, Phuong N.T, 2004. Pond production of mud crabs *Scylla paramamosain* (Estampador) and *S. olivacea* (Herst) in the Mekong Delta, Vietnam, using two different supplementary diets. *Aquaculture research*, 35, 1013-1024.
- Colt, J. and Huguenin, J., 1992. Shrimp hatchery design: Engineering considerations. In A. W. Fast and L. J. Lester, Edt 1992L: *Marine Shrimp Culture: Principle and Practices*. Elsevier Science Publishers. Pp. 245-258.
- Cowan, L. 1984. Crab Farming in Japan, Taiwan and the Philippines. Inf. Ser. Dep. Primary Ind. Queensland, No. Q184009, 85 pp.
- Cui, Z., Liu, H., Lo, T.S., Chu, K.H., 2005. Inhibitory effects of the androgenic gland on ovarian development in the mud crab *Scylla paramamosain*. *Comp. Biochem. Physiol. - A Mol. Integr. Physiol.* 140, 343–348.
- Dan, S., K. Hamasaki, 2015. Evaluation of the effects of probiotics in controlling bacterial necrosis symptoms in larvae of the mud crab *Scylla serrata* during mass seed production. *Aquacult Int* (2015) 23:277–296

- Donal L. Loveett, 1981. A guide to the shrimps, prawns lobsters, and crabs of Malaysia and Singapore. Universiti Petanian Malaysia. Occational Publication No. 2. 156p.
- Dương Thị Thu Vân, 2013. Đánh giá hiện trạng và đề xuất giải pháp phát triển các mô hình nuôi cua biển chủ yếu ở vùng ĐBSCL. Luận văn cao học. Khoa Thủy sản - Trường Đại học Cần Thơ, 45 trang.
- Estampador, D.P., 1949. Studies on *Scylla* (Crustacea: Portunidae), I: revision of the genus. Phillip J. Sci. 78, 95–108.
- FAO, 2007. Improving *Penaeus monodon* hatchery practices. Manual based on experience in India. FAO Fisheries Technical Paper, No 446, 101p.
- FAO, 2017. Cultured aquatic Species Information Programme - *Scylla serrata*. Fisheries and Aquaculture Department, 12p.
http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Scylla_serrata/en
- 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.
- Genodepa, J., C. Zeng, P. C. Southgate, 2004b. Preliminary assessment of a microbound diet as an *Artemia* replacement for mud crab, *Scylla serrata*, megalopa. Aquaculture 236 (2004) 497–509
- Genodepa, J., P. C. Southgate, C. Zeng, 2004. Diet particle size preference and optimal ration for mud crab, *Scylla serrata*, larvae fed microbound diets. Aquaculture 230 (2004) 493–505
- Ghazali, A., M. N. Azra, N. M. Noordin, A. B. Abol-Munafi, Mhd Ikhwanuddin, 2017. Ovarian morphological development and fatty acids profile of mud crab (*Scylla olivacea*) fed with various diets. Aquaculture, 468 (2017) 45-52.
- Gong, J., Ye, H., Xie, Y., Yang, Y., Huang, H., Li, S., Zeng, C., 2015a. Ecdysone receptor in the mud crab *Scylla paramamosain*: a possible role in promoting ovarian development. J. Endocrinol. 224, 273–87.
- Gong, J., Yu, K., Shu, L., Ye, H., Li, S., & Zeng, C. (2015). Evaluating the effects of temperature, salinity, starvation and autotomy on molting success, molting interval and expression of ecdysone receptor in early juvenile mud crabs, *Scylla paramamosain*. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 464, 11–17.
- Gong, J., Yu, K., Shu, L., Ye, H., Li, S., & Zeng, C. (2015). Evaluating the effects of temperature, salinity, starvation and autotomy on molting success, molting interval and expression of ecdysone receptor in early juvenile mud crabs, *Scylla paramamosain*. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 464, 11–17.
- Gong, J., Yu, K., Shu, L., Ye, H., Li, S., Zeng, C., 2015b. Evaluating the effects of temperature, salinity, starvation and autotomy on molting success, molting

