

ẢNH HƯỞNG CỦA THỨC ĂN KHÁC NHAU ĐẾN TỶ LỆ SỐNG VÀ TỶ LỆ LỘT VỎ CỦA CUA XANH (*SCYLLASP.*) NUÔI TRONG BỂ TUẦN HOÀN

EFFECTS OF DIFFERENT FEED TYPES ON SURVIVAL AND MOULTING RATE OF MUD CRAB (*SCYLLA SP.*) CULTURED IN RECIRCULATING TANK SYSTEM

Lê Anh Tuấn¹, Lê Văn Hồng²

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

²Công ty Cổ phần Bá Hải, Phú Yên

Tác giả liên hệ: Lê Anh Tuấn (Email: leanhtuan@ntu.edu.vn)

Ngày nhận bài: 18/06/2019; Ngày phản biện thông qua: 28/10/2019; Ngày duyệt đăng: 31/08/2020

TÓM TẮT

Nghiên cứu nuôi cua xanh (*Scylla sp.*) lột trong hệ thống tuần hoàn tại cơ sở của Công ty Cổ phần Bá Hải ở huyện Đông Hòa, tỉnh Phú Yên với 7 nghiệm thức thức ăn, bao gồm: 4 loại thức ăn tươi (thịt cá liệt, cá com, cá trích và mực) và 3 loại thức ăn viên ẩm (CB1, CB2 và CB3). Mỗi nghiệm thức được lặp lại 3 lần. Sau 5 tuần thí nghiệm, tỷ lệ sống của cua được cho ăn thức ăn CB2 (40% cá liệt + 40% bột ruốc + 18% phụ gia + 2% Vitamin, khoáng) là cao nhất (95%) và sai khác có ý nghĩa với cua được cho ăn các loại thức ăn còn lại (88-91%) ($P < 0,05$); tỷ lệ lột vỏ của cua được cho ăn thịt cá com là thấp nhất (73%) và sai khác có ý nghĩa với cua được cho ăn các loại thức ăn còn lại (83,3-87,5%) ($P < 0,05$). Từ kết quả thí nghiệm có thể thấy rằng nuôi cua xanh lột trong bể tuần hoàn bằng thức ăn viên CB2 cho tỷ lệ sống và tỷ lệ lột vỏ tốt nhất.

Từ khóa: Cua xanh lột, *Scylla sp.*, hệ thống bể tuần hoàn, thức ăn.

ABSTRACT

An experiment on soft-shell mud crab production in recirculating tank system was conducted at the wet laboratory of the Ba Hai Company in Dong Hoa district, Phu Yen province. There were 7 dietary treatments including 4 types of fresh trash fish (ponyfish, anchovy, sardine and squid) and 3 semi-moist pelleted feeds (CB1, CB2 and CB3). Each treatment was in triplicate. After 5-week experiment, the result showed that the survival of the crab fed on CB2 diet (40% pony fish + 40% Acetes shrimp powder + 18% feed additives + 2% Vitamins and minerals) was the highest (95%) which significantly differed from those fed on the other diets (88-91%) ($P < 0.05$). The result also showed that the rate of moulting was lowest with the crab fed on anchovy (73%) which was significantly different with those fed on the other diet (83,3-87,5%) ($P < 0,05$). It was withdrawn from the experimental result that rearing soft-shell mud crab in the recirculating tanks using CB2 diet resulted in the highest survival and the moulting rates.

Keywords: Soft-shell mud crab, *Scylla sp.*, recirculating tank system, feed.

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Cua thuộc giống *Scylla*, thường được gọi là cua xanh hay cua bùn, phân bố ở các vùng từ trung triều đến dưới triều của các cửa sông và hệ thống rừng ngập mặn ở vùng nhiệt đới đến ôn đới thuộc Thái Bình Dương và Ấn Độ Dương. Trước đây, cua xanh từng được xem là một loài, *Scylla serrata* [1], nhưng dựa trên các đặc điểm hình thái và di truyền, việc điều chỉnh về mặt phân loại học gần đây về giống này đã cho thấy có 4 loài, bao gồm: *S. serrata*

(Forskål), *S. tranquebarica* (Fabricius), *S. olivacea* (Herbst) và *S. paramamosain* (Estampador). Trong đó, ở nước ta có hai loài là cua sen (*Scylla paramamosain*) và cua lửa (*Scylla olivacea*) [1, 15].