- interval and expression of ecdysone receptor in early juvenile mud crabs, *Scylla paramamosain*. J. Exp. Mar. Bio. Ecol. 464, 11–17.
- Heasman, M.P., D.R Fielder and R.K. Shepherd. 1985. Mating and spawning in the mud crab *Scylla serrata* (Forsk.). Australian Journal of Marine and Freshwater Research 36: 773 783.
- Hill, B.J. 1975. Abundance, breeding and growth of the crab *Scylla serrata* in two South African estuaries. Marine Biology 32:119 126
- Hill, B.J. 1978. Activity, track and speed of movement of the crab *Scylla serrata* (Forsk.) in an estuary. Marine Biology 47, 135 141
- Hill, B.J. 1979. Aspects of the feeding strategy of the predatory crab *Scylla serrata*. Marine Biology 55, 209 214,
- Hill, B.J., Williams M.J. and Lee, C.P., 1982. Distribution of juvenile, subadult and adult *Scylla serrata* (Crustacea: Portunidae) on tidal flats in Australia. Marine Biology 69, 117 120.
- Hoang Duc Dat., 1999. Description of mud crab (*Scylla sp.*) culture methods in Vietnam. In: Keenan, C.P., Blackshaw, A. (Eds.). Mud Crab Aquaculture and Biology. Proceedings of an International Scientific Forum. Darwin, Australia, 21 - 24 April 1997. ACIAR Proceedings No. 78, 67 - 71.
- Hoang Duc Dat., 1999. Preliminary studies on rearing of the mud crabs (*Scylla paramamosain*) in South Vietnam. In: Keenan, C.P., Blackshaw, A. (Eds.). Mud Crab Aquaculture and Biology. Proceedings of the International Scientific Forum. Darwin, Australia, 21- 24 April 1997. ACIAR Proceedings No. 78, 147 - 152.
- Holme, M. H., P. C. Southgate, C. Zeng, 2007. Survival, development and growth response of mud crab, *Scylla serrata*, megalopae fed semi-purified diets containing various fish oil:corn oil ratios . Aquaculture 269 (2007) 427–435.
- Holme, M.H., Zeng C., Southgate, P. C., 2006. Use of microbound diets for larval culture of the mud crab, *Scylla serrata*. Aquaculture 257 (2006) 482–490
- Holme, M.H., Zeng, C., Southgate, P. C., 2009. A review of recent progress toward development of a formulated microbound diet for mud crab, *Scylla serrata*, larvae and their nutritional requirements. Aquaculture 286 (2009) 164–175
- How-Cheong, C. , Gunasekera U.P.D and Amandakoon, 1992. Formulation of Artificial feeds for mud crab culture: A preliminary biochemical, physical and biological evaluation. In C.A. Angell (ed) : The Mudcrab. Report of the seminar on the mud crab culture and trade. Bay of Bengal Programme, pp. 179-184.
- Huang, X., Ye, H., Huang, H., Yang, Y., Gong, J., 2014. An insulin-like androgenic gland hormone gene in the mud crab, *Scylla paramamosain*,

- extensively expressed and involved in the processes of growth and female reproduction. *Gen. Comp. Endocrinol.* 204, 229–238.
- Huguenin, J.E. and Colt, J., 2002. Design and operating guid for aquaculture system. Second edition. Elsevier. 328p
- Hungria, D. B. , C. P. S. Tavares, L. Â. Pereira, U. A. T. Silva and A. Ostrensky, 2017. Global status of production and co mmercialization of soft-shell crabs. *Aquaculture Interantional.*, DOI 10.1007/s10499-017-0183-5. 14p.
- Hyland, S.J., Hill, B.J. and Lee, C.P., 1984. Movement within and between different habitats by the portunid crab *Scylla serrata*. *Marine Biology* 80, 57 61
- Jayamanne, S.C. and J. Jinadasa. 1991. Food and feeding habits of the mud crab *Scylla serrata* Forskal inhabiting the Negombo Lagoon in the west coast of Sri Lanka. *Vidyodaya Journal of Science* 3(2), 61 70.
- Jithendran, K. P., Poornima, M., Balasubramanian, C. P. and S. Kulasekarapandian, 2010. Diseases of mud crabs (*Scylla spp.*): an overview. *Indian J. Fish.*, 57(3) : 55-63, 2010
- Keenan, C.P and A. Blackshaw (Editors), 1999. Mud Crab Aquaculture and Biology. ACIAR Proceedings No. 78. 216 pages.
- Keenan, C.P., Davie, P.J.F., Mann, D.L., 1998. A revision of the genus *Scylla* de Haan, 1833 (Crustacea: Decapoda: Brachyura: Portunidae). *Raffles Bull. Zool.* 46, 217–245.
- Koolkalya, S., Thapanand, T., Tunkijjanujij, S., Havanont, V., Jutagate, T., 2006. Aspects in spawning biology and migration of the mud crab *Scylla olivacea* in the Andaman Sea, Thailand. *Fish. Manag. Ecol.* 13, 391–397.
- Kungvankij P., Tiro, L.B., Pudadera, B.J. Jr., Potestas, I.O., Corre. K.G., Borlongan, E., Talean, G. A., Bustilo, L. F., Tech, E.T., Unggui, A. and Chua, T.E., 1986. Shrimp Hatchery Design, Operation and Management. FAO and SEAFDEC. 88pp.
- Lâm Tâm Nguyên, 2010. Ảnh hưởng của kích cỡ cua mẹ (*Scylla paramamosain*) lên sinh sản và chất lượng ấu trùng. Luận văn cao học. Khoa Thủy sản - Trường Đại học Cần Thơ, 55 trang.
- Lavens, P. and P. Sorgeloos, 1996. Manual on the production and use of live food for aquaculture. FAO Fisheries Technical Paper. No. 361. 295p.
- Lavilla-Pitogo C.R., de la Peña L.D., 2004. Diseases in Farmed Mud Crabs *Scylla spp.*: Diagnosis, Prevention, and Control. SEAFDEC Aquaculture Department, Iloilo, Philippines, 89 p
- Lê Quốc Việt, Trần Ngọc Hải, 2016. Đánh giá khả năng thay thế *Artemia* Vĩnh Châu bằng *Artemia* Thái Lan trong ương ấu trùng cua biển (*Sylla*