Nghề nuôi cua xanh được thực hiện với nhiều hình thức khác nhau: nuôi cua thịt (trong đầm quảng canh; trong mô hình tôm rừng; trong đặng ở các bãi triều); nuôi cua gạch (trong ao; lồng); nuôi cua óp thành cua chắc trong ao [1, 8, 16, 24]. Nghề nuôi cua lột

(*Scylla sp*) được thực hiện từ lâu ở Long An bằng ao (100-200m²) với mật độ 10-20 con/m²; cho ăn thức ăn công và cá tạp, vì thế không chủ động và bất tiện, việc thu hoạch hằng ngày cũng khó khăn do nuôi ở ao, việc tiêu thụ sản phẩm cũng là vấn đề trở ngại do xa thị trường [8, 16]. Ở các nước trên thế giới, nhất là ở Hoa Kỳ, việc nuôi cua lột trên bể tuần hoàn đã được nghiên cứu và áp dụng từ hơn 100 năm nay với loài cua xanh (*Callinectes sapidus*) và hiện đang là nghề nuôi quan trọng [17, 26]. Theo Horst (1992) [10], nuôi cua lột trong bể nước chảy hay tuần hoàn có ưu điểm là chất lượng nước được kiểm soát, có thể đặt hệ thống nuôi bất cứ nơi nào và rất dễ chăm sóc, quản lý, mặc dù cũng có nhược điểm là hệ thống khá phức tạp và phải thiết kế hoàn chỉnh. Mặc dù nuôi cua lột trên bể đã được thực hiện từ lâu ở các nước đối với loài *Callinectes sapidus*, nhưng ở nước ta, việc nuôi cua lột (*Scylla sp.*) trên bể cũng mới được nghiên cứu thời gian gần đây [1]. Để có thể mở rộng quy mô nghề nuôi cua lột, việc phát triển thức ăn viên cho đối tượng

này là rất cần thiết. Trong nghiên cứu này, ảnh hưởng của các loại thức ăn khác nhau bao gồm thức ăn viên ẩm và thức ăn tươi lên khả năng lột của cua trong hệ thống bể tuần hoàn mang tính thương mại sẽ được khảo sát.

II. ĐỐI TƯỢNG, VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

1. Thiết kế thí nghiệm

Đối tượng nghiên cứu là cua xanh (*Scylla sp.*), được tuyển chọn về từ Hòa Xuân Đông và Hòa Tâm (Phú Yên) có khối lượng cơ thể 60-70 g/con; cua chắc khỏe, không gãy chân, cang và không nhiễm bệnh. Thí nghiệm được thực hiện tại cơ sở của Công ty Cổ phần Bá Hải ở huyện Đông Hòa, tỉnh Phú Yên, với 7 nghiệm thức thức ăn, bao gồm: 4 loại thức ăn tươi (thịt cá liệt, cá cơm, cá trích và mực) và 3 loại thức ăn viên ẩm (CB1, CB2 và CB3). Thành phần nguyên liệu các loại thức ăn nhân tạo được trình bày ở Bảng 1. Thí nghiệm được bố trí theo kiểu hoàn toàn ngẫu nhiên với 3 lần lặp lại cho mỗi nghiệm thức thức ăn.

Bảng 1. Thành phần của các tổ hợp thức ăn thí nghiệm

Thành phần nguyên liệu (%)	CB1	CB2	CB3	Cá liệt	Cá cơm	Cá trích	Mực
Mực tươi	40						
Cá liệt		40	40				
Bột ruốc khô		40					
Bột đậu nành	40		40				
Phụ gia*	18	18	18				
Vitamin - khoáng	2	2	2				
Tổng	100	100	100				
<i>Thành phần sinh hóa qua phân tích (%)</i>							
Chất khô (%)	63,0	64,7	64,5	25,5	24,3	29,5	21,4
Tro	7,3	8,7	8,2	3,7	3,1	1,2	1,4
Protein thô	40,4	42,7	41,7	18,8	14,9	17,7	15,6
Lipid thô	8,0	8,0	7,9	1,2	1,6	10,6	1,4
Carbohydrate	7,3	5,3	6,7	1,8	4,7	0,0	3,0

* Gồm bột mực, bột mì, gluten bột mì, lecithin, dầu cá.

Bể nuôi cua lột bằng composite, đáy phẳng, hình hộp chữ nhật (kích thước: 2,1 × 1,6 × 0,4 m, V= 1,344m³) với dàn đặt 100 rổ nuôi trong mỗi bể. Các rổ nuôi đặt trên dàn có kích thước

20 × 16 × 11 cm. Có 6 bể nuôi được lắp ráp theo hệ thống tuần hoàn, kết nối với 3 phần còn lại là: (i) 2 trụ lọc (trụ tròn, đường kính đáy 0,3 m, cao 1,32 m, V= 0,03m³; công suất

1,8 m³/giờ. Trụ 1: dùng cho lọc thô, sử dụng đá sỏi và cát làm vật liệu lọc với tỷ lệ cát, sỏi và đá là 1:0,5:0,5. Trụ 2: hấp thụ ammonia bằng vật liệu Clino X. (ii) Skimer (máy tách bọt). (iii) 2 bể chứa (kích thước: 1,7 x 1,4 x 0,8 m, V=1,9 m³) được làm bằng composite. Tỷ lệ V nuôi: V xử lý = 2.

Do tổng số cua được theo dõi cho mỗi nghiệm thức nghiên cứu là 150 con trong khi tổng số cua nghiên cứu mỗi đợt tối đa là 600 con, nên thí nghiệm chia làm hai đợt với số lượng cua theo dõi cho mỗi nghiệm thức ở mỗi đợt là 75 con. Số liệu thu được từ hai đợt sẽ được tổng hợp và phân tích. Việc quan sát được tiến hành hàng ngày, đặc biệt khi cua vào giai đoạn lột vỏ. Các chỉ số theo dõi bao gồm: tỷ lệ sống và tỷ lệ lột vỏ tự nhiên.

Nhiệt độ nước được đo hàng ngày bằng nhiệt kế thủy ngân. Hàm lượng oxy hòa tan (DO) được xác định 3 ngày một lần cho mỗi bể thông qua sử dụng O₂ Sera test kit. Ngoài ra, pH, độ mặn, alkalinity, NO₂⁻ và hàm lượng total ammonia nitrogen (TAN) cũng được xác định cách khoảng 3 ngày. Độ mặn được xác định bằng khúc xạ kế cầm tay (France); pH, NO₂⁻, alkalinity và hàm lượng TAN được xác định qua các bộ Sera test kit pH, NO₂⁻, Alkalinity và NH₄/NH₃ (Germany), theo thứ tự tương ứng.

2. Các phương pháp phân tích

2.1. Phân tích hoá học

Việc phân tích được tiến hành tại Trung tâm Thí nghiệm – Thực hành, Trường Đại học Nha Trang. Các mẫu nguyên liệu thức ăn, thức ăn được phân tích theo Hệ thống phân tích thô, gồm nhiều phương pháp nhỏ nhằm tách mẫu phân tích thành các nhóm dưỡng chất khác

nhau như độ ẩm, protein, lipid, tro, xơ và chiết chất không chứa Ni-tơ. Protein thô được tính như sau: CP = N x 6,25. Hàm lượng Ni-tơ được xác định theo Phương pháp Kjeldahl. Hàm lượng lipid tổng số được phân tích bằng Phương pháp Folch.

2.2. Phân tích thống kê

Số liệu được xử lý thống kê trên các phần mềm SPSS và Excel. Phép kiểm định Duncan’s Multiple Range được sử dụng để kiểm tra sự khác nhau giữa các trung bình nghiệm thức. Các sai khác được đánh giá có ý nghĩa ở mức P<0,05.

III. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

1. Các yếu tố môi trường nước nuôi

Nhìn chung, các yếu tố môi trường của thí nghiệm nằm trong phạm vi thích ứng của cua (Bảng 2). Cụ thể là: cua biển có phạm vi nhiệt độ thích ứng là 23 - 35°C [18, 20], nhưng tối ưu là trong khoảng 25 - 30°C [4, 20]; cua có thể chịu đựng độ mặn trong phạm vi 2-60‰ [9] và tối ưu trong khoảng 10 - 25‰ [20]. Phạm vi pH thích ứng cho tôm, cua biển là 6-9 [5], và tối ưu là 7,8-8,2 [4; 25]. Hàm lượng oxy hòa tan thích hợp là DO > 3 mg/l. Hiện vẫn chưa có những nghiên cứu cụ thể về ngưỡng thích ứng về độ kiềm và ngưỡng chịu đựng Nitrite và NH₃ đối với cua. Tuy nhiên, các nghiên cứu trên tôm he cho thấy: Phạm vi độ kiềm thích ứng (mg CaCO₃/l) là 80-200 mg/l [7]; Hàm lượng ammonia (NH₃-mg/l) thích ứng là nhỏ hơn 0,3 mg/l [3, 13]; Hàm lượng nitrite (NO₂⁻- mg/l) thích ứng là nhỏ hơn 5 mg/l [14, 23]. Nhìn chung, diễn biến các yếu tố độ kiềm, Nitrite và Ammonia đều nằm trong phạm vi thích hợp cho tôm he cũng như các động vật biển khác.

Bảng 2. Các yếu tố môi trường trong suốt thời gian thí nghiệm

Yếu tố	Sáng	Chiều
Nhiệt độ nước (°C)	26,8 ± 1,17	28,5 ± 1,05
Độ mặn (‰)	15,0 ± 0,63	
pH	7,5 – 7,8	7,7 - 8,0
Oxy hòa tan (mg/L)	6,5 ± 0,43	6,5 ± 0,38
Độ kiềm (mg/L)	113,3 ± 5,16	
Nitrite (mg/L)	0,3-0,5	
Ammonia (NH ₃ -mg/L)	0,09 – 0,14	

2. Tỷ lệ sống, tỷ lệ cua lột vỏ

Kết quả từ Bảng 3 cho thấy: tỷ lệ sống của cua trong quá trình thí nghiệm là rất cao ($\geq 88\%$), trong đó cao nhất là ở nghiệm thức thức ăn CB2 (95%). Tỷ lệ sống của cua ăn thức ăn CB2 khác biệt có ý nghĩa với các trường hợp còn lại ($P < 0,05$). Tỷ lệ sống của cua được nuôi bằng các loại thức ăn còn lại không sai khác có ý nghĩa với nhau ($P > 0,05$).

Tỷ lệ của lột vỏ thấp nhất là ở nghiệm thức thức ăn cá cơm (73%) và tỷ lệ này khác biệt có ý nghĩa so với các trường hợp còn lại ($P < 0,05$). Với các loại thức ăn còn lại, đã không có khác biệt có ý nghĩa về tỷ lệ cua lột vỏ ($P > 0,05$). Như vậy, sơ bộ đánh giá chung có thể thấy thức ăn CB2 cho tỷ lệ sống và tỷ lệ cua lột vỏ cao nhất, còn thức ăn cá cơm thì ở phía ngược lại.

Bảng 3. Tỷ lệ sống và tỷ lệ lột vỏ của cua thí nghiệm

Thức ăn	Tỷ lệ sống (%)	Tỷ lệ cua lột vỏ (%)
CB1	90,0 ^a	83,5 ^b
CB2	95,0 ^b	84,5 ^b
CB3	91,0 ^a	87,5 ^b
Cá liệt	89,3 ^a	83,3 ^b
Cá cơm	90,0 ^a	73,0 ^a
Cá trích	89,0 ^a	83,5 ^b
Mực	88,0 ^a	84,0 ^b
$\pm SEM$	0,62	4,85

^{a,b} Cùng một cột, các giá trị trung bình có ký tự không giống nhau thể hiện khác biệt có ý nghĩa ($P < 0,05$).