paramamosain). Tạp chí Khoa học Công nghệ Nông nghiệp Việt Nam, Số 12 (73), 100-104.

- Lê Quốc Việt, Trần Ngọc Hải, Võ Nam Sơn, Ngô Tuyết Hồng, 2015. Phân tích khía cạnh kỹ thuật và hiệu quả tài chính của mô hình nuôi tôm sú (*Penaeus monodon*) kết hợp với cua biển (*Scylla paramamosain*) ở huyện Năm Căn, tỉnh Cà Mau. Tạp chí khoa học Đại học Cần Thơ, Số 37, 89-96.
- Lê Văn Trúc, Nguyễn Quốc Thê, Nguyễn Đình Hùng, Trình Trung Phi, 2005. Sinh sản nhân tạo cua biển ở Đồng bằng Sông Cửu Long. Tuyển tập Nghề cá Sông Cửu Long, Số đặc biệt 2005, trang 320-327.
- Lê Văn Yên, 2009a. Hiện trạng bệnh cua biển (*Scylla* spp.) nuôi thương phẩm tại Việt Nam. Tuyển tập các công trình nghiên cứu khoa học và Công nghệ (2005-2009). Bộ NN-PTNT, Viện NC NTTS III. NXB Nông nghiệp, trang 665-668.
- Lê Văn Yên, 2009b. Một số bệnh thường gặp trong sản xuất giống cua biển *Scylla* spp., các biện pháp phòng trị. Tuyển tập các công trình nghiên cứu khoa học và Công nghệ (2005-2009). Bộ NN-PTNT, Viện NC NTTS III. NXB Nông nghiệp, trang 744-749.
- Lê Văn Yên, 2009c. Tác nhân gây hội chứng đốm vỏ trên cua biển (*Scylla* spp) nuôi thương phẩm tại Việt Nam và biện pháp phòng trị. Tuyển tập các công trình nghiên cứu khoa học và Công nghệ (2005-2009). Bộ NN-PTNT, Viện NC NTTS III. NXB Nông nghiệp, trang 758-763.
- Lê Văn Yên, Trần Thị Hương, 2009. Hội chứng đen mang trên cua biển *Scylla* spp., nuôi thương phẩm tại Việt Nam và định hướng phòng trị. Tuyển tập các công trình nghiên cứu khoa học và Công nghệ (2005-2009). Bộ NN-PTNT, Viện NC NTTS III. NXB Nông nghiệp, trang 750-757.
- Le Vay, L., Ut, V.N., Jones, D.A., 2001. Seasonal abundance and recruitment in an estuarine population of mud crabs, *Scylla paramamosain*, in the Mekong Delta, Vietnam, in: Hydrobiologia. pp. 231–239.
- Le Vay, L., Ut, V.N., Walton, M., 2007. Population ecology of the mud crab *Scylla paramamosain* (Estampador) in an estuarine mangrove system; a mark-recapture study. Mar. Biol. 151, 1127–1135. doi:10.1007/s00227-006-0553-4
- Leigh, C., Le Huu Hiep, Ben Stewart-Koster, Duong Minh Vien, Jason Condon, Nguyen Van Sang, Jesmond Sa mmut, Michele Astrid Burford, 2017. Concurrent rice-shrimp-crab farming systems in the Mekong Delta: Are conditions (sub) optimal for crop production and survival? Aquaculture research, Volume 48, 10 (5251–5262).
- Lekang, O.I, 2007. Aquaculture engineering. Blackwell Publishing, 340p.
- Lockwood, A.P.M, 1967. Aspects of the Physiology of crustaceans. The Aberdeen University Press. 128p.