Cua biển thuộc nhóm giáp xác ăn tạp thiên về động vật. Trong thực tế nuôi, cua biển hầu như không được cho ăn khi nuôi quảng canh trong đầm hay cho ăn bằng cá tạp, rạm, còng hay nhuyễn thể khi nuôi trong lồng và ao [1, 8, 12, 16, 19]. Tuy nhiên, nhiều nghiên cứu cho thấy các loài cua biển trong nhóm *Scylla spp.* vẫn có thể sử dụng thức ăn chế biến ở các mức độ khác nhau. How-Cheong và cộng sự (1992) [11] lần đầu tiên công bố việc 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 hàm lượng protein 35-40%. Nghiên cứu của Unnikrishnan (2006) [25] cho thấy: mức protein thô (CP) tối ưu trong thức ăn của cua nên nằm trong khoảng 40-45%. Trong thức ăn tổng hợp dùng nuôi cua *Scylla serrata*, Sheen và Wu (1999) [21] đã khuyến cáo mức 5,3 đến 13,8% lipid dưới dạng một hỗn hợp của dầu gan cá tuyết và dầu bắp ở tỷ lệ 2:1. Catacutan (2002) [6] cũng cho rằng, cua tăng trưởng tốt với thức ăn nhân tạo chứa 32-40% protein ngay khi lipid 6% hay 12%. Smith và cộng sự (2014) [22] cũng cho rằng thức ăn cho cua *Scylla*

serrata nên có hàm lượng protein thô và năng lượng thô lần lượt là $CP \geq 40\%$ và $GE \geq 18$ MJ/kg thức ăn. Các kết quả nghiên cứu của các tác giả này hầu hết trên đối tượng cua biển *Scylla serrata*, nhưng là nguồn tham khảo quan trọng cho cho việc nghiên cứu trên đối tượng cua biển *S. paramamosain* và *S. olivacea* ở nước ta.

Để tiện so sánh, số liệu thành phần sinh hóa của tất cả các tổ hợp thức ăn được quy đổi về 90% chất khô (là mức tối thiểu của thức ăn viên khô) như được thể hiện trong Bảng 4. Qua bảng này có thể thấy: tất cả các tổ hợp thức ăn đều thỏa mãn các chỉ tiêu kỹ thuật của thức ăn dùng để nuôi cua ($CP \geq 40\%$, $TL = 5,3-13,8\%$ và $GE \geq 18$ MJ/kg) trừ thức ăn cá trích có hàm lượng lipid vượt quá mức nhu cầu (32,3%) và thức ăn cá liệt có hàm lượng lipid hơi thấp (4,1%). Ngoài ra, thức ăn cá cơm và cá trích có hàm lượng protein hơi thấp so với các tổ hợp thức ăn còn lại. Khác với tôm, cua chuộng thức ăn có hàm lượng lipid cao hơn [2] và dĩ nhiên trong phạm vi thích ứng của mình, do đó các tổ hợp thức ăn viên (CB1, CB2 và CB3) dường như phù hợp hơn về khía cạnh lipid so với các loại thức ăn tươi (cá liệt, cá cơm và

mực). Rõ ràng thức ăn cá com có hàm lượng protein, lipid cũng như năng lượng thô đều thấp so với các tổ hợp thức ăn khác, trong khi đó thức ăn CB2 lại có các chỉ số tương ứng cao và cân bằng hơn giữa protein và lipid. Ngoài ra, thức ăn CB2 còn chứa thành phần thức ăn giáp xác (Bảng 1) mà các tổ hợp thức ăn khác không có. Đây cũng có thể là yếu tố thúc đẩy sự lột xác của cua. Để đảm bảo quá trình lột vỏ tốt, cua đã phải huy động một lượng vật chất (protein) và năng lượng (chủ yếu từ lipid) rất

lớn, do vậy chỉ những loại thức ăn vừa đảm bảo nhu cầu dinh dưỡng thông thường vừa đảm bảo tăng cường vật chất và năng lượng cho lột vỏ mới đáp ứng được yêu cầu duy trì (thể hiện qua tỷ lệ sống) và phát triển (thể hiện qua tỷ lệ lột vỏ) của cua. Lập luận này cũng được khẳng định phần nào từ kết quả phân tích thành phần dinh dưỡng của cua chắc và cua lột, theo đó cua chắc có hàm lượng protein cao hơn cua lột nhưng cua lột có hàm lượng lipid và khoáng cao hơn cua chắc [1].

Bảng 4. Thành phần sinh hóa của các tổ hợp thức ăn thí nghiệm qua quy đổi

	CT1	CT2	CT3	Cá Liệt	Cá Com	Cá Trích	Mực
Chất khô (%)	90,0	90,0	90,0	90,0	90,0	90,0	90,0
Tro	10,4	12,1	11,5	13,1	11,6	3,7	5,9
Protein thô	57,7	59,5	58,1	66,4	55,0	54,0	65,6
Lipid thô	11,5	11,1	11,0	4,1	6,0	32,3	5,9
Carbohydrate	10,4	7,4	9,4	6,5	17,4	0,0	12,6
GE (kJ/g)	19,8	19,5	19,5	18,2	18,2	25,3	19,8

Ngoài ra, nghiên cứu này cũng cho thấy, việc nuôi cua lột trên bể tuần hoàn quy mô sản xuất (>1000 L/bể) với tỉ lệ Vnuôi / Vxử lý = 2 nhìn chung rất tiện lợi trong quản lý và chăm sóc. Đây là yếu tố quan trọng để có thể tiếp tục nghiên cứu ứng dụng mô hình này so với việc nuôi trong ao hoặc bể tuần hoàn với quy mô phòng thí nghiệm (~100 L/bể) như đã được triển khai trước đây [1].

IV. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

1. Kết luận

- Hệ thống tuần hoàn (>1000 L/bể nuôi), với tỉ lệ Vnuôi / Vxử lý = 2 đã bảo đảm các yếu tố môi trường nuôi thích hợp và ổn định trong suốt quá trình thí nghiệm.

- Tỷ lệ sống của cua trong quá trình thí nghiệm là rất cao (≥88%) và cao nhất là ở nghiệm thức thức ăn CB2 (95%). Tỷ lệ sống

của cua ăn thức ăn CB2 khác biệt có ý nghĩa với các trường hợp còn lại (P<0,05). Tỷ lệ sống của cua được nuôi bằng các loại thức ăn còn lại không sai khác có ý nghĩa (P>0,05).

- Tỷ lệ cua lột vỏ thấp nhất ở nghiệm thức thức ăn cá com (73%) và tỷ lệ này khác biệt có ý nghĩa so với các trường hợp còn lại (P<0,05). Tỷ lệ lột vỏ của cua được nuôi bằng các loại thức ăn còn lại không sai khác có ý nghĩa (P>0,05).

2. Kiến nghị

- Nghiên cứu hoàn thiện thức ăn công nghiệp nuôi cua lột quy mô sản xuất lớn.

LỜI CẢM ƠN

Tác giả cảm ơn Ban lãnh đạo Công ty Cổ phần Bá Hải đã tạo điều kiện để tiến hành thí nghiệm này tại cơ sở của công ty.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Tiếng Việt

1. Trần Ngọc Hải, Nguyễn Thanh Phương, Nguyễn Anh Tuấn và Phạm Minh Đức, 2006. Nuôi cua lột *Scylla* sp. trong hệ thống tuần hoàn với các loại thức ăn và mật độ khác nhau. Tạp chí Nghiên cứu Khoa học Trường Đại học Cần Thơ, Số 2006: 159-170.