- Lý Văn Khánh, Võ Nam Sơn, Châu Tài Tảo, Trần Ngọc Hải, 2015. Ảnh hưởng của độ kiềm đến tỷ lệ biến thái và tỷ lệ sống của ấu trùng cua (*Scylla paramamosain*). Tạp chí khoa học Đại học Cần Thơ, Số 38, 61-65.
- Macintosh, D.J., Overton, J.L. & Thu, H.V.T. 2002. Confirmation of two common mud crab species (genus *Scylla*) in the mangrove ecosystem of the Mekong Delta, Vietnam. Journal of Shellfish Research 21(1), 259-265.
- Mamun, A.-A., Begum, M., Mia, M.Y., Alam, M.J., 2008. Food and feeding habits of the mud crab *Scylla serrata* (Forsskal) in Bangladesh. J. Bangladesh Soc. Agric. Sci. Technol. 5, 141-144.
- Marasigan, E.T., 1999. Development of practical diet for grow-out of mud crab species *Scylla serrata* and *S. tranquebaria*. In Keenan (Ed): Mud Crab Aquaculture and biology. ACIAR proceedings No 78, 187-195.
- Maricharny, R., and Rajapackiam, S., 1992. Experiments on larval rearing and seed production of the mud crab *Scylla serrata* (Forsk.). In: The Mud Crab. A Report on the seminar convened in Surat Thani. (ed. C. A. Angell). pp. 135-141, Bay of Bengal Programme, Madras India.
- Mary L. S. A., 2007. Acute toxicity of nitrite to mud crab *Scylla serrata* (Forsska^o) larvae. Aquaculture Research, 38, 1495 – 1499.
- Master C. O., 1975. Encyclopedia of live food. T.F.H Publications Inc.Ltd. 336p.
- Millamena, O.M and Quinitio E., 1999. Reproductive performance of pond-sourced *Scylla serrata* fed various broodstock diets. . In Keenan (Ed): Mud Crab Aquaculture and biology. ACIAR proceedings No 78, 114-117.
- Mohapatra, A., Rajeeb, K., Mohanty, R.K., Bhatta, K.S., Mohanty, S.K., 2005. Food and feeding habits of the mud crab *Scylla serrata* (Forsk.) from Chilika lagoon. J. Inl. Fish. Soc. India 37, 1-7.
- Nguyễn Anh Tuấn, Nguyễn Thanh Phương, Nguyễn Văn Thường, Nguyễn Văn Bé, Trương Quốc Phú, Dương Trí Dũng, Trần Ngọc Hải, Nguyễn Quang Thủy, Từ Thanh Dung, Bùi Minh Tâm, Trần Thị Thanh Hiền, 1994. Cẩm nang Kỹ thuật nuôi thủy sản nước lợ. Nhà xuất bản Nông Nghiệp, 1994. 180 trang.
- Nguyễn Anh Tuấn, Nguyễn Thanh Phương, Trần Ngọc Hải, 1997. Những vấn đề về kỹ thuật và kinh tế xã hội trong mô hình tôm - rùng ở Huyện Ngọc Hải (Cà Mau). Tuyển tập báo cáo khoa học Hội nghị Sinh học biển toàn quốc Lần thứ nhất. NXB Khoa học và kỹ thuật. Trang 444-452
- Nguyen Co Thach and Truong Quoc Thai, Effect of Salinity and Food Types on the Development of Fertilised Eggs and Zoea Larvae of Mud Crab (*Scylla paramamosain*), In: Geoff Allan and Don Fielder (eds). Mud crab aquaculture in Australia and Southeast Asia. ACIAR Working Paper No. 54. pp 47-52.