Tiếng Anh

2. 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. Asian fisheries science, special issue, 14, 231-238.
3. Alves, C.S., Mello, G.L., 2007. Manual para o Monitoramento Hidrobiológico em Fazendas de Cultivo de Camarão. Recife, Pernambuco.
4. Baliao, D.D., D.S. Santos, M.A., and Franco, N.M., 1999. Mudcrab, *Scylla* spp, production in Brackishwater Ponds. Aquaculture Department Southeast Asian Fisheries, Development Center, Tigbauan, Iloilo, Philippines.
5. Boyd, C.E., 1990. Water quality in warmwater fish ponds. Agricultural Experimentation. Auburn University, Opelika, Alabama, USA. 359p.
6. 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.
7. Ching, C.A. 2007. Water alkalinity in the cultivation of marine shrimp. *Bouletines Nicovita* 3:1-3.
8. Dat, H.D., 1999. Description of mud crab (*Scylla* spp.) culture methods in Vietnam. In Keenan (Ed): *Mud Crab Aquaculture and biology*. ACIAR proceedings No 78,67-71.
9. Hill, B.J., 1974. Salinity and temperature tolerance of Zoea of Portunid crab (*Scylla serrata*). *Marine Biology*, 32, 119-126.
10. Horst J. (1992). Soft-shelled crab roduction – Obtions and opportunities. Louisiana Sea Grat College Programe. 13 pp.
11. 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.
12. Johnston, D. and Keenan C.P., 1999. Mud crab culture in Minh Hai province, South Vietnam. In Keenan (Ed): *Mud Crab Aquaculture and biology*. ACIAR proceedings No 78,95-98.
13. Lin, Y.C., and Chen, J.C. 2001. Acute toxicity of ammonia on *Litopenaeus vannamei* Boone juveniles at different salinity levels. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 259:109-119.
14. Lin, Y.C., and Chen, J.C. 2003. Acute toxicity of nitrite on *Litopenaeus vannamei* (Boone) juveniles at different salinity levels. *Aquaculture* 224:193-201.
15. 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 Shelfish Research*; 21(1),259-265
16. Nguyen Anh Tuan và Tran Ngoc Hai, 1997. Culture mud crab *Scylla serrata* in the Mekong Delta, Vietnam. Paper presented at the First International Conference, Kuala Terrenganu, Malaysia.
17. Oesterling, M. J., 2002. Soft crab in closed systems: A Virginia success story. In: *Proceedings of the 1st International Conference on Recirculating Aquaculture*.
18. Ong, K.S., 1966. Observation on the Post-Larval Life History of *Scylla serrata* Forskal Reared in the Laboratory. *The Malavsian Agricultural Journal*, 45,429-443.
19. Say, W.C. W. and Ikhwanuddin, A. Mhd., 1999. Pen culture of mud crabs, Genus *Scylla* in the mangrove Ecosystems of Sarawak, East Malaysia. In Keenan (Ed): *Mud Crab Aquaculture and biology*. ACIAR proceedings No 78,83-88.
20. Shelley, C., Lovatelli, A., 2011. Mud crab aquaculture - A practical manual, FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper. No. 567. Rome, FAO. 2011. 78 pp.

21. Sheen, S. S. and S. W. Wu. 2003. Essential fatty acid requirements of juvenile mud crab, *Scylla serrata* (Forsk., 1775) (Decapoda, Scyllaridae). *Crustaceana*, 75 (11): 1387-1401
22. Smith D. and Tuan, L.A., 2014. Nutritional requirements of tropical crustaceans. Paper presented at the training workshop held at Nha Trang University, March 19th -21st, 2014.
23. Timmons, M.B., and Ebeling, J.M. 2007. Recirculating Aquaculture. Cayuga Aqua Ventures, Ithaca, New York.
24. Trino, A. T.; Rodriguez, E. M., 2002. Pen culture of mud crab *Scylla serrata* in tidal flats reforested with mangrove trees. *Aquaculture*, 211, 125-134.
25. Unnikrishnan U., 2006. Nutritional value of fresh processed and formulated diets for the green mud crab *Scylla serrata* juveniles. PhD Thesis, Cochin University of Science & Technology, India.
26. Webster, D., 1998. Soft crabs and recirculating systems. *Aquaculture magazine*, 24, 23-24.