- Nguyễn Cơ Thạch, 2005. Nuôi cua xanh (*Scylla sp*) ghép với tôm sú (*P. monodon*) trong đầm quảng canh. Tuyển tập Hội thảo toàn quốc về nghiên cứu và ứng dụng khoa học công nghệ trong nuôi trồng Thủy sản (22-23/12/20104, Vũng tàu). Bộ Thủy sản. Nhà xuất bản Nông nghiệp, 637-541.
- Nguyễn Cơ Thạch, Trương Quốc Thái, Nguyễn Diểu, Nguyễn Thanh Thùy, Hà Văn Khô, Đỗ Văn Phiên, 2004. Đặc điểm sinh học sinh sản và qui trình kỹ thuật sản xuất của giống loài *Scylla paramamosain* Estampador, 1949. Tuyển tập các công trình nghiên cứu khoa học công nghệ (1984-2004). Bộ NN-PTNT, Viện NC NTTS III. NXB Nông nghiệp, 2004, trang 227 – 266.
- Nguyễn Diểu, 2009. Kết quả chuyển giao công nghệ sản xuất giống cua biển (*Scylla sp.*) cho hai tỉnh Thái Bình và Bà Rịa – Vũng Tàu. Tuyển tập các công trình nghiên cứu khoa học và Công nghệ (2005-2009). Bộ NN-PTNT, Viện NC NTTS III. NXB Nông nghiệp, trang 226-233.
- Nguyễn Quốc Thế và Thiệu Lư, 2009. Một số giải pháp nhằm nâng cao tỷ lệ sống của ấu trùng cua biển (*Scylla paramamosain*, Estampados 1949). Tuyển tập Nghề cá Sông Cửu Long, Số đặc biệt 2009, trang 126-132.
- Nguyễn Thị Ngọc Anh, Đinh Thanh Hồng và Trần Ngọc Hải, 2017. Khảo sát sinh lượng và tác động của rong xanh (*Cladophoraceae*) trong đầm nuôi tôm quảng canh cải tiến ở tỉnh Bạc Liêu và Cà Mau. Tạp chí Khoa học Đại học Cần Thơ, Số 51b, trang 95-105.
- Nguyễn Trường Sinh, 1999. Ương nuôi ấu trùng cua biển (*Scylla paramamosain* Estampador, 1949) theo hai giai đoạn (Zoea-1 đến Zoea-5 và Zoea-5 đến Cua-1) với các mật độ và quy mô khác nhau. Luận văn cao học. Khoa Thủy sản - Trường Đại học Cần Thơ, 50 trang.
- Nguyen Van Trong, 1999. Mixed Shrimp Farming–Mangrove Forestry Models in the Mekong Delta: ACIAR PN 9412. In: Keenan, C.P., Blackshaw, A. (Eds.). Mud Crab Aquaculture and Biology. Proceedings of the International Scientific Forum. Darwin, Australia, 21- 24 April 1997. ACIAR Proceedings No. 78, 21-24.
- Nguyễn Việt Bắc, 2013. Nghiên cứu nuôi thâm canh cua gạch (*Scylla paramamosain*) thương phẩm trên bể. Luận văn cao học. Khoa Thủy sản - Trường Đại học Cần Thơ, 96 trang.
- Nurdiani, R. and Zeng, C., 2007. Effects of temperature and salinity on the survival and development of mud crab, *Scylla serrata* (Forssk?), larvae, in: Aquaculture Research. pp. 1529–1538.
- Ong, K. S. 1966. Observations of the post-larval life history of *Scylla serrata* Forskal reared in the laboratory. Malaysian Agricultural Journal 45:429 443.
- Ong, K.S. 1964. Early development stages of *Scylla serrata* Forskal (Crustacea Portimidae), reared in the laboratory. Proceedings of the Indo Pacific Fisheries Council 11(2): 135 146.

- Overton, J. L., 1999. Morphometrics and Ecology of the Mud Crab (*Scylla spp.*) from Southeast Asia. In: Keenan, C.P., Blackshaw, A. (Eds.). Mud Crab Aquaculture and Biology. Proceedings of the International Scientific Forum. Darwin, Australia, 21- 24 April 1997. ACIAR Proceedings No. 78, 37-42.
- Petersen, E. H., Truong H. Phuong, Nguyen Van Dung, Pham T. Giang, Nguyen K. Dat, Vu A. Tuan, Tran V. Nghi, Brett D. Glencross, 2013. Bioeconomics of mud crab, *Scylla paramamosain*, culture in Vietnam. Review in Aquaculture. Volume 5, 1(1-9)
- Phạm Minh Truyền, Trần Hoàng Phúc, Lâm Thị Ngọc Trân, Nguyễn Vũ Phương, 2006. Thử nghiệm nuôi cua thịt luân canh trong ao nuôi tôm sú quảng canh cải tiến. Tạp chí khoa học, Trường Đại học Cần Thơ, Số chuyên đề Thủy sản, 2016, 171-177.
- Phạm Thị Tuyết Ngân, Tô Công Tâm và Phạm Trần Nguyên Thảo, 2006. Thay đổi mô học và thành phần chất béo, acid béo của buồng trứng của biển (*Scylla paramamosain*). Tạp chí Khoa học Đại học Cần Thơ, Số Chuyên đề thủy sản, trang 200-208.
- Phạm Văn Quyết và Trương Trọng Nghĩa, 2010. Đặc điểm sinh sản của cua biển (*Scylla paramamosain*) tự nhiên và nuôi trong ao. Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ, 2010:16a 90-99
- Poovachiranon, S ., 1992. Biological studies of the mud crab *Scylla serrata* of the mangrove ecosystems in the Andaman sea. In: Angell, C.A. (editor). 1992. The Mud crab - Report of the seminar on mud crab culture and trade. Bay of Bengal Programme, Madras. BOBP/REP/51.
- Prasad, P.N. and Neelakantan, B., 1989. Fecundity of the mud crab, *Scylla serrata* (Forsk.). Mahasagar 22, 23 28.
- Primavera, J. H., Garcia, L. M. B., Castanos, M. T., Surtida, M. B., 2000 (Eds). Mangrove-friendly Aquaculture. SEADEC, 2000. 217p.
- Provenzano, A.J. 1983. The Biology of crustacean – Pathobiology. Academic Press. 288p.
- Quang, Y. B., Li, J.R., Lin, J., 2008. Probiotics in aquaculture : Challenges and Outlook. Aquaculture 281, 1-4.
- Quinitio , E. T. , J. J. Cruz. M. R. R. Eguia, F. D. Parado-Esteva, G. Pates, C. R. Lavilla-Pitogo, 2011. Domestication of the mud crab *Scylla serrata*. Aquacult Int (2011) 19:237–250
- Quinitio, E., F. D. Parado-Esteva and E. Rodriguez, 2002. Seed Production of Mud Crab *Scylla spp.* Aquaculture Asia, July-September 2002, 7 (3), 29-31

- Robertson, W.D.D., Kruger, a., 1994. Size at Maturity, Mating and Spawning in the Portunid Crab *Scylla serrata* (Forsk.) in Natal, South Africa. Estuar. Coast. Shelf Sci. 39 (2), 185-200.
- Ruscoe, I.M., Shelley, C.C., Williams, G.R., 2004. The combined effects of temperature and salinity on growth and survival of juvenile mud crabs (*Scylla serrata* Forsk??l). Aquaculture 238, 239–247.
- Sharma, O.P., 1986. Text book of algae. Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited. 396p
- Sharoum, F.M, Musa, N., Catherine, S., Hassan, M., Khoa T. M. D., 2016. Critical Disease of Mud Crabs. Monograph, Penerbit UMT, 28p.
- Sheen, S.S., 2000. Dietary cholesterol requirement of juvenile mud crab *Scylla serrata*. Aquaculture 189, 277-285.
- Shelley, C. 2008. Capture-based aquaculture of mud crabs (*Scylla spp.*). In A. Lovatelli and P.F. Holthus (eds). Capture-based aquaculture. Global overview. FAO Fisheries Technical Paper. No. 508. Rome, FAO. pp. 255–269.
- Shelley, C., Lovatelli, A., 2011. Mud crab aquaculture; A practical manual, FAO Fisheries and Aquaculture. doi:10.1002/9781444341775.ch4
- ShynShin, S.; W. ShengWei; Sheen, S. S.; Wu, S. W., 1999. The effects of dietary lipid levels on the growth response of juvenile mud crab *Scylla serrata*. Aquaculture, 175, 143-153.
- Sindermann, C., Lightner, D. V., 1988. Disease diagnosis and control in North American marine aquaculture. Elsevier, 431p
- Stottrup, J. G., McEvoy, L.A., 2003. Live feeds for marine aquaculture. Blackwell Science. 318.
- Tavares, C. P. S., U. A. T. Silva, L. A. Pereira and A. Ostrensky, 2017. Systems and techniques used in the culture of soft-shell swimming crabs. Reviews in Aquaculture (2017) 0, 1–11.
- Thiều Lư, 2007. Đánh giá nguồn cua giống tự nhiên và nghiên cứu hoàn thiện qui trình sản xuất giống cua biển (*Scylla paramamosain*) ở tỉnh Trà Vinh. Báo cáo khoa học – Sở Khoa học và Công Nghệ Trà Vinh. 77 trang.
- Timmmons, M.B. and Losordo, T.M., 1994. Aquaculture water reuses systems: Engineering design and management. Elsevier, 333p.
- Trần Minh Nhứt, Trần An Xuyên và Trần Ngọc Hải, 2010. Ương ấu trùng cua biển (*Scylla paramamosain*) theo hai giai đoạn Zoea-1–Zoea-5 và Zoea-5 – cua1 với các mật độ và chế độ cho ăn khác nhau. Tạp chí khoa học Đại học Cần Thơ, quyển 14b, trang 284 – 294.

- Trần Ngọc Hải và Lê Quốc Việt, 2017. Đánh giá khả năng thay thế *Artemia* bằng thức ăn nhân tạo trong ương ấu trùng cua biển (*Sylla paramamosain*). Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ 49B, 122-127.
- Trần Ngọc Hải và Nguyễn Thanh Phương, 2009. Nguyên lý và kỹ thuật nuôi tôm sú (*Penaeus monodon*). Nhà xuất bản Nông nghiệp, 203 trang.
- Trần Ngọc Hải và Trương Trọng Nghĩa, 2004. Ảnh hưởng của mật độ ương lên sự phát triển và tỷ lệ sống của ấu trùng cua biển (*Scylla paramamosain*) trong mô hình nước xanh. Tạp chí khoa học Đại học Cần Thơ, Chuyên ngành Thủy Sản. Giấy phép xuất bản số 3426/GPXB của Bộ Văn Hóa Thông tin cấp ngày 20/11/1995. Nộp lưu chiểu 5/2004. Trang 187-192.
- Tran Ngoc Hai, 1997. Studies on some aspects of reproduction of mud crab (*Scylla serrata*). Master of Science Thesis, Universiti Putra Malaysia. 182p.
- Tran Ngoc Hai, 2005. Effects of mangrove leaflitters on the integrated Mangrove-shrimp farming systems in Ca Mau province, Vietnam. PhD Dissertation. Asian Institute of Technology, 180p.
- Trần Ngọc Hải, A.B. Hassan, Law A.T., Noor Azhar Shazili, 2002. Một số vấn đề trong nuôi vỗ và sinh sản cua biển (*Scylla sp*). Tạp chí khoa học ĐHCT. Giấy phép xuất bản số 3426/GPXB của Bộ Văn Hóa Thông tin cấp ngày 20/11/1995. Quyển 4. Trang 236-241.
- Trần Ngọc Hải, Anuar Hassan, Law A. T, Noor Azhar Shazili, 2002. Ảnh hưởng của nhiệt độ, độ mặn và mật độ ấp trứng lên khả năng nở của trứng cua biển (*Scylla sp*) trong điều kiện ấp tự nhiên và ấp nhân tạo. Tạp chí khoa học ĐHCT. Giấy phép xuất bản số 3426/GPXB của Bộ Văn Hóa Thông tin cấp ngày 20/11/1995. Quyển 4. Trang 163-168.
- Trần Ngọc Hải, Anuar Hassan, Law A.T. và Noor Azhar Shazili, 2000. Ảnh hưởng của cường độ ánh sáng lên sự phát triển của ấu trùng cua biển (*Scylla serrata*). Tuyển tập báo cáo khoa học tại Hội thảo khoa học toàn quốc về nuôi trồng thủy sản. 29-30/9/1998 – Viện Nghiên cứu nuôi trồng thủy sản 1. Trang 387-390.
- Tran Ngoc Hai, Hassan A, Law AT, Shazili NA. 2001. Some aspects on maturation and spawning performance of mud crabs (*Scylla spp.*) in captive conditions. In: Book of Abstract. Workshop on mud crab rearing, ecology and fisheries. Institute for Marine Aquaculture, Cantho University, Vietnam, 8–10 January 2001.
- Tran Ngoc Hai, Hassan, A.B., Law, A.T. & Shazili, N.A.M. 1998. Effects of reduced water salinity on juveniles of the mud crab, *Scylla serrata*. In International forum on the culture of Portunid crabs. Program and extended abstracts, Boracay, Philippines. SEAFDEC, 1998 of Conference. 57.
- Tran Ngoc Hai, Le Quoc Viet, Lam Tam Nguyen, Patrick Sorgeloos, 2017. Advances in research and development of mud crab (*Scylla paramamosain*)

seed production in the Mekong Delta, Vietnam. In: C.I. Hendry (Ed) LARVI - FISH & SHELLFISH LARVICULTURE SYMPOSIUM 2017 – Book of abstracts and short communication. Ghent University.

Trần Ngọc Hải, Nguyễn Thanh Phương, 2009. Hiện trạng kỹ thuật và hiệu quả kinh tế của các trại sản xuất giống cua biển Đồng bằng Sông Cửu Long. Tạp chí Khoa học Đại học Cần Thơ. ISSN:1859-2333. Số 2009-11, trang 279-288

Trần Ngọc Hải, Nguyễn Thanh Phương, Nguyễn Anh Tuấn, Phạm Minh Đức, 2006. Nuôi cua lột (*Scylla* sp.) trong hệ thống bể tuần hoàn với các loại thức ăn và mật độ khác nhau. Tạp chí Khoa học Đại học Cần Thơ. Số chuyên đề Thủy sản. Giấy phép xuất bản số 3426/GPXB của Bộ Văn Hóa Thông tin cấp ngày 20/11/1995. Quyển 2. Trang 159-170.

Trần Ngọc Hải, Nguyễn Thanh Phương, Trần Văn Việt, Donal Macintosh, Christensen Stig, 2002. Khảo sát sự biến động và tình hình khai thác của giống ở vùng ven biển phía Tây - Nam Đồng Bằng Sông Cửu Long. Tạp chí khoa học ĐHTC. Giấy phép xuất bản số 3426/GPXB của Bộ Văn Hóa Thông tin cấp ngày 20/11/1995. Quyển 4. Trang 231-235.

Tran Ngoc Hai, Pham Minh Duc, Vo Nam Son, Truong Hoang Minh, Nguyen Thanh Phuong, 2015. Innovation in shrimp seed production and farming in Vietnam. World Aquaculture, 46(1), 32-37. ISSN 1041-5602.

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.

Tran Ngoc Hai, Yakupitiyage, A., 2005. The effect of the decomposition of mangrove leaf litter on water quality, growth and survival of black tiger shrimp (*Penaeus monodon* Fabricus, 1789). Aquaculture 250, 700-712.

Trịnh Văn Thăm, 2010. Nghiên cứu nuôi vỗ cua gạch (*Scylla paramamosain*) trên bể với các loại thức ăn và mật độ khác nhau. Luận văn cao học. Khoa Thủy sản - Trường Đại học Cần Thơ, 72 trang.

Trino, A.T.; Millamena, O.M.; Keenan, C.P., 2001. Pond culture of mud crab *Scylla serrata* (Forsk.) fed formulated diet with or without vitamin and mineral supplements. Asian fisheries science, special issue, 14, 191-200.

Truong Trong Nghia, Mathieu Wille, Stijn Vandendriessche, Quach The Vinh, Patrick Sorgeloos, 2007. Influence of highly unsaturated fatty acids in live food on larviculture of mud crab *Scylla paramamosain* (Estampador 1949). Aquaculture research, 2007. Vol 38, 14 (1512–1528)

- Truong Trong Nghia, Mathieu Wille, Tran Cong Binh, Hoang Phuoc Thanh, Nguyen Van Danh, Patrick Sorgeloos, 2007. Improved techniques for rearing mud crab *Scylla aramamosain* (Estampador 1949) larvae. Aquaculture research, Volume 38, 14 (1539–1553)
- Vũ Ngọc Út, 2006. Ảnh hưởng của độ mặn lên sinh trưởng và tỷ lệ sống của cua giống *Scylla paramamosain*. Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ, Số chuyên đề thủy sản, trang 250-261.
- Walton, M.E., Le Vay, L., Lebata, J.H., Binas, J., Primavera, J.H., 2006a. Seasonal abundance, distribution and recruitment of mud crabs (*Scylla spp.*) in replanted mangroves. Estuar. Coast. Shelf Sci. 66, 493–500.
- Walton, M.E., Le Vay, L., Lebata, J.H., Binas, J., Primavera, J.H., 2006a. Seasonal abundance, distribution and recruitment of mud crabs (*Scylla spp.*) in replanted mangroves. Estuar. Coast. Shelf Sci. 66, 493–500.
- Walton, M.E., Le Vay, L., Truong, L.M., Ut, V.N., 2006b. Significance of mangrove–mudflat boundaries as nursery grounds for the mud crab, *Scylla paramamosain*. Mar. Biol. 149, 1199–1207. doi:10.1007/s00227-006-0267-7
- Warner, G.F., 1977. The Biology of Crabs. Elek Science, London.
- Wormhoudt, V. and Humbert, B., 1994. Crustacean farming: the Biological basis. In: Branable G. (Ed) Aquaculture: Biology and Ecology of cultured species. Ellis Horwood press. 176-223pp.
- Wu, H.-J., L.B. Sun, C.B. Li, Z.-Z. Li, Z. Zhang, X. B. Wen, Z. Hu, Y. L. Zhang, S. K. Li , 2014. Enhancement of the immune response and protection against *Vibrio parahaemolyticus* by indigenous probiotic *Bacillus* strains in mud crab (*Scylla paramamosain*). Fish & Shellfish Immunology 41 (2014) 156-162
- Zhao, J., Wen, X., Li, S., Zhu, D., & Li, Y. (2015). Effects of dietary lipid levels on growth, feed utilization, body composition and antioxidants of juvenile mud crab *Scylla paramamosain* (Estampador). Aquaculture, 435, 200–206.
- Zhou Q., Li, K., Jun, S., Bo, L., 2009. Roles and functions of beneficial microorganisms in sustainable aquaculture. Bioresource Technology, 100, 3780-3786.

NGUYÊN LÝ VÀ KỸ THUẬT NUÔI CUA BIỂN

-----0o0-----

PGS. TS. TRẦN NGỌC HẢI

Chịu trách nhiệm xuất bản:

Giám đốc – Tổng biên tập: TS. LÊ QUANG KHÔI

Biên tập – Sửa bản in : Nguyễn Thanh Vinh

Trình bày – bìa : Nguyễn Khánh Hà

NHÀ XUẤT BẢN NÔNG NGHIỆP

167/6 - Phương Mai - Đống Đa - Hà Nội

ĐT: (024) 38523887 – 38521940 Fax: (024) 35760748.

E-mail: nxbnn@yahoo.com.vn

Website: nxbnongnghiep.com.vn

CHI NHÁNH NXB NÔNG NGHIỆP

58 Nguyễn Bình Khiêm Q.1, TP. Hồ Chí Minh

ĐT: (028) 38299521 – 39111603 Fax: (028) 39101036

E-mail: cnnxbnn@yahoo.com.vn

In 300 bản, khổ 16 x 24 cm tại Cty TNHH MTV In ấn Mai Thịnh Đức.

71 Kha Vạn Cân, Q. Thủ Đức, TP. Hồ Chí Minh

XNĐKXB số 3305-2017/CXBIPH/2-208/NN ngày 29/9/2017.

QĐXB số: 033/QĐ CNNXBNN ngày 4/10/2017. ISBN: 978-604-60-2606-8.

In xong và nộp lưu chiểu quý IV/2